



**ГОРЬКОВСКАЯ ЖЕЛЕЗНАЯ ДОРОГА – ФИЛИАЛ ОАО «РОССИЙСКИЕ
ЖЕЛЕЗНЫЕ ДОРОГИ»
ПРИВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ
Нижегородский институт путей сообщения**

**БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА
факультет «Управление процессами перевозок»**

**РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА (МИИТ)
Кафедра экономической теории и менеджмента**

ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА



**Материалы II Международной научно-практической конференции
«СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНОЙ
ОТРАСЛИ»**

НИЖНИЙ НОВГОРОД 2025

УДК 625.1 625.3
ББК 39.2

Составитель:
Я.С. Самосудова – к.х.н., научный сотрудник

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ: Материалы II Международной научно – практической конференции /Н. Новгород. - 2025 г. – стр. 487.

Издательство: Нижегородский институт путей сообщения

Материалы II Международной научно-практической конференции «Современные тенденции развития транспортной отрасли» объединили труды авторов, изучающих перспективы развития транспортного комплекса. В сборнике представлены статьи по вопросам современных технологий железнодорожного строительства, эксплуатации и ремонта путей сообщения, современных систем обеспечения транспортной инфраструктуры, рассмотрены особенности эксплуатации подвижного состава, в также социально-экономические аспекты транспортной системы.

Материалы печатаются в авторской редакции.

Организаторы:

Нижегородский институт путей сообщения – филиал ФГБОУ ВО «Приволжский государственный университет путей сообщения»;

Белорусский государственный университет транспорта;

Российский университет транспорта (МИИТ);

Ташкентский государственный университет транспорта.

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 1. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ ПАССАЖИРСКИХ И ГРУЗОВЫХ ПЕРЕВОЗОК

Долганов Н.М. СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ РОССИИ ЛЕГКОВЫМ АВТОТРАНСПОРТОМ.....	9
Кекиш Н.А. ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ВОЗМОЖНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ КОНТЕЙНЕРИЗАЦИИ ГРУЗОПОТОКА С УЧЕТОМ ЕГО СТРУКТУРЫ.....	15
Киселев Г.Г. СИСТЕМЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ВИДЕОАНАЛИТИКИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ	21
Куренков К.В. УЛУЧШЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТОРМОЗНОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ГРУЗОВЫХ ВАГОНАХ	27
Кямря О.С. ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ТРАМВАЯ.....	32
Кямря О.С. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ	36
Литвинова И.М. СОЗДАНИЕ НА БЕЛОРУССКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГЕ НАЦИОНАЛЬНОГО ЯДРА МЕЖДУНАРОДНОЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ «ЭКСПРЕСС» НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ КАК ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПАССАЖИРСКОГО КОМПЛЕКСА	40
Локтев А.А., Сычев В.П., Артемьева В.В., Сычева А.В. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПО ПРИВЛЕЧЕНИЮ СТУДЕНТОВ И АСПИРАНТОВ К НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КАК ОСНОВА ПРОЕКТНЫХ ФОРМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА.....	46
Неумоин В.А. РЕФОРМИРОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ РЕСУРСОВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ДИРЕКЦИИ ИНФРАСТРУКТУРЫ – ЗАЛОГ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРЕВОЗОК.....	51
Орехов С.М. ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ОБСЛУЖИВАНИЯ ПАССАЖИРОВ САМАРСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА ПОСРЕДСТВОМ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ.....	58
Раджабов О.Х., Гаппаров Б.Н. РАЗВИТИЕ ИНФРАСТРУКТУРЫ В СЕЛЬСКОЙ МЕСТНОСТИ И МЕЖДУГОРОДНЫХ ДОРОГ (НА ПРИМЕРЕ ДЖИЗАКСКОЙ ОБЛАСТИ).....	67
Сейдаметов С.Р. Турсунов Н.К. ВЛИЯНИЕ СЕРЫ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛИТЕЙНЫХ СТАЛЕЙ И СПОСОБЫ ЕЕ СНИЖЕНИЯ	72
Солдашенко В.А. РАЗВИТИЕ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ	77

Стрижевский В.М. ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕВОЗКИ ГРУЗОВ В СМЕШАННОМ СООБЩЕНИИ.....	83
Туйчиева Р.О. ПЕРСПЕКТИВЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПассажиРОВ.....	90
Яшков Е.А., Локтионова И.В. ОЦЕНКА ШАГОВОГО НАПРЯЖЕНИЯ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЯГОВОЙ ПОДСТАНЦИИ.....	..96

СЕКЦИЯ 2. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА И СОДЕРЖАНИЯ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ. РАЗВИТИЕ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО ДВИЖЕНИЯ

Ананин К.А., Ефимов Н.А., Болдин С.В. ЭКОЛОГИЧНЫЙ ПОДХОД И ИННОВАЦИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И РЕМОНТЕ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ	102
Джаббаров С.Т., Кодиров Н.Б. АНАЛИЗ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ.....	108
Джаббаров С.Т., Мукаррамов Р.Х. К ВОПРОСУ УСТОЙЧИВОСТИ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ НА ОПОЛЗНЕВОМ СКЛОНЕ	116
Жезлов М.М., Максимов К.Д., Болдин С.В. ОСОБЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПОЛОТНА В УСЛОВИЯХ ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЫ.....	121
Исакова Г.К., Садиков И.С. ЗНАЧЕНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ ПОРОШКОВ В РАЗВИТИИ ТРАНСПОРТНО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ	126
Козырева В.А. РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЕМ ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ МАГИСТРАЛЕЙ	132
Рузиматова Г.А., Назаров А.А. ОГРАНИЧЕНИЕ СКОРОСТИ И ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ: ВЛИЯНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ НА ЭКОЛОГИЮ.....	137
Тошматова М.М., Эргашалиев М.Ю. ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕХОДНОЙ ЧАСТИ КРИВОЙ ПЛАНА ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ	146

СЕКЦИЯ 3. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТА ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Бубнов Е.Я. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ПРИЗНАКИ НЕИСПРАВНОСТЕЙ ПОДШИПНИКОВ ВАГОННЫХ БУКС ПО ВИБРАЦИОННЫМ СИГНАЛАМ	151
Григорьев Д.Е., Шмойлов А.Н. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ВОДОРОДА ДЛЯ АВТОНОМНОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ.....	156

Докин М.А., Золкин Н.А. УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВВОДА ВЫВОДА ТЕПЛОВОЗА НА ПУНКТ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ.....	161
Красильников В.С. ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОПНЕВМАТИЧЕСКИХ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ КОНТАКТОРОВ НА ТЯГОВОМ ПОДВИЖНОМ СОСТАВЕ	167
Красильников В.С. ПРИМЕНЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОГО МЕТОДА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСЕЙ КОЛЕСНЫХ ПАР ЛОКОМОТИВОВ	171
Красильников В.С. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ НАДЕЖНОСТЬ БУКСОВЫХ УЗЛОВ ТЕПЛОВОЗОВ	176
Лаптева И.И., Жатченко Я.В., Яо Бовэнь, Чжан Банго. РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ И МОДЕЛИРОВАНИЕ УДАРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК БУФЕРНОГО ЦЕНТРАЛЬНОГО КЛИНА НМ1	181
Мухамедова З.Г., Гуламова М.Д. ОСОБЕННОСТИ СПЕКТРАЛЬНОЙ ВИБРОДИАГНОСТИКИ ТЯГОВЫХ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ СПЕЦИАЛЬНОГО САМОХОДНОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА	188
Строганова А.А., Тычков А.С. СПОСОБЫ И ТЕХНОЛОГИЯ КОРРЕКЦИИ НАПРАВЛЕНИЯ СВЕТОВОГО ПОТОКА ПРОЖЕКТОРА ЭЛЕКТРОВОЗА	196
Уманец В.А. К ВОПРОСУ РАЗРАБОТКИ ЦИФРОВЫХ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ПОМОЩНИКОВ ДЛЯ РАБОТНИКОВ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО ВАГОННОГО ДЕПО	203
Чибанов Р.В., Неумоин В.А. АНАЛИЗ ПРОХОЖДЕНИЯ КОЛЁСНОЙ ПАРЫ ЧЕРЕЗ ПРОГРАММЫ НА ОСНОВЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ МВРП «ГОРЬКИЙ-СОРТИРОВОЧНЫЙ»	208
Шрайбер М.А. МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТАЛОСТНЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ ИЗОЛЯЦИИ ТЯГОВЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ (ТЭД)	214

СЕКЦИЯ 4. ЭНЕРГЕТИКА, АВТОМАТИКА И СВЯЗЬ НА ТРАНСПОРТЕ

Абдуллаева Р.С., Турдибеков К.Х., Сотволдиев А.Р. ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ С ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬНОЙ НАГРУЗКОЙ	220
Агунов А.В., Иванов Д.Д. КОНТАКТНАЯ ПОДВЕСКА ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ.....	225
Алимова З., Сухроб Пулатов С. ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА РЕСУРС МОТОРНЫХ МАСЕЛ, ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОЙ ЗАПЫЛЕННОСТИ ВОЗДУХА.....	231

Антонов М.С. СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К ПОИСКУ ПОВРЕЖДЕНИЙ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ СВЯЗИ	235
Грызунов А.Р., Чепиков А.Д., Аль-Нами Башер Али. ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ В АВТОНОМНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВАХ	239
Сафаров А.М., Сайдивалиев С.С., Халиков С.С. АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ СХЕМ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ	246
Смирнова О.С., Сугаков В.Г. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПЬЕЗОГЕНЕРАТОРОВ В СБОРЕ ЭНЕРГИИ: НОВЫЕ ПОДХОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ	252
Турдибеков К.Х., Мухаббат Курбанова Мамаджанова, Абдуллаева Р.С. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ БОЛЬШИХ ТОКОВ.....	258
Фогель А.Л., Богданов М.Ю. РАЗВИТИЕ ДИСПЕТЧЕРСКОГО КОНТРОЛЯ СИСТЕМ ЖАТ.....	265
Фогель А.Л., Кривов М.Ю. ОБОРУДОВАНИЕ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ СТАНЦИИ ПРОЕКТА МЦД СОВРЕМЕННЫМИ СИСТЕМАМИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕНТРАЛИЗАЦИИ	270
Шибаета О.В., Малышева О.А. СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К УЧЕТУ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ	265

СЕКЦИЯ 5. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ. ЗНАЧЕНИЕ ТРАНСПОРТА В РЕАЛИЗАЦИИ ЗАДАЧ СТРАТЕГИИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ

Абдурашидов И.Ж., Мирзалиев С.М., Ибрахимов К.И. ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ НА ОСНОВЕ ИХ МОДЕЛЬНЫХ РАЗЛИЧИЙ.....	281
Алиев О.Т., Кабулова С.Р. ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ В РЕСПУБЛИКЕ УЗБЕКИСТАН.....	289
Астрякова Е.С. РЕИНЖИНИРИНГ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ КАК СПОСОБ АДАПТАЦИИ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ К ЗАДАЧАМ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ.....	297
Афиногенов И.Д., Мальцева С.М. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СХЕМЫ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ С ЦЕЛЬЮ ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОБЛЕМНЫХ МЕСТ (НА ПРИМЕРЕ ПЕРЕКРЕСТКА УЛ. РОДИОНОВОЙ И УЛ. ФРУКТОВОЙ В Г.НИЖНЕМ НОВГОРОДЕ)	304
Галанина Е.Г. ОЦЕНКА ЭКОНОМИИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РАСХОДОВ ПРИ РАЦИОНАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ МЕСТНОЙ РАБОТЫ ГРУЗОВОЙ СТАНЦИИ	310
Гараева А.С. МЕХАНИЗМЫ ВНЕДРЕНИЯ «ЗЕЛЁНОЙ» ПРОМЫШЛЕННОЙ ПОЛИТИКИ НА ПРИМЕРЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ОТРАСЛИ	314

Егорова В.К., Бородулина С.А. СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ ООО «БАЙКАЛ-ИНЖИНИРИНГ» С ПОЗИЦИИ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ МАЛОЙ АВИАЦИИ НА ПРИМЕРЕ ПРОЕКТА БАЙКАЛ ЛМС-901	319
Исайчикова Д.К., Галанина Е.Г. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕКУЩЕГО СОДЕРЖАНИЯ ПУТИ НА СТАРОГОДНИХ МАТЕРИАЛАХ	325
Круглова О.В. РАЗВИТИЕ УСЛУГ ИНФРАСТРУКТУРЫ ОАО «РЖД».....	329
Латыпов А.Ф. РОЛЬ/ВЛИЯНИЕ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ В РАЗВИТИИ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ.....	334
Лахметкина Н.Ю. РАЗРАБОТКА СТРАТЕГИИ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ	339
Липчанская Н.Г. СТРАТЕГИЯ УВЕЛИЧЕНИЕ ТРАНЗИТНОГО ПОТОКА ПРИВОЛЖСКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ.....	345
Манько М.Ю., Тихомирова Т.А. АНАЛИЗ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ РАЗВИТИЯ РЫНКА НИЗКОБЮДЖЕТНЫХ АВИАПЕРЕВОЗОК В РОССИИ.....	351
Мигуля И.П., Макаренко М.В., Онищенко В.В. МОРСКОЙ ТРАНСПОРТ И ЛОГИСТИКА КАК ФАКТОР РАЗВИТИЯ ТОРГОВЛИ	356
Нагорнов Е.А. РАЗВИТИЕ ЮГО-ВОСТОЧНОГО НАПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ В СИСТЕМЕ БРИКС КАК ВАЖНЫЙ ФАКТОР ИЗМЕНЕНИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ВНЕШНЕЭКОНОМИЧЕСКОГО ВЕКТОРА	364
Никоноров В.М., Савкин Д.В. СВЯЗЬ МЕЖДУ ВВП РФ И ДЛИНОЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ.....	370
Пичулёва Е.Н. ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ ТРАНСПОРТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ	375
Рыжков С.Г., Ткаченко А.А., Дергаусов М.М. МЕЖДУНАРОДНАЯ МОРСКАЯ ТОРГОВЛЯ И ЛОГИСТИКА.....	380
Сычева Е.Г. СУЩНОСТЬ, СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИМИ РЕСУРСАМИ НА ВОЗДУШНОМ ТРАНСПОРТЕ.....	386
Черкасова Е.Ю., Липатова О.В. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УПРАВЛЕНИЯ ДЕБИТОРСКОЙ ЗАДОЛЖЕННОСТЬЮ	391
Юсупова О.А., Савостюкова В.А. ВЛИЯНИЕ ТРАНСПОРТНОЙ ДОСТУПНОСТИ НА МИГРАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ В АРКТИЧЕСКИХ РЕГИОНАХ РОССИИ.....	397
Юсупова О.А., Савостюкова В.А. РАЗВИТИЕ ТРАНСПОРТНОЙ ЛОГИСТИКИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	402

Яскевич О.И., Виниченко В.А. НАДЕЖНОСТЬ ТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ: АНАЛИЗ ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ.....	408

СЕКЦИЯ 6. СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ТЕНДЕНЦИИ В РАЗВИТИИ ЛОГИСТИКИ

Ван Мэйлунь, Воронов А.А. СТРАТЕГИЯ МЕЖДУНАРОДНОЙ ЛОГИСТИКИ РОССИИ И КИТАЯ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ	414
Вохмянин В.А., Круглова О.В. ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕРЕВОЗКИ ГРУЗА СМЕШАННЫМ СООБЩЕНИЕМ ПУТЕМ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОГО АНАЛИЗА МАРШРУТА ПЕРЕДВИЖЕНИЯ.....	420
Гаппаров Б.Н., Бозорбоев Ж.У. НОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ИННОВАЦИИ В ЛОГИСТИЧЕСКОМ СЕКТОРЕ УЗБЕКИСТАНА	428
Гузенко Н.В. СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ЛОГИСТИКИ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ	432
Заварницына В.В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ЦИФРОВИЗАЦИИ ДЛЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МЕЖДУНАРОДНОГО ТРАНСПОРТНОГО КОРИДОРА «СЕВЕР-ЮГ»	438
Каспаров И.В. ЛОГИСТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА РОССИИ: ВЫЗОВЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ	444
Катаева Л.Ю. ГИБРИДНЫЙ ПОДХОД К УПАКОВКЕ ГРУЗОВ: ДИНАМИЧЕСКОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ С АДАПТИВНЫМ КОЭФФИЦИЕНТОМ НЕУДОБСТВА	449
Король Р.Г. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРИГРАНИЧНЫХ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИХ КЛАСТЕРОВ	453
Мухамедова З.Г., Ахмедов С.Х. МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ КОНТРЕЙЛЕРНЫХ ПЕРЕВОЗОК	459
Салихов С.Р. РОЛЬ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В МОДЕРНИЗАЦИИ ЦЕПОЧЕК ПОСТАВОК.....	465
Сироткин А.А. НЕКОТОРЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ЦИФРОВИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ, СВЯЗАННЫХ С ГРУЗОВЫМИ ПЕРЕВОЗКАМИ.....	470
Хаерова Э.И., Гатауллин Б.И. УПРАВЛЕНИЕ ТРАНСПОРТНОЙ ЛОГИСТИКОЙ ПРИ ПЕРЕВОЗКАХ ГРУЗОВ ВОДНЫМ ТРАНСПОРТОМ	470
Чепелев Д.В., Тазиев Д.Р., Семкова Л.В. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РОЛИ И ЗНАЧЕНИЯ МОРСКОЙ ЛОГИСТИКИ И ЕЕ ЦЕННОСТИ	476

СЕКЦИЯ 1. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ ПАССАЖИРСКИХ И ГРУЗОВЫХ ПЕРЕВОЗОК

СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ РОССИИ ЛЕГКОВЫМ АВТОТРАНСПОРТОМ

*Долганов Никита Михайлович,
студент 3 курса*

*Уральского государственного университета путей сообщения,
г. Екатеринбург, Российская Федерация*

Аннотация: в статье проведен структурный анализ обеспеченности населения Российской Федерации личным легковым автотранспортом в структуре федеральных округов, субъектов РФ и по сегментам транспортных средств в динамике.

Ключевые слова: обеспеченность населения легковым транспортом, уровень автомобилизации, легковой автотранспорт.

Транспорт и транспортная инфраструктура выполняют ключевую роль в современном обществе, обеспечивая перемещение людей и грузов между различными пунктами в пространстве. Транспорт играет важную роль в обеспечении мобильности населения, позволяя людям перемещаться из дома на работу, учебу, к местам отдыха и досуга и т.д. Эффективная транспортная инфраструктура способствует рациональному использованию природных ресурсов и уменьшению нагрузки на экосистему. Новые материалы и технологии позволяют создавать более эффективные и надежные транспортные средства, и инфраструктурные объекты.

В крупных городах транспортная системы испытывает множество проблем, связанных с перегруженностью системы, в первую очередь, из-за увеличивающегося количества транспортных средств, это влияет на снижение пропускной способности инфраструктурных объектов, увеличивает время нахождения транспортных средств, пассажиров и грузов в пути [6]. В часы-пик крупные города буквально «стоят» из-за большого скопления автомобилей на дорогах, что зачастую усугубляется неэффективным управлением дорожным движением и заполнением дорог припаркованными автомобилями.

В теории и практике широко используется термин «автомобилизация», обозначающий обеспеченность населения автомобилями. Уровень автомобилизации рассчитывается из показателя среднего количества индивидуальных легковых автомобилей, приходящихся на 1000 жителей. Автомобилизацией – это процесс накопления парка легковых автомобилей. Автомобилизация – один из важных процессов, происходивших в XX и XXI вв. и оказавших большое влияние на транспортные системы, облик городов, а также культуру и общество. Автономность, удобство и свобода передвижения, свойственные автомобилю, сделали его доминирующим способом передвижения на малых и средних расстояниях, незаменимым в неплотн заселенных или труднодоступных местах. В то же время в больших городах проявляются негативные аспекты бурной автомобилизации – загрязнение, шум, пробки, недостаток инфраструктуры [3].

Согласно данным из открытых источников, уровень автомобилизации в России имеет тенденцию к росту (рис.1).

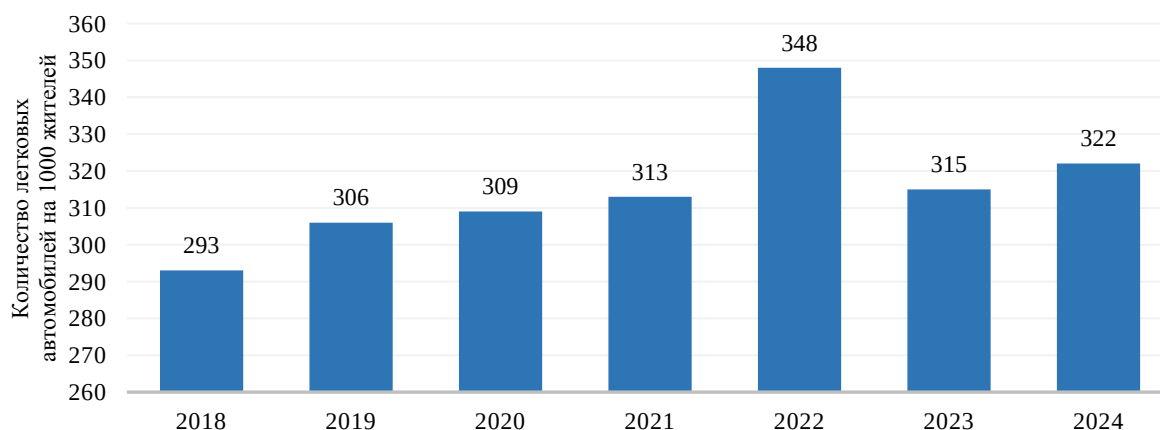


Рисунок 1 – Уровень автомобилизации в России за период 2018-2024 гг. (составлено автором на основе источников [2], [5])

Так в 2018 году данный показатель составлял 293 автомобиля на 1000 жителей, а в 2024 – 322. Таким образом, за шесть лет рост составил 9,9 %. Следует отметить, что максимальное значение уровня автомобилизации достигнуто в 2022 году (348 ед.), это связано с последовательными экономическими санкция западных стран в отношении России и повышенным спросом в условиях неопределенности.

На начало 2024 года в автопарке России стояло на учете 46,36 млн. легковых автомобилей. В 2024 году в Москве уровень автомобилизации населения оказался ниже, чем в целом по стране, и составил 301 ед. на 1000 жителей. При этом в Подмоскowie на 1 тыс. жителей приходится 336 легковых машин, в Краснодарском крае — 345 ед., в Санкт-Петербурге — 321 ед., а в Свердловской области — 330 ед. [1].

При этом по данным АСЕА в 2023 году самый высокий уровень автомобилизации в мире наблюдается в Польше – 703 ед., Люксембурге – 695 ед., Италии – 681 ед., Кипр – 664 ед., Эстония – 638 ед. [7].

Если рассматривать обеспеченность населения легковыми автомобилями в России по федеральным округам (рис.2), то следует отметить, что по состоянию на 2024 год, наибольшее значение принадлежит Северо-Западному федеральному округу (340).

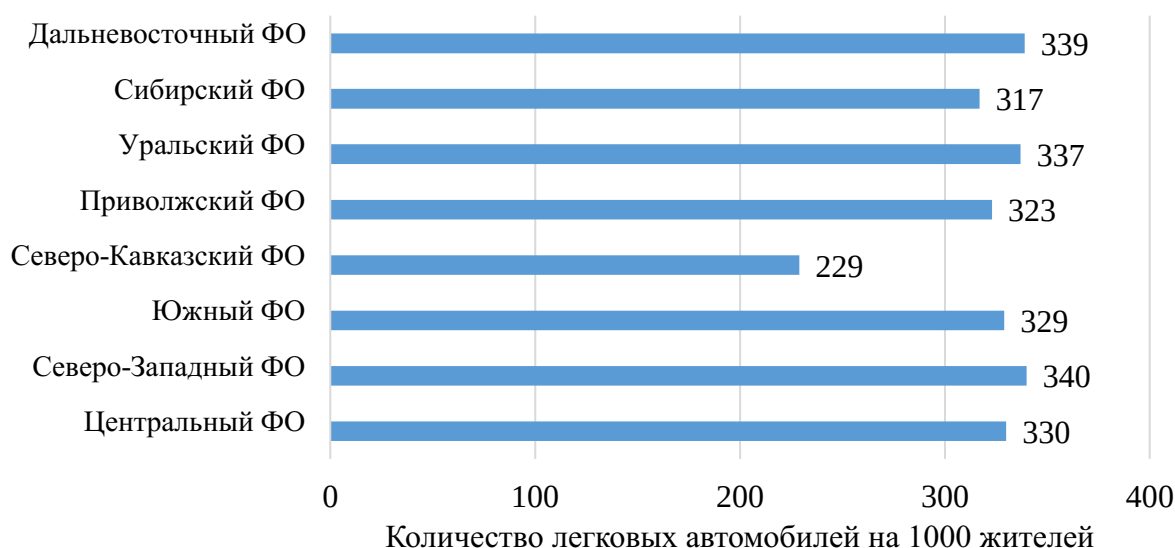


Рисунок 2 – Обеспеченность населения легковыми автомобилями по федеральным округам России (на 01.01.2024 г.) [8]

Второе место занимает Дальневосточный федеральный округ, со значением 330 легковых автомобилей на 1000 жителей. Замыкает тройку лидеров Уральский федеральный округ со значением 337. Наименьшее значение у Северо-Кавказского федерального округа – 229, что на 33% меньше по сравнению с лидером. У Сибирского федерального округа значение 317, что на 6,8% меньше максимального значения по стране.

В целом структура обеспеченности населения легковыми автомобилями по стране неравномерная, это связано прежде всего с экономическим и социальным состоянием и развитием каждого региона в отдельности. Так же в пределах одного региона наблюдаются существенные отличия данного показателя в отдельных городах и населенных пунктах.

В структуре субъектов Российской Федерации так же наблюдается разброс значений обеспеченности населения автомобилями (рис.3).

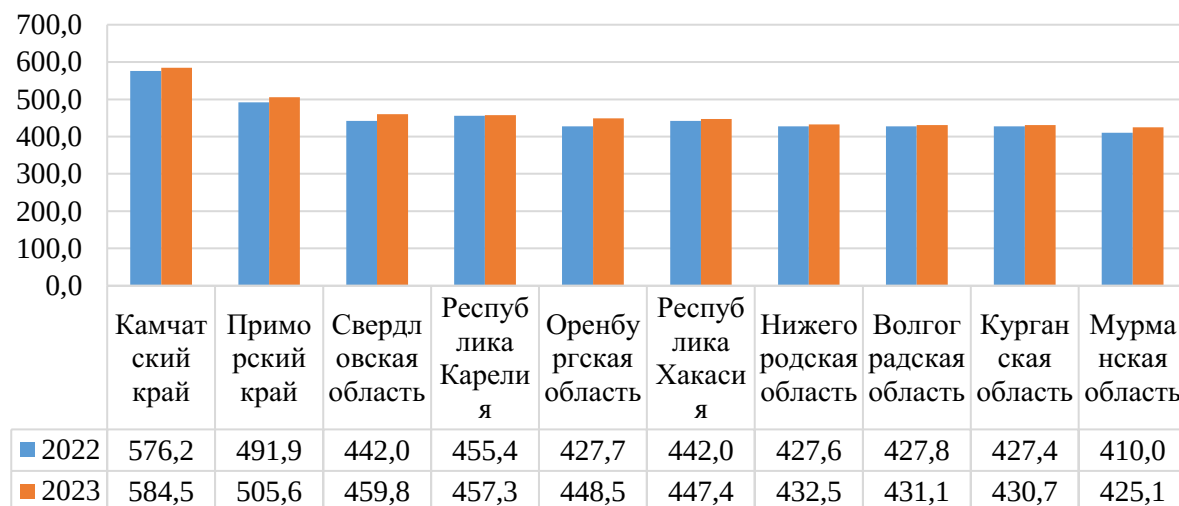


Рисунок 3 – ТОП-10 субъектов РФ по обеспеченности населения легковым автотранспортом за период 2022-2023 гг. (составлено автором по источнику [2])

Анализируя диаграмму следует отметить, что лидирующие позиции занимают Камчатский край – 584,5 ед., Приморский край – 505,6 ед., Свердловская область – 459,8 ед. Причем, у Камчатского края отмечается увеличение показателя на 1,44% год к году, у Приморского края и Свердловской области прирост 2,79% и 4,03% соответственно. Замыкает десятку – Мурманская область со значением 425,1 ед., причем у данного региона самый высокий темп прироста в данном списке, который составляет 5,32%. Представленные субъекты демонстрируют рост анализируемого показателя в 2023 году по сравнению с 2022 годом, но темпы прироста отличаются. Прирост менее 1% наблюдается в Курганской области – 0,87%, Волгоградской области – 0,77%, в Республике Карелии – 0,41%, Республике Адыгее – 0,42%.

Субъекты РФ с самой низкой обеспеченностью населения легковыми автомобилями за период 2022-2023 гг. представлены на рисунке 4.

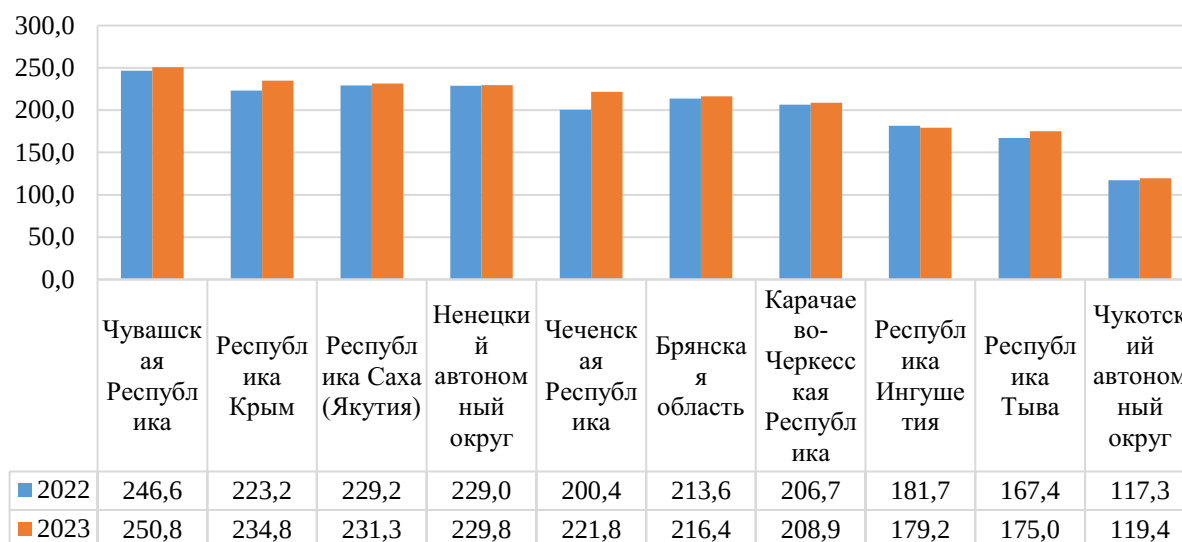


Рисунок 4 – Субъекты РФ с самой низкой обеспеченностью населения легковыми автомобилями за период 2022-2023 гг. (составлено автором на основе источника [2])

В десятку субъектов РФ с самым низким показателем уровня автомобилизации населения по данным Федеральной службы государственной статистики за период 2022-2023 гг. входят Чувашская Республика, Республика Крым, Республика Саха (Якутия), Чеченская Республика, Брянская область, Карачаево-Черкесская Республика, Республика Ингушетия, Республика Тыва, Чукотский автономный округ. Большинство представленных регионов являются дотационными, т.е. они получают денежные средства из федерального бюджета для оказания финансовой поддержки убыточным предприятиям и организациям, а также для выравнивания бюджетной обеспеченности субъектов РФ. Это свидетельствует о недостаточной экономической эффективности данных регионов в виду различных объективных причин и их возможности самостоятельно себя обеспечивать. Данный фактор является одним из определяющих численность и благосостояние населения данных территорий и инвестиционной привлекательности данных субъектов.

Самый низкий показатель обеспеченностью населения легковыми автомобилями Чукотский автономный округ со значением 119,4 ед., что в 5 раз ниже по сравнению с лидером автомобилизации Камчатским краем (584,2). В целом тенденция имеет положительную динамику, так как у всех субъектов имеется рост данного показателя, исключением является лишь Республика Ингушетия, снижение составляет 1,4%.

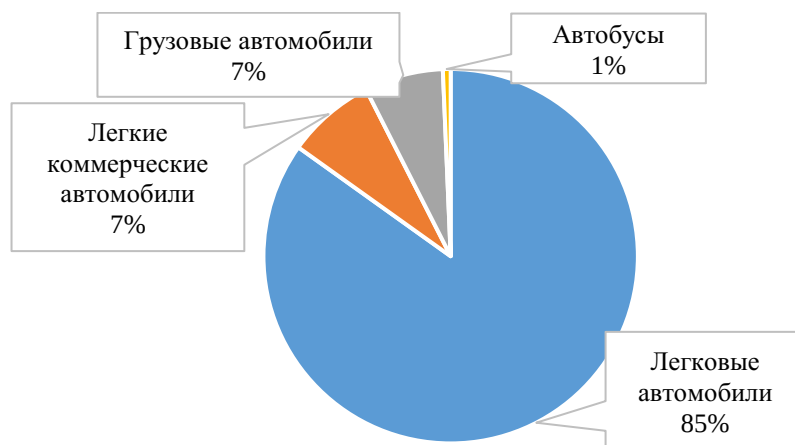


Рисунок 5 – Количество зарегистрированных транспортных средств в России в 2023 [5]

По данным агентства «Автостат» на 01.07.2023 в России было зарегистрировано 52,89 млн. автотранспортных средств (рис.5). Из них 45,74 млн (85%) – легковые автомобили, 4,12 млн. легких коммерческих автомобилей (7%), 3,67 млн. грузовых автомобилей (7%), 0,36 млн. автобусов (1%) [5].

Несмотря на то, что уровень автомобилизации в стране повышается, следует отметить, что в транспортной системе, в частности по автомобильным дорогам перемещаются и другие транспортные средства, такие как грузовые автомобили и автобусы, поэтому они включены в структуру рынка транспортных средств. По итогам 2024 года в России продано 1 836 029 новых автотранспортных средств всех типов, по данным Минпромторга РФ динамика относительно 2023 года +39% (табл.1).

Таблица 1 – Рынок новых транспортных средств по сегментам (рассчитано автором на основе источника [4])

<i>Сегменты транспортных средств</i>	<i>Количество, ед., 2023</i>	<i>Структура 2023, %</i>	<i>Количество, ед., 2024</i>	<i>Структура 2024, %</i>	<i>Темп прироста, %</i>
Легковые автомобили	1056829	80,07	1553608	84,62	47,01
Легкие коммерческие автомобили	105003	7,96	140292	7,64	33,61
Грузовые автомобили	140236	10,63	121562	6,62	-13,32
Автобусы	17794	1,35	20567	1,12	15,58
Итого:	1319862	100	1836029	100	39,1

Согласно данным в таблице 1 рынок новых транспортных средств в России в 2024 году по сравнению с 2023 годом увеличился на 39%. Увеличение доли в общей структуре новых транспортных средств характерно только для сегмента «легковые автомобили» (+4,55%). В остальных сегментах отмечается снижение долей: «легкие коммерческие автомобили» (-0,32%), «грузовые автомобили» (-4,01%), «автобусы» (-0,23%).

По состоянию на 2024 год наибольшую долю занимают легковые автомобили – 84, 62%, легковые коммерческие автомобили – 7,64%, грузовые автомобили 6,62%, автобусы – 1,12%. Анализируя показатель темпа прироста в каждом сегменте, следует отметить, что наибольший рост демонстрируют легковые автомобили, год к году прирост составил 47,01%. Сегмент «легкие коммерческие автомобили» имеет темп прироста 33,61%, сегмент «автобусы» вырос на 15,58%. Единственным сегментом с отрицательным темпом прироста являются грузовые автомобили (-13,32%).

Важно отметить, что неоднородна структура парка легковых автомобилей в России (табл.2).

Суммарная доля 11 регионов РФ составляет 41,8% парка легковых автомобилей в стране. Лидирующие позиции занимают Москва, Московская область и Краснодарский край, их сумма доля 19%.

Обеспеченность населения России легковыми автомобилями является важным показателем уровня жизни и мобильности граждан. В последнее время наблюдается устойчивый рост количества легковых автомобилей на душу населения. Это связано с увеличением доходов населения, доступностью автокредитов и развитием автомобильной инфраструктуры. Обеспеченность автомобилями сильно варьируется в зависимости от региона.

Таблица 2 – Региональная структура парка легковых автомобилей в России по состоянию на 01.01.2024, [5]

<i>Регион РФ</i>	<i>Доля региона в парке страны, %</i>
Москва	8,5
Московская область	6,2
Краснодарский край	4,3
Санкт-Петербург	3,9
Свердловская область	3,0
Ростовская область	3,0
Республика Татарстан	2,9
Республика Башкортостан	2,9
Челябинская область	2,5
Самарская область	2,4
Нижегородская область	2,2

В крупных городах уровень автомобилизации выше, чем в сельской местности и отдаленных регионах. Рост обеспеченности автомобилями способствует развитию малого бизнеса, торговли и сферы услуг, а также улучшению качества жизни населения за счет увеличения мобильности. В крупных городах увеличение числа автомобилей создает проблемы с пробками и парковочными местами, что требует развития общественного транспорта и улучшения дорожной сети. Ожидается дальнейшее увеличение обеспеченности населения автомобилями, особенно в связи с развитием электромобилей и других экологически чистых видов транспорта. Эти выводы позволяют лучше понять текущую ситуацию и перспективы развития автомобильного рынка в России.

Список литературы

1. «Автостат»: в России на 1 тыс. жителей приходится 322 легковых автомобиля // Официальный сайт «Известия» [электронный ресурс]. URL: <https://iz.ru/1687188/2024-04-24/analitiki-nazvali-uroven-avtomobilizatsii-naseleniia-rossii> (дата обращения 12.01.2025).
2. Количество собственных легковых автомобилей на 1000 человек населения по субъектам Российской Федерации // Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики [электронный ресурс]. URL: rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Obesp_legk_avto (дата обращения 09.01.2025).
3. Милякин С.Р., Автомобилизация: история, факторы и закономерности // Проблемы прогнозирования. 2023. № 2 (197). С. 141-153.
4. Минпромторг России // Официальный сайт Минпромторга России [электронный ресурс]. URL: <https://minpromtorg.gov.ru/> (дата обращения 08.01.2025).
5. Названы регионы РФ с парком более 1 млн машин // Официальный сайт аналитического агентства «Автостат» [электронный ресурс]. URL: <https://www.autostat.ru/infographics/57313/> (дата обращения 11.01.2025).
6. Петрова, А. В. Формирование интеллектуальной транспортной системы в городских агломерациях / А. В. Петрова // Железнодорожный транспорт и технологии: сборник трудов Международной научно-практической конференции, Екатеринбург, 29–30 ноября 2023 года. – Екатеринбург: Уральский государственный университет путей сообщения, 2024. – С. 314-316. – EDN SHTWCG.
7. России нужна ускоренная автомобилизация? // [электронный ресурс]. URL: <https://automediapro.ru/rossii-nuzhna-uskorennaya-avtomobilizatsiya/> (дата обращения 10.01.2025).
8. У жителей этих регионов РФ больше всего машин // Официальный сайт журнала «За рулем» [электронный ресурс]. URL: <https://www.zr.ru/content/news/954941-u-zhitelej-ehthkh-regionov-rf-bol/> (дата обращения 12.01.2025).

ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ВОЗМОЖНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ КОНТЕЙНЕРИЗАЦИИ ГРУЗОПОТОКА С УЧЕТОМ ЕГО СТРУКТУРЫ

*Мекиш Наталья Анатольевна,
декан факультета «Управление процессами перевозок»
Белорусского государственного университета транспорта,
г. Гомель, Республика Беларусь*

Аннотация: в статье проанализированы факторы, которые необходимо учитывать при управлении процессом контейнеризации грузопотока на железнодорожном транспорте. На основе проведенного исследования сделан вывод о необходимости комплексного подхода, учитывающего характеристики используемых технических средств и контейнеризируемого грузопотока.

Ключевые слова: контейнеризация, грузопоток, объемная масса груза, технология.

Управление контейнеризацией грузопотока на железнодорожном транспорте является критически важной задачей для железных дорог всех стран на пространстве 1520. Для России и Беларуси это связано прежде всего с необходимостью максимально полной реализации их экспортного потенциала с учетом удлинения цепей поставок и переориентации основных грузопотоков в сторону азиатского региона и морских портов. На сегодняшний день наблюдается отставание в уровне контейнеризации. Несмотря на глобальную тенденцию к росту контейнерных перевозок, в России и Беларуси их доля в общем объеме железнодорожного трафика остается на уровне, существенно более низком, чем в других развитых странах, что отмечается в обзоре [1]. Для преодоления этого отставания необходимы модернизация логистических процессов и инфраструктуры, что позволит в итоге эффективно интегрировать грузопоток стран Союзного государства в международные цепи поставок.

Увеличение объемов железнодорожных контейнерных перевозок является одним из ключевых направлений Стратегии развития Белорусской железной дороги до 2024 года [2]. Причем следует учитывать, что рост контейнерных перевозок происходит за счет двух параллельно идущих процессов: контейнеризации нового грузопотока (изначальное планирование перевозки в контейнерах дополнительно возникающих объемов груза) и контейнеризации существующего потока (переход стабильных существующих грузопотоков с перевозки в вагонах на перевозку в контейнерах, далее называемый контейнеризацией перехода). Управление этими процессами требует учета следующих факторов:

- процессы контейнеризации нового грузопотока и контейнеризации перехода протекают с разными темпами относительно друг друга и внутри каждого из процессов относительно разных номенклатурных групп;

- оба этих процесса испытывают серьезное влияние инфраструктурных ограничений, таких как ограничения по пропускной способности и дефицит терминальных мощностей для переработки контейнеров, но характер этого влияния отличается. Контейнеризация нового грузопотока происходит с изначальным учетом имеющихся ограничений и вводом потенциальных объемов перевозок в исходные данные для планирования развития инфраструктуры, тогда как контейнеризация перехода происходит более стихийно, часто под влиянием необходимости оперативного изменения логистики, соблюдения определенных условий договора поставки в перспективный с точки зрения реализации экспортного потенциала регион, либо даже как единственный вариант реализации логистической цепи именно исходя из инфраструктурных ограничений;

- процессы контейнеризации нового грузопотока и контейнеризации перехода по-разному влияют на трансформацию технологии перевозок. Контейнеризация нового грузопотока изначально использует схемы, максимально реализующие потенциал

контейнерной технологии, учитывающие ее специфику и особенности, что в итоге должно серьезно трансформировать перевозочный процесс. Контейнеризация перехода обычно идет по пути копирования традиционной повагонной технологии, что зачастую нивелирует определенную часть преимуществ контейнерной перевозки, делая ее менее эффективной [3].

На сегодняшний день более актуальным представляется поиск способов эффективного управления контейнеризацией перехода. Переход на контейнерную перевозку в настоящее время во многом обусловлен экономическими и внешнеполитическими факторами, влияющими на логистику экспортных поставок из региона Союзного государства. Большинство наиболее востребованных маршрутов экспорта предполагает либо смену ширины колеи, либо отгрузку в порты, что выводит на первый план такое преимущество контейнерной технологии как быстрота перегрузки при высоких показателях сохранности груза. Для контейнеризации перехода необходимо определить два аспекта:

1. Принципиальную возможность перехода с повагонной технологии перевозки на контейнерную с учетом уровня контейнеропригодности груза, количества требуемых технических средств и имеющихся инфраструктурных мощностей для переработки и пропуска образовавшегося в результате перехода контейнеропотока.

2. Эффективность контейнеризации перехода, оцениваемую по базовым показателям качества транспортных услуг (срок доставки, сохранность груза, стоимость перевозки в расчете на выбранную единицу измерения, качество информационного обслуживания, доступность используемых технических средств для грузовладельцев).

Оценка по обоим аспектам в настоящее время затруднена из-за расхождений в методах определения основных расчетных параметров. Это, в частности, относится к методам определения уровня контейнеризации [4], уровня контейнеропригодности грузов, которые при определении в различных единицах (объемных, массовых, относительных в расчете на единицу используемых технических средств перевозки), динамического характера исходных данных дают различную интерпретацию с точки зрения принятия управленческих решений [5]. Поэтому для определения принципиальной возможности и экономической эффективности контейнеризации грузопотока в целом и контейнеризации перехода в частности важно выбрать объективные измерители грузопотока, которые позволят произвести качественную оценку и дать однозначно трактуемые рекомендации для принятия обоснованных управленческих решений.

Контейнеризируемый грузопоток перехода может быть охарактеризован через параметры количества и структуры. Количественные параметры грузопотока могут быть выражены через суммарную массу и суммарный объем груза. Раздельный расчет через массовые и объемные показатели грузопотока требуется, прежде всего, для адекватной оценки потребности в технических средствах перевозки (вагонах, контейнерах). Структура грузопотока может быть выражена через такой показатель как объемная масса груза. Объемная масса груза в данном контексте понимается как масса кубического метра груза (в т/м^3), погруженного с соблюдением технической нормы загрузки (т.е. максимально рационально относительно заданного технического средства перевозки), определенная с учетом массы и объема тары, упаковки, крепления и образующихся пустот при размещении. Данный подход позволяет провести исследование для широкой номенклатуры грузов без привязки к конкретному виду груза, особенностям его упаковки, размещения и крепления на подвижном составе и в контейнерах различных типов и типоразмеров.

Показатели предельной объемной массы для различных типов вагонов и контейнеров приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Показатели предельной объемной массы для различных технических средств перевозки

Тип вагона/контейнера	Объем кузова, м ³	Грузоподъемность, т	Предельная объемная масса груза, т/м ³
Полувагон (модель 12-9837)	88	70	0,8
Крытый вагон (модель 11-5225)	180	72	0,4
Хоппер (модель 19-1259-02)	127	76	0,6
Автономный рефрижераторный вагон (модель 16-5213)	126	55	0,44
Изотермический вагон-термос (модель 16-1807-04)	145	58	0,4
Универсальный контейнер 20 ft	33,700	21,85	0,65
Универсальный контейнер 40 ft	67,400	26,551	0,39
Контейнер Open Top 20 ft	32,500	28,13	0,87
Контейнер Open Top 40 ft	66,400	26,63	0,4
Рефрижераторный контейнер 20 ft	28,300	27,4	0,97
Рефрижераторный контейнер 40 ft	59,300	27,7	0,47
Изотермический контейнер 20 ft	28,3	18,821	0,67
Изотермический контейнер 40 ft	57,8	21,76	0,38

Как видно из таблицы 1, наибольшие показатели предельной объемной массы имеют рефрижераторные контейнеры и контейнеры типа Open Top 20 ft. Однако само по себе значение предельной объемной массы груза не свидетельствует о преимуществе контейнеров с точки зрения освоения заданного контейнеропотока и эффективности перехода на контейнерную технологию перевозки с повагонной. Это значение является интегрированным показателем, позволяющим оценить количество технических средств перевозки для освоения грузопотока при контейнеризации перехода. Для такой оценки необходимо:

- выбрать пары «вагон/контейнер», в которых технические средства перевозки сопоставимы по коммерческой пригодности;
- определить количество поездов одинаковой длины (в условных вагонах) из вагонов и фитинговых платформ с контейнерами соответственно с учетом ограничения по максимальной массе груза в составе поезда, исходя из предельной объемной массы для вагонов и контейнеров соответствующего типа;
- сопоставить полученные результаты.

Учитывая, что лучшие результаты по предельной объемной массе имеют контейнеры типоразмера 20 ft, оценка была проведена для трех схем размещения контейнеров такого типоразмера на фитинговых платформах длиной в 40, 60, 80 футов (в пересчете на типоразмер контейнеров) соответственно:

- два контейнера на фитинговой платформе модели 13-6851-05 (схема А);
- три контейнера на фитинговой платформе модели 13-1798 (схема В);
- четыре контейнера на фитинговой платформе модели 13-9781 (схема С).

Расчет выполнен для следующих условий:

– все вагоны и контейнеры в составе загружаются равномерно с учетом ограничения по предельной объемной массе груза;

– длина состава принята равной 57 условных вагонов. Пересчет физических вагонов в условные осуществляется через коэффициент 1/13,92. Количество 40-футовых фитинговых платформ в составе длиной 57 условных вагонов – 54, 60-футовых фитинговых платформ – 40, 80-футовых фитинговых платформ – 31.

Результаты расчета максимальной массы груза в составе из вагонов для предельной объемной массы груза приведены в таблице 2, в составе из фитинговых платформ с контейнерами – в таблице 3.

Таблица 2 - Максимальная масса груза в составе из вагонов

Тип вагонов в составе	Количество физических вагонов в составе длиной 57 усл. ваг.	Максимальная масса груза в составе, т
Полувагон (модель 12-9837)	57	4013
Крытый вагон (модель 11-5225)	41	2952
Хоппер (модель 19-1259-02)	54	4115
Автономный рефрижераторный вагон (модель 16-5213)	36	1996
Изотермический вагон-термос (модель 16-1807-04)	40	2320

Таблица 3 - Максимальная масса груза в составе из фитинговых платформ с контейнерами

Тип контейнеров	Максимальная масса груза, т, в составе из фитинговых платформ с размещением контейнеров по схеме		
	А	В	С
Универсальный контейнер 20 ft	2366	2629	2716
Контейнер Open Top 20 ft	3054	3393	3506
Рефрижераторный контейнер 20 ft	2965	3294	3404
Изотермический контейнер 20 ft	2048	2275	2351

Полученные результаты показывают недостаточность изолированного использования показателя предельной объемной массы груза для оценки потенциальной возможности и эффективности освоения грузопотока при контейнеризации перехода. Например, если высокие показатели предельной объемной массы груза для рефрижераторных контейнеров являются также и индикатором потенциальной возможности и эффективности контейнеризации в аспекте потребности в технических средствах и в инфраструктурных мощностях, зависящих от количества поездов, то для контейнеров типа Open Top такой же прямой зависимости не наблюдается. При большей предельной объемной массе груза по сравнению с сопоставимыми типами подвижного состава (полувагон, хоппер), переход на

перевозку в контейнерах типа Open Top потребует большего количества подвижного состава и формирования большего количества поездов для освоения одного и того же грузопотока. При расчетах для одного и того же параметра объемной массы груза во всем доступном диапазоне (до предельно допустимых значений) повагонная перевозка показывает стабильно лучшие показатели по сравнению с контейнерной.

Проведенное исследование позволяет следующие выводы:

- при оценке потенциальной возможности контейнеризации необходимо комплексно использовать характеристики технических средств перевозки (грузоподъемность, вместимость, коэффициент перевода физических вагонов в условные) и характеристики рассматриваемого грузопотока (суммарную массу и объем груза, структуру грузопотока). В качестве универсального показателя, характеризующего структуру, можно использовать объемную массу груза, что позволяет применять унифицированный подход без привязки к конкретным номенклатурным группам грузов;
- предельная объемная масса груза как характеристика технического средства перевозки не является однозначным индикатором его предпочтения при решении вопроса о целесообразности изменения технологии перевозки, будь это вагон или контейнер. Имеют значение конкретные сравнительные характеристики технических средств перевозки, а для контейнеров – используемый вариант схемы размещения их на платформах;
- сравнительный расчет по контейнеризации перехода с учетом всех указанных выше параметров может дать объективный результат по потенциальной возможности изменения технологии перевозки заданного грузопотока с точки зрения соотношения количества используемых технических средств и влиянию на изменение потребности в инфраструктурных мощностях, прежде всего в пропускной способности при изменении количества поездов;
- эффективность контейнеризации, тем не менее, не может быть однозначно оценена через сопоставление количества требуемых технических средств. Существенная разница в повагонной и контейнерной технологиях перевозки требует учета затрат и изменения качественных показателей перевозки по всей логистической цепи, а не только на этапе формирования и пропуска поездов.

Актуальность управления контейнеризацией обусловлена необходимостью преодоления инфраструктурных, технологических и организационных барьеров, учета множества возникающих косвенных эффектов. Решение этих задач требует комплексного подхода, который должен обеспечить баланс используемых технологий перевозочного процесса для максимальной адаптации транспортной системы к изменениям мощности, структуры и направлений следования грузопотока.

Список литературы

1. Анализ контейнерных перевозок в целях выработки предложений по их развитию в рамках Евразийского экономического союза. Аналитический доклад // Департамент транспорта и инфраструктуры ЕЭК [электронный ресурс]. URL: <https://tinyurl.com/4yyb6zsn> (дата обращения: 10.02.2025).
2. Веренич, В.Е. Стратегии развития Белорусской железной дороги до 2024 года / В.Е. Веренич // Проблемы безопасности на транспорте: материалы XIII Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. Году качества (Гомель, 21–22 ноября 2024 г.): в 2 ч. Ч. 1 / М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Бел. ж. д., Белорус. гос. ун-т трансп. ; под общ. ред. Ю. И. Кулаженко. — Гомель: БелГУТ, 2024. — С. 11–13.
3. Кекиш, Н.А. Основные аспекты адаптации технологии перевозочного процесса к интермодальному характеру контейнерной доставки грузов/ Н. А. Кекиш// Тихомировские чтения: наука и современная практика технологии перевозочного процесса : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 20-21 октября.2022 / М-во трансп. и коммуникаций

Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. ; под общ. ред. А. А. Ерофеева. — Гомель: БелГУТ, 2023. — С. 39-42.

4. Сай, В. М. Моделирование оценки потребности региона в контейнерных перевозках / В. М. Сай, Д. И. Кочнева // Мир транспорта. – 2018. – Т. 16. – № 4 (77). – С. 160–178.

5. Кекиш, Н. А. Комплексная оценка уровня контейнеризации грузопотока на железнодорожном транспорте / Н. А. Кекиш // Управление эксплуатационной работой на транспорте (УЭРТ-2024) : электронный сборник трудов II Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 15–16 октября 2024 г. / составители: С.В. Богданович , Г.И. Никифорова , Т.Г. Сергеева, Г.А. Марченко ; под ред. П.К. Рыбина, О. Д. Покровской. – Санкт-Петербург : ФГБОУ ВО ПГУПС, 2024. – С. 47-50.

СИСТЕМЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ВИДЕОАНАЛИТИКИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Киселев Геннадий Геннадьевич,

*доцент кафедры «Вагонное хозяйство и наземные транспортные комплексы»
Приволжского государственного университета путей сообщения (ПривГУПС), к.т.н.,
г. Самара, Российская Федерация.*

Аннотация: в статье освещаются вопросы, связанные с использованием систем интеллектуальной видеоаналитики для обеспечения безопасности на железнодорожном транспорте. В результате применения данной технологии был проведен анализ ее эффективности и качества работы на железнодорожном транспорте. Кроме того, были рассмотрены вопросы, которые необходимы для решения в контексте реализации данного нововведения на объектах инфраструктуры.

Ключевые слова: видеоаналитика, машинное зрение, контроль, подвижной состав, пункт технического обслуживания, участок текущего отцепочного ремонта.

На сегодняшний день видеоаналитика является одним из инструментов, который используется для анализа данных различными компаниями. С помощью системы видеоаналитики появилась возможность оперативного реагирования на возникающие проблемы. По сути, видеоаналитика является методом, который использует компьютерное зрение для получения информации, основываясь на анализе последовательности изображений, которые поступают из видеокамер в реальном времени или из архивов. В современном мире системы видеоаналитики обладают огромным количеством функциональных возможностей.

Используя цифровые технологии, можно получить доступ к огромному количеству информации в режиме реального времени. Современные компьютерные технологии дают возможность проводить широкое внедрение видеоаналитики на железнодорожных объектах, что позволит повысить безопасность [1, С.35].

Метод видеоанализа, который включает в себя интеллектуальную платформу видеоаналитики, позволяет повысить эффективность системы безопасности движения, контроля технологических процессов и действий персонала, используя технологию обнаружения объектов в реальном времени.

В основе платформы лежит способ создания распределенной информационной системы с центром управления, которая включает в себя все существующие подсистемы и позволяет добавлять новые.

При систематической оптимизации комплексного грузоперевозочного процесса, вследствие регулярных возрастающих критериев к безопасности и качеству обслуживания подвижного состава, возникает необходимость в их совершенствовании. Для обеспечения эффективного функционирования вагонного хозяйства в условиях стремительного развития железнодорожных грузовых перевозок, необходимо внедрение новых технологий для оценки и управления технологическими процессами, а также функционированием отдельных подразделений [2].

Основополагающей целью является организация технического обслуживания подвижного состава, которая должна быть осуществлена на основании актуальной концепции развития техники и технологического уровня вагонного парка. Это позволит повысить производительность труда, сократить время простоя вагонов из-за неисправности и снизить их себестоимость. Важно, чтобы при организации технического обслуживания и ремонта вагонов особое внимание уделялось внедрению современных методов управления. Они должны обеспечивать соблюдение технологических стандартов, которые исключают возможность нарушения правил эксплуатации [3].

Важным аспектом, влияющим на эффективность работы железнодорожного транспорта и его готовность к перевозкам, является результативное функционирование системы технического обслуживания и ремонта. Данная система позволяет осуществлять своевременное и качественное обслуживание грузовых вагонов, которые необходимы для осуществления перевозок. При правильной организации и качественном функционировании системы технического обслуживания, подвижной состав может быть полностью готов к эксплуатации, в результате чего увеличивается производительность его работы. Важно отметить, что регулярное техническое обслуживание и своевременный ремонт позволяют не только предотвращать возможные неисправности, но и предупреждать вероятность возникновения новых. Это является важным для обеспечения безопасности и надежности железнодорожного подвижного состава [4]. На надежность железнодорожного транспорта оказывает непосредственное влияние повышение эффективности функционирования системы технического обслуживания [5].

Системы технического зрения, позволяющие автоматически распознавать и классифицировать движущиеся объекты подвижного железнодорожного состава на изображениях и видео, внедряются на инфраструктуре железнодорожного транспорта при подходах к ПТО. Для обнаружения элементов подвижного состава в системе технического зрения используется специально созданная нейронная сеть, которая запускает цикл обработки изображений с видеокамеры, после чего обнаруживаются определенные элементы подвижной единицы. Идентификация необходимых элементов грузового вагона (рис. 1) начинается с определения бортового номера подвижного состава, затем они делают запрос по номеру подвижной единицы в базу данных вагонов, получая перечень и количество тех или иных компонентов, которые необходимы для контроля наличия их в вагоне [6].

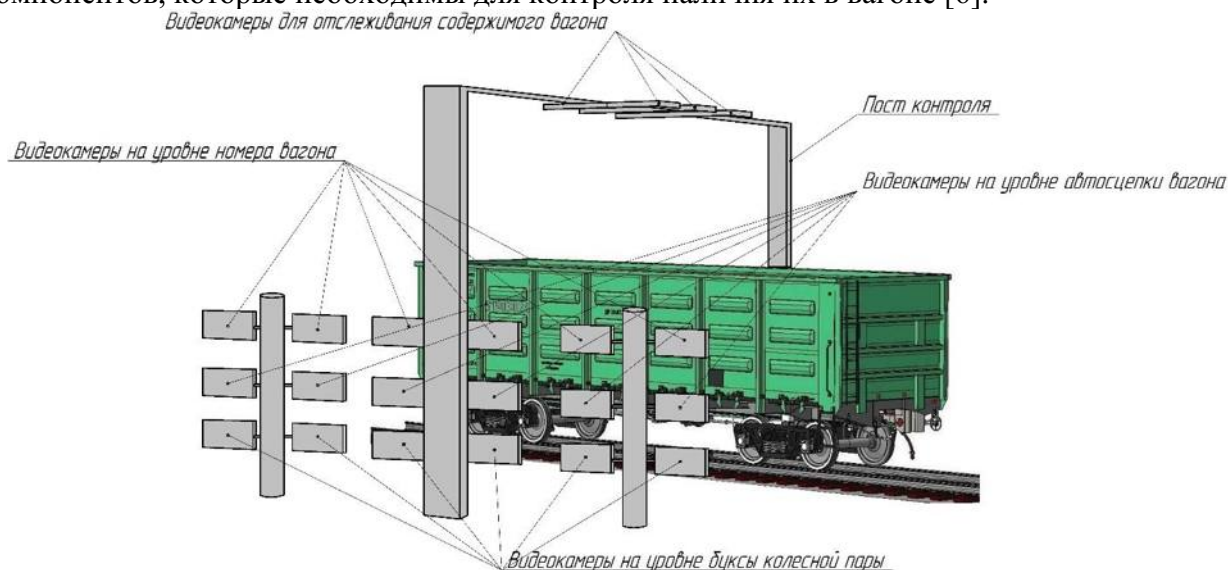


Рисунок 1 - Идентификация элементов грузового вагона

Впоследствии, сравнивая данный перечень с архивным арсеналом и проверяя наличие всех составных частей грузового вагона, которые необходимы для контроля, устанавливают, соответствие этих деталей подвижного состава с зафиксированными кадрами. В случае наличия несоответствующих по своим характеристикам или отсутствующих элементов в вагоне, данные фиксируются общим перечнем дефектности конкретной подвижной единицы.

Технологическая дисциплина включает в себя соблюдение установленных правил и процедур, а также использование специальных инструментов и оборудования [7]. С целью предотвращения возможных нарушений технологических процессов, исключения производственного брака, предотвращения производственного травматизма, снижения издержек производства и улучшения организации процесса, необходимо осуществлять контроль за соблюдением технологической дисциплины [8]. Контролирование соблюдения технологической дисциплины является неотъемлемым этапом производственного процесса и способствует качественному выполнению всех операций, снижению затрат и обеспечению безопасности на рабочем месте. Контроль технологической дисциплины позволяет выявлять и устранять проблемы в производственном процессе, что способствует его оптимизации и повышению эффективности [9,10].

В ходе проведения технического обслуживания железнодорожного подвижного состава на железнодорожных путях используется система позиционирования работников, которые занимаются осмотром вагонов и их ремонтом. На рис. 2 представлена автоматизированная система видеоаналитики для контроля использования средств индивидуальной защиты и контроля нахождения работников, проводящих работы в опасных зонах ТОР. В данной системе используется мобильный терминал, который определяет местонахождение работника в реальном времени [11]. На основании полученных данных, используя специальное программное обеспечение, проводится сопоставительный анализ и компарирование. При условии появления непредвиденных обстоятельств у осмотрщика-ремонтника вагонов, происходит оповещение оператора ПТО.

Благодаря этой системе, можно точно идентифицировать дислокацию и курсирование осмотрщика-ремонтника вагонов за смену на текущий момент времени. Кроме того, в случае проявления нештатной ситуации, система может идентифицировать экстренное видеоизменение позиции осмотрщика-ремонтника при техническом обслуживании подвижного состава [12].

Автоматизированная система позволяет передавать данные на сервер для последующего анализа, переработки, архивирования и практического их применения в тех или иных ситуациях производственного процесса. На постоянной основе выполняется передача данных через внутреннюю сеть ПТО с помощью модуля Wi-Fi, блока контролера и измерителей. В итоге информация, представленная в формализованном виде, транслируется на сервер эксплуатационного вагонного депо, где она накапливается, систематизируется и кодируется с помощью специального программного обеспечения. По мере накопления информации, статистический анализ может помочь в улучшении технологии трудового процесса. С помощью технологии Bluetooth можно передавать пакеты данных со специальным программным обеспечением с устройства на мобильный терминал, используя сеть Wi-Fi.

Система видеоаналитики для контроля использования средств индивидуальной защиты (СИЗ) и контроля нахождения работников ОАО «РЖД» в опасных зонах предназначена для:

- выявления нарушений требований охраны труда и безопасности производственных процессов при производстве работ в эксплуатационном вагонном депо;
- контроля выполнения работниками всех необходимых организационных и технических мероприятий при производстве работ в пункте отцепочного ремонта ВЧДЭ;
- предупреждения или экстренного оповещения работников ТОР, сигнализируя о нахождении его в опасной зоне;
- определения события начала технологического процесса;
- позиционирования работника в зоне работы ТОР.

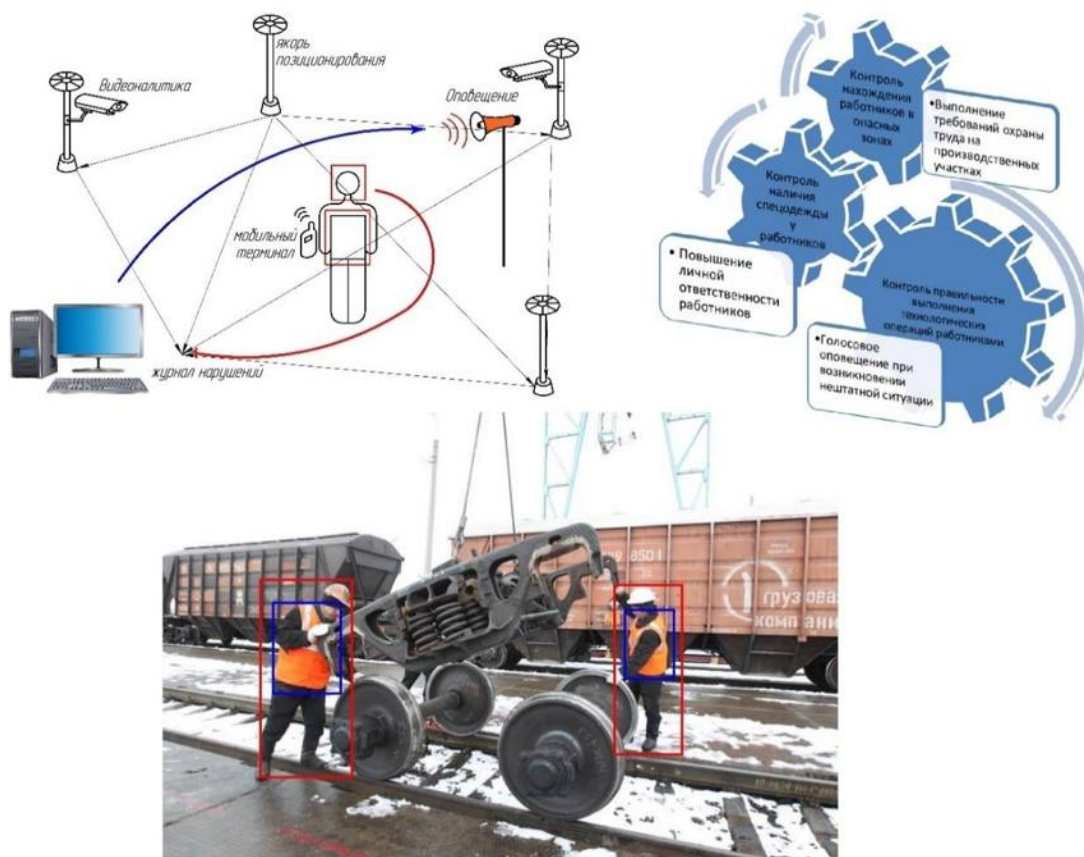


Рисунок 3 –Система видеоаналитики для контроля использования средств индивидуальной защиты и контроля нахождения работников, проводящих работы в опасных зонах ТОР

Система видеоаналитики по обнаружению работников и посторонних предметов в габарите движения козлового крана представлена на рис. 3.

Во время работы крана в зоне его функционирования определены опасные зоны. Система в автоматическом режиме определяет нарушения работника: отсутствие светоотражающего жилета, отсутствие каски, а также нарушение позиции работника в зоне работы крана. Положение работника определяется системой видеоаналитики, как определение нахождения работника в кадре и его соответствие размеченной опасной зоны.



Рисунок 3 - Система видеоаналитики по обнаружению работников и посторонних предметов в габарите движения козлового крана

Система в автоматическом режиме определяет начало технологического процесса. Принцип определения и отслеживания движения (работы) крана:

1. Видеопоток с камеры общего вида (закреплена на балке крана) распознается зацепное устройство крана и вычисляется его центрост. Изменение положения центрост зацепного устройства относительно предыдущих сегментов потока считается за начало движения.

2. Перемещение крана отслеживается по скорости изменения фона в видеопотоке, получаемого с камер, установленных на опорах крана.

При необходимости дополнительным признаком может являться наличие работника в кабине крановщика. При определении события «Начало работы крана» система начинает активное отслеживание сценариев нарушений техники безопасности.

Система видеоаналитики, направленная на выявление несоблюдения техники безопасности, способствует повышению эффективности действенности по поддержанию безопасности за счет уменьшения количества травм, которые могут быть нанесены работникам во время выполнения работ, в том числе увеличение показателей трудовой дисциплины и культуры безопасности [13].

На основе алгоритмов и технологий машинного зрения, в режиме реального времени происходит анализ видеопотоков с IP-камер. Реализация системы видеоанализа при помощи алгоритмов позволяет создать единый интерфейс, который используется при работе с различными источниками видеоданных, а также осуществляет централизованный контроль за учетными записями операторов.

Видеоаналитика является одной из самых быстроразвивающихся областей в мире. В этой области систематически совершенствуются инновационные технологии и процессы, которые используются для решения таких вопросов как видеосемантика, изложение видеостформации посредством ее разделения на видеосюжеты, извлечение видеостформации из информационных ресурсов, идентификация элементов подвижного состава, работы технологического оборудования, а также деятельности работника и их обобщение, все это позволяет выявлять аномалии в технологическом процессе.

Список литературы

1. Киселев, Г. Г. Новые передовые цифровые технологии на ПТО для контроля и прогнозирования технического состояния грузовых вагонов / Г. Г. Киселев // Транспортная наука и инновации: Материалы международной научно-практической конференции, Самара, 01–02 июня 2023 года. – Самара: Самарский государственный университет путей сообщения, 2023. – С. 31-35. – EDN HTUWGA.

2. Киселев, Г. Г. Рационализация процесса технического осмотра подвижного состава / Г. Г. Киселев // Сборник научных трудов Донецкого института железнодорожного транспорта. – 2023. – № 69. – С. 90-99. – EDN NXWDHN.

3. Бабушкин, М. С. Внедрение ресурсосберегающих технических средств в эксплуатационном вагонном депо / М. С. Бабушкин // Дни студенческой науки : Сборник материалов 49-й научной конференции обучающихся СамГУПС, Самара, 05–16 апреля 2022 года. – Самара: Самарский государственный университет путей сообщения, 2022. – С. 104-106. – EDN SCJQJI.

4. Киселев, Г. Г. Автоматизация технического обслуживания грузовых вагонов на ПТО с помощью искусственного интеллекта / Г. Г. Киселев // Наука и образование транспорту. – 2022. – № 1. – С. 57-60. – EDN XUZZRG.

5. Глухова Н.А. Повышение эффективности проведения технического обслуживания подвижного состава за счет автоматизации процесса контроля / Н. А. Глухова // Наука и образование транспорту. – 2024. – № 1. – С. 22-24. – EDN WGYHNO.

6. Патент № 2815254 С1 Российская Федерация, МПК В61L 25/02, В61K 9/00. способ автоматического выявления отсутствующих элементов грузового вагона в круглосуточном

режиме: № 2023132897: заявл. 12.12.2023: опубл. 12.03.2024 / С. В. Плотников, К. И. Кучинский, А. Н. Байбаков; заявитель ООО "ТРАНСТЕХ".

7. Киселев, Г. Г. Многофункциональная досмотровая штанга осматрщика вагонов / Г. Г. Киселев // Вагоны и вагонное хозяйство. – 2023. – № 1(73). – С. 27-28. – EDN MPMMJU.

8. Патент на полезную модель № 213474 U1 Российская Федерация, МПК В61К 13/00, G02В 23/26. Досмотровая штанга осматрщика вагонов: № 2022102405: заявл. 02.02.2022: опубл. 13.09.2022 / Г. Г. Киселев; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Самарский государственный университет путей сообщения". – EDN QRBIXZ.

9. Киселев, Г. Г. Система для оперативного контроля и соблюдения технологической дисциплины процесса осмотра подвижного состава на ПТО / Г. Г. Киселев // Наука и образование: достижения и перспективы: Материалы VIII Международной научно-практической конференции, Саратов, 21 декабря 2023 года. – Самара - Саратов: Общество с ограниченной ответственностью "Амирит", 2023. – С. 35-40. – EDN BPLWCZ.

10. Кузнецов, И. Э. Повышение качества контроля соблюдения технологической дисциплины при осмотре вагонов на ПТО / И. Э. Кузнецов // Дни студенческой науки: Сборник материалов 48-й научной конференции обучающихся СамГУПС, Самара, 06–16 апреля 2021 года. Том 1, Выпуск 22. – Самара: Самарский государственный университет путей сообщения, 2021. – С. 109-110. – EDN YQIKKJ.

11. Киселев, Г. Г. Виртуальный цифровой помощник с искусственным интеллектом для работников ПТО / Г. Г. Киселев // Трансформация транспорта и образования: Труды Всероссийской научно-практической конференции КрИЖТ ИрГУПС, посвященной 130-летию транспортного образованию в Сибири, Красноярск, 17–19 октября 2024 года. – Красноярск: Иркутский государственный университет путей сообщения, 2024. – С. 45-49. – EDN GHLRGJ.

12. Киселев, Г. Г. Инновационные технические решения контроля технического состояния подвижного состава / Г. Г. Киселев // Трансформация транспорта и образования: Труды Всероссийской научно-практической конференции КрИЖТ ИрГУПС, посвященной 130-летию транспортного образованию в Сибири, Красноярск, 17–19 октября 2024 года. – Красноярск: Иркутский государственный университет путей сообщения, 2024. – С. 50-53. – EDN RBKEMC.

13. Захарова Ю.П. Видеомониторинг работы осматрщиков вагонов на ПТО с регистрацией выполнения технологических операций / Ю. П. Захарова // Наука и образование транспорту. – 2021. – № 1. – С. 36-38. – EDN XZUZRD.

УЛУЧШЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТОРМОЗНОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ГРУЗОВЫХ ВАГОНАХ

Куренков Кирилл Владимирович,
аспирант кафедры машиноведения, проектирования,
стандартизации и сертификации
Российского университета транспорта (МИИТ),
г. Москва, Российская Федерация

Аннотация: статья посвящена исследованию современных тенденций повышения эффективности тормозных систем на грузовых вагонах. Рассматриваются основные проблемы существующих систем, включая износостойкость компонентов, низкую технологичность в обслуживании и недостатки непосредственно в конструкциях. Особое внимание уделено применению системы управления и регулирования (СУиР), композитных тормозных колодок, а также затронута тема применения дисковых тормозов, которые способны повысить безопасность и эффективность железнодорожных перевозок.

Ключевые слова: тормозное оборудование, грузовые вагоны, автоматизация, композитные тормозные колодки, дисковые тормоза, система управления и регулирования.

Введение

В настоящее время актуальным остается вопрос об увеличении объема перевозок, осуществляемых грузовыми вагонами. Данную тенденцию можно объяснить геополитическими факторами – переориентацией на Азиатский рынок, заключением новых сделок с дружественными странами, ростом перевозок через Дальний Восток. Увеличение грузопотока предполагает расширение вагонного парка, а также рост эксплуатации существующего подвижного состава. Однако, стоит отметить, что излишняя нагрузка ведет к повышению риска износа тормозного оборудования. Тормозная система является одной из наиболее важных систем, которая отвечает за безопасность движения поездов. Режим торможения обладает такими характеристиками, как инерционность и нелинейность.

По статистике ОАО «РЖД» [3, С.3] чаще всего отказ происходит у воздухораспределителя, тормозной магистрали, рычажной передачи, тормозного подвешивания и арматуры тормозного оборудования. В связи с этим, возникает интерес к анализу недостатков тормозной системы грузовых вагонов для разработки рекомендаций и дальнейших мер по улучшению работы тормозного оборудования с точки зрения ресурсосбережения.

Недостатки стандартной тормозной системы и пути решения проблем

Благодаря развитию современных технологий с каждым годом увеличивается скорость движения поездов, их масса, длина товарных составов и т.д. Это вызывает необходимость обеспечить безопасное движение на железной дороге не только для пассажиров, но и для перевозимых товаров. Современные тормозные системы грузовых вагонов сталкиваются с рядом проблем, которые снижают их эффективность и негативно влияют на состояние колесных пар. К основным недостаткам можно отнести негерметичность соединений, возможные неисправности тормозного оборудования, необходимость ручной настройки тормозных приборов и регулировки рычажной передачи. Эти факторы приводят к тому, что сила нажатия тормозных колодок часто выходит за пределы допустимых значений, что, в свою очередь, вызывает ряд негативных последствий. Одной из ключевых проблем является утечка воздуха из-за негерметичности соединений. Это снижает давление в системе, что приводит к недостаточному торможению и увеличению тормозного пути. Кроме того, неисправности в тормозных приборах, таких как воздухораспределители или тормозные цилиндры, могут вызывать неравномерное распределение тормозного усилия между колесными парами. Это создает локальные перегрузки, которые способствуют повреждению поверхности колес.

Ручная настройка тормозных приборов также является слабым звеном в системе. Она требует высокой квалификации персонала, и даже небольшие ошибки в регулировке могут привести к избыточному или недостаточному нажатию колодок. Избыточное нажатие вызывает перегрев колес, что способствует образованию дефектов, таких как ползуны и навары. Еще одной проблемой является регулировка тормозной рычажной передачи. Неправильная настройка может привести к неравномерному распределению усилия между колесами, что увеличивает износ колодок и колесных пар. Это также ускоряет образование проката и выщербин.

В современных условиях актуальным направлением модернизации грузового подвижного состава остается разработка и внедрение дисковых тормозных систем. Данная инновация рассматривается как ключевой фактор повышения эксплуатационных скоростей грузовых поездов, особенно на стратегически важных маршрутах, таких как Транссибирская и Байкало-Амурская магистрали. Увеличение скорости контейнерных составов позволит повысить конкурентоспособность в рынке грузовых перевозок.

Принципиальное преимущество дисковых тормозов заключается в исключении теплового воздействия на поверхность катания колесных пар. Это позволяет избежать критического нагрева элементов при экстренном торможении с высоких скоростей и в условиях продолжительных спусков, что существенно увеличивает межремонтный пробег вагонов. Техничко-экономический анализ демонстрирует дополнительные эксплуатационные преимущества данной системы: повышенный коэффициент полезного действия относительно колодочных аналогов, упрощение процедур технического обслуживания, отсутствие риска локального перегрева колес, исключаяющее дефекты типа ползунов и наваров

Несмотря на соответствие традиционных колодочных тормозов действующим нормативным требованиям, дисковая система демонстрирует превосходство по совокупности параметров. Таким образом, переход на дисковые тормоза представляет собой перспективное направление для развития грузовых перевозок. Внедрение данной технологии позволит не только оптимизировать графики движения, но и снизить эксплуатационные расходы за счет уменьшения затрат на ремонт колесных пар и повышения ресурса элементов тормозной системы.

Помимо этого, необходимо понимать, что существует вероятность ошибки человека при осмотре и правильной настройке и регулировке тормозной системы. Существует вероятность брака при ремонте тормозного оборудования, которая может произойти из-за невнимательности работника. К примеру, в одном из мест забыли смазать тормозной цилиндр, неплотно закрепили тормозные шланги, как итог - произошла утечка воздуха из магистрали, что приводит к не отпуску тормозов вагона. Чтобы исключить возможность возникновения неполадок из-за человеческого фактора, в процессе регулировки рычажной передачи применяют тормозные цилиндры со встроенным автоматическим регулятором выхода штока. Они значительно упрощают тормозную рычажную передачу, позволяя отказаться от применения автоматических регуляторов тормозных рычажных передач. Кроме того, упрощается регулировка тормозной рычажной передачи.

Можно проследить тенденцию, что на вновь строящихся грузовых вагонах тормозная система значительно эффективнее, по сравнению с типовой тормозной системой, за счет максимального снижения участия человека в настройке и применении автоматизации.

Система управления и регулирования в составе тормозной системы

Система управления и регулирования (СУиР) - попытка уйти от избыточности функций, присутствующей при использовании в составе тормозной системы воздухораспределителя и авторежима в части регулирования давления сжатого воздуха в тормозном цилиндре. Применение СУиР в составе тормозной системы грузовых вагонов способно обеспечить требуемую эффективность торможения при одновременном недопущении юза во всех диапазонах нагрузок и скоростей движения, что крайне проблематично, а иногда и невозможно выполнить, применяя существующее тормозное

оборудование [6, С.37]. Применение системы управления и регулирования (СУиР) обеспечивает формирование оптимальной корреляции между давлением сжатого воздуха (величиной тормозного коэффициента) и текущей загрузкой вагона. Это достигается за счет прямого управления исполнительным модулем воздухораспределителя, что расширяет функциональность устройства. Анализ рабочих параметров демонстрирует следующие преимущества: минимизацию риска блокировки колес (юзa) при движении порожнего состава, рост эффективности торможения в условиях предельной нагрузки, а также сокращение вариативности выходных параметров системы. Указанные факторы способствуют оптимизации управления тормозными процессами грузового поезда, повышая его эксплуатационную безопасность и надежность.

Еще одна важная проблема, помимо участия человека в процессе торможения, – это надежность и безотказность используемого оборудования. Воздухораспределитель типа 483 мог самопроизвольно срабатывать, что вызывало необходимость в разработке более совершенного воздухораспределителя. Таким стал воздухораспределитель стоечного типа 483А-05У, у которого оси чувствительных элементов располагаются перпендикулярно продольной оси вагона, что при больших продольных динамических воздействиях на вагон не приводит к их самопроизвольному срабатыванию [4, С.34-38].

Россия – это самая большая страна в мире по площади, обладающая совершенно различными климатическими условиями, поэтому до конца решить проблему со снижением чувствительности у воздухораспределителей так и не удалось, как и проблему снижения эластичности упругих резиновых элементов.



Рисунок 1 – Приборы тормозного оборудования грузовых вагонов

Развитие контейнерных перевозок выявило эксплуатационные ограничения длиннобазных вагонов, связанные с дисбалансом нагрузок на ходовые части. Неравномерное распределение массы контейнеров между тележками провоцирует асимметричное воздействие на тормозные колодки, что снижает эффективность торможения даже при использовании стандартных приборов авторежима. Дело в том, что существующие системы регулируют усилие нажатия колодок только на тележке с установленным авторежимом, тогда как вторая тележка, подверженная перегрузу или недогрузу. Для устранения дисбаланса требуется модернизация тормозной системы путем интеграции дополнительных авторежимов – их количество должно соответствовать числу тележек и тормозных цилиндров. Такая архитектура позволяет независимо корректировать силу нажатия колодок в зависимости от текущей нагрузки, исключая риски локальной перегрузки или недостаточного торможения.

Внедрение многоконтурной системы авторежимов не только повышает безопасность торможения, но и снижает износ колодок и колесных пар за счет исключения экстремальных нагрузок. Это особенно критично для длиннобазных платформ, работающих в условиях интенсивных перевозок, где даже незначительный дисбаланс может привести к преждевременному выходу оборудования из строя. Введение дополнительного воздухораспределителя повышает вероятность срабатывания тормозной системы, но не

является единственным решением для увеличения шансов срабатывания тормозов. Использование таких дополнительных систем как СУиР также поможет не оставить вагон «без тормозов». Использование двух воздухораспределителей представляется актуальным для длиннобазных вагонов, чтобы тормозная волна быстрее распространялась по всей тормозной магистрали.

Заключение

В настоящее время обеспечение высокой эффективности тормозных систем грузовых вагонов является одним из ключевых факторов повышения безопасности и надёжности железнодорожных перевозок. Анализ современных технологий и технических решений показывает, что дальнейшее развитие тормозного оборудования должно быть направлено на автоматизацию процессов управления тормозами, минимизацию человеческого фактора в допущении ошибок работы системы и адаптацию систем к специфическим погодным условиям в России во время эксплуатации.

На основе изложенной информации можно сделать некоторые выводы:

- необходимо провести модернизацию систем торможения длиннобазных вагонов через установление дополнительных воздухораспределителей для ускорения распространения тормозной волны;

- стоит рассмотреть возможность использования композитных колодок, которые обеспечивают более равномерное торможение и меньше повреждают колеса и использование современных материалов и технологий для повышения герметичности соединений;

- представляется нужным внедрять дисковые тормозы для грузовых вагонов, особенно в контексте увеличения скорости движения контейнерных поездов по ключевым транспортным коридорам, таким как Транссиб и БАМ;

- регулярное техническое обслуживание с применением систем диагностики и мониторинга состояния оборудования, а также повышать квалификацию персонала, занимающегося настройкой и обслуживанием тормозных систем;

- нужно производить улучшения конструкции воздухораспределителей, а именно внедрять решения, исключающие самопроизвольное срабатывание, и адаптировать их конструкции для эксплуатации в сложных климатических условиях России;

- применение такой системы, как СУиР, позволит исключить возможность юза и отсутствие торможения при выходе из строя датчика загрузки или тросового привода, так как на выходе конструктивно обеспечено давление, соответствующее «порожнему» режиму.

Комплексный подход к модернизации тормозного оборудования, основанный на внедрении автоматизированных систем управления, использовании инновационных материалов и конструктивных решений, позволит повысить надёжность и эффективность работы вагонного парка, сократить эксплуатационные расходы и обеспечить конкурентоспособность железнодорожного транспорта в условиях растущих объёмов перевозок.

Эти меры позволят повысить безопасность и эффективность тормозных систем грузовых вагонов, снизить износ колесных пар и минимизировать затраты на их ремонт.

Список литературы

1. Белан Д. Ю. Анализ показателей эффективности колодочных и дисковых тормозных систем железнодорожного подвижного состава // Эксплуатационная надёжность локомотивного парка и повышение эффективности тяги поездов : Материалы пятой всероссийской научно-технической конференции с международным участием, посвящённой 75-летию победы в Великой Отечественной войне, 85-летию кафедры "Подвижной состав электрических железных дорог", 120-летию основания Омского государственного университета путей сообщения, Омск, 12 ноября 2020 года. – Омск: Омский государственный университет путей сообщения, 2020. – С. 36-42.

2. Кулага А.А. Недостатки грузового воздухораспределителя 483 // Транспортное дело России. - 2018. - №2. - С. 88 - 90.
3. Отчет ОАО «РЖД» Статистика отказов тормозного оборудования грузовых вагонов на сети ОАО «РЖД» за 1 квартал 2016 года.
4. Повышение эффективности тормозов грузового поезда за счет улучшения характеристик воздухораспределителя № 483 // Известия Транссиба. – 2022. – № 4(52). – С. 32-41.
5. Смольянинов П. В. Обоснование пути повышения надежности тормозной системы грузовых вагонов // Известия Транссиба. – 2012. – № 1(9). – С. 42-50.
6. Старостин С. С. Новые подходы к проектированию инновационных тормозных систем грузовых вагонов // Транспорт Российской Федерации. – 2014. – № 3(52). – С. 36-39.

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ТРАМВАЯ

Кямря Олег Сергеевич,
*магистрант факультета транспортные и энергетические системы Петербургского
государственного университета путей сообщения Императора Александра I
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация*

Клевцов Антон Викторович,
*начальник отдела разработки ООО «ТМХ ТМ»,
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация*

Аннотация: в статье проанализирован результат работы RFID-системы на трамвайном вагоне. На основании результатов обкаток на закрытой территории и в городе (без пассажиров) сделан вывод о возможных перспективах повышения безопасности движения путем дальнейшего внедрения.

Ключевые слова: безопасность движения; трамвай; RFID-система.

В настоящее время RFID-технологии набирают обороты, появляется все больше возможностей для отслеживания производственных процессов. Если ранее для идентификации использовали изолированные решения, то сейчас – идентификацию, встроенную в производство. В будущем идентификация может охватит весь цикл производства. Технологически радиочастотная идентификация включает следующие компоненты: метки (активные, полупассивные, пассивные), считыватели (стационарные, OEM, мобильные, терминалы сбора данных) и программное обеспечение (RFID-серверы, менеджеры локаций и мобильные клиенты) [1]. Однако, в трамваях данная технология имеет узкое применение (например, открытие дверей кабины).

В г. Санкт-Петербург спутниковая система Глонасс имеет неустойчивое соединение, препятствующее корректному позиционированию пассажирских транспортных средств. Одним из предполагаемых решением данной проблемы является расширение использования RFID-технологий.

На сегодняшний день на одной из оборотных трамвайных площадок г. Санкт-Петербурга и городском маршруте опытно реализовано такое решение, как «умная» шпала. На железобетонной шпале устанавливают дополнительный кронштейн с металлической подложкой, на которую устанавливается пассивная RFID-метка, имеющая определенный уникальный идентификатор (рисунок 1).

Все RFID-метки на трамвайных путях запрограммированы, позиционированы, сведены в определенную базу данных и защиты в блок управления системы автоматизированного управления и безопасности движения трамвая (далее – ТС АВ).

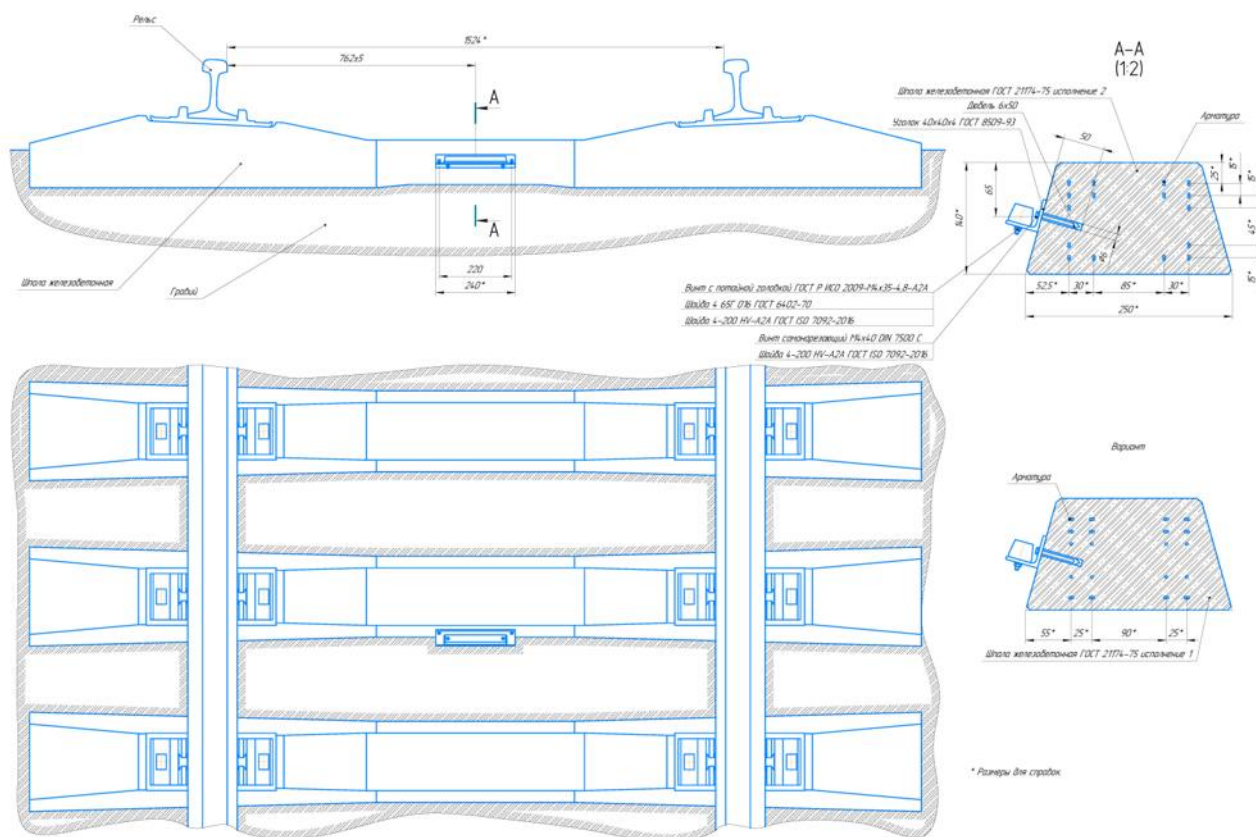


Рисунок 1 – Чертеж установки RFID-метки на железобетонную шпалу

Важно отметить, что диаграмма RFID-метки в случае ее установки на металлическое основание (подложку) имеет направленный фокус, относительно установленной RFID-метки без подложки (рисунок 2). Данное решение позволяет считывать запрограммированный уникальный идентификатор на более дальнем расстоянии или повысить частоту считываний на одинаковом расстоянии.

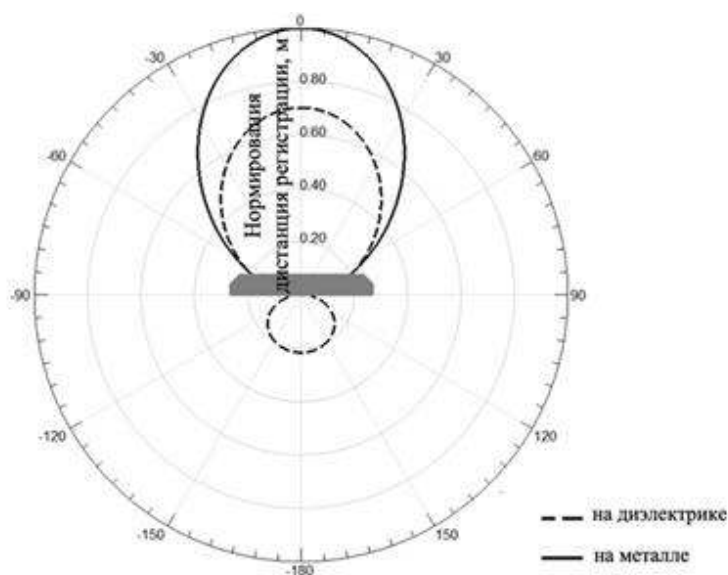


Рисунок 2 – диаграмма направленности RFID-метки [2]

Все трамвайные вагоны, закупаемые в Санкт-Петербурге с 2022 года, оборудованы системой ТС АВ и системой активной безопасности и помощи водителю (далее АБПВ). Состав системы ТС АВ представлен на рисунке 3.



Рисунок 3 – Состав системы TC AB [3]

ТС АВ в головной и хвостовой части вагона имеет активный считыватель (антенна RFID), мощностью до 30 дБм и круговой поляризацией.

При следовании по путям и отсутствии данных от Глонасс системы (ГНСС), RFID-антенны, находящиеся на вагоне, проезжая RFID-метку и дополняя картину полученными данными от одометра, передают информацию в блок позиционирования, который рассчитывает координаты и передаёт их в информационную сеть транспортного средства – автоматизированную систему управления городским пассажирским транспортом (далее – АСУ ГПТ). На рисунке 4 представлена функциональная схема работы вагона с RFID-системой.

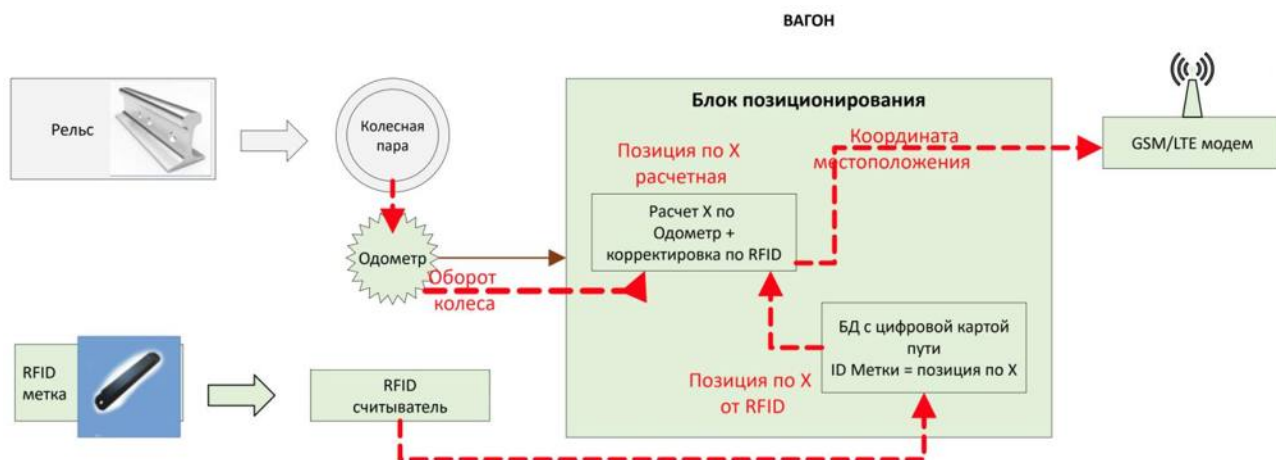


Рисунок 4– функциональная схема работы вагона с RFID-системой

В систему АСУ ГПТ по межсерверному протоколу EGTS передается информация о пройденных точках (шпалах), скорости вагона и угле поворота. EGTS – это протоколов межсистемного обмена данными и построения с их использованием инфраструктуры для

мониторинга транспортных средств [4].



Рисунок 5 – Трек движения вагона в АСУ ГПТ с RFID-системой

В результате опытных обкаток показано, что RFID-система на трамвайном вагоне работает корректно, а именно передаваемые данные системой соответствует фактическому местоположению трамвая. Таким образом, RFID-система может быть использована и интегрирована в другие системы посредством шины CAN.

CAN-шина – полудуплексная информационная шина, состоящая из двух дифференциальных проводов и двух терминаторов. Пропускная способность по данной шине может достигать до 5 Mbps в зависимости от стандарта. Пакеты данного протокола состоят из 11 или 29 битного ID [5].

В системе АБПВ имеются цифровые профили маршрутов, которые не дают превышать скорость движения на любом участке пути относительно допустимой. Но АБПВ получает данные о местоположении от системы Глонасс, что в данное время вызывает определенные сбои в работе оборудования. Повышение безопасности движения можно достичь благодаря интеграции RFID-системы с АБПВ в части цифровых профилей трамвайных путей. Это позволит не допускать превышения установленной скорости на участке в случае заглушения или подмены ГНСС-сигналов.

Список литературы

1. Пшеничников В. Роль радиочастотной идентификации в цифровизации производственных процессов // CONTROL ENGINEERING РОССИЯ – 2018 – № 6, С. 64-67.
2. Спецификация PatchTag, // Официальный сайт РСТ инвент [электронный ресурс]. URL: <https://rst-invent.ru/product/patchtag/> (дата обращения 06.02.2025).
3. Вагон трамвайный 71-923М. Руководство по эксплуатации – Москва – 2022 – С. 1-274.
4. Лебедева Н.Н. Анализ этапов развития коммерческого использования устройств Глонасс до 2017 г. – Научно-технический центр АЭТЕРНА, Казань – 2017 – С. 54-56.
5. Фирсов С.К., Коренькова А.А. Анализирование CAN-шины для организации сбора информации систем и их взлома // кафедра информационных систем и технологий, БГТУ – 2021 – С. 299-301.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ

Кямря Олег Сергеевич,
магистрант факультета транспортные и энергетические системы Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Клевцов Антон Викторович,
начальник отдела разработки ООО «ТМХ ТМ», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Кузьмин Александр Вячеславович,
ведущий программист ООО «ТМХ ТМ», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Аннотация: в статье проанализирована возможность повышения безопасности движения трамвая за счет интеграции системы Cognitive Tram Pilot в систему автоматизированного управления и безопасности движения. Сделан вывод о перспективах внедрения.

Ключевые слова: безопасность движения; трамвай; система автоматизированного управления и безопасности движения, Cognitive Tram Pilot.

В век информационных технологий большая часть направлений человеческой деятельности подвергается автоматизации, в том числе, внедрению искусственного интеллекта.

Искусственный интеллект (далее – ИИ) – наука и технология создания интеллектуальных машин и компьютерных программ, способных брать на себя отдельные функции интеллекта человека. ИИ не должен ограничиваться биологически наблюдаемыми методами. Например, выбирать и принимать решения на основе ранее полученного опыта и рационального анализа внешних факторов [1, 2].

В настоящее время в Российской Федерации при помощи ИИ повышают безопасность общественного транспорта, например, контроль усталости водителя, контроль объекта дорожной сцены [3].

Все трамвайные вагоны, поставляемые в г. Санкт-Петербург с 2022 года, оборудованы Cognitive Tram Pilot и системами автоматизированного управления и безопасности движения трамвая (далее – ТС АВ).

Cognitive Tram Pilot - это комплексная система управления трамваем на основе ИИ. Состав системы Cognitive Tram Pilot представлен на рисунке 1. В программно-аппаратный комплекс Cognitive Tram Pilot входит система компьютерного зрения и набора сенсоров, и может включать в себя от 10 до 20 видеокамер, расположенных по периметру трамвая и до 10 радаров. На борту трамвая также установлены GPS-датчики. По маршруту движения используются средства высокоточной картографии [4].

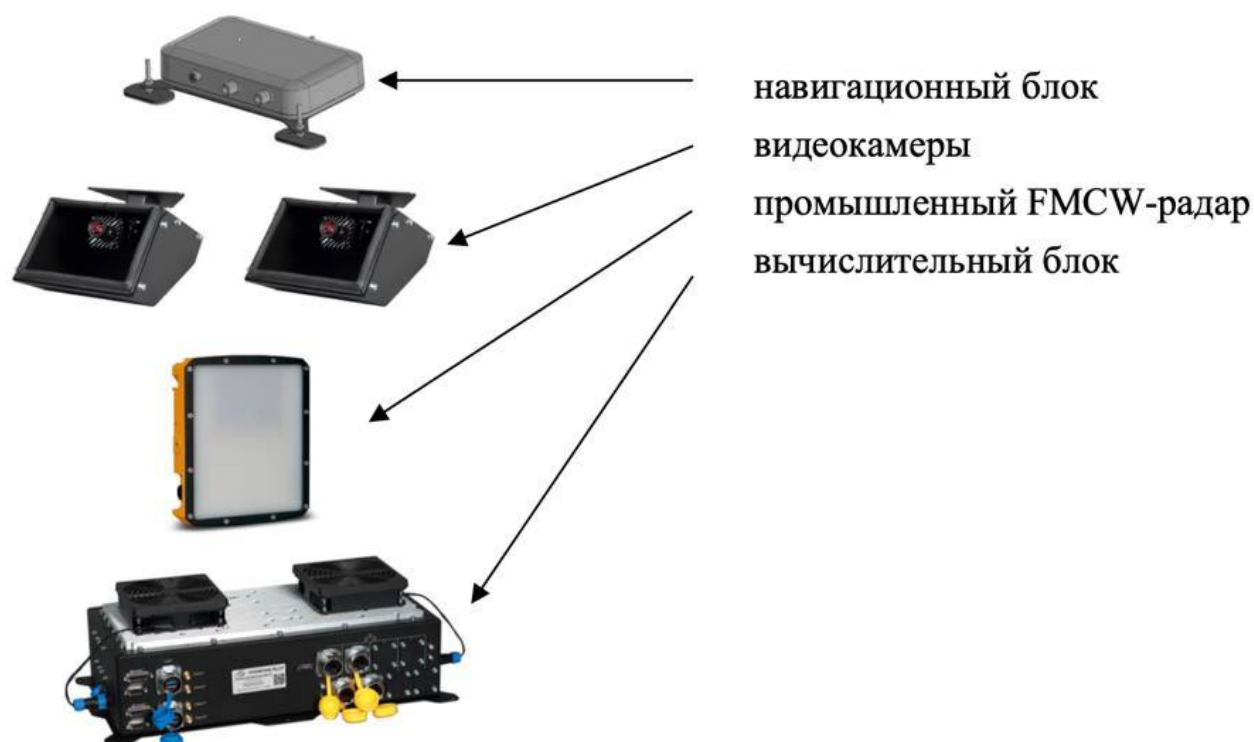


Рисунок 1 – Состав системы CognitiveTramPilot [5]

Система Cognitive Tram Pilot обеспечивает устойчивую детекцию объектов дорожной сцены (пешеходов, светофоров, транспортных средств, дорожных знаков и т. д.). На основе этой информации система «понимает» дорожную ситуацию и в случае нахождения объектов на пути трамвая подает водителю предупреждающие об опасности сигналы и при отсутствии реакции на них, самостоятельно принимает решение - осуществляет автоматическое торможение, в результате чего повышается уровень безопасности движения трамвая [6].

На одной из оборотных трамвайных площадок г. Санкт-Петербурга и городском маршруте опытно показано работа системы Cognitive Tram Pilot. На рисунке 2 представлена детекция препятствия – объемной мишени задней части автомобиля, выполненной с соответствующими радиопоглощающими и радиоотражающими материалами, имитирующая Ford Focus, в результате чего трамвай останавливается. На рисунке также можно наблюдать как система распознает пешеходов, остановку и другие препятствия.

Система ТС АВ представляет собой программно-аппаратный комплекс, в котором реализацию заданных режимов работы обеспечивают функции аппаратных и программных средств. Она выполнена на базе двухканальной вычислительной системы, связанной с периферийными устройствами по шинам CAN и Ethernet. Работу изделия обеспечивает основной блок управления APC-T, включающий в себя подсистемы безопасности и автоведения. Система управляет трамваем с участием водителя по программам, разработанным с учётом заданных функций. Входной информацией служат сигналы и данные, принимаемые от системы управления по CAN шине, канала GPS/ГЛОНАСС с поправками UHF базовой станции, пассивных RFID-меток на объектах наземной инфраструктуры, сервера центра диспетчерского управления по каналам Wi-Fi и LTE, шкафа управления стрелочным приводом по радиоканалам модемов БРП-М и БРП-Т. Выходной информацией являются: цифровые сигналы в CAN шине, команды управления стрелками по радиоканалам модемов БРП-Т и БРП-М, диагностическая и статусная информация о состоянии оборудования передаваемая по каналам Wi-Fi и LTE [7].

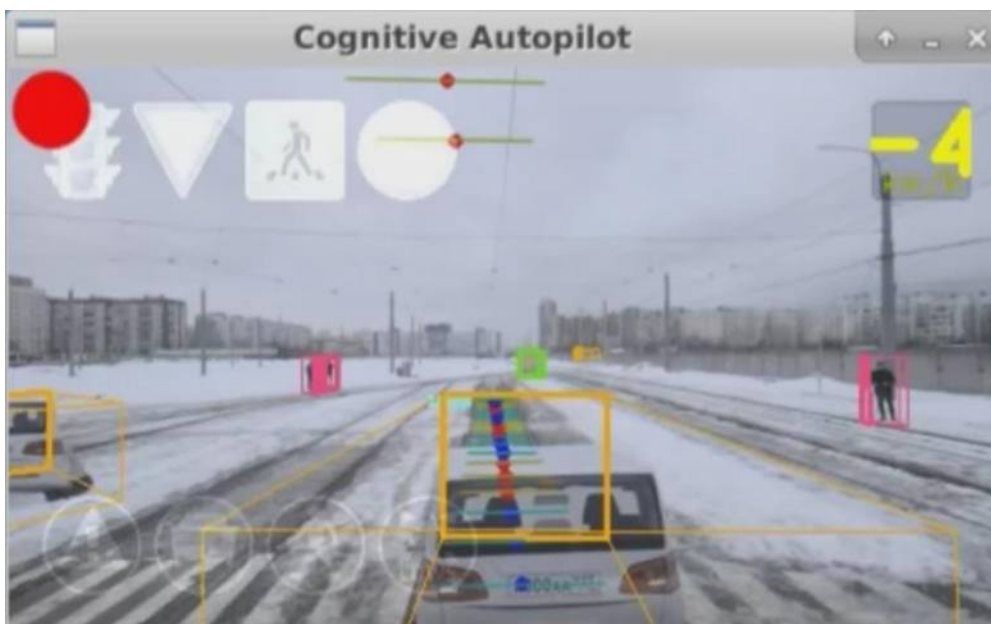


Рисунок 2 – Детекция препятствия

Стоит отметить, что система ТС АВ имеет возможность управлять стрелочными переводами по радиоканалу, автоведения на определенных участках, но не имеет возможность детектировать препятствия и осуществлять торможение перед ними.

Так как система Cognitive Tram Pilot и ТС АВ работают в единой шине CAN, то возможно интегрировать эти системы между собой. А именно Cognitive Tram Pilot будет осуществлять детекцию объектов дорожной сцены и направлять в CAN-шину информацию для системы ТС АВ, которая в свою очередь по заданной логике будет «взвешивать» входные параметры с учетом данной информации и принимать решение о подаче соответствующих сигналов управления в систему управления тяговым приводом вагона на исполнительный механизм тормоза (рисунок 3). Такая интеграция позволит без существенных длительных доработок каждой системы в отдельности объединить преимущества обеих систем и повысить безопасность движения трамвая.

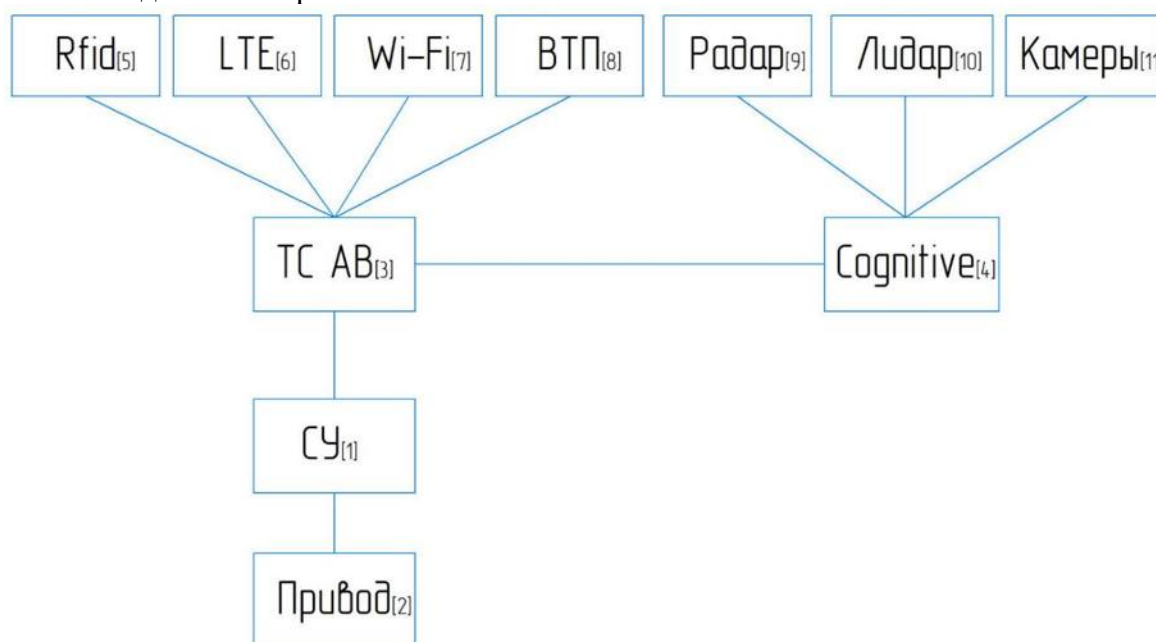


Рисунок 3 - Структурная схема модернизации системы автоматизированного управления и безопасности движения трамвая

1. Система управления тяговым приводом;

2. Тяговый привод;
3. ТС АВ;
4. Система Cognitive Tram Pilot;
5. Rfid-система;
6. Модем LTE;
7. Роутер Wi-Fi;
8. Система высокоточного позиционирования;
9. Радар;
10. Лидар;
11. Инфракрасные камеры.

Таким образом, внедрение искусственного интеллекта в бортовые системы пассажирского транспорта является все более перспективным и актуальным в наше время. Продолжая реализовывать и развивать концепцию этого направления, организации-перевозчики могут упростить ряд вопросов, связанных с человеческим фактором, и повысить безопасность движения жителей крупно населённых городов.

Список литературы

1. Меркулов Д.А. Искусственный интеллект на транспорте – Международный научный журнал – Научный лидер №4 – 2021 – С. 1-54.
2. Войтенко В.О., Гаврилова А.С. Некоторые аспекты внедрения технологий искусственного интеллекта в транспортную сферу – Сборник тезисов докладов международной научно-практической конференции «Инновации и информационные технологии в условиях цифровизации экономики» - Алчевск - 2023 - С.11-13.
3. Как искусственный интеллект помогает улучшить ситуацию на транспорт – [Электронный ресурс] // <https://национальные.проекты.рф/news/kak-iskusstvennyy-intelekt-pomogaet-uluchshit-situatsiyu-na-transporte> (дата обращения: 07.02.2025).
4. Карта инновационных решений – [электронный ресурс] // Официальный сайт карты инновационных решений. url:<http://innovationmap.innoagency.ru/catalog/product/42873>, (дата обращения: 07.02.2025).
5. Вагон трамвайный 71-923М. Руководство по эксплуатации –Москва – 2022 – С. 1-274.
6. Cognitive Tram Pilot– [электронный ресурс] // Официальный сайт CNews. url: https://www.cnews.ru/book/Cognitive_Tram_Pilot (дата обращения: 07.02.2025).
7. Система автоматизированного управления и безопасности движения трамвая ТС АВ. Руководство по эксплуатации – Санкт-Петербург – 2022 – С. 1-20.

СОЗДАНИЕ НА БЕЛОРУССКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГЕ НАЦИОНАЛЬНОГО ЯДРА МЕЖДУНАРОДНОЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ «ЭКСПРЕСС» НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ КАК ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПАССАЖИРСКОГО КОМПЛЕКСА

*Литвинова Ирина Михайловна,
старший преподаватель кафедры «Управление
эксплуатационной работой и охрана труда»
Белорусского государственного университета
транспорта (БелГУТ),
г. Гомель, Республика Беларусь*

Аннотация: в статье проанализировано актуальное состояние автоматизированных систем управления пассажирскими перевозками на Белорусской железной дороге, определены ограничения развития действующих бизнес-процессов пассажирского комплекса. Сделан вывод о необходимости перехода текущей системы «Экспресс-3» на новый принцип создания технологического стека и технической архитектуры, обеспечивающей исключение рисков прерывания бизнес-процессов пассажирского комплекса БЖД, интеграцию собственных IT-продуктов в единую цифровую платформу «Экспресс» нового поколения.

Ключевые слова: автоматизированные системы; пассажир; услуга; бизнес-процесс; пассажирский комплекс; IT-продукт; Экспресс; эффективность.

Предоставление услуг населению и обеспечение транспортных потребностей граждан в Республике Беларусь и за ее пределы является приоритетной задачей Белорусской железной дороги (БЖД).

Современный уровень развития информационных технологий позволяет реализовать основные бизнес-процессы в области пассажирских перевозок с использованием интеллектуальных и цифровых технологий, создавать интеллектуальные, высокоэффективные системы, что способствует повышению доступности и качества оказываемых услуг, созданию сквозных бизнес-процессов транспортного обслуживания населения.

В настоящее время система управления пассажирскими перевозками на Белорусской железной дороге функционирует на базе комплекса автоматизированных информационно-управляющих систем, с помощью которых принимаются управленческие решения и реализуются ключевые бизнес-процессы в сфере пассажирских перевозок на полигоне дороги [1]:

- Автоматизированная система управления пассажирскими перевозками АСУ «Экспресс-3»;
- Единый раздел «Услуги пассажирам» официального интернет-сайта БЖД (ЕР УП);
- Кассовая компьютерная система (ККС);
- Единая автоматизированная система информирования пассажиров о движении поездов;
- Система продажи проездных документов (билетов) через сеть Интернет (СППД);
- Автоматизированная система контроля посадки пассажиров (АСКПП);
- Единая система информирования пассажиров (ЕСИП);
- Система продажи проездных документов (билетов) на поезда с нумерованными местами через терминалы самообслуживания, Интернет и мобильные устройства [2].

Текущая модель взаимодействия автоматизированных систем управления пассажирскими перевозками и реализации проездных документов (ПД) на БЖД приведена на рисунке 1.

Реализация бизнес-процессов по оформлению и продаже ПД в настоящее время реализованы через АСУ «Экспресс-3» [3] и ККС.

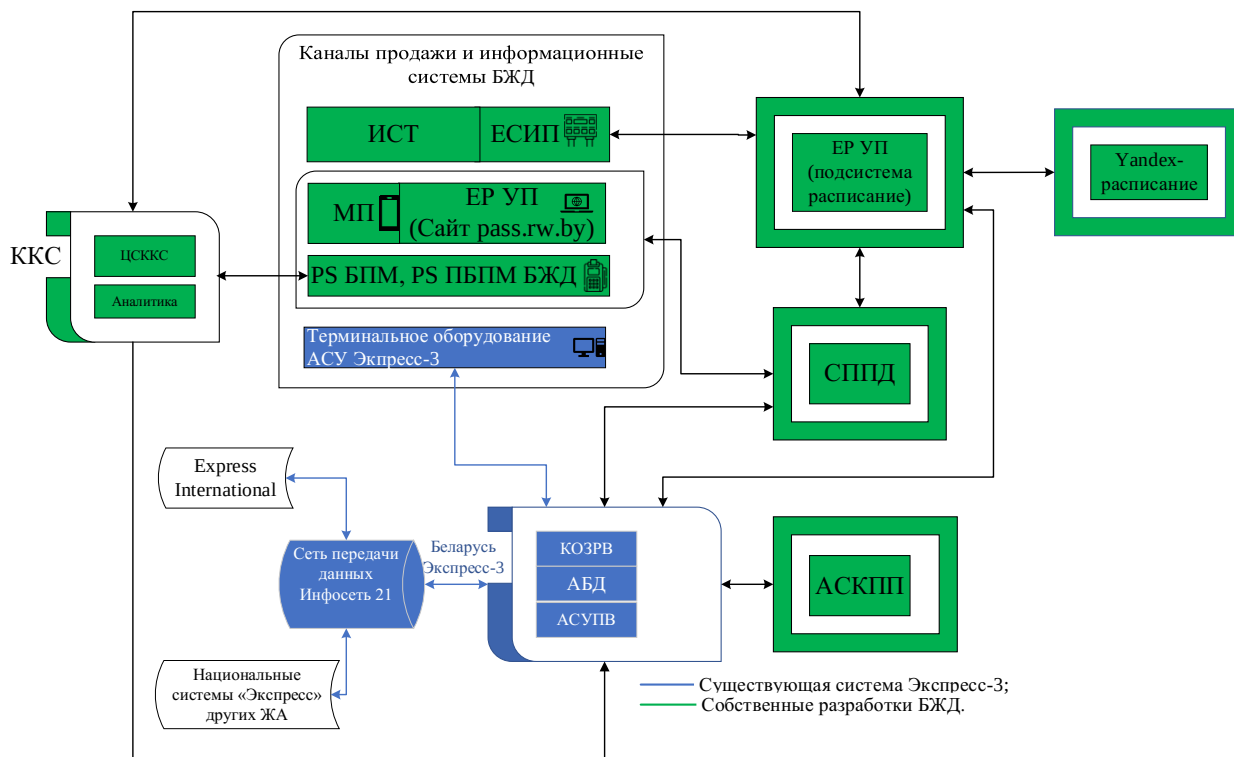


Рисунок 1 - Существующая схема взаимодействия автоматизированных систем управления пассажирскими перевозками и продажи ПД на БЖД

Комплекс АСУ «Экспресс-3» представляет собой автоматизированную систему управления пассажирскими перевозками российского производства и автоматизирует множество бизнес-функций пассажирского комплекса, таких как анализ пассажирских перевозок, справочное обслуживание, продажа ПД и услуг, формирование отчетности. На БЖД функционируют программно-аппаратные комплексы и АРМы АСУ «Экспресс-3», которые обеспечивают процессы принятия управленческих решений, оперативный мониторинг финансовых результатов работы пассажирского подвижного состава, учет качества использования пассажирских вагонов, а также контроль качественного и своевременного удовлетворения спроса населения в услугах пассажирского железнодорожного транспорта. Функционирование системы АСУ «Экспресс-3» обеспечивается оборудованием класса mainframe в среде операционной системы Z/OS компании IBM и серверами Z9. Для взаимодействия компонентов системы между собой и с другими системами резервирования, а также со смежными информационными системами используется семейство продуктов MQSeries компании IBM. Для хранения и обработки информации используется СУБД DB2 той же компании [4].

Кассовая компьютерная система (ККС) создана белорусскими разработчиками и предназначена для автоматизации обработки данных о реализации ПД, оформленных через PS БПМ, PS ПБПМ и терминалы самообслуживания (ТС), оказания услуг, регистрации, учета, накопления, сохранения этих данных, а также печати (оформления) отчетных документов. Данная система позволяет повысить эффективность изучения спроса на проезд в поездах региональных линий экономкласса и городских линий, оптимизировать движение указанных поездов с учетом реального пассажиропотока [2]. Программное обеспечение Кассовой компьютерной системы (ПО ККС) состоит из центрального сервера (ЦС ККС) и модуля «Аналитика». ЦС ККС представляет собой Web-приложение, доступ к которому осуществляется через сеть передачи данных.

Следует отметить, что создание отдельных IT-продуктов белорусского производства в области сбытовых услуг и управления пассажирскими перевозками на железнодорожном транспорте, а также функционирование АСУ «Экспресс-3» российского производства, требует сложных технических решений и технологических связей для их интеграции в единый маркетплейс БЖД. Это в свою очередь создает дополнительные точки отказа в работоспособности отдельных бизнес-процессов [5], что приводит к затруднению при получении актуальной и консистентной информации о ключевых показателях пассажирского комплекса БЖД, а также невозможности принятия сквозных управленческих решений.

Кроме того, возрастающие потребности рынка транспортных услуг, новые правила взаимодействия участников перевозочного процесса диктуют новые условия, а рынок IT-услуг предоставляет для этого новые возможности, тогда как в текущей системе АСУ «Экспресс-3» есть ряд функциональных и архитектурных ограничений, требующих технической и функциональной модернизации.

К функциональным ограничениям системы АСУ «Экспресс-3» можно отнести:

- сложные в реализации условия для развития агентской сети продаж;
- отсутствие удобных, оперативных и мобильных механизмов предоставления актуальной и консистентной информации об эффективности работы пассажирского комплекса, что приводит к уменьшению скорости принятия управленческих решений на всех уровнях управления [5];

- разрозненная автоматизация бизнес-процессов, наличие «ручных технологий» ввода данных привели к значительному уменьшению скорости вывода продуктов пассажирского комплекса на рынок, являющихся следствием изменения конъюнктуры рынка;

- функциональные ограничения препятствуют возможности диверсификации бизнеса, что приводит к отсутствию перспективных векторов развития в сферах бизнеса, не связанных с основной деятельностью по перевозке пассажиров;

- отсутствие единого информационного пространства, а также единой экосистемы продуктов пассажирского комплекса БЖД в различных каналах продажи и обслуживания негативно влияет на процесс удержания существующих и привлечения новых клиентов на железнодорожный транспорт [5];

- отсутствие подключения к блоку финансовых взаиморасчетов между железнодорожными администрациями в составе Express International, без которого в перспективе теряется возможность участия в рынке международных пассажирских перевозок.

Существенным риском функционального ограничения является остановка развития системы «Экспресс-3» с 2025 г., что приведет к полной потере возможностей развития новых клиентских сервисов и инструментов для управления пассажирским комплексом. В конечном итоге текущий IT-продукт будет существенно отставать от развития бизнес-процессов и потребностей клиентов пассажирского комплекса БЖД.

К архитектурным предпосылкам относится совокупность технических, программных и интеграционных решений, приводящих к увеличению стоимости совокупного владения:

- предельный физический износ серверного оборудования IBM и отсутствие возможности его обновления, что приводит к риску выхода из строя системы «Экспресс-3»;

- архитектура программной среды текущей системы сложная, а ее модернизация трудоемкая, что со временем приведет к тому, что даже мелкие изменения будут требовать долгосрочного и трудозатратного внедрения и затруднять развитие собственных разработок (маркетплейс БЖД);

- мощность вычислительных и транзакционных комплексов ограничена, что приведет к достижению пика возможностей системы, и, как следствие, к невозможности обслуживания клиентов в перспективе или закупке нового и дорогостоящего программно-технического комплекса IBM.

К архитектурным предпосылкам также относится риск остановки системы по причине перехода с 2027 г. ответственности за процесс сопровождения в ведение железнодорожной администрации Республики Беларусь.

Таким образом, отсутствие единого информационного пространства и единой экосистемы продуктов пассажирского комплекса БЖД, новые вызовы и возникающие риски перед пассажирской отраслью БЖД требуют не только создания интеллектуальной, высокоэффективной и надежной платформы по управлению пассажирскими перевозками, но и обеспечения непрерывности бизнес-процессов пассажирского комплекса, развития и поддержки собственных решений в области создания новых клиентских сервисов и инструментов для управления пассажирским комплексом [3], а также повышения технологической независимости ключевых систем пассажирского комплекса БЖД от иностранных разработок.

Указанные факторы приводят к необходимости перехода текущей системы «Экспресс-3» на новый принцип создания технологического стека и технической архитектуры.

Национальное ядро интеллектуальной системы «Экспресс» БЖД нового поколения должно строиться по модульному принципу. Совокупность модулей, обеспечивающих функционирование одного или нескольких бизнес-процессов пассажирского комплекса, должны быть объединены в подсистемы. Для обеспечения полноценного функционирования пассажирского комплекса в системе должно быть реализовано не менее шести подсистем, каждая из которых отвечает за обработку связанного набора бизнес-функций пассажирского хозяйства [3].

В перечень обязательных подсистем входят следующие:

- Банк ресурсов и правил – отвечает за единую нормативную базу технологических процессов, расписание, тарифы, бизнес-правила и сценарии продаж;
- Интегратор – единое «окно» входа для маркетплейса БЖД и внешних систем, обеспечивает взаимодействие с каналами обслуживания клиентов, применение маркетинговых акций, управление емкостями;
- Комплекс обработки данных для управления пассажирскими перевозками (КОДУПП) – хранилище данных об обработанных системой операциях и транзакциях, обеспечивает формирование необходимых видов отчетности и рекомендаций для поддержки принятия управленческих решений [5];
- Управление парком вагонов – подсистема учета и планирования работы пассажирского парка вагонов локомотивной тяги, а также контроля безопасности движения пассажирских поездов;
- Сервисная подсистема – обеспечивает возможности для контроля эффективности и работоспособности внутренних функций системы;
- Защиты информации – реализует функции администрирования доступа к приложениям системы.

Реализация модульного принципа создания системы позволяет создавать модули и подсистемы независимо друг от друга привлекая как разработчиков из Научного центра «Экспресс» АО «ВНИИЖТ», так и белорусских разработчиков, имеющих опыт создания кассового оборудования или специальных компьютерных систем.

Целевая функциональная архитектура национального ядра системы «Экспресс» БЖД нового поколения представлена на рисунке 2.

Реализация указанных подходов и создание национального ядра международной интеллектуальной системы «Экспресс» нового поколения обеспечит:

- оперативное отслеживание динамики колебаний показателей эффективности пассажирского комплекса БЖД, отслеживание состояния ресурсов, жизненного цикла работ (услуг);
- расширение портфеля услуг, обеспечение сбыта дополнительных услуг БЖД и партнёров;

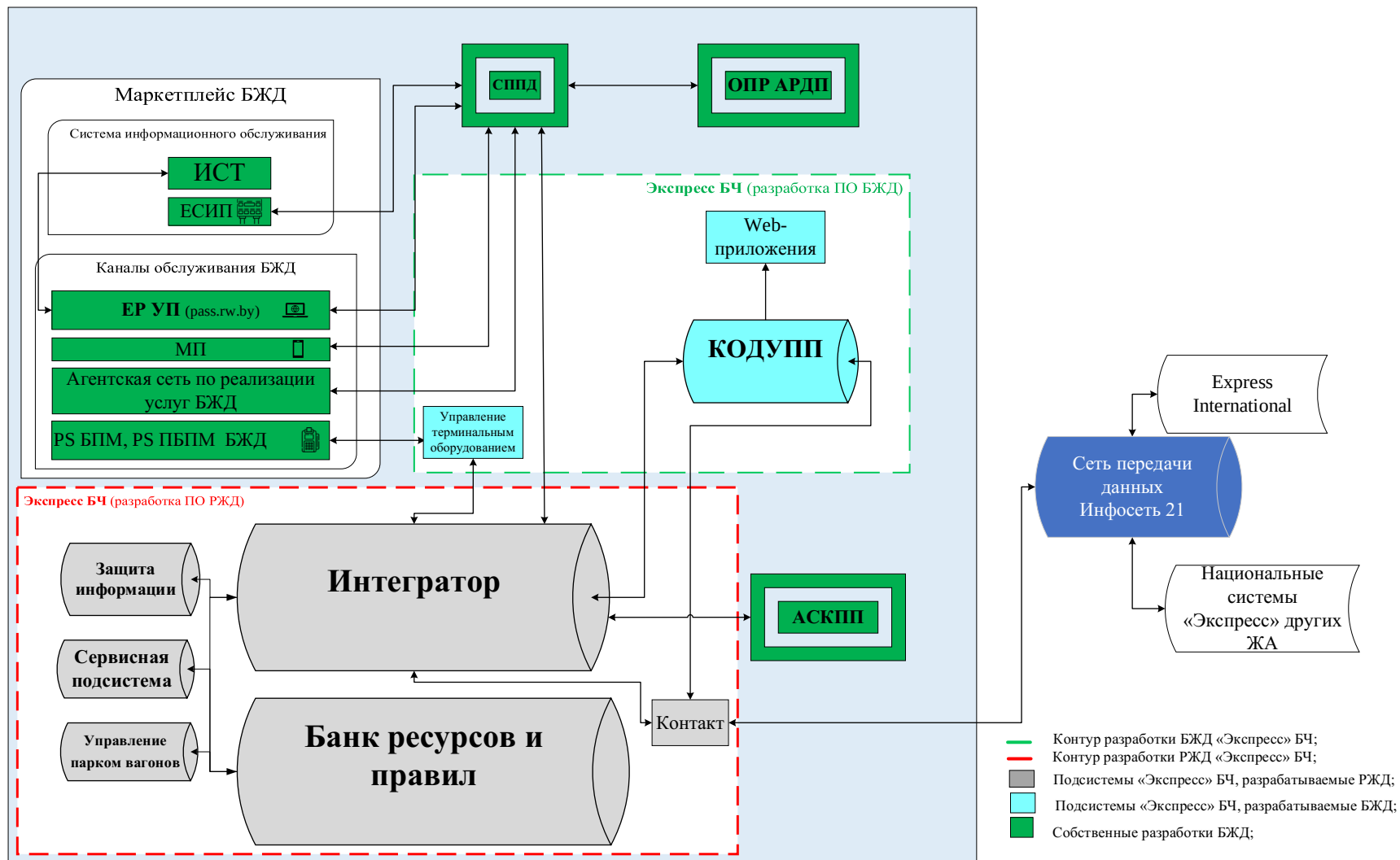


Рисунок 2— Целевая функциональная архитектура национального ядра системы «Экспресс» БЖД нового поколения

- применение методов предиктивной аналитики на этапах принятия решения о выведении работ (услуг) на транспортный рынок для определения потребного количества ресурсов, осваиваемых прогнозируемый пассажиропоток в зависимости от выбранных ключевых показателей эффективности;
- обеспечение единой информационной среды для информирования пассажиров об услугах, предоставляемых БЖД и партнёрами;
- развитие собственной сбытовой сети (маркетплейс);
- снижение совокупной стоимости владения программно-техническим комплексом за счет применения средств виртуализации, ухода от специфичных программных продуктов, сокращения локальных и дублирующих программных решений, а также оптимизации интеграционных цепочек;
- повышение качества управления и сопровождения программно-техническим ландшафтом за счет унификации и стандартизации приложений и платформ;
- снижение доли импортозависимой продукции за счет применения открытых платформенных решений и программных продуктов;
- устойчивую конкурентоспособность пассажирского комплекса БЖД на рынке транспортных услуг за счет применения инновационных цифровых технологий;
- создание универсальных сервисов для обеспечения обмена данными со смежными системами, совершенствование технологии передачи, повышающей качество передаваемой информации;
- создание гибких сценариев взаимодействия компонентов цифровой платформы, унификации интерфейсов взаимодействия;
- создание и поддержку единой информационной, нормативной и методологической среды для взаимодействия с участниками транспортного рынка Республики Беларусь;
- оперативную интеграцию с зарубежными системами резервирования.

Таким образом, создание национального ядра международной интеллектуальной системы «Экспресс» нового поколения обеспечит интеграцию отечественных и зарубежных разработок на цифровой платформе (маркетплейсе) БЖД, а также технологическую независимость и безопасность бизнес-процессов БЖД в области пассажирских перевозок.

Список литературы

1. Тонконог Д.В., Литвинова И.М. Создание интегрированной информационно-аналитической системы управления пассажирским комплексом Белорусской железной дороги// Тихомировские чтения: Синергия 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, 2021, С. 376-381.
2. Величко М.В., Михайлова Е.В. Развитие информационных технологий при оформлении поездок пассажиров // Тихомировские чтения: Синергия 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, 2021, С. 91-98.
3. Зубкова Е.А., Карпеева Т.А. Научный центр «Экспресс» АО «ВНИИЖТ»: история и современность// Вестник ВНИИЖТ. – 2021. – №4. – С. 240-248.
4. Гордиенко Е.Л. Организация службы технической поддержки на основе структуры ГВЦ// Транспорт: наука, образование, производство («Транспорт-2024»): сборник статей Международной научно-практической конференции. – Воронеж: филиал РГУПС в г. Воронеж, 2024, С. 35-39.
5. Мартынова Е. А. [и др.] Система управления пассажирскими перевозками нового поколения – АСУ «Экспресс» НП// Железнодорожный транспорт. – 2022. – № 11. – С. 16-25.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПО ПРИВЛЕЧЕНИЮ СТУДЕНТОВ И АСПИРАНТОВ К НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КАК ОСНОВА ПРОЕКТНЫХ ФОРМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

*Локтев Алексей Алексеевич,
заведующий кафедрой Транспортное строительство РУТ (МИИТ) д.ф-мат н.,*

*Сычев Вячеслав Петрович,
профессор кафедры Транспортное строительство РУТ (МИИТ), д.т.н.,*

*Артемяева Вера Валентиновна
доцент кафедры Транспортное строительство РУТ (МИИТ), к.н*

*Сычева Анна Вячеславовна
докторант РУТ (МИИТ), доцент, к.т.н.*

Аннотация: в статье приводятся примеры реализации новых форм обучения по образовательной парадигме: проектная деятельность студентов. Приводятся примеры инновационной деятельности кафедры по договору с ООО Вагонпутьмаш по подготовке инженерных кадров на основе научного сотрудничества образовательной организации с производством и доведения результатов квалификационных работ студентов до конечного продукта, обеспечивающее технологическое лидерство.

Ключевые слова: инновации; проектная деятельность; управление дистанционное; подрельсовое основание.

В рамках образовательного процесса студентов обучающихся на кафедре Транспортное строительство РУТ (МИИТ) применяется метод проектной деятельности. В его основе лежит новая парадигма образования двадцать первого века, направленная на повышение уровня компетентности специалиста, уже задействованного в сфере трудовых

отношений. Смысл этой парадигмы: образование в течение всей жизни в отличие от прежней парадигмы образования двадцатого века: образование на всю жизнь.

Проект, реализуемый в рамках проектной деятельности, рассматривается как процесс, состоящий из совокупности видов образовательной деятельности, как процесс перехода из исходного (постановки задачи) состояния в конечное, выраженное как правило в конечном продукте.

Таким образом, перед студентом ставится задача с определенными исходными данными, определяющими способ ее решения, средства для ее реализации и требованиями к конечному продукту, который студент (группа студентов) реализует в лабораторных условиях кафедры и предприятия заинтересованного во внедрении продукта.

Проектная деятельность студентов осуществляется в процессе подготовки дипломных работ по договору с ООО Вагонпутьмаш в рамках стратегии развития кафедры РУТ по подготовке инженерных кадров на основе научного сотрудничества с производством и доведения результатов квалификационных работ студентов до конечного продукта, обеспечивающее технологическое лидерство.

Проекты могут быть разнообразными и многоплановыми, но должны обладать общими характеристиками, а именно: уникальность и инновационным по созданию нового продукта или небольшого изменения в известном продукте.

На сегодняшний день работы ведутся по двум направлениям:

1. Управление путевыми машинами при производстве путевых работ дистанционно и реализуется на примере создания информационно- измерительной

управляющей системы распределения балласта по заданным критериям на основе совершенствования конструкции хоппер-дозаторов с прерывистой выгрузкой моделей ВПМ 770 и 196940 принятых в серийное производство по документации ООО Вагонпутьмаш.

2. Создание многофункционального подрельсового основания для временной укладки на неподготовленную поверхность.

Научные разработки защищены группой патентов на изобретения и по реализации отдельные элементы доводятся до макетных образцов силами студентов в рамках их научной деятельности и дипломного проектирования.

По первому направлению выделены следующие задачи, решаемые студентами, магистрами и аспирантами.

1.1 Разработать устройство, обеспечивающее определение объема (веса) порции балласта выгружаемого из хоппер-дозатора ВПМ 770 или 19-6940 по запатентованному способу оценки веса на основе определения высоты подрессоренного элемента хоппера (преимущественно рамы) по отношению к неподдресоренной (преимущественно рельса) как произведение изменения расстояния на коэффициент рессорного подвешивания.

1.2. Расширение возможности использования устройства 1.1 для контроля за высотой дозатора относительно уровня высоты головки рельса (УВГР). Отметка на шкале дозирования должна соответствовать параметрам, установленным технологическими процессами путевых работ и корректироваться в процессе выгрузки и распределения балласта.

1.3. Устройство (альтернатива задачи 1.1) по новому запатентованному способу.

1.4 Дистанционное управление крышками разгрузки хоппер-дозатора.

Привод перемещения крышки люка хоппер-дозатора содержит кинематически связанный с крышкой пневмоцилиндр, полости которого сообщены с пневмомагистралью трубопроводами, в которых предлагается установить дистанционно управляемое клапанное распределительное устройство. Клапанное распределительное устройство включает установленный на каждом трубопроводе дистанционно управляемый клапан с возможностью независимого сообщения полостей пневмоцилиндра с пневмомагистралью или с атмосферой. Клапан содержит корпус, в котором установлен с возможностью взаимодействия с электрической катушкой подпружиненный золотник. Корпус клапана установлен на крышке пневмоцилиндра. Клапанное распределительное устройство соединено с блоком управления. Достижимый эффект - снижение травматизма из отсутствия рабочих возле хопра и возможность создания АСУ Технологическим Процессом ремонта.

1.5 (Перспектива) Полностью перестроить привод управления выгрузкой балласта за счет применения пневмогидропреобразователя. Эффект - убираем огромные пневмоцилиндры не позволяющие эффективно автоматизировать техпроцесс, заменяя на малые гидроцилиндры, снижая массу тары и полностью автоматизируя процесс выгрузки. Это решение распространяется практически на всю путевую технику и предполагает большую перспективу.

Таким образом:

Цель разработки - экономия балластных материалов при строительстве, ремонтах и текущем содержании железнодорожного пути на основе создания хоппер-дозатора с порционным взвешиванием выгружаемого балласта.

Назначение: определение веса порции выгружаемого балласта на основе реализации способа его определения по изменению расстояния подрессоренных масс хоппер-дозатора при укладке балласта в путь; контроль высоты дозатора хоппер-дозатора в процессе его работы.

Область применения Хоппер-дозаторы моделей ВПМ 770 и 19-6940 с прерывистой выгрузкой.

Второе направление «Создание многофункционального подрельсового основания для временной укладки на неподготовленную поверхность» разделено аналогично направлению 1

на задачи, основанные на применение элементов с жидкостью Ньютона. Суть предложения заключается в том, что традиционная модель железнодорожного пути как взаимосвязанная система из упругих элементов (рисунок 1а) заменяется на модель вязкоупругую (рисунки 1б и 1в).

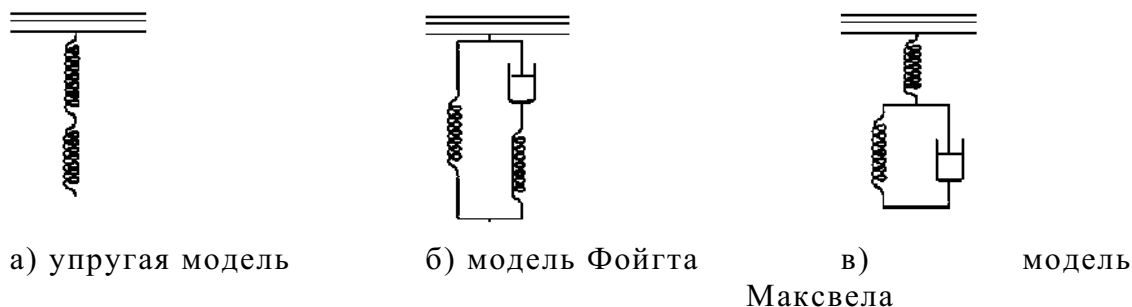


Рисунок 1 Схемы моделей железнодорожного пути

Прорабатываются конструкции подрельсового основания с применением оболочек из износостойкого материала, наполняемые воздухом или сыпучим материалом, как например, показано на рисунке 2.

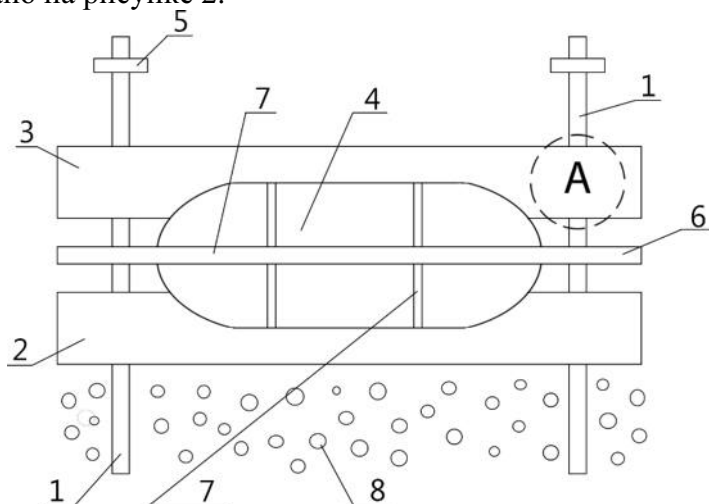


Рисунок 2 Упрощенная схема подрельсового основания из вязкого элемента.

Студентам и аспирантам в рамках проектной деятельности предлагается разработать:

2.1 Конструкцию временного железнодорожного пути для оперативного развертывания в особых условиях на основе модульного принципа формирования пути из подрельсовых устройств с вязким элементом.

2.2 Конструкцию подрельсового основания и технологию укладки перед искусственными сооружениями (переходные участки).

2.3 Конструкцию для временного выравнивания рельсовой нити при выявлении сверхнормативных просадок

2.4 Изготовить и испытать макетные образцы подрельсовых оснований

2.5 Проанализировать особенности и обосновать возможность применения конструкции в сложных климатических условиях крайнего севера.

2.6 Обосновать возможность замены подбалластных матов при использовании подрельсовых устройств с сыпучим материалом.

Достижимый результат при реализации продукции:

В особых условиях специальных операций

- для доставки эшелона от разрушенного моста к ближайшей понтонной переправе без перегруза груза в течение не более 0,5-1 суток на расстоянии 400-1000 метров;

- скрытой доставки ракетных комплексов от магистральной железной дороги в труднодоступные места;

Гражданского назначения:

- на путях промышленных предприятий для временного подъездного пути к складским или перегрузочным комплексам, расположенным на небольшом расстоянии от уложенного рельсового пути (от 25 до 100 метров);
- в условиях крайнего севера для временной доставки груза вглубь территории со сложным рельефом на «вечной» мерзлоте;
- в качестве временного (инвентарного) пути для перемещения путевых машин на рельсовом ходу к месту укладки основного пути при строительстве и реконструкции.

В единичных экземплярах:

- для временного восстановления движения при обнаружении сверхнормативной просадки рельсовой нити, вызывающей остановку движения и требующей плановых работ по устранению причины просадки;

регулирование жесткости пути на участках перед искусственными сооружениями без капитальных затрат с целью избежать ударов колеса об рельс при въезде на мост.

Преимущества:

- сохранение природной среды после оперативного демонтажа конструкции;
- модульность сборки конструкции и возможность повторного использования комплекта
- ручная укладка без привлечения машин тяжелого типа;
- укладка на неподготовленную поверхность.

Таким образом, совмещение проектного и исследовательского методов является средством формирования коммуникативной компетенции студентов и аспирантов.

В обучении востребованы методы, которые не просто формируют умения, а умения, сопряженные с практической деятельностью, то есть компетенции. Ведущее место среди таких методов принадлежит методу проектов для решения конкретных проблем. «Я знаю, для чего мне надо все, что я познаю. Я знаю, где и как я могу это применить» – вот основной тезис метода проектов.

В основу метода проектов положена идея о направленности учебно-познавательной, социальной деятельности школьников на результат, который получается при решении той или иной практически или теоретически значимой проблемы.

Список литературы

1. Сычев П.В. Хоппер-дозатор нового поколения как цифровой модуль//Путь и путевое хозяйство. 2023. № 1. С.25-27
2. Сычев П.В. Информационно-управляющая система распределения балласта в системе технического обслуживания железнодорожного пути// В сборнике: Системы управления, сложные системы: моделирование, устойчивость, стабилизация, интеллектуальные технологии. материалы VI Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения профессора А. А. Шестакова. Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина. Елец, 2020. С. 493-497.
3. Сычев П.В. Автоматизация дозированной выгрузки щебня// П.В. Сычев, А.Н. Юдин // Путь и путевое хозяйство. 2020. № 3. С. 23-25.
4. Сычев П.В. Управление технологическим процессом выгрузки и укладки балласта в путь в АСУ ТП технического обслуживания пути// Путь и путевое хозяйство. 2019. № 2. С. 7-10.
5. Локтев А.А. Временный железнодорожный путь оперативного развертывания на неподготовленном основании// А.А. Локтев, А.В. Сычева; В.П. Сычев// Транспорт Российской Федерации. 2023. № 5-6 (108-109). С. 32-34.
6. Сычёва А.В., Формирование участка пути регулируемой жесткости//А.В. Сычева, А.А. Локтев, В.П. Сычев// Путь и путевое хозяйство. 2023. № 10. С. 11-13.

7. Сычев В.П. Новая технология равномерного распределения и уплотнения балласта под шпалой//Путь и путевое хозяйство. 2024. №3. С.20-21

РЕФОРМИРОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ РЕСУРСОВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ДИРЕКЦИИ ИНФРАСТРУКТУРЫ – ЗАЛОГ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРЕВОЗОК

Неумоин Владимир Александрович,

*Нижегородский институт путей сообщений – филиал ФГБОУ ВО «Приволжский
государственный университет путей сообщения»,
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

Аннотация: в статье предложен вариант реформирования цифровых ресурсов Дирекции инфраструктуры с целью повышения безопасности движения поездов и сокращения финансовых расходов. Приведены описание планово-предупредительной системы ремонта, структуры оперативных хозяйств Центральной дирекции инфраструктуры, основных информационных систем. Проанализирована технологическая цепочка проведения технического обслуживания и ремонта объектов инфраструктуры. Выявлены дублирующие операции. Определено отсутствие цифровизации технологических процессов технического обслуживания и ремонта в существующих автоматизированных системах. Предложена обобщенная схема технического обслуживания и ремонта объектов инфраструктуры без деления на хозяйства. Описана структура инновационного цифрового ресурса автоматизации процесса технического обслуживания и ремонта объектов инфраструктуры. Определен термин «комплексная неисправность». Разобран пример возникновения комплексной неисправности в зоне контакта колеса-рельс. Сформированы эффекты от реализации предложенного варианта реформирования цифровых ресурсов Дирекции инфраструктуры.

Ключевые слова: центральная дирекция инфраструктуры, техническое обслуживание, ремонт, цифровой ресурс, АСУ Ш 2, АСУ П, ЕК АСУ В, комплексная неисправность.

Введение

Обеспечение безопасности перевозок является одной из главных задач железнодорожного транспорта. Выполнение этой задачи напрямую зависит от технического состояния объектов инфраструктуры – железнодорожные пути, стрелочные переводы, светофоры, вагоны.

Содержание объектов инфраструктуры в технически исправном состоянии достигается выполнением планово-предупредительной системы ремонта, которая заключается:

- в выполнении ремонта через определенные сроки эксплуатации или через определенное количество пройденных километров;
- в регулярной проверке технического состояния объектов инфраструктуры с целью выявления неисправностей на ранних стадиях развития;
- применением различных диагностических средств для определения возможных неисправностей объектов инфраструктуры во время их эксплуатации.

Причем в структуре Центральной дирекции инфраструктуры техническое состояние различных объектов инфраструктуры контролируют различные хозяйства:

- Управление пути и сооружение контролирует техническое состояние железнодорожных путей;
- Управление автоматики и телемеханики контролирует техническое состояние стрелочных переводов и светофоров;
- Управление вагонного хозяйства контролирует техническое состояние грузовых и пассажирских вагонов.

В каждом из перечисленных хозяйств используются информационные ресурсы, обеспечивающие прозрачность управления, строгий контроль выполнения технологических процессов и формирование различные статистические и аналитические отчетные формы. Основными производственными системами хозяйств являются:

- АСУ Ш2 – Комплексная автоматизированная система управления хозяйством автоматики и телемеханики второго поколения;
- АСУ П – Автоматизированная система управления путевым хозяйством;
- ЕК АСУ В – Единая корпоративная автоматизированная система управления вагонным хозяйством.

Упрощенная структурная схема технического обслуживания и ремонта объектов инфраструктуры представлена на рис.1.

ЦП - Управление пути и сооружение	ЦШ - Управление автоматики и телемеханики	ЦВ - Управление вагонного хозяйства
Железнодорожные пути	Стрелочные переводы, светофоры	Грузовые и пассажирские вагоны
Техническое обслуживание объектов инфраструктуры		
Ремонт объектов инфраструктуры		
АСУ П – Автоматизированная система управления путевым хозяйством	АСУ Ш2 – Комплексная автоматизированная система управления хозяйством автоматики и телемеханики второго поколения	ЕК АСУ В – Единая корпоративная автоматизированная система управления вагонным хозяйством

Рисунок 1 - Упрощенная структурная схема технического обслуживания и ремонта объектов инфраструктуры

Приведенная схема и сказанное выше указывает на схожесть технологических процессов по техническому обслуживанию и ремонту объектов инфраструктуры различных хозяйств при всем разнообразии самих объектов и нормативных документов, определяющих порядок выполнения технологических процессов.

Цель исследования

В существующих информационных ресурсах Центральной дирекции инфраструктуры – филиала ОАР «РЖД» при всем многообразии функциональных возможностей не проведена цифровизация технологических процессов, предназначенных для технического обслуживания и ремонта объектов инфраструктуры.

В данной статье проанализирован вопрос возможности и целесообразности реализации указанной цифровизации. Причем, учитывая необходимость проведения цифровизации по всем хозяйствам Центральной дирекции инфраструктуры (пути и сооружений, автоматики и телемеханики, вагонное), отдельно будет рассмотрен вопрос выбора информационного ресурса, в котором предполагается реализация указанной функциональной возможности.

Формулировка задачи

Планово-предупредительная система независимо от вида и типа объекта инфраструктуры предусматривает:

- выполнение регулярных осмотров объектов инфраструктуры с целью выявления технически неисправных объектов и устранение найденных неисправностей;
- проведение плановых ремонтных работ по срокам или другим заранее определенным параметрам (чистого времени эксплуатации, пробега и пр.).

С целью обеспечения бесперебойной работы планово-предупредительной системы необходимо проведение подготовительных работ и детального анализа результатов, к числу которых относится (рис.2):

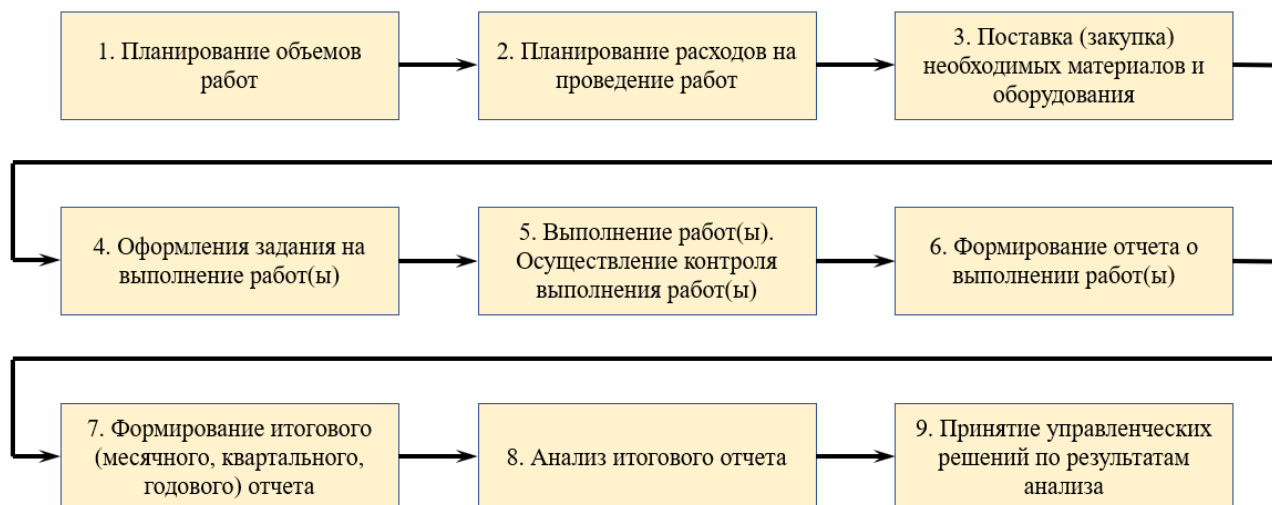


Рисунок 2 – Схема технологической цепочки по обслуживанию и ремонту объектов инфраструктуры

1. Планирование объемов работ. При выполнении данного этапа учитываются мощности ремонтных предприятий, работа предприятий за прошлые отчетные периоды и интенсивность грузоперевозок.

2. Планирование расходов на проведение работ. Выполнение запланированных объемов работ невозможно без обеспечения предприятий необходимым количеством материальных ресурсов. На данном этапе производится планирование расходов на закупку необходимых ресурсов.

Этапы планирования объемов и расходов проводятся отдельно по каждому из оперативных хозяйств Центральной дирекции инфраструктуры.

3. Поставка (закупка) необходимых материалов и оборудования. По ранее запланированным объемам производится снабжение предприятий обслуживания и ремонта необходимыми номенклатурой и количеством материально-технических ресурсов.

4. Оформление задания на выполнение работ(ы). Необходимость выполнения той или иной работы по обслуживанию или ремонту подтверждается соответствующими документами установленных образцов.

5. Выполнение работ(ы). Осуществление контроля выполнения работ(ы). Утвержденные порядок и регламент выполнения назначенных работ различны для каждого хозяйства.

6. Формирование отчета о выполнении работ(ы). После выполнения всех необходимых процедур по обслуживанию и ремонту формируется отчет в полуавтоматическом режиме в среде соответствующей информационной системы (АСУ Ш2, АСУ П, ЕК АСУ В).

7. Формирование итогового (месячного, квартального, годового) отчета. Итоговые отчеты формируются на основе разовых отчетных документов.

8. Анализ итогового отчета. Руководящие работники и специалисты дорожного и центрального уровней детально изучают и анализируют полученные отчеты.

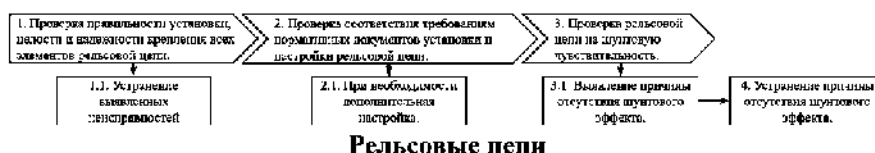
9. Принятие управленческих решений по результатам анализа. На основе проведенного анализа принимаются управленческие решения.

Этапы формирования и анализа отчетов, принятия управленческих решений проводятся отдельно по каждому из оперативных хозяйств Центральной дирекции инфраструктуры.

The diagram illustrates the stages of railway development in Russia, organized into four rows of chevron-shaped boxes. Each box contains a number, a year, and a description of a key event or milestone.

- Row 1:**
 - 1. Проложен первый путь - 1825г. (The first line is laid - 1825).
 - 2. Построен первый железнодорожный мост (The first railway bridge is built).
 - 3. Построены первые железнодорожные работы, работа железных дорог, развитие железных дорог, развитие железных дорог, развитие железных дорог (The first railway works, the work of the railways, the development of the railways, the development of the railways, the development of the railways).
 - 4. Построена первая железная дорога в России (The first railway is built in Russia).
- Row 2:**
 - 5. Развитие железной дороги (Development of the railway).
 - 6. Строительство железной дороги (Construction of the railway).
 - 7. Развитие железной дороги (Development of the railway).
 - 8. Развитие железной дороги (Development of the railway).
 - 9. Развитие железной дороги (Development of the railway).
- Row 3:**
 - 10. Развитие железной дороги (Development of the railway).
 - 11. Развитие железной дороги (Development of the railway).
 - 12. Развитие железной дороги (Development of the railway).
 - 13. Развитие железной дороги (Development of the railway).
 - 14. Развитие железной дороги (Development of the railway).
- Row 4:**
 - 15. Развитие железной дороги (Development of the railway).
 - 16. Развитие железной дороги (Development of the railway).
 - 17. Развитие железной дороги (Development of the railway).
 - 18. Развитие железной дороги (Development of the railway).

Below the diagram, the text "Железнодорожные пути" (Railway lines) is written in a stylized font.



Модернизация информационных ресурсов Центральной дирекции инфраструктуры целесообразна только в части планирования работ и расходов, формирования итоговых отчетов и их анализа. Если предположить, что в ЦДИ отсутствует дробление на хозяйства (вагонное, пути и сооружений, автоматики и телемеханики), то структурную схему технологического процесса технического обслуживания и ремонта объектов инфраструктуры можно представить в виде, изображенном на рис.4.



Анализируя приведенную схему с учетом того, что исходные данные практически не зависят от принадлежности объекта инфраструктуры к конкретному хозяйству, можно сделать вывод, что этапы 1-4 рациональнее делать изначально по всему хозяйству инфраструктуры с внутренним разбиением на хозяйства, чем проводить процесс планирования отдельно по каждому хозяйству, а затем формировать общий план работ и расходов.

54

режиме. На этапе опытной и подконтрольной эксплуатации предлагаемой цифровой системы должна быть разрешена ручная корректировка сформированных планов.

Информационный ресурс, в среде которого предлагается реализовать функционал цифровизации технического обслуживания и ремонта, должен распространяться на все хозяйства Центральной дирекции инфраструктуры и, одновременно с этим, должен иметь возможность получения данных из существующих систем и, в первую очередь, из информационных ресурсов, применяемых в инфраструктурном комплексе.

Автоматизированные системы АСУ Ш2, АСУ П, ЕК АСУ В не отвечают указанным требованиям, в связи с чем в целях реализации предложенной цифровизации целесообразно организовать разработку независимой информационной системы, которая будет представлять из себя расширенный вариант цифровой трансформации. Один из возможных вариантов цифрового ресурса по контролю технического состояния представлен на рис.5.



Рисунок 5 - Цифровизация технологического процесса технического обслуживания и ремонта объектов инфраструктуры

Система состоит из 10 модулей:

- 1-4 модули – формирование и корректировка плана работ;
- 5 модуль – формирование плана поставок материально-технических ресурсов;
- 6-7 модули – определение объекта для обслуживания или ремонта и направление задания на выполнение работ;
- 8-9 модули – формирование отчетных позиций;
- 10 модуль – формирование проектов управляющих решений (с применением системы искусственного интеллекта).

Важной составляющей технического обслуживания объектов инфраструктуры является своевременное выявление неисправностей на ранней стадии их зарождения для предотвращения возможных отказов технических средств или случаев нарушения безопасности движения поездов.

В целях решения этой задачи разработано, внедрено в эксплуатацию значительное количество различных диагностических средств, подавляющее большинство из которых передает информацию в информационные системы ОАО «РЖД». Диагностические выявляют возможные неисправности в объектах инфраструктуры на ранних стадиях развития.

Однако ни в нормативных документах, ни в диагностических системах не учитывается возможность комплексной неисправности, при которой каждый элемент, согласно нормативным документам, отвечает необходимым требованиям, а в совокупности приводят к нежелательным результатам. Как пример отвечают требованию нормативов:

- ширина колеи (от 1516 до 1528 мм);
- расстояние между колесами вагона (от 1437 до 1443 мм);
- толщина гребня (от 24 до 33 мм).

Однако в комплексе, находясь на нижней границе допустимых размеров, может возникнуть случай отказа технических средств. Поясним. Ширина колеи равна 1528 мм – в нормативе. Расстояние между колесами равно 1437 мм – в нормативе. Толщина гребня равна 24 мм – в нормативе. Обратим внимание на профиль колеса (рис. 6).

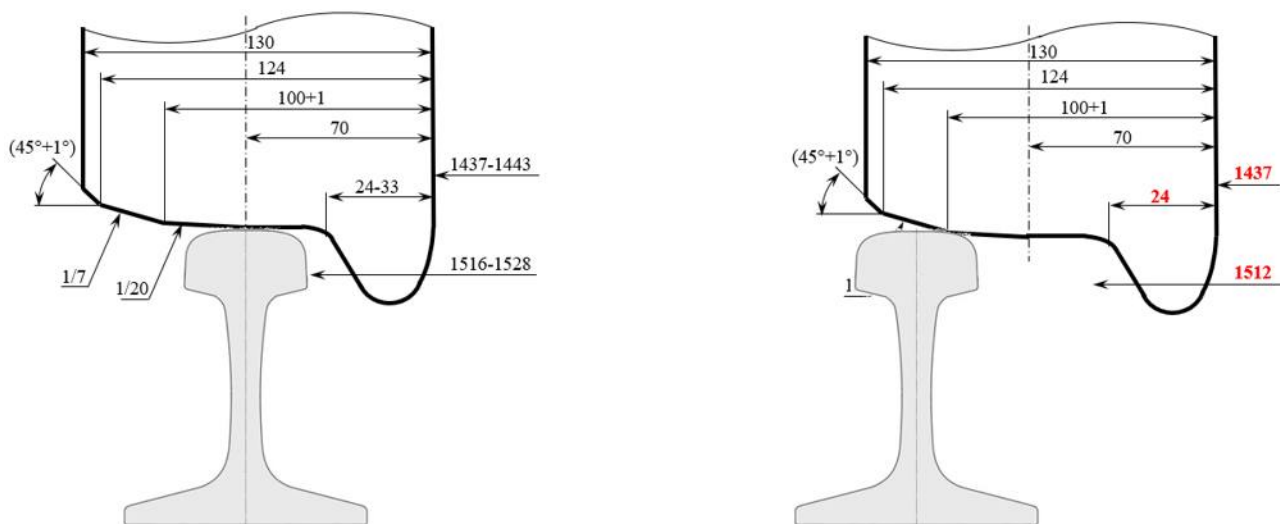


Рисунок 6 - Пример комплексной неисправности.

С учетом толщины гребня расстояние между поверхностями катания составит $1437 + (24 \cdot 2) = 1485$ мм. Разница между этим расстоянием и шириной колеи (1528) составит 43 мм. Расстояние от гребня до фаски 45° равна $124 - 40 = 84$ мм, а до уклона $1/7$ профиля катания $100 - 24 = 76$ мм. То есть при прохождении поворота (радиуса) колесо будет опираться всего на 33 мм, а если принять во внимание требование Правил технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации «Движение закрывается на участках железнодорожного пути с шириной колеи менее 1512 мм и более 1548 мм.» (Раздел V. Сооружения и устройства путевого хозяйства), то всего на 13 мм поверхности катания с одной стороны, что при учете значительных нагрузок может вызвать сход вагона одной колесной парой.

Результаты исследования и их обсуждение

В информационных ресурсах Центральной дирекции инфраструктуры – филиала ОАО «РЖД» - отсутствует функционал цифровизации технологических процессов технического обслуживания и ремонта объектов инфраструктуры, в котором выявлены технологические цепочки, дублирующие друг друга.

Исключение дублирующих операций и объединение их в единую цепочку в рамках инфраструктурного комплекса предлагается выполнить в инновационной цифровой системой, с обеспечением информационного взаимодействия с существующими автоматизированными системами.

Также предлагается рассмотреть вопрос возникновения комплексной неисправности, т.е. сочетания размеров и допусков деталей вагона и железнодорожных путей с целью выявления потенциально опасных элементов, теоретически способных привести к возникновению отказа технических средств или неисправностей.

Выводы

Разработка, внедрение и развитие цифрового ресурса автоматизации технологического процесса приведет к следующим преимуществам и эффектам:

- сокращение времени на планирование работ и поставок материально технических ресурсов;

- повышение точности создания плановых показателей;
- снижение финансовых затрат за счет сокращения времени на выполнение плановых показателей;
- повышение качества выполнения работ за счет реализации оперативного контроля за их выполнением;
- повышение эффективности работы инфраструктурного комплекса;
- повышение безопасности движения поездов.

Список литературы

1. Неумоин В.А. Единая корпоративная автоматизированная система управления вагонного хозяйства // Вагоны и вагонное хозяйство. 2017 № 4. С.2-4.
2. Москвичев О.В. Информационные технологии и информационно-управляющие системы на магистральном транспорте. Самара: СамГУПС, 2015. 287 с.
3. Неумоин В.А., Катаева Л.Ю., Неумоина Е.Г. Оптимизация управления технологическими процессами инфраструктурного комплекса российских железных дорог // Современные наукоемкие технологии. 2024. № 3. С. 69-75.
4. Положение об организации комплексного обслуживания объектов инфраструктуры хозяйства пути и сооружений, утверждено распоряжением ОАО «РЖД» от 29 ноября 2019 г. № 2675/. 2019. 171 с.
5. Неумоин В.А., Катаева Л.Ю. Автоматизация планирования на железнодорожном транспорте как важная составляющая его цифровизации // Развитие и безопасность. 2024. № 3. С. 51-62.
6. Инструкция по техническому обслуживанию вагонов в эксплуатации (инструкция осмотрищику вагонов) № 808-2017 ПКБ ЦВ, утверждена Советом по железнодорожному транспорту Государств-участников Содружества протокол 21-22 мая 2009 г. № 50. 2017. 165 с.
7. Руководство по текущему от цепочному ремонту грузовых вагонов № 717-ЦВ-2009, утверждено распоряжением ОАО «РЖД» от 26 ноября 2010 г. № 2425р. 2010. 49 с.
8. Железнодорожная автоматика и телемеханика. Правила строительства и монтажа Свод правил, утверждены приказом Министерства транспорта РФ от 06 июля 2015 г. № 204. 2015. 162 с.
9. Руководство по деповскому ремонту грузовых вагонов № РД 32 ЦВ 169-2017, утверждено Советом по железнодорожному транспорту Государств-участников Содружества протокол 18-19 мая 2011 г. № 54. 2011. 156 с.
10. Руководство по капитальному ремонту грузовых вагонов № РД 32 ЦВ 168-2017, утверждено Советом по железнодорожному транспорту Государств-участников Содружества протокол 18-19 мая 2011 г. № 54. 2011. 115 с.

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ОБСЛУЖИВАНИЯ ПАССАЖИРОВ САМАРСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА ПОСРЕДСТВОМ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Орехов Сергей Михайлович,
зам. директора по безопасности МП г.о. Самара
«Самарский метрополитен имени А. А. Росовского»,
г. Самара, Российская Федерация

Филатова Татьяна Александровна,
доцент, к.т.н.,
г. Самара, Российская Федерация

Сафронов Сергей Анатольевич,
ООО «УК РМ Рейл»,
доцент, к.э.н.,
г. Самара, Российская Федерация

Писарев Константин Викторович,
старший преподаватель факультета «Управление перевозками и логистика»
Петербургского государственного университета путей
сообщения императора Александра I (ПГУПС),
Российская Федерация

Аннотация: в статье проанализирована инфраструктура станций Самарского метрополитена с точки зрения доступности для маломобильных групп населения (МГН), выбраны средства повышения доступности метрополитена. Определена приоритетность модернизации станций. Определены суммарные затраты по каждому остановочному пункту и участку в целом.

Ключевые слова: доступность инфраструктуры; мобильность пассажиров; пассажиропоток; маломобильные группы населения (МГН); пассажирские обустройства; станции.

В зону ответственности муниципального предприятия г.о. Самара «Самарский метрополитен» входит содержание станций и всей инфраструктуры в надлежащем состоянии. Это подразделение создаёт прямую связь между транспортом и пассажиром, обеспечивает безопасность посадки-высадки, а также обеспечивает соблюдение условий по безопасному движению электропоездов.

Главным социальным приоритетом инвестиционного развития транспортного комплекса, как это определено в Транспортной стратегии Российской Федерации, является: мобильность населения и доступность транспортных услуг; снижение уровней аварийности, рисков и угроз безопасности по видам транспорта; снижение доли транспорта в загрязнении окружающей среды [1, С. 3].

Доступность и качество транспортных услуг в соответствии с социальными стандартами повышает мобильность, качество и уровень жизни населения России. Достижение данной цели означает удовлетворение в полном объеме растущих потребностей населения в перевозках, а также специальных требований, в частности создание доступной транспортной среды для граждан с ограниченными возможностями, обеспечение устойчивой связи населенных пунктов с магистральной сетью транспортных коммуникаций, а также обеспечение ценовой доступности услуг транспорта, имеющих социальную значимость [2, С. 5]. Вышесказанное определяет актуальность темы данной работы. Целью данного

исследования является повышение качества обслуживания пассажиров Самарского метрополитена посредством совершенствования инфраструктуры.

Основой для создания такой специальной инфраструктуры служит Государственная программа Российской Федерации «Доступная среда», которая регламентирует строительные нормы, правила для создания удобной среды и культуру обслуживания маломобильных пассажиров.

Государственная программа ставит перед собой следующие задачи:

- увеличение доли доступных для инвалидов и других маломобильных групп населения приоритетных объектов социальной, транспортной, инженерной инфраструктуры в общем количестве приоритетных объектов;

- увеличение доли инвалидов, положительно оценивающих отношение населения к проблемам инвалидов, в общей численности опрошенных инвалидов;

- увеличение доли занятых инвалидов трудоспособного возраста в общей численности инвалидов трудоспособного возраста в Российской Федерации [3, С. 3].

Построение новых объектов, обеспечивающие беспрепятственный доступ к транспортной инфраструктуре, а также реконструкция старых, поможет в достижении вышеуказанных целей.

Самарский метрополитен - система городского внеуличного рельсового общественного транспорта. Занимает пятое место по срокам ввода в эксплуатацию в РСФСР. Полное название - муниципальное предприятие городского округа Самара «Самарский метрополитен имени А. А. Росовского». Это название метрополитен носит с октября 2013 года, а до 1992 года назывался Куйбышевский метрополитен.

Насчитывает 10 станций, из них 9 - подземных и одна - наземная. На 2024 год метрополитен состоит из одной линии, эксплуатационная длина которой в двухпутном исчислении составляет 11,6 км. По длине эксплуатируемых линий занимает 168-е место в мире, 13-е - среди метрополитенов бывшего СССР. По числу станций Самарский метрополитен занимает 6-е место в России и седьмое по длине сети, являясь таким образом самым коротким. По своему пассажиропотоку также является наименее загруженным метрополитеном в России [4].

Ширина колеи составляет 1524 мм, средняя скорость - 52,3 км/ч, максимальная скорость - 80 км/ч.

Для обеспечения предприятия электрической энергией по всей линии метрополитена рассредоточены 12 подстанций различного назначения, общая протяженность кабельных сетей составляет 900 километров. Четыре из десяти станций - «Кировская», «Гагаринская», «Московская» и «Алабинская», оборудованы эскалаторами. Схема «Самарского метрополитена имени А. А. Росовского» представлена на рисунке 1.

В качестве основного средства сигнализации используется система АЛС-АРС с нормально погашенными светофорами автоматического действия. Напольное оборудование - АРС-Днепр 2/6. Поездное оборудование - АРС-МП. Резервное средство сигнализации - трёхзначная поперегонная автоматическая блокировка [4].

Ежесуточная перевозка в среднем составляет более 30 тыс. человек. Годовой пассажиропоток за 2023 год составил 12,232 миллиона человек, за 2024 год – 12,581 миллиона человек. Показатель выполнения графика движения поездов на протяжении всего срока эксплуатации не опускался ниже 99,9% [4].



Рисунок 1 - Схема «Самарского метрополитена имени А. А. Росовского»

На рисунке 2 представлены объемы перевозок пассажиров Самарского метрополитена за период с 2020 по 2024 г.г., где прослеживается увеличение пассажиропотока.



Рисунок 2 - Объемы перевозок пассажиров Самарского метрополитена 2020-2024 гг.

На рисунке 3 приведена сравнительная диаграмма среднесуточного пассажиропотока по станциям Самарского метрополитена в августе 2022 – 2024 г.г.

Согласно отчетных данных МП г.о. Самара «Самарский метрополитен» наибольшие объемы перевозок пассажиров наблюдаются в 2022 – 2024 г.г. на станциях «Безымянка», «Алабинская».

В метрополитенах России объекты пассажирской инфраструктуры должны быть оснащены так, чтобы ими могли пользоваться люди с ограниченными возможностями здоровья. Это – требования государственной программы «Доступная среда».

По данным Фонда пенсионного и социального страхования Российской Федерации на основе федеральной государственной информационной системы «Федеральный реестр инвалидов», общая численность инвалидов в Самарской области по группам инвалидности составляет: всего в 2023 г. 205 735 чел.; всего без детей-инвалидов 193 061 чел.; 1-я группа 19 179 чел.; 2-я группа 93 343 чел.; 3-я группа 80 539 чел.; дети-инвалиды 12 674 чел.; всего в 2022 г. 211 739 чел.; всего без детей-инвалидов 199 281 чел.; 1-я группа 18 921 чел.; 2-я группа 97 795 чел.; 3-я группа 82 565 чел.; дети-инвалиды 12 458 чел. [5].

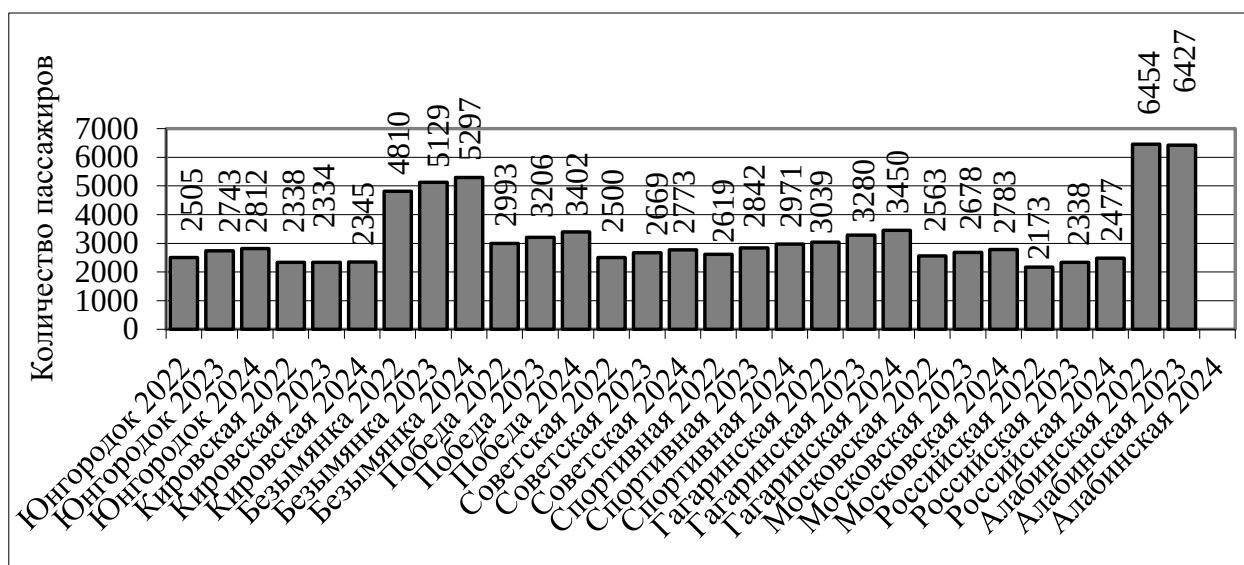


Рисунок 3 – Диаграмма среднесуточного пассажиропотока по станциям Самарского метрополитена в августе 2022 – 2024 г.г.

Доступность объектов пассажирской инфраструктуры метрополитенов для пассажиров из числа инвалидов должна обеспечиваться в Порядке установленном приказом Министерства транспорта РФ от 03.03.2020 №61 «Об утверждении Порядка обеспечения условий доступности для пассажиров из числа инвалидов объектов инфраструктуры внеуличного транспорта и предоставляемых услуг, а также оказания им при этом необходимой помощи» с учетом технических особенностей и при наличии технических возможностей вида внеуличного транспорта путём создания пассажирам из числа инвалидов следующих условий доступности (безопасности, информативности, комфортности) объектов и услуг в соответствии с требованиями, установленными положениями статей 15 и 17 Федерального закона от 29 декабря 2017 г. N 442-ФЗ "О внеуличном транспорте и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" (далее - Федеральный закон N 442-ФЗ).

В случаях, если существующие объекты метрополитена невозможно полностью приспособить с учетом ограничений жизнедеятельности инвалидов (с нарушениями опорно-двигательного аппарата, слуха, зрения, а также передвигающихся на кресле-коляске), владельцы таких объектов до их реконструкции или капитального ремонта должны с учетом положений настоящего Порядка принимать согласованные с одним из общественных объединений инвалидов, осуществляющих свою деятельность на территориях поселения, муниципального района, городского округа и представляющих интересы с данными ограничениями жизнедеятельности (нарушения опорно-двигательного аппарата, слуха, зрения, а также передвигающихся на кресле-коляске), меры для обеспечения доступа пассажиров из числа инвалидов к месту предоставления на таком объекте услуг либо, когда это возможно, обеспечить предоставление необходимых услуг, в том числе продажу, возврат проездных документов, по месту жительства инвалида или в дистанционном режиме. Указанные меры согласованы Самарской областной организацией «Общероссийской общественной организации инвалидов «Всероссийская ордена Трудового Красного Знамени общества слепых».

Пассажиры из числа инвалидов, которым необходимы сопровождение и оказание помощи при перемещении по станции внеуличного транспорта или межстанционному переходу для пассажиров, в том числе к месту посадки в подвижной состав внеуличного транспорта, при входе в подвижной состав внеуличного транспорта и выходе из него, должны

предварительно уведомить перевозчика о предстоящей поездке в порядке, установленном правилами пользования для конкретного вида внеуличного транспорта, утвержденными высшими исполнительными органами государственной власти субъектов Российской Федерации.

Информация о доступности метрополитена на территории Самарской области и предоставляемых услугах для пассажиров из числа инвалидов размещена на официальном сайте перевозчика в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" по ссылке: https://metrosamara.ru/passengers/help_people/.

На предприятии определен перечень должностных лиц, связанных с обслуживанием пассажиров из числа инвалидов, с которыми проводится ежегодная подготовка по вопросам обеспечения доступности для них объектов и услуг. Организовано сопровождение пассажиров из числа инвалидов и оказание им необходимой помощи в преодолении барьеров, мешающих получению ими услуг наравне с другими лицами.

Самарский метрополитен включает 10 станций: «Юнгородок», «Кировская»; «Безымянка»; «Победа»; «Советская»; «Спортивная»; «Гагаринская»; «Московская»; «Российская»; «Алабинская». Все они являются частично доступными для инвалидов, ввиду сроков давности проектирования и строительства.

На каждой станции имеется инфраструктура для обеспечения доступа к транспорту как всего населения, так и группам населения, которых относят к маломобильным.

Все станции метрополитена в кассе и кабине контролёра оборудованы информационной индукционной системой «Исток». Она предназначена для передачи звуковой информации инвалиду по слуху. Выполнена в виде панели для монтажа на стену или потолок. Система передает чистый звук, без постороннего шума и помех на слуховой аппарат инвалида [5].

Таблички со шрифтом Брайля. Шрифт Брайля - шрифт, предназначенный для людей с ограниченными возможностями. Он представляет из себя рельефно-точечную структуру с тактильными функциями [5]. Тактильные таблички предназначены для ориентации незрячих людей внутри помещения.

Таблички установлены на сходах всех станций «Знак Г-1»: Знак обозначения кнопки вызова персонала для оказания ситуационной помощи (тактильно-визуальный знак) со шрифтом Брайля, ГОСТ Р 52131-2019. Согласно рекомендациям программы «Доступная среда», этого пока недостаточно.

Для адаптации помещений по программе «Доступная среда» важным решением является установка тактильных указателей. Это оборудование позволяет инвалидам по зрению чувствовать себя уверенно в незнакомой обстановке и легко получать всю необходимую информацию. Тактильная плитка - это указатель, который может являться как индикационным, так и направляющим средством для ориентирования в пространстве. Это оптимальное техническое решение для безопасного передвижения людей с инвалидностью по зрению. Особенно важное значение тактильная плитка имеет как предупреждающий ориентир: она обеспечивает безопасность передвижения инвалидов по маршруту, предупреждает в местах разветвления, а также в ключевых местах для принятия решения. Установка такой плитки является главным условием для уверенного ориентирования инвалида по зрению в помещении [5].

В МП г.о. Самара «Самарский метрополитен» предупреждающие тактильные указатели есть на всех станциях: на входах с улицы, на платформах, около сходов в переход. Последнее - кроме станции «Юнгородок», конструктивно их не имеющей.

Металлические ограждения стоят так, чтобы пассажиры интуитивно ориентировались по направлениям движения.

Стационарными наклонными электроподъемниками и подъемной платформой для инвалидов оснащена только одна станция «Алабинская». Для остальных станций имеется два самоходных лестничных подъемника и устройство для перемещения инвалидов-колясочников

на эскалаторах. Данные устройства подготавливаются для оказания помощи в перемещении инвалидов-колясочников по предварительной заявке по телефону, размещенному на официальном сайте и на информационных наклейках на сходах станций.

В приобретенном новом четырехвагонном составе подмосковного завода-изготовителя «Метровагонмаш», который внешне не очень отличается от эксплуатирующихся поездов, но по оснащенности и уровню обеспечения безопасности движения кардинально иной. Для перевозки инвалидов-колясочников предусмотрены выделенные места в головных вагонах. (Крепления обязательны для новых вагонов изготавливаемых после 1 марта 2021 года или прошедших модификацию), таких вагонов в Самарском метрополитене не имеется.

Существует методика оценки доступности, благодаря которой можно классифицировать станции на участке по степени доступности и по категориям маломобильных групп населения (МГН) [6].

Основной задачей методики является создание алгоритма и процедуры обследования для определения уровня доступности указанных объектов и предоставляемых на них услуг для пассажиров из числа инвалидов. Разработка и заполнение форм паспортов объектов пассажирской инфраструктуры, вагонов для перевозки инвалидов, пассажирских поездов и предоставляемых услуг с целью определения их доступности для пассажиров из числа инвалидов.

Развитие транспортной инфраструктуры, включая удобные транспортно-пересадочные узлы, дающие пассажирам возможность сделать комфортную пересадку с одного вида транспорта на другой, позволит уменьшить количество поездок на личном автомобиле в городе.

На современном этапе количество автомобилей в городах имеет тенденцию роста. Рассматриваемый областной центр - Самара - находится на первом месте среди городов Российской Федерации по числу автомобилей на душу населения [5]. У каждого третьего самарчанина есть автомобиль, что негативно отражается на экологии города.

По данным Росстата очевидно, как автомобильный транспорт в соотношении со всеми видами пассажирского транспорта растет, а также забирает самый большой объем всех пассажирских перевозок: с 51,3 % - в 2000 г. до 60,6% - в 2022 г.; в то время как доля городского электротранспорта снижается с 45,4% - в 2000 г. до 32,7% - в 2022 г. [5].

Для определения доступности объектов пассажирской инфраструктуры, вагонов для перевозки инвалидов, пассажирских поездов для пассажиров из числа инвалидов сформирован перечень взаимосвязанных критериев и параметров [6].

В рамках исследования была выполнена оценка характеристик станций для каждой категории маломобильных групп населения, где инвалиды с нарушением слуха – С, инвалиды с нарушением зрения – Г, инвалиды, использующие для передвижения кресло-коляску – К, инвалиды с нарушением опорно-двигательного аппарата – О, и в отдельную группу вынесены остальные маломобильные пассажиры, которые не имеют нарушений здоровья, но имеют трудности с использованием транспортной инфраструктурой, куда входят маленькие дети, старики, беременные, люди с временным нарушением здоровья, с малогабаритными и крупногабаритными колясками, тележками и багажом.

В таблице 1 приведены коэффициенты доступности для каждого остановочного пункта.

Оценка основных функциональных зон стационарных объектов может производиться по наименьшему значению показателя доступности каждого элемента подмножества (1):

$$K_d = \min K_{дофз}, \quad (1)$$

Используя групповую среднюю, можно получить коэффициент доступности всего участка. Работая над устранением препятствий, можно проследить изменение коэффициента во времени. При этом $K_d \rightarrow \lim$

Таблица 1 – Показатели коэффициентов доступности по станциям

Остановочный пункт	Функциональные зоны					Коэф. доступности по станции
	к подходы станции	на вход платформу	платформа	пути движения по станции	система информации на всех зонах станции	
1	2	3	4	5	6	7
«Юнгородок»	2,04	1,76	2,08	1,84	2,84	2,11
«Кировская»	1,92	1,76	1,92	1,84	2,16	1,92
«Безымянка»	2,08	1,72	2	1,8	2,2	1,96
«Победа»	2,08	1,84	2,04	1,8	2,08	1,97
«Советская»	2,08	1,84	2,04	1,8	2,08	1,97
«Спортивная»	2,04	1,76	2,08	1,84	2,28	2
«Гагаринская»	2,04	1,76	2	1,92	2,28	2
«Московская»	2	1,72	2	1,88	2,16	1,95
«Российская»	2	1,76	2,04	1,8	2,2	1,96
«Алабинская»	2,08	1,84	2,08	1,92	2,28	2,04
Среднее	2,04	1,78	2,03	1,84	2,26	1,99

Средний коэффициент доступности в Самарском метрополитене будет считаться по формуле (2):

$$K_d = (n_1 K_{d_1} + n_2 K_{d_2} + n_3 K_{d_3} + \dots + n_k K_{d_n}) / n \quad (2)$$

или по формуле (3):

$$K_d = \sum_{i=1}^k \frac{n_i x_i}{n}, \quad (3)$$

где $n_1 + n_2 + \dots + n_k = n$

$K_{d_1}, K_{d_2}, K_{d_3}, K_{d_n}$ - коэффициенты доступности каждого остановочного пункта,

n – количество оцениваемых остановочных пунктов.

Для повышения среднего коэффициента доступности в МП г.о. Самара «Самарский метрополитен» необходимо провести модернизацию инфраструктуры на остановочных пунктах. Порядок проведения мероприятий будет основан на величине пассажиропотока каждого остановочного пункта, представленного на рисунке 3. Приоритетность имеют станции, которые расположены в промышленной и исторической части города Самара, так как после проделанных улучшений имеют большую вероятность на рост количества отправленных и прибывших пассажиров из-за близости транспортной инфраструктуры к плотно заселённым городским районам.

Приоритет оснащения остановочных пунктов, подлежащих модернизации с учетом объема перевозки и коэффициента доступности по станции представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Приоритет оснащения станций, подлежащих модернизации

Порядковый номер	Станция	Пассажиропоток, чел.	Средства модернизации
1	2	3	4
1	«Безымянка»	5129	Тактильная плитка. Таблицы Брайля
2	«Алабинская»	6427	Тактильная плитка (частично). Таблицы Брайля
3	«Кировская»	2334	Тактильная плитка. Таблицы Брайля
4	«Московская»	2678	Тактильная плитка. Таблицы Брайля
5	«Российская»	2338	Тактильная плитка. Таблицы Брайля
6	«Победа»	3206	Тактильная плитка. Таблицы Брайля
7	«Советская»	2669	Тактильная плитка. Таблицы Брайля
8	«Спортивная»	2842	Тактильная плитка. Таблицы Брайля
9	«Гагаринская»	3280	Тактильная плитка. Таблицы Брайля
10	«Юнгородок»	2743	Тактильная плитка. Таблицы Брайля

Затраты на модернизацию станций Самарского метрополитена составят 2 603 300 рублей, что является небольшой суммой реконструкции пассажирских обустройств в масштабах Российской Федерации. Стоит отметить, что модернизация инфраструктуры также сделает транспортный комплекс Самарского метрополитена более комфортным для пассажиров, что привлечет новых пользователей. Предложенные мероприятия позволят приблизить комфорт поездки в электропоездах метро к мировым стандартам.

Суммарные затраты по каждой станции представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Суммарные затраты по каждой станции

Порядковый номер	Станция	Стоимость модернизации, тыс. руб.
1	«Безымянка»	315,5
2	«Алабинская»	68
3	«Кировская»	134
4	«Московская»	366,2
5	«Российская»	283,6
6	«Победа»	315,5
7	«Советская»	283,6
8	«Спортивная»	316,4
9	«Гагаринская»	370
10	«Юнгородок»	150,5
Итого, тыс. руб.		2 603,3

Улучшение транспортной инфраструктуры, ее комфортности и доступности для всех групп населения позволяет привлечь дополнительных пассажиров. Привлекательность городского транспорта заключается в соблюдающемся расписании, маршрутной сети, отсутствии пробок, грамотно выстроенных транспортно-пересадочных узлов, а также в, непосредственно, комфортной инфраструктуре [7, С.44]. Улучшение одного из этих факторов влечет за собой повышение спроса на перевозки, следовательно увеличение доходов метрополитена.

Список литературы

1. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года. - [электронный ресурс] // Официальный сайт Министерства транспорта Российской Федерации. - Режим доступа: <https://mintrans.gov.ru/documents/3/1009> (дата обращения: 04.11.2024).
2. Сибирко, И. В. Мобильность населения как социальный приоритет государственной транспортной политики и фактор повышения качества жизни населения России / И. В. Сибирко, Е. А. Степушина. - [Текст]: непосредственный // Проблемы и перспективы экономики и управления : материалы VII Междунар. науч. конф. (г. Санкт-Петербург, июль 2018 г.). - Санкт-Петербург: Свое издательство, 2018. - [электронный ресурс]: Режим доступа: <https://moluch.ru/conf/econ/archive/296/14378/> (дата обращения: 10.11.2024).
3. Государственная программа Российской Федерации «Доступная среда». - [электронный ресурс] // Официальный сайт Министерство труда и социальной защиты Российской Федерации. - Режим доступа: <https://mintrud.gov.ru/ministry/programms/3/0/> (дата обращения: 12.11.2024).
4. Подробная информация о Самарском метрополитене. - [электронный ресурс] // Официальный сайт Международная Ассоциация МЕТРО. - Режим доступа: http://www.asmetro.ru/metro/metro/samara/samara_full/ (дата обращения: 10.12.2024).
5. Транспортная доступность для инвалидов. - [электронный ресурс] // Официальный сайт Федеральная служба государственной статистики. - Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/folder/13964> (дата обращения: 08.12.2024).
6. Сафронов, К. Э. Методология организации перевозок маломобильных групп населения городским пассажирским транспортом: дис. ...докт. тех. наук: 05.22.10 / Сафронов Кирилл Эдуардович. - СибАДИ., 2017.
7. Покацкая, Е.В., Филатова, Т.А. Некоторые аспекты клиентоориентированности в организации пассажирских перевозок // Вестник транспорта Поволжья. – 2018. - №1 (67), С. 44-48.

РАЗВИТИЕ ИНФРАСТРУКТУРЫ В СЕЛЬСКОЙ МЕСТНОСТИ И МЕЖДУГОРОДНЫХ ДОРОГ (НА ПРИМЕРЕ ДЖИЗАКСКОЙ ОБЛАСТИ)

Раджабов Орифжон Хонимкулович,
доцент кафедры «Общие технические науки»
Джизакского политехнического института

Гаппаров Бехзод Нематиллаевич,
старший преподаватель кафедры
«Инженерная и компьютерная графика»
Джизакского политехнического института

Аннотация: развитие инфраструктуры в сельской местности и на междугородних дорогах играет важную роль в повышении эффективности транспортных систем и укреплении связей между регионами. Такое развитие событий не только повысит скорость и безопасность пассажирских и грузовых перевозок, но и будет способствовать экономическому росту и региональной интеграции. Модернизация дорог в сельской местности также служит обеспечению экологической безопасности и улучшению региональных транспортных сетей. Развитие междугородних дорог приведет к укреплению сети основных транспортных путей.

Ключевые слова: инфраструктура, сельские дороги, межмуниципальные дороги, развитие транспорта, экономический рост, экология, интеграция, модернизация, улучшение транспортных условий, региональные связи.

Abstract: the development of infrastructure in rural areas and intercity roads plays a significant role in improving the efficiency of transportation systems and strengthening connections between regions. This development not only enhances the speed and safety of passenger and cargo transport but also supports economic growth and regional integration. Modernizing rural roads contributes to ecological safety and improving regional transport networks, while the development of intercity roads strengthens the overall transport route system.

Keywords: infrastructure, rural roads, intercity roads, transport development, economic growth, ecology, integration, modernization, improving transport conditions, regional connections.

В нашей стране в настоящее время большое значение для обеспечения эффективности и устойчивости транспортной системы имеет развитие инфраструктуры в сельской местности и на междугородних дорогах. Развитая дорожная инфраструктура не только повышает скорость и безопасность транспортных средств, но и обеспечивает экономический рост, укрепляет региональные и международные связи. К сожалению, состояние дорожной инфраструктуры в различных регионах Узбекистана, особенно в сельской местности, все еще может вызывать проблемы. В частности, этот вопрос актуален и в Джизакской области, где недостаточная развитость транспортных сетей, плохое состояние дорог в некоторых районах, временные перебои создают проблемы.

Итак, если рассматривать текущие проблемы Джизакской области в этом плане, то они следующие:

В Джизакской области большинство дорог в сельской местности находятся в неудовлетворительном состоянии, что не только создает неудобства для пассажиров, но и создает дополнительные проблемы для грузоперевозок. Основные проблемы можно разделить на следующие:

1. Плохое состояние дорог приводит к тому, что большинство дорог в сельской местности не имеют асфальтового или бетонного покрытия, что замедляет движение и порой приводит к ухудшению технического состояния транспортных средств.

2. Что касается перебоев в работе междугородних дорог, то это означает, что в Джизакской области существуют проблемы с недостаточным развитием связей между междугородними дорогами и невозможностью доехать до некоторых сел.

3. Влияние на экологическую безопасность заключается в том, что плохое состояние существующей дорожной инфраструктуры приводит к увеличению выбросов транспортных средств, что подрывает экологическую безопасность.

Возникает закономерный вопрос: как решить эти проблемы? Здесь мы рассмотрим следующие методы, а именно:

1. Путем модернизации дорог необходимо обновить сельские дороги и междугородние трассы Джизакской области, обеспечить их асфальтобетонным или бетонным покрытием, привести дорожную инфраструктуру в соответствие с современными стандартами.

2. Необходимо внедрение мультимодальных транспортных систем для интеграции транспортных сетей в регионе и создания быстрых и эффективных связей между городскими и сельскими районами за счет внедрения мультимодальных транспортных систем.

3. Обеспечение экологической безопасности при строительстве и модернизации новых дорог за счет применения экологических технологий, замены транспортных средств на экологически чистые технологии.

Поэтому, принимая это во внимание, мы сможем заметить, что если будут внесены целевые предложения в этом направлении, то будет еще лучше. Например:

1. Предложение по комплексному развитию дорожной инфраструктуры включает комплексную модернизацию всех сельских и междугородних дорог Джизакской области, строительство новых дорог и ремонт старых.

2. Создать новые автобусные и транспортные системы с предложением организовать скоростные грузовые и пассажирские перевозки, а также обеспечить эффективную эксплуатацию автомобилей и транспортных средств, предназначенных для грузовых перевозок.

3. Предложение по безопасности дорожного движения: внедрение современных технологий, модернизация дорожных знаков и использование систем управления дорожным движением для обеспечения безопасности на существующей дорожной инфраструктуре.

4. Предложение по развитию международного сотрудничества: повышение транспортного потенциала региона путем интеграции Джизакской области в международную транспортную сеть.

Развитие дорожной инфраструктуры в Джизакской области улучшит не только внутрирегиональные, но и международные сообщения. В то же время я считаю, что это будет способствовать развитию экономики, обеспечению экологической безопасности и повышению качества жизни населения.

В этой связи можно привести ряд примеров правительственных решений и распоряжений по развитию инфраструктуры в сельской местности и на междугородних дорогах. Решения и инициативы Правительства Республики Узбекистан в сфере транспорта и инфраструктуры направлены на повышение эффективности транспортной системы и обеспечение регионального развития.

1. «Комплексная программа развития транспортной инфраструктуры Республики Узбекистан на 2021–2025 годы».

Данная программа предусматривает комплексное планирование развития транспортной инфраструктуры. Согласно программе:

- Обновление и ремонт дорог: особое внимание уделяется обновлению, асфальтированию и модернизации сельских и междугородних дорог.

- Интеграция транспортных сетей: планируется внедрить мультимодальные транспортные системы с целью оптимизации дорожной инфраструктуры и укрепления сельских и междугородних связей.

2. Постановление Правительства «Об утверждении Плана мероприятий по обеспечению безопасности дорожного движения» (2020).

Это решение играет важную роль в обеспечении безопасности дорожного движения. В нем излагаются следующие вопросы:

- Модернизация дорожной инфраструктуры: модернизируйте старые и опасные дороги, стройте новые дороги и обеспечивайте безопасность на существующих дорогах.
- Модернизация дорожных знаков и систем безопасности: модернизируйте дорожные знаки и используйте передовые технологии для повышения безопасности на междугородних дорогах и в сельской местности.

3. «Государственная программа по реализации комплексных подходов к развитию транспортной инфраструктуры Республики Узбекистан» (2021–2025 годы).

Целью данной государственной программы является модернизация и развитие транспортных систем, а также укрепление внутренних и международных транспортных путей. В программе:

- Улучшение сельских и междугородних транспортных связей: в таких регионах, как Джизакская область, планируется модернизировать инфраструктурные системы и повысить эффективность перевозок на сельских и междугородних дорогах.
- Внедрение новых технологий: Оптимизация транспортных процессов с использованием электро- и экологически чистых транспортных средств, автоматизированных и цифровых систем.

4. «Государственная программа развития транспортной инфраструктуры» (2019)

В данной программе поставлены следующие задачи по развитию транспортной инфраструктуры:

- Строительство и ремонт дорог в сельской местности: Специальные меры, направленные на развитие дорожной инфраструктуры в сельской местности Узбекистана, асфальтирование и создание крупной дорожной сети.
- Модернизация транспортной системы: внедрение новых транспортных систем для быстрой и безопасной доставки товаров из сельской местности в города.

5. «Государственная стратегия развития международных транспортных сетей». Данная стратегия предусматривает усиление интеграции Узбекистана в международные транспортные сети. В нем подчеркивается необходимость укрепления взаимосвязи сельских и междугородних транспортных сетей, улучшения инфраструктуры для быстрой и безопасной доставки транзитных грузов, а также развития международных торговых отношений.

6. «Транспортно-инфраструктурный подход к обеспечению экологической безопасности». Решения Узбекистана по обеспечению экологической безопасности направлены на защиту окружающей среды при строительстве и модернизации новых дорог. Существуют рекомендации по уделению особого внимания использованию экологически чистых технологий, сокращению выбросов и созданию зеленых дорожных сетей при развитии дорожной инфраструктуры.

Эти правительственные решения и поручения также важны для Джизакской области в плане развития дорожной инфраструктуры в сельской местности, улучшения междугородних связей, решения проблем в транспортной сфере.

Итак, если сделать общий вывод по данному вопросу, то развитие инфраструктуры в сельской местности и на междугородних дорогах важно не только для повышения эффективности транспортной системы, но и для усиления региональной интеграции и обеспечения экономического роста. Развитие дорожной инфраструктуры в различных регионах Узбекистана, в том числе в Джизакской области, позволит сделать транспортные процессы более удобными для населения, обеспечить экологическую безопасность, укрепить региональные связи. Модернизация междугородних и сельских дорог, а также внедрение мультимодальных транспортных систем помогут сделать перевозки более эффективными и безопасными.

В ходе изучения существующих проблем в Джизакской области было выявлено, что проблемы плохого состояния дорог, плохой междугородней связи, экологической безопасности, безусловно, могут быть решены посредством инфраструктурных реформ, реализуемых государством. Сюда входят такие меры, как строительство дорог, модернизация, внедрение новых технологий и уделение особого внимания экологической безопасности. В то же время государственные решения и распоряжения, в том числе программы развития транспортной инфраструктуры, способствуют развитию дорожной сети в сельской местности и обеспечивают интеграцию в международные транспортные пути.

В перспективе развитие инфраструктуры в сельской местности и на междугородних дорогах сделает перевозки более удобными, безопасными и экологичными, будет способствовать развитию экономики, а также повышению качества жизни населения.

В настоящее время в Джизакской области реализуется ряд важных мер по развитию инфраструктуры в сельской местности и на междугородних дорогах. В проводимую в этом направлении работу можно включить следующие основные аспекты:

1. В сфере строительства и ремонта дорог в Джизакской области проводятся масштабные работы по улучшению состояния сельских и междугородних дорог. Это включает в себя асфальтирование дороги и ее ремонт с применением современных технологий. Региональными компетентными организациями:

- В области ремонта непригодных для использования дорог в сельской местности ведутся масштабные работы по улучшению старых и непригодных для использования дорог в сельской местности и обновлению их с асфальтовым или бетонным покрытием.

- В направлении развития междугородних дорог укрепляются междугородние связи, выходящие за пределы Джизакской области, создаются эффективные связи между транспортными сетями.

2. В направлении модернизации транспортных сетей руководители регионов ведут работу по модернизации междугородней транспортной системы и созданию крупных логистических центров. В то же время существуют проекты, направленные на разработку и внедрение мультимодальных транспортных систем, обеспечивающих быстрые сообщения из сельской местности с городскими центрами и другими регионами. Это:

- В результате модернизации систем автобусных и пассажирских перевозок вводятся новые автобусы и транспортные средства, а также создаются новые сетевые системы для повышения эффективности перевозок.

3. В направлении обеспечения экологической безопасности руководство Джизакской области уделяет особое внимание обеспечению экологической безопасности. Внедряются современные системы, позволяющие использовать экологически чистые материалы и технологии в процессах строительства и ремонта дорог, сокращая при этом отходы и защищая окружающую среду.

В регионе:

- В результате применения экологических технологий в дорожном строительстве продолжается внедрение новых технологий, обеспечивающих экологическую безопасность при развитии транспортных сетей и работу с меньшим количеством вредных отходов.

4. В направлении международной и региональной интеграции руководители региона реализуют множество мер по усилению интеграции Джизака в международную транспортную сеть. Это не только повысит эффективность перевозок внутри региона, но и будет способствовать развитию экономических связей между регионами.

- В результате расширения транспортных связей реализуются проекты по интеграции Джизакской области в региональную и международную транспортную сеть, развитию новых логистических центров, совершенствованию международных торговых путей.

5. В целях повышения безопасности дорожного движения руководители регионов принимают меры по модернизации дорожной инфраструктуры и укреплению систем

безопасности. Ведутся работы по установке современных систем мониторинга, камер и датчиков на дорогах, обновлению дорожных знаков и систем обозначения.

6. В сфере государственно-частного сотрудничества руководители регионов работают над развитием сотрудничества между государственным и частным секторами, а также привлечением инвестиций. Целью является изыскание необходимых финансовых ресурсов для развития и модернизации транспортной инфраструктуры. Частный сектор инвестирует в строительство и ремонт дорог.

Учитывая вышеизложенное, можно сделать вывод, что проводимая в Джизакской области работа по развитию инфраструктуры в сельской местности и на междугородних дорогах направлена на модернизацию транспортной системы региона, развитие экономических связей, повышение качества жизни населения. В этих процессах особое значение имеет также обеспечение экологической безопасности и использование современных технологий. Деятельность руководства региона в этом направлении позволит в перспективе выйти Джизакской области на новый уровень в плане транспортной инфраструктуры.

Список литературы

1. А. Бектов «Междугородние и сельские дороги: стратегии развития». Издательство «Экономическое строительство». 2018. стр. 85-102.
2. М. Камилов, Д. Хошимов, «Транспорт и дорожная инфраструктура». Издательство «Техника». 2019. стр. 32-58.
3. Р. Абдуллаев, Х. Худойбергенов, «Подходы к развитию транспортной инфраструктуры в Узбекистане». Издательство Министерства транспорта Республики Узбекистан. 2020. стр. 121-140.
4. Ф. Эргашев, «Модернизация транспортных систем в сельской местности». Издательство Самаркандского университета. 2020. стр. 45-67.
5. Ш. Низамов, «Развитие сельской инфраструктуры: исследования и предложения». Издательство Ташкентского государственного экономического университета. 2021. стр. 100-120.
6. Т. Тошпулатов, А. Каримов, «Развитие транспортной инфраструктуры: организационно-экономические аспекты». Издательство «Национальная книга Узбекистана». 2022. стр.156-173.
7. Н. Ташкентов, «Инфраструктура и экономическое развитие: новые возможности». Издательство «Экономическое развитие». 2022. стр.215-230.

ВЛИЯНИЕ СЕРЫ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛИТЕЙНЫХ СТАЛЕЙ И СПОСОБЫ ЕЕ СНИЖЕНИЯ

*Сейдаметов Саидахмад Рахматуллаевич,
докторант кафедры «Материаловедения и машиностроения»
Ташкентский государственный транспортный университет,
г. Ташкент, Республика Узбекистан,*

*Турсунов Нодиржон Каюмжонович,
заведующий кафедрой «Материаловедения и машиностроения»
Ташкентский государственный транспортный университет, профессор, д.н.,
г. Ташкент, Республика Узбекистан*

Аннотация: исследовано влияние серы на механические свойства литейных сталей, используемых для изготовления особо-ответственных деталей железнодорожного транспорта. Показано, что содержание серы в сталях выше 0,025% приводит к резкому снижению их прочности, ударной вязкости, пластичности, что существенно уменьшает эксплуатационную стойкость отливок. Сделан вывод о необходимости внедрения новых технологий десульфурации сталей в литейном производстве в условиях ЛМЗ г. Ташкент, Узбекистан.

Ключевые слова: литейная сталь, ИТП, сера, неметаллические включения, механические свойства.

Введение

Литейное производство в Узбекистане играет ключевую роль в обеспечении машиностроительного комплекса заготовками, и его развитие напрямую зависит от темпов роста машиностроения в целом. В отличие от заготовок, полученных методом обработки металлов давлением (прокат, штамповка, поковки), отливки сохраняют все недостатки и особенности плавки и разлива, которые в дальнейшем влияют на свойства готовых литых изделий.

Одна из основных проблем в литейных цехах заключается в использовании устаревших нормативно-технических документов, в которых уровни содержания вредных примесей в сталях не соответствуют современным требованиям металлургии сталеного литья. В новых ГОСТах для крупной металлургии максимальное содержание вредных примесей в стали составляет тысячные доли процента. Однако основная трудность заключается в том, что в литейных цехах производят небольшие объемы сталей, и внедрение дорогостоящего оборудования, используемого в крупной металлургии (например, вакууматоры, агрегаты пещей-ковшей и т. п.), для повышения качества практически невозможно. Применение таких устройств значительно увеличивает стоимость отливок и приводит к длительным срокам окупаемости инвестиций.

Улучшение эксплуатационных и механических характеристик отливки возможно при условии эффективного удаления вредных примесей таких как сера, фосфора, газы, неметаллические включения и других из металла. Качество литья в значительной степени зависит от низкого содержания серы в конечном металле.

Сера – это неметаллический элемент, который:

Легко растворяется в жидком железе.

Практически не растворяется в твердом состоянии.

По данным исследований [1,2], сера имеет неограниченную растворимость в жидком железе и очень низкую растворимость в твердом. При температуре 1365°C предельная растворимость серы в γ -железе составляет от 0,04% до 0,05%, и с понижением температуры она уменьшается (в интервале температур от 1365°C до 915°C при переходе γ -железа в α -

железо). Переход в α -железо вызывает резкое образование сульфидов, снижение концентрации серы в железе до 0,01%, а при дальнейшем охлаждении её содержание продолжает уменьшаться. Избыточное содержание серы, превышающее предел растворимости, приводит к появлению явления, называемого красноломкостью (разрушение металла). Это особенно выражено в литом состоянии, где сульфидные включения осаждаются на границах первичных кристаллитов, что снижает прочность, пластичность и вязкость как самого металла, так и готовых изделий из него (отливок, слитков).

Материал и методика исследований

Исследования проводили на литейных сталях марки 20ГЛ выплавленных в литейном цехе АО «Литейно-механический завод», Ташкент, в индукционных тигельных печах ИТП-6 с основной футеровкой по действующей технологии.

Методы снижения содержания серы

1. Технологии десульфурации

Десульфурация – это процесс удаления серы из стали. Основные методы:

Использование раскислителей (например, кальций, магний).

Применение синтетических шлаков с высоким содержанием извести.

2. Обработка стали вне печи

Методы включают: Вакуумирование.

Обработку металла в агрегатах «печь-ковш».

Введение модификаторов в металл для связывания серы в устойчивые соединения.

3. Контроль сырья

Снижение содержания серы возможно на этапе подготовки сырья, включая использование высококачественных руд и углеродистых добавок.

4. Влияние температуры на десульфурацию

Снижение содержания серы в металле существенно зависит от температуры плавки. Чем выше температура, тем быстрее протекают процессы десульфурации, особенно при использовании активных шлаков и раскислителей.

Свойства определяли в термический обработанном состоянии, то есть после нормализации при (Н) (880-890) °С;

В программе Microsoft Excel был произведен статистический анализ плавок сталей на содержание серы в металле по ходу плавки и в изложнице, а также анализ влияния серы на механические свойства стали.

Результаты исследований и их обсуждение

При выплавке стали 20ГЛ в индукционной печи наибольшее количество плавок, более 60%, характеризуется концентрацией серы в расплаве от 0,021 до 0,030% по массе. Значения содержания серы в пределах (0,040 - 0,050) %, близкие к верхнему пределу ГОСТа, составляют около 6%, что в 10 раз меньше, чем для вышеупомянутых значений. Наибольшая доля плавок (более 73,0%) имеет содержание серы в готовом металле в интервале от 0,016 до 0,025% по массе.

Дополнительные исследования

Влияние неметаллических включений

Сульфиды, образующиеся при высоком содержании серы, формируют включения, которые: ухудшают пластичность стали, снижают коррозионную стойкость, усложняют обработку резанием.

Графическое представление результатов показывает линейную зависимость ухудшения свойств от уровня содержания серы.

В таблицах 1-3 представлены данные о механических свойствах указанных сталей при различном содержании серы.

Таблица 1 - Ударная вязкость стали 20ГЛ при различном содержании серы*

Марка стали	КСУ, МДж/м ² , при содержании серы, %			
	0,013	0,023	0,033	0,043
20ГЛ	<u>0,62</u>	<u>0,56</u>	<u>0,40</u>	<u>0,31</u>
	0,38	0,31	0,21	0,12

* Числитель - при температуре испытания +20⁰С, знаменатель - при -60⁰С.

Таблица 2 - Прочность стали при различном содержании серы

Марка стали	а _в , МПа, при содержании серы, %			
	0,013	0,023	0,033	0,043
20ГЛ	650	635	610	605

Таблица 3 - Относительное удлинение сталей при различном содержании серы

Марка стали	б, %, при содержании серы, %			
	0,013	0,023	0,03	0,043
20ГЛ	21	20	15	10

Было установлено, что резкое снижение всех свойств сталей, особенно вязкости и пластичности, наблюдается при содержании серы выше 0,023%. Например, для большинства сталей при увеличении содержания серы с 0,013% до 0,043% ударная вязкость при нормальной температуре испытаний уменьшается почти в два раза, а при температуре -60⁰С - более чем в три раза. На графиках ниже представлены зависимости механических свойств стали от содержания серы.

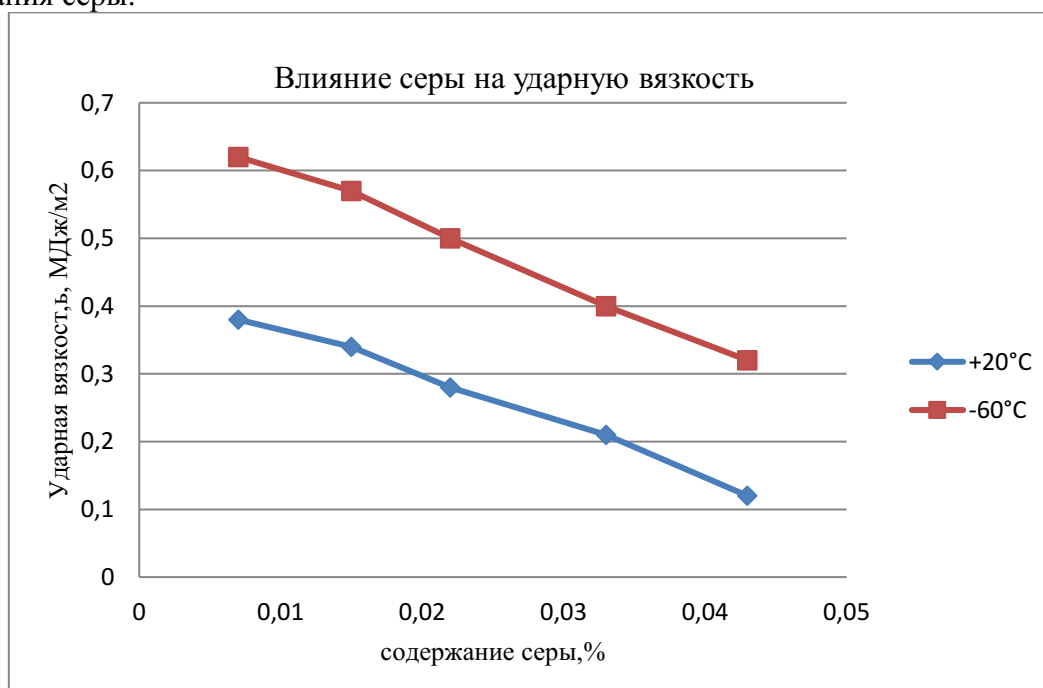


Рисунок 1 - Влияние содержания серы на ударную вязкость стали при различных температурах



Рисунок 2 - Зависимость прочности стали от содержания серы

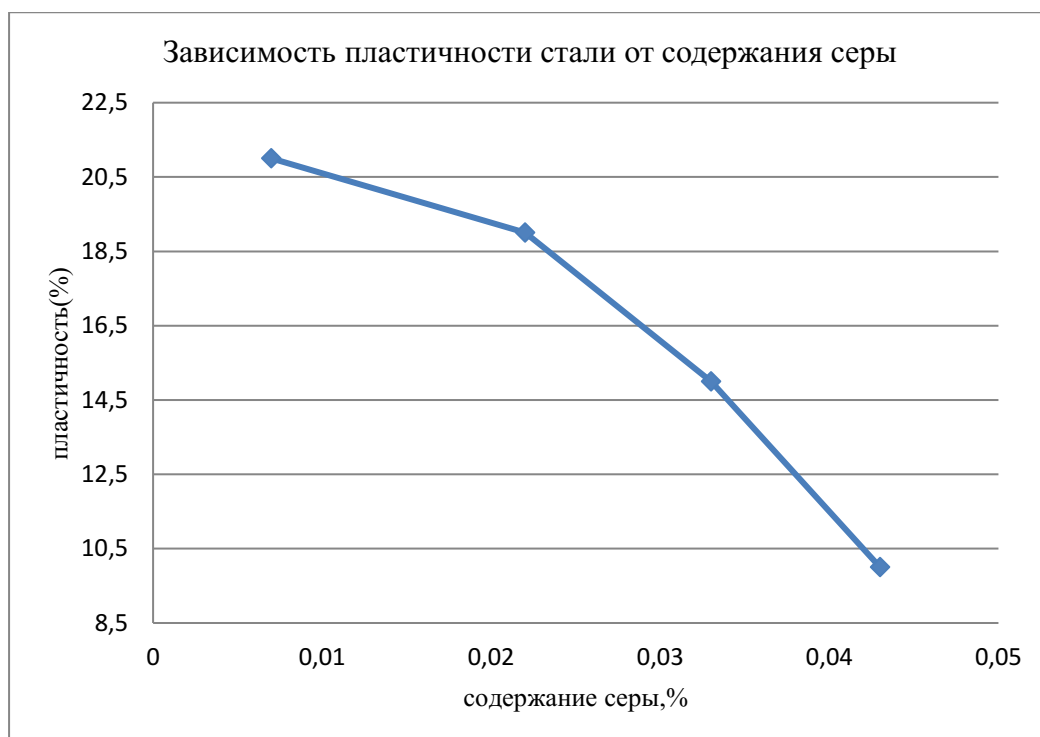


Рисунок 3 - Зависимость пластичности стали от содержания серы.

Это влияние объясняется тем, что в металле на границах зерен первичных кристаллов формируются сульфидные и оксисульфидные неметаллические включения, которые ослабляют их связь, что, в свою очередь, приводит к снижению пластичности и вязкости литого металла. Таким образом, чем выше концентрация серы в металле, тем больше в нем неметаллических включений, что приводит к снижению механических свойств таких как ударная вязкость, прочность и относительное удлинение.

Заключение

Анализ показал необходимость и целесообразность разработки технологий рафинирования расплавов стали в ИТП с целью достижения стабильного снижения концентрации серы для обеспечения высоких качественных характеристик отливок. Также требуется внести дополнительные изменения в технологии плавки стальных отливок относительно содержания серы в сталях.

Список литературы

1. Лунёв В.В., Аверин В.В. Сера и фосфор в стали. М.: Metallurgy, 1988. 256 с.
2. Шульте Ю.А. Электрометаллургия стального литья. М.: Metallurgy, 1970. 328 с.
3. ГОСТ 977-88. Отливки стальные. Общие технические условия. М.: Изд-во стандартов, 1989. 56 с.
4. Электрометаллургия стали и ферросплавов / Поволоцкий Д.Я., Рощин В.Е., Рысс М. А., Строганов А.И., Ярцев М.А. Учебник для вузов. Изд. 2-е, переработ. и доп. М.: Metallurgy. 1984. - 568 с.
5. Еднерал Ф.П. Электрометаллургия стали и ферросплавов. Изд. 4-е, переработ. и доп. М.: "Metallurgy", 1977. - 488 с.
6. Григорович К.В., Шибеева Т.В., Арсенкин А.М. Влияние технологии раскисления трубных сталей на состав и количество неметаллических включений. Металлы. 2011. № 5. С. 164–170.
7. Гольдштейн М.И. Специальные стали. – М.: Metallurgy, 1985.
8. Кудрин В.А. Теория и технология производства стали: Учебник для вузов. — М.: Мир, Издательство АСТ, 2003. - 528 с.
9. Тен Э.Б. Повышение качества отливок из чугуна, стали и никелевых сплавов внепечной обработкой расплавов: диссертация ... доктора технических наук: 05.16.04. - Москва, 1992. - 541 с.: ил. Литейное производство

РАЗВИТИЕ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Солдашенко Вадим Алексеевич,
студент 3 курса Саратовского филиала
ФГБОУ ВО «Приволжский государственный
университет путей сообщения»,
г. Саратов, Российская Федерация

Аннотация: в статье рассмотрена Транспортная стратегия развития Российской Федерации до 2030 года. Перечисляются технические, технологические и экономические показатели транспортно-экономического баланса транспортного комплекса, основные направления развития автоматизации и роботизации, внедрения алгоритмов машинного обучения, усиления прозрачности цепочек поставок, а также ориентацию на экологическую устойчивость и азиатские рынки.

Ключевые слова: транспортная стратегия, повышение качества жизни, основные направления и критерии развития грузовых и пассажирских перевозок.

Миссия государства в сфере обеспечения функционирования и развития транспортной системы заключается в создании условий для повышения качества жизни и здоровья граждан, экономического роста и повышения конкурентоспособности национальной экономики, укрепления безопасности и обороноспособности страны, реализации ее транспортного потенциала через опережающее развитие транспортной инфраструктуры и расширение доступа к безопасным и качественным транспортным услугам с минимальным воздействием на окружающую среду и климат, использование географических особенностей Российской Федерации в качестве ее конкурентного преимущества.

Важнейшим приоритетом при реализации Стратегии (рисунок 1) является обеспечение национальных интересов Российской Федерации в соответствии со Стратегией национальной безопасности Российской Федерации, утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 2 июля 2021 г. №400 «О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации» [1].



Рисунок 1 – Транспортная стратегия Российской Федерации до 2030 года

Стратегия предусматривает реализацию следующих долгосрочных целей развития транспортной системы до 2030 года и на прогнозный период до 2035 года:

- повышение пространственной связанности и транспортной доступности территорий;
- повышение мобильности населения и развитие внутреннего туризма;
- увеличение объема и скорости транзита грузов и развитие мультимодальных логистических технологий;
- цифровая и низкоуглеродная трансформация отрасли и ускоренное внедрение новых технологий [2].

Стратегия направлена на опережающее удовлетворение ожиданий основных пользователей и потребителей транспортного комплекса. Прямыми пользователями транспортных услуг в части пассажирских перевозок являются граждане Российской Федерации, проживающие в агломерациях и за их пределами, граждане, проживающие в удаленных, труднодоступных и геостратегических районах страны. Прямыми пользователями услуг грузового транспорта являются грузовладельцы – физические и юридические лица, осуществляющие разовые или регулярные отправки грузов по территории Российской Федерации. Транспортный комплекс также выполняет важные функции по достижению государственных целей в части обеспечения национальной безопасности, экономического роста (в том числе за счет развития смежных отраслей и косвенных эффектов от транспортного комплекса) и связанности территории страны.

Удовлетворение ожиданий основных пользователей достигается за счет формирования технически, технологически и экономически сбалансированной на основе транспортно-экономического баланса транспортной системы и повышения профессионализма сотрудников транспортных организаций.

Гражданам страны должно быть обеспечено повышение качества жизни в части, зависящей от транспортного комплекса, в том числе:

- повышение транспортной доступности для граждан социально-экономических, туристских и культурных центров;
- повышение доступности транспортных услуг для жителей удаленных, труднодоступных и геостратегических территорий;
- повышение качества транспортных услуг в части комфортности и безопасности перевозок с минимизацией негативного воздействия на окружающую среду при сохранении ценовой доступности перевозок;
- повышение качества транспортных услуг в части скорости обслуживания пассажиров и, как следствие, увеличение подвижности населения;
- создание транспортной инфраструктуры для развития внутреннего туризма.

Грузовладельцам должны быть обеспечены:

- повышение транспортной доступности территорий, производственных, коммерческих и деловых центров, существующих и перспективных минерально-сырьевых центров, а также рынков сбыта, в том числе экспортных;
- повышение доступа к полному объему транспортно-логистических услуг, позволяющих расширить экономические связи для реализации продукции на новых рынках сбыта;
- повышение качества и доступности транспортно-логистических услуг для потребителей за счет достижения рационального баланса между тарифами, объемом и качеством транспортных услуг;
- повышение финансовой доступности транспортно-логистических услуг через обеспечение сбалансированных тарифов, позволяющих достичь конкурентного уровня транспортных издержек в стоимости конечной продукции;

- повышение скорости движения грузов, предсказуемости сроков доставки, надежности транспортных связей, что обеспечит повышение конкурентоспособности российской продукции на внутреннем и внешнем рынках;
- безопасность перевозки и сохранность груза.

Предприятиям транспортной отрасли и их инвесторам должны быть созданы условия для:

- повышения производительности труда и снижения себестоимости транспортных услуг;
- повышения фондоотдачи инфраструктуры транспорта;
- снижения энерго- и углеродоемкости;
- повышения инвестиционной привлекательности транспортной отрасли;
- развития эффективных и предсказуемых механизмов регулирования, а также механизмов государственно-частного партнерства;
- повышения профессионализма сотрудников и их социальной защищенности;
- повышения доступности технологических, финансовых и трудовых ресурсов.

Государству должны быть обеспечены:

- реализация потенциала экономического роста и достижение запланированных темпов роста экономики, обеспеченной транспортным комплексом;
- повышение производительности труда по экономике в целом за счет повышения качества транспортных услуг;
- использование географических преимуществ и реализация транзитного потенциала страны через интеграцию в мировые транспортные цепочки, в том числе в рамках Евразийского экономического союза;
- повышение пространственной связанности и транспортной доступности территорий, включая геостратегические, удаленные и труднодоступные территории;
- обеспечение долгосрочного и устойчивого развития экономических и социальных связей;
- создание благоприятных условий для жизни будущих поколений, включая минимизацию негативного воздействия транспортного комплекса на окружающую среду;
- повышение социальной удовлетворенности населения во всех регионах страны за счет наличия доступных и качественных транспортных услуг;
- снижение транспортных издержек за счет сбалансированного опережающего развития эффективной транспортной системы;
- обеспечение мобилизационной готовности транспортного комплекса и выполнение им военно-транспортной обязанности;
- укрепление национальной безопасности, обороноспособности страны и ее территориального единства.

Стратегия является основой для формирования генеральной схемы развития Единой опорной транспортной сети Российской Федерации (далее – Единая опорная сеть), региональных стратегических планов развития транспортных систем, стратегий развития организаций, работающих в сфере транспорта.

Транспортный логистический рынок стремительно развивается, адаптируясь к новым вызовам и запросам клиентов. В 2025 году индустрия продолжит свою цифровую трансформацию, которая повлияет на все аспекты отрасли: от складских операций до грузоперевозок. Основные направления развития включают дальнейшую автоматизацию и роботизацию, внедрение алгоритмов машинного обучения, усиление прозрачности цепочек поставок, а также ориентацию на экологическую устойчивость и азиатские рынки.

По данным аналитиков из Mordor Intelligence, уже в 2030 году мировой рынок роботизации и автоматизации логистики превысит отметку \$120,6 млрд, прирастая ежегодно на 10%. На текущий момент показатель находится на уровне \$75,24 млрд. Как полагают эксперты, индустрия будет увеличиваться столь быстрыми темпами за счет роста

популярности напольных роботов среди участников логистического рынка. Основная причина – глобальное старение населения, на фоне которого отрасли не хватает квалифицированных кадров [4].

Если говорить о России, то к этому времени рынок цифровизации транспорта и логистики может вырасти в 7 раз и составить 626,6 млрд рублей. При этом уже в следующем году инвестиции бизнеса в автоматизацию только в сегменте складских процессов вырастут до 20 млрд рублей. Компании будут активно интегрировать автоматизированные системы управления складом (WMS) и робототехнику, стремясь оптимизировать расходы и повысить точность обработки заказов. В среднем использование роботизированных решений позволяет снизить трудозатраты до 30% и сократить ошибки при сборке заказов на 40%, свидетельствуют данные свежего отчета McKinsey.

«Внедрение цифровых решений и роботизации в транспортной и складской логистике станет одним из ключевых драйверов повышения эффективности и снижения издержек для бизнеса. Это позволит отчасти снизить дефицит рабочих и ослабить кадровый голод в индустрии», – рассказал Samrus аналитик «Цифра брокер» Кирилл Климентьев.

В 2025 году ожидается увеличение количества тестирований беспилотных грузовиков. Такие глобальные компании, как Waymo и TuSimple, уже внедряют автономные транспортные средства, способные перевозить грузы без участия водителя. Российские автопроизводители тоже не отстают: тесты полностью беспилотного крупнотоннажного транспорта (рисунок 2) прошли на трассе М-11 «Нева» осенью 2024 года. Подобные эксперименты планируется распространить и на трассы М-12 «Восток» и М-4 «Дон». По оценкам правительства, к 2030 году автономный транспорт будет курсировать на свыше чем 19 тысячах км российских дорог.



Рисунок 2 – Беспилотный грузовик EVO-1

«ГосЛог» – экспериментальная платформа, которая объединяет государственные заказы на перевозки в единую систему. Первые итоги показывают, что это решение упрощает логистику, делает процессы прозрачнее и повышает конкурентоспособность перевозчиков. Платформа помогает оптимизировать маршруты и снижать затраты, создавая новые возможности для рынка [5].

Машинное обучение (ML) позволяет анализировать большие объемы данных для оптимизации процессов и прогнозирования спроса. Алгоритмы ML обрабатывают информацию о продажах, сезонных тенденциях и внешних факторах, предсказывая будущие модели спроса и оптимизируя управление запасами.

ML помогает прогнозировать потребности клиентов, что позволяет эффективно управлять запасами и снижать издержки. Например, Amazon (рисунок 3) уже сегодня активно проводит автоматизацию складских операций с использованием технологий машинного обучения. Благодаря технологии они смогли сократить время обработки заказа с 60 до 15 минут и операционные расходы на 20%.



Рисунок 3 – Автоматизация складских операций

Кроме того, алгоритмы умеют проводить анализ данных о трафике и погодных условиях. Ориентируясь на эту информацию, транспортные компании могут выбирать наиболее быстрые и эффективные пути доставки. Это ярко доказывает пример DHL: оптимизация маршрутов доставки с помощью алгоритмов искусственного интеллекта помогла транспортной компании сократить время в пути на 15% и снизить эксплуатационные расходы на 10%.

Компании в мире всё активнее внедряют решения, исходя из зеленой повестки. По прогнозам Global Market Insights, рынок экологических технологий и устойчивого развития вырастет с \$14,3 млрд в 2022 году до \$83,0 млрд к 2032 году [4].

Среди наиболее заметных примеров экологических решений выделяются два основных подхода. Первый - развитие электротранспорта. Крупные международные компании DHL, Amazon и UPS активно расширяют свои парки электрических грузовиков. Например, Amazon планирует использовать более 100 тысяч электрических фургонов Rivian к 2030 году, полагая, что они в значительной мере сократят выбросы углекислого газа.

Зеленые склады у глобальных игроков в сфере логистики также набирают популярность. Ожидается, что в 2025 году каждый десятый склад в России станет зеленым, то есть на этих объектах будут применяться возобновляемые источники энергии и технологий энергосбережения, что должно снизить негативное воздействие на окружающую среду. Более того, компании будут всё активнее сокращать долю пластиковых материалов при упаковке товаров для транспортировки.

Придорожный сервис в России планируют упорядочить, создавая единые стандарты для зон отдыха, заправок и кафе вдоль дорог. Эта инициатива направлена на повышение комфорта для водителей и улучшение качества инфраструктуры. Новый подход поможет сделать поездки удобнее и безопаснее, а также привлечь инвестиции в развитие дорожного сервиса.

Критерии успешного подхода в развитии системы грузовых и пассажирских перевозок автомобильным транспортом.

Пассажирские перевозки:

- При формировании маршрутной сети за основной критерий принимать потребность пассажиров в качестве и объёме оказываемых автотранспортных услуг;
- Комплексный подход при принятии решений в организационных вопросах развития маршрутной сети;
- Регулярное взаимодействие между региональными и федеральными отраслевыми структурами;

Грузовые перевозки:

- С целью повышения безопасности грузоперевозок регулярное осуществление взаимодействия с профильными структурами стран-партнёров по вопросам организации грузоперевозок по транспортному коридору «Север-Юг», в том числе, по трассам, проходящим по территории Северо-Кавказского федерального округа;
- При организации процесса грузоперевозок отдавать приоритет цифровой трансформации транспортной отрасли, включая создание цифровой платформы транспортного комплекса Российской Федерации, организацию системы сквозного обмена электронными перевозочными документами [3].

Транспортная отрасль на рубеже 2030 года:

- Станет системообразующей отраслью, темпы развития которой будут опережать темпы роста национальной экономики;
- Отрасль выйдет на конкурентные позиции по уровню удельных транспортных издержек, безопасности, экологичности и качеству транспортных услуг;
- Будет достигнута уровня развитых стран по коммерческой скорости и своевременности доставки товаров, доступности транспортных услуг для населения.

Формирование единой транспортной системы России, ее интеграция в мировую транспортную систему обеспечат повышение эффективности транспортных услуг внутри страны, рост их экспорта, более полную реализацию транзитного потенциала, удовлетворение потребностей экономики и общества в качественных и конкурентоспособных транспортных услугах.

Список литературы

1. Указ Президента Российской Федерации от 02.07.2021 г. № 400 // О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации. – URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbbody=&firstDoc=1&lastDoc=1&nd=602263723>.
2. Транспортная стратегия РФ на период до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 27 ноября 2021 г. №3363-п. – URL: <https://rosavtodor.gov.ru/file/8157401>.
3. Карпов, С.В. «Перспективы развития пассажирских и грузовых перевозок автомобильным транспортом по пути международного транспортного коридора «Север-Юг». Критерии успешного подхода». – URL: https://rosavtotransport.ru/netcat_files/638/669/20240502_Perspektivy_razvitiya_Sever_Yug.pdf?ysclid=m6tluea7hv475854486.
4. Цифровая трансформация: ключевые тренды в транспортной логистике в 2025 году. - [Электронный ресурс] // URL: <https://campus.stt.ru/articles/klyuchevye-trendy-v-transportnoy-logistike-v-2025-godu?block=premium&position=3&region=Krasnodar&type=search&source=none&ysclid=m6tldsl5pv474833637>.
5. Андреев, А. Экосистема для беспилотного грузовика / [Электронный ресурс] // «Стимул» журнал об инновациях в России, 24.12.2020. – URL: <https://stimul.online/filter/?author=2372>.

ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕВОЗКИ ГРУЗОВ В СМЕШАННОМ СООБЩЕНИИ

Стрижевский Владислав Михайлович,

*магистрант кафедры «Техника и технологии автомобильного транспорта»
Тамбовского государственного технического университета,
г. Тамбов, Российская Федерация*

Гуськов Артём Анатольевич,

*доцент кафедры «Техника и технологии автомобильного транспорта»
Тамбовского государственного технического университета,
к.т.н., доцент*

Аннотация: статья посвящена проблемам и перспективам развития смешанных перевозок грузов в России. Рассматриваются ключевые аспекты организации мультимодальных перевозок, включая координацию различных видов транспорта, таможенные процедуры, риски повреждения и потери груза, а также вопросы стоимости и инфраструктуры. Проводится сравнительный анализ достоинств и недостатков смешанных перевозок в России, Европе Китае, выявляются общие тенденции и различия. Даются предложения по повышению эффективности и оптимизации процессов смешанных перевозок, включая внедрение цифровых технологий, улучшение координации и стандартизацию процедур.

Ключевые слова: смешанная перевозка, мультимодальные транспортные системы, грузовые перевозки, виды транспорта.

Перевозки грузов в смешанном сообщении (мультимодальные перевозки) представляют собой процесс транспортировки груза двумя или более видами транспорта без перегрузки самого товара при смене транспортного средства. Смешанная перевозка может включать комбинацию железнодорожного, автомобильного, водного (морского и внутреннего водного) и воздушного транспорта.

Мультимодальные транспортные системы становятся все более популярными благодаря своей эффективности и возможности адаптироваться под конкретные потребности клиентов. Такие перевозки связаны со способностью удовлетворять разнообразные потребности современного бизнеса, обеспечивать высокую скорость и надежность доставки, снижать затраты и улучшать экологическую ситуацию.

При организации перевозок грузов можно сформулировать следующие основные особенности мультимодальных перевозок [1]:

- возможность комбинировать различные виды транспорта дает гибкость в выборе маршрута и сроков доставки, что особенно важно при доставке крупных партий товаров на большие расстояния;
- мультимодальная перевозка позволяет выбрать наиболее выгодные маршруты и виды транспорта для каждого этапа пути, что снижает общие затраты на доставку;
- при использовании нескольких видов транспорта снижается риск задержки или потери груза, так как можно оперативно реагировать на изменения условий транспортировки;
- для удобства и безопасности перевозки часто используются контейнеры, которые легко перегружаются между различными видами транспорта без необходимости разгрузки содержимого;
- обычно за организацию всей цепи мультимодальной перевозки отвечает одна компания-оператор, которая берет на себя полную ответственность за весь путь следования груза от отправителя до получателя;

– в мультимодальных перевозках используется единый документ – коносамент, который подтверждает договоренность между грузоотправителем и оператором на выполнение всех этапов перевозки [2].

В настоящее время мультимодальные перевозки остаются востребованными. Это обусловлено несколькими ключевыми факторами, связанными с глобализацией экономики, развитием инфраструктуры и потребностями бизнеса. С увеличением объемов международной торговли возрастает потребность в эффективных способах доставки товаров на дальние расстояния. Смешанные перевозки снижают риски, связанные с возможными сбоями в работе одного вида транспорта. Если возникают проблемы с одним видом транспорта, можно оперативно перейти на другой, чтобы избежать значительных задержек.

Современные порты, терминалы и логистические центры оснащены всем необходимым оборудованием для быстрой и эффективной перегрузки грузов между разными видами транспорта. Это делает мультимодальные перевозки более удобными и доступными [3].

Использование мультимодального подхода позволяет минимизировать воздействие на окружающую среду. Например, комбинированное использование железнодорожного и водного транспорта вместо исключительно автомобильных перевозок сокращает выбросы углекислого газа.

Крупные международные компании часто нуждаются в сложных логистических решениях для управления своими цепями поставок. Мультимодальные перевозки дают возможность гибко управлять потоками товаров, адаптируясь к изменениям рынка и требованиям клиентов.

В последние десятилетия наблюдается устойчивый рост объемов мультимодальных перевозок. Это связано с увеличением глобальной торговли, улучшением транспортной инфраструктуры и развитием технологий, позволяющих эффективно организовывать сложные логистические процессы. Азиатский регион, включая Китай, Индию и страны Юго-Восточной Азии, занимает ведущие позиции в мире по объему мультимодальных перевозок. Эти регионы активно развивают свои портовые и железнодорожные сети, что способствует увеличению объемов перевозок. Европейские и североамериканские рынки также играют важную роль в мультимодальных перевозках. В этих регионах хорошо развиты системы железнодорожных и автомобильных дорог, что облегчает интеграцию различных видов транспорта.

С 2010 по 2023 гг. общий объем перевозок грузов различными видами транспорта в российской Федерации увеличился на 16,9% и составил в 2023 г. 9059 млн. т (таблица 1). В основном рост объема перевозок грузов связан с увеличением этого показателя на автомобильном транспорте. По оставшимся видам транспорта количество перевезенного груза практически не изменилось, за исключением воздушного транспорта. В 2023 г. объем перевозок составил 0,6 млн. т, что на 0,5 млн. т меньше, чем в 2010 г. (снижение на 45,5%) [4].

За этот же период грузооборот всех видов транспорта практически аналогичен динамике изменения объема перевозок. Наблюдается увеличение грузооборота на железнодорожном транспорте – 31,2%, на автомобильном – 81,9%, а на морском и воздушном – снижение на 31% и 63,8% соответственно. Стоит отметить, что железнодорожным и трубопроводным транспортом перемещаются грузы на самые большие расстояния.

Таблица 1- Объем перевозок грузов и грузооборот по видам транспорта

Виды транспорта	2010	2015	2020	2021	2022	2023
Объем перевозок грузов, млн. т						
Железнодорожный	1312	1329	1359	1404	1351	1365
Автомобильный	5236	5357	5405	5582	6211	6491
Трубопроводный	1061	1071	1061	1141	1073	1060
Морской	37	19	25	23	28	33
Внутренний водный	102	121	109	110	116	109
Воздушный	1,1	1,0	1,3	1,6	0,7	0,6

Виды транспорта	2010	2015	2020	2021	2022	2023
Объем перевозок грузов, млн. т						
Всего по всем видам транспорта	7750	7898	7960	8262	8779	9059
Грузооборот, млрд. т·км						
Железнодорожный	2011	2306	2545	2639	2638	2638
Автомобильный	199	247	272	297	314	362
Трубопроводный	2382	2444	2470	2653	2515	2423
Морской	100	42	43	44	45	69
Внутренний водный	54	64	64	71	68	57
Воздушный	4,7	5,6	7,1	9,2	2,8	1,7
Всего по всем видам транспорта	4752	5108	5401	5713	5582	5551

Организация перевозок грузов в смешанном сообщении сопряжена с рядом проблем. В таблице 2 сформулированы основные проблемы и негативные факторы, которые могут возникнуть при перемещении, обработке и хранении грузов во всей логистической цепочке [5, 6].

Таблица 2 - Основные проблемы и негативные факторы смешанных перевозок грузов

Обобщение проблемы	Суть проблемы
Координация различных видов транспорта	Смешанная перевозка требует синхронизации работы разных транспортных средств, что может быть сложной задачей. Например, необходимо точно рассчитать время прибытия одного вида транспорта к месту передачи груза другому виду транспорта
Документация и таможенные процедуры	При пересечении границ между странами возникает необходимость оформления большого количества документов, включая таможенную декларацию, сертификаты происхождения товара и другие документы. Это может занять много времени и потребовать участия специалистов по логистике и таможенного дела
Риски повреждения и потери груза	ПЕРЕГРУЗКА груза с одного транспортного средства на другое увеличивает риск его повреждения или утраты. Особенно это актуально для хрупких и ценных товаров
Высокие затраты	Использование нескольких видов транспорта обычно обходится дороже, чем использование только одного вида транспорта. Кроме того, могут возникнуть дополнительные расходы на перегрузку, хранение и страхование груза
Ограничения инфраструктуры	В некоторых регионах инфраструктура может быть недостаточно развита для обеспечения эффективной смешанной перевозки. Например, отсутствие железнодорожных путей или портов может затруднить доставку груза
Ответственность за груз	Определение ответственности за сохранность груза при перегрузке с одного вида транспорта на другой может быть сложным вопросом. Необходимо четко прописать условия договора страхования и ответственность сторон
Экологические аспекты	Некоторые виды транспорта, например, воздушный и автомобильный, оказывают значительное воздействие на окружающую среду. Это может стать проблемой для компаний, стремящихся минимизировать негативное воздействие на окружающую среду
Сложность планирования маршрутов	Выбор оптимального маршрута для смешанной перевозки может быть затруднительным, так как необходимо учитывать множество факторов, таких как стоимость, время доставки, доступность инфраструктуры и т.д.
Зависимость от погодных условий	Морские и воздушные перевозки особенно подвержены влиянию погоды. Штормовые условия могут задерживать отправку судов или самолетов, что приводит к нарушению графика поставок
Нестабильность рынка	Цены на топливо и тарифы на различных видах транспорта могут изменяться, что делает планирование бюджета сложным процессом. Компании должны быть готовы к возможным изменениям затрат

Авторами проведено исследование технологий и методов организации смешанных перевозок грузов в России, Европе и Китае. Данное сравнение позволит выявить особенности перевозочного процесса в каждой стране, транспортную инфраструктуру, логистические возможности и трудности, связанные с организацией мультимодальных перевозок.

Россия, обладая огромной территорией и значительными природными ресурсами, располагает хорошо развитой железнодорожной сетью, которая является основой для внутренних и транснациональных перевозок. Однако суровые климатические условия, слабое развитие инфраструктуры в удалённых регионах и зависимость от импорта оборудования и технологий создают определённые вызовы для логистической отрасли. Тем не менее, развитие Северного морского пути и активное участие в международных проектах открывают новые перспективы для российских операторов [7].

Европа, благодаря своей высокой степени интеграции и технологическому прогрессу, предлагает идеальную платформу для эффективных и быстрых смешанных перевозок. Современная инфраструктура, автоматизация процессов и тесное сотрудничество между странами делают этот регион привлекательным для ведения бизнеса. Однако плотность населения, загруженность транспортных сетей и строгие экологические нормы могут увеличить издержки и сроки выполнения заказов [8].

Китай, являясь одним из крупнейших игроков на мировом рынке, активно инвестирует в развитие своей транспортной системы и реализует масштабные проекты, такие как инициатива «Один пояс, один путь». Эти инициативы направлены на укрепление позиций страны в глобальной экономике и улучшение связи с ключевыми мировыми рынками. Несмотря на стремительное развитие, китайским операторам приходится сталкиваться с проблемами переполненности портов и логистических центров, а также с вопросами экологии и бюрократии [8].

Рассмотрим основные достоинства и недостатки каждого региона: России, Европы и Китая (таблица 3) [7-10].

Таблица 3 – Достоинства и недостатки технологий и методов организации смешанных перевозок в России, Европе и Китае

Регион	Технологии и методы организации смешанных перевозок	
	достоинства	недостатки
Россия	1. Развитая сеть железных дорог – железные дороги являются основным видом транспорта для дальних перевозок внутри страны и позволяют доставлять большие объёмы грузов на значительные расстояния; 2. Наличие крупных морских портов – порты на Балтийском, Черном и Дальневосточном морях обеспечивают выход к международным торговым путям; 3. Транспортные коридоры – транссибирская магистраль является важным транспортным коридором, связывающим Европу и Азию; 4. Развитие Северного морского пути – снижение ледового покрова в Арктике открывает новые возможности для международных перевозок через Северный Ледовитый океан.	1. Недостаточная развитость транспортной инфраструктуры в удалённых регионах – в некоторых районах Сибири и Дальнего Востока транспортная инфраструктура отсутствует или значительно изношена; 2. Климатические условия – суровый климат зимой усложняет проведение грузоперевозок, особенно в северных регионах; 3. Административные барьеры – таможенное оформление и бюрократия могут замедлить процесс перевозки грузов; 4. Зависимость от импортного оборудования и технологий – многие транспортные компании зависят от зарубежных поставщиков техники и программного обеспечения.
Европа	1. Высокоразвитая транспортная инфраструктура – разветвленная сеть автомобильных и железных дорог,	1. Высокая плотность населения и загруженность дорог – в некоторых странах Европы наблюдается высокая

	аэропортов и морских портов обеспечивает высокую эффективность перевозок; 2. Интеграция транспортных систем – страны ЕС активно сотрудничают друг с другом, что упрощает перемещение грузов между государствами; 3. Современные технологии и стандарты – европейские компании широко применяют передовые технологии управления цепями поставок и автоматизации процессов; 4. Удобное географическое положение – близость к крупным мировым рынкам и наличие множества торговых партнеров способствует развитию международной торговли.	нагрузка на дорожную сеть, что может привести к заторам и задержкам; 2. Регулирование и стандарты – жесткие экологические нормы и требования безопасности могут увеличивать затраты на перевозку грузов; 3. Политическая нестабильность – геополитические конфликты и санкции могут повлиять на международные торговые отношения.
Китай	1. Масштабная транспортная инфраструктура – Китай инвестирует огромные средства в развитие своих транспортных сетей, включая железные дороги, автомагистрали и порты. 2. Проект «Один пояс, один путь» – инициатива направлена на создание новых торговых маршрутов и улучшение связей с другими странами. 3. Быстрое развитие логистики и технологий – Китай активно внедряет инновации в области управления цепями поставок и автоматизации складских операций; 4. Глобальные амбиции – страна стремится стать лидером в мировой торговле и активно развивает свои морские и сухопутные маршруты.	1. Переполненность портов и логистических центров – в некоторых случаях перегруженность портов и складов может приводить к задержкам в обработке грузов; 2. Проблемы с экологией – быстрое экономическое развитие привело к ухудшению экологической ситуации; 3. Бюрократия и административные сложности – несмотря на усилия по улучшению бизнес-климата, некоторые процессы все еще остаются сложными и требуют длительного времени. 4. Географические ограничения – удаленность некоторых регионов Китая от основных мировых рынков может осложнять доступ к международным торговым маршрутам.

В целях оптимизации и повышения эффективности смешанных перевозок грузов можно сформулировать следующие предложения:

1. Для улучшения координации между различными видами транспорта следует использовать цифровые платформы и системы управления цепочками поставок, что позволит более точно планировать и мониторить перемещения грузов. Такие платформы позволяют отслеживать местоположение груза в реальном времени и оперативно реагировать на изменения.

2. Для избежания ошибок и задержек, связанных с несогласованностью информации, следует внедрять единые стандарты и протоколы обмена данными между участниками логистического процесса.

3. Для упрощения таможенных процедур следует максимально автоматизировать таможенные процессы, к примеру, ввести электронные декларации и другие цифровые инструменты, позволяющие сократить время на оформление документов и уменьшить вероятность ошибок. Кроме того, целесообразно создать специальные зоны свободной торговли и упростить таможенные режимы для определенных категорий товаров. Это может ускорить прохождение государственной границы и снизить затраты на таможенные пошлины.

4. Для повышения надежности и безопасности перевозок требуется привлечение инвестиций в модернизацию транспортной инфраструктуры. Улучшение состояния дорог, мостов, портов и терминалов повысит скорость и надежность перевозок. Применение современных технологий защиты (использование GPS-трекеров, датчиков температуры и

влажности, систем видеонаблюдения и др.) поможет предотвратить кражи и повреждение груза.

5. Оптимизация маршрутов и расписаний должна проводиться с учетом текущих условий (погодные условия, состояние дорог, загруженность портов и т.д.). Это позволит выбрать наиболее эффективный маршрут и минимизировать задержки. Синхронизация расписаний различных видов транспорта сократит общее время доставки.

6. Строительство и модернизация интермодальных терминалов (хабов), где происходит перегрузка грузов с одного вида транспорта на другой, снизит время простоя и повысит общую эффективность процесса. Кроме того, следует расширить использование контейнеров и унифицированных грузовых единиц, что упростит перегрузочные операции и уменьшит риск повреждений.

7. Для снижения выбросов вредных веществ и улучшения экологической ситуации требуется переход на экологически чистые виды топлива и транспорта (электромобилей, гибридных двигателей, биотоплива и пр.). Оптимизация загрузки транспортных средств позволит уменьшить количество рейсов на маршруте и, соответственно, выбросов загрязняющих веществ и отходов от эксплуатации транспорта.

8. Проведение тренингов и семинаров для сотрудников логистических компаний по вопросам эффективного управления цепочкой поставок, таможенного законодательства и новейших технологий. Привлечение молодых специалистов с новыми идеями и знаниями о современных технологиях и методах управления.

9. Создание совместных предприятий и альянсов с другими компаниями для совместного использования ресурсов и снижения затрат, а также заключение долгосрочных соглашений с надежными транспортными партнерами, что обеспечит стабильность и предсказуемость в работе.

10. Использование искусственного интеллекта и машинного обучения для прогнозирования спроса и предложения для более точного планирования перевозок.

Список литературы

1. Попанова А.А. Специфические особенности перевозки грузов в прямом смешанном сообщении // *Colloquium-Journal*. – 2019. – № 27-11(51). – С. 49-50.
2. Абрамова И.С. Использование электронных документов при осуществлении международных смешанных перевозок грузов // *Современное право*. – 2019. – № 12. – С. 113-118.
3. Авдеев Д.И. Внедрение информационных технологий в организацию смешанных перевозок грузов // *Инновационная наука*. – 2017. – Т. 7. – С. 43-44.
4. Транспорт в России. 2024: Стат. сб. [Электронный ресурс] // Росстат. – М., 2024. – 100 с. – Режим доступа: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Transport_2024.pdf (дата обращения 15.01.2025).
5. Соловов А.С., Коржова Г.А. Проблемы использования мультимодальных перевозок // *Проблемы развития предприятий: теория и практика*. – 2018. – № 1. – С. 286-287.
6. Буров В.И. Основные проблемы и пути их решения, возникающие при мультимодальной перевозке крупногабаритных и тяжеловесных грузов из стран ближнего и дальнего зарубежья в регионы Российской Федерации // *Транспортное дело России*. – 2017. – № 4. – С. 106-108.
7. Фомин А.А., Гардюк А.Н., Нестеренко Р.В., Максимова Л.В. Особенности российского транспортного рынка и перевозок грузов при смешанном сообщении // *Вестник Военной академии материально-технического обеспечения им. генерала армии А.В. Хрулева*. – 2021. – № 4(28). – С. 59-65.
8. Королев А., Миленский В. Перевозки грузов в направлении «Азия – Европа – Азия» // *Наука и инновации*. – 2016. – № 9(163). – С. 40-44.

9. Корнукова М.С., Корякин В.М. Концепция развития и регулирования прямых смешанных (мультиmodalных) перевозок грузов в России //Право и управление. – 2023. – №6. – С. 66-69.

10. Гайноченко Т.М. Развитие комбинированных (прямых смешанных) перевозок грузов как условие эффективности транспортной системы // Бюллетень транспортной информации. – 2013. – № 10(220). – С. 008-013.

ПЕРСПЕКТИВЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПАССАЖИРОВ

Туйчиева Робияхон Орибжон кизи,

студентка, Андижанский машиностроительный институт

Аннотация: обеспечение безопасности пассажиров является одной из важнейших задач современных транспортных систем. Увеличение потребности населения в передвижении, увеличение количества транспортных средств и плотности движения делают вопрос обеспечения безопасности пассажиров еще более актуальным. В этой статье анализируются меры, инновационные технологии и стратегии управления безопасностью, направленные на повышение безопасности пассажиров. Также будут обсуждены перспективы повышения уровня безопасности в общественном транспорте и личных автомобилях.

Основной целью статьи является изучение эффективных методов обеспечения безопасности пассажиров и оценка возможностей их внедрения в практику. В ходе исследования использовались методы анализа статистических данных, изучения технологий безопасности, применяемых в современных транспортных системах, и оценки их эффективности. Полученные результаты позволяют рекомендовать альтернативные подходы, которые могут быть использованы для обеспечения безопасности жизни пассажиров. В заключение отмечается, что передовые технологии и методы стратегического планирования имеют важное значение для обеспечения безопасности пассажиров.

Ключевые слова: безопасность пассажиров, транспортная система, инновационные технологии, стратегии безопасности, общественный транспорт, безопасность дорожного движения, меры безопасности, автомобильная безопасность, управление безопасностью, транспортные инновации.

Введение. По мере развития транспортных систем актуальным становится вопрос обеспечения безопасности пассажиров. В результате увеличения плотности движения транспортных средств увеличивается количество аварий, дорожно-транспортных происшествий и других рисков. Поэтому повышение уровня безопасности в современных транспортных системах является одной из важных задач.

Актуальность обеспечения безопасности пассажиров заключается в том, что ежегодно миллионы людей во всем мире получают травмы или погибают в результате дорожно-транспортных происшествий. Для решения этих проблем необходимо оптимизировать транспортные системы, улучшить инфраструктуру и усилить меры безопасности. В передовых странах осуществляется стратегическое планирование безопасности дорожного движения, что способствует повышению культуры использования транспортных средств.

1. Современные технологии обеспечения безопасности пассажиров.

Автоматические системы безопасности. Автоматические системы безопасности имеют важное значение в обеспечении безопасности пассажиров в современных транспортных системах. Эти системы предоставляют возможности, например, для определения автостоимостей, используемых в автомобилях, мониторинга состояния водителя и полного автоматического управления. С помощью этих технологий тормозные системы транспортных средств, системы управления скоростью и определения дорог работают во взаимодействии. В результате достигается минимизация человеческого фактора в повышении безопасности пассажиров. Например, система автоматического торможения, применяемая в автомобилях, автоматически останавливает автомобиль, если впереди неожиданно появляются препятствия, что защищает пассажиров от травм.

GPS и навигационные системы. GPS и навигационные системы также играют большую роль в обеспечении безопасности пассажиров. Эти технологии позволяют в режиме реального времени отслеживать расположение транспортных средств и состояние дорог. На автомобиле, поезде или другом транспортном средстве система навигации определяет состояние дороги, дорожные ограничения, зону торможения и помогает водителям выбрать безопасное направление. Кроме того, GPS-системы помогают контролировать скорость движения транспортного средства, создавать системы оповещения в опасных зонах. Эти системы помогут повысить безопасность пассажиров и снизить количество дорожно-транспортных происшествий.

Умные транспортные системы (UTC). Другой важной технологией в обеспечении безопасности пассажиров являются умные транспортные системы (UTC). Эти системы в основном позволяют собирать и анализировать в режиме реального времени информацию, связанную с управлением дорожным движением, состоянием транспортных средств и безопасностью пассажиров. Интеллектуальные системы, например, помогают анализировать движение автомобиля и выявлять опасные ситуации или неправильное дорожное поведение. Посредством этих систем водителям будут отправлены предупреждения, а также улучшится движение транспортных средств. При этом технологии ITS, например, оптимизируют расписание для автобусов и трамваев и сокращают время ожидания пассажиров.

Сенсоры и камеры. Сенсоры и камеры также эффективно используются для обеспечения безопасности пассажиров. С помощью сенсоров и камер, установленных на транспортных средствах, можно следить за состоянием дорог и окружающей средой транспортных средств. Например, системы камер, установленные в автомобилях, помогают водителю показывать спину и бока, а также выявлять опасные ситуации. Камерные системы используются для обнаружения препятствий, пешеходов или других транспортных средств. С помощью датчиков измеряются температура, влажность, гладкость дороги и другие факторы, которые автоматически регулируют тормозную систему транспортного средства. Также в поездах и самолетах будут установлены сенсоры и камеры для обеспечения безопасности.

Биометрические и идентификационные технологии. Биометрические и идентификационные технологии также играют важную роль в обеспечении безопасности пассажиров. Эти технологии используются в аэропортах, на железнодорожных станциях и других транспортных центрах. С помощью биометрических систем можно определить лицо, отпечатки пальцев или грибы пассажиров. С помощью этих технологий идентификация пассажиров будет осуществляться быстро и точно, что повысит безопасность. Также в аэропортах будут установлены определенные устройства для обеспечения безопасности, которые также проверяют состояние здоровья и состояние пассажиров. С помощью биометрических систем достигается высокий уровень конфиденциальности и безопасности для пользователей.

2. Пропагандистская работа по культуре пассажиров и безопасности.

Взаимосвязь культуры пассажиров и безопасности. Пропаганда связи между культурой и безопасностью пассажиров имеет важное значение для повышения эффективности транспортных систем. Культура пассажиров обычно подразумевает социальное поведение в дорожном движении и уважение к безопасности. Если пассажиры будут действовать безопасно и ответственно, это обеспечит безопасность не только для них, но и для других. С помощью пропагандистской работы необходимо информировать пассажиров о важности безопасного путешествия, соблюдении дисциплины и правильного использования транспортных средств. Это улучшит взаимоотношения между водителями и пешеходами и снизит количество дорожно-транспортных происшествий.

Значение пропаганды безопасности. Пропагандистская работа по безопасности формирует в сознании пассажиров ответственность за безопасность. Для повышения

безопасности на транспортных средствах в пропагандистской работе используются речевые приемы, образовательные и разъяснительные материалы. Например, инструкции и уведомления, предоставляемые водителям или операторам поездов для обеспечения безопасности в автобусах и поездах, предоставляются пассажирам. Кроме того, через рекламные баннеры, плакаты и видеоматериалы каждому пассажиру разъясняется важность обеспечения безопасности. Пропаганда безопасности важна не только для управления поведением пассажиров, но и для усиления безопасности между ними.

Методы и средства пропаганды в сфере транспорта. Использование различных методов и средств может быть эффективным в продвижении культуры и безопасности пассажиров. Посредством лекций, семинаров и тренингов пассажиров можно обеспечить расширенными знаниями о безопасности на транспорте. Также через видеоматериалы и визуальные материалы пользователям будут показаны простые и эффективные способы обеспечения безопасности. С помощью современных технологий, таких как мобильные приложения и веб-сайты, могут разрабатываться интерактивные программы по безопасности. Эти программы помогают создать безопасную и культурную среду в транспортной системе, предоставляя пользователям инструкции по безопасному передвижению. Также важно напоминать пассажирам о безопасности через специальные акции и мероприятия.

Безопасное передвижение через образование и воспитание. Важным методом обучения пассажиров безопасному передвижению является обучение и воспитание. В образовательном процессе, например, необходимо информировать детей и молодежь о важности безопасного путешествия. Путем хорошо организованных образовательных программ, учебных занятий и семинаров можно воспитывать пассажиров в безопасности дорожного движения и культуре. Для эффективности образовательного процесса ответственными специалистами будут даны разъяснения об основных принципах безопасного движения и системах работы транспортных средств. Это, в свою очередь, повысит безопасность в транспортной системе и усилит знания о культуре пассажиров.

Обеспечение безопасности на общественном транспорте. Особенно важна ответственность за обеспечение безопасности и пропаганду культуры пассажиров в общественном транспорте. Для повышения безопасности в каждом общественном транспорте, например, в автобусах и метро, должны проводиться специальные пропагандистские мероприятия. Эти мероприятия обычно заключаются в предоставлении пользователям организационных инструкций для повышения безопасности пассажиров. Важно хорошо понимать и соблюдать все аспекты безопасности в системе общественного транспорта через семинары и тренинги, проводимые с водителями автобусов или работниками метро. Кроме того, видеорекамеры, системы сигнализации и другие средства безопасности, установленные в общественном транспорте, являются основным средством обеспечения безопасности пассажиров.

3. Вопросы безопасности на общественном транспорте.

Обеспечение безопасности пассажиров на общественном транспорте. При обеспечении безопасности пассажиров в общественном транспорте на первом месте находится техническое состояние транспортных средств и установленные на них системы безопасности. Для обеспечения безопасности в автобусах, трамваях, метро и других средствах общественного транспорта необходимо проводить регулярные технические осмотры и ремонтные работы. Создание безопасной среды для пассажиров поможет предотвратить такие ситуации, как перевозка лишних грузов, движение транспортного средства с превышенной скоростью. Также водители или водители должны строго соблюдать правила безопасности для обеспечения безопасного движения в автобусах, трамваях и метро. Обеспечение правильного размещения пассажиров в специально определенных местах также повышает безопасность.

Новые технологии и системы безопасности. Применение современных технологий имеет важное значение для повышения безопасности на общественном транспорте. В настоящее время для обеспечения безопасности транспортных средств широко используются системы видеокамер, системы сигнализации, GPS и другие интеллектуальные системы. Например, с помощью камер, установленных в автобусах или поездах, осуществляется мониторинг движения в транспортном средстве и поведения пассажиров, что помогает предотвратить опасные ситуации. С помощью систем GPS можно отслеживать движение транспортных средств в режиме реального времени, что повышает эффективность проводимых мероприятий безопасности. Из центров управления можно безопасно предупреждать водителей и пассажиров через системы оповещения в опасных зонах. Эти технологии повышают безопасность транспорта и позволяют оперативно реагировать на любую проблему.

Обучение пассажиров безопасности. Большую роль в обеспечении безопасности пассажиров играют образовательная и пропагандистская работа. Одним из наиболее эффективных способов обеспечения безопасности на общественном транспорте является обучение пассажиров правилам и культуре безопасности. Необходимо информировать пассажиров о важности обеспечения безопасности путем установки специальных пропагандистских материалов, видеороликов, плакатов и предупредительных знаков. Такая пропагандистская работа должна проводиться на автобусных, трамвайных и метро станциях. Например, пассажирам должны быть разъяснены правила, такие как соблюдение безопасности в движении, нахождение в безопасных местах, безопасное использование ограждений и устройств. Также сотрудники общественного транспорта, такие как водители и работники метро, должны проходить регулярные тренинги по безопасности.

Инфраструктура общественного транспорта и безопасность. Инфраструктура общественного транспорта также играет важную роль в обеспечении безопасности. Станции, автобусные остановки, пункты метрополитена и другого общественного транспорта должны быть хорошо организованы с точки зрения безопасности. Здесь необходимы установленные для обеспечения безопасности камеры, системы сигнализации, оборудование пожарной безопасности, а также персональная безопасность для предотвращения насилия и преступности. Создание в пунктах общественного транспорта хорошо освещенной, чистой и аккуратной среды также обеспечивает безопасность пассажиров. В настоящее время некоторые города уделяют внимание организации оперативных эвакуационных выходов и пунктов безопасности в пунктах общественного транспорта. В этих случаях создаются возможности для оперативной эвакуации пассажиров, которые могут быть выведены безопасно.

Чрезвычайные ситуации в общественном транспорте и борьба с ними. На общественном транспорте могут возникнуть чрезвычайные ситуации, такие как препятствия, пожары или простой транспортного средства. Для таких ситуаций транспортная система должна быть подготовлена заблаговременно. Пассажиры должны быть проинформированы о том, как действовать при возникновении чрезвычайных ситуаций. На транспортных средствах должны быть установлены аварийные выходы, эвакуационные системы и пожарное оборудование. Каждый сотрудник общественного транспорта должен знать, как работать в чрезвычайных ситуациях, быть обученным правилам пожарной безопасности и процедурам эвакуации. Также пассажирам должны быть даны указания по спокойной и упорядоченной эвакуации в местах возникновения чрезвычайных ситуаций. Такие меры повышают безопасность транспортной системы и защищают пассажиров от повреждений.

4. Обеспечение безопасности на личных автомобилях.

Безопасное управление автомобилем: Безопасное управление водителем на первом месте в обеспечении безопасности в личных автомобилях. При управлении транспортным средством водитель должен соблюдать все правила дорожного движения, такие как: не

превышать скорость, правильно останавливаться на остановках, соблюдать сигнализацию и установленные светофоры. Также важно всегда носить ремень безопасности в автомобиле, не останавливать водителя в течение длительного времени и полностью отдохнуть при выезде в длительную поездку. В обеспечении безопасности для новых водителей будет эффективным, например, проведение тренировок, специальных тренингов и обучающих занятий. Водителям необходимо хорошо знать системы безопасности автомобиля и обучать их правильному использованию. При этом необходимо хорошо понимать тормозную систему автомобиля, систему ABS, систему traction control и другие системы безопасности.

Системы безопасности в автомобиле. Для обеспечения безопасности автомобилей важное значение имеет применение современных технологий. В настоящее время существует множество систем для обеспечения безопасности автомобилей, таких как тормозной ассистент, электронная тормозная система (ЭБС), ассистент зрения и т.д. Воздушные подушки (airbags) и ремни безопасности, установленные в автомобилях, также играют важную роль в обеспечении безопасности водителей и пассажиров. Кроме того, на автомобилях установлены датчики движения вперед и назад, системы слежения за дорогой и системы измерения расстояния. Эти системы улучшают движение автомобиля и позволяют водителю своевременно реагировать, предвидя все риски. Чтобы системы работали эффективно, они должны регулярно проверяться и обновляться.

Обеспечение безопасности пассажиров. Также очень важно обеспечить безопасность пассажиров в личном автомобиле. Водитель несет ответственность не только за свою безопасность, но и за безопасность пассажиров. Пассажиры должны носить ремни безопасности, размещать детей в специальных детских креслах и никогда не поддаваться помехам в автомобиле. Необходимо также обучать водителей и пассажиров правилам безопасности. Если в автомобиле находится несколько пассажиров, между ними должны быть даны указания по размещению и обеспечению безопасности. Также важно правильно разместить грузы внутри автомобиля, обеспечить их безопасность и предотвратить нарушения при движении. Для повышения безопасности пассажиров в автомобилях должны устанавливаться специальные системы безопасности, такие как сиденья для детей, ремни безопасности и системы противоположной ограждения.

Пожарная безопасность в автомобиле. Очень важно обеспечить пожарную безопасность в личных автомобилях. Среди возможных причин возникновения пожара в автомобилях - неисправность электрической системы, неправильное хранение топлива или механические неполадки. Для предотвращения подобных случаев в автомобиле должно быть установлено пожарное оборудование, например, система пожаротушения, помощник зрения, а в автомобиле должны быть безопасные выходы. Для снижения пожароопасности автомобиля необходимо регулярно проводить технический осмотр, проверять работу всех систем и своевременно решать проблемы. В случае возникновения пожара на сиденьях автомобиля должны быть специальные указания по тушению пожара. Обучение водителей и пассажиров пожарной безопасности, создание систем скорой эвакуации также являются важными факторами обеспечения пожарной безопасности.

Техническое состояние и безопасность автомобиля. Одним из основных факторов обеспечения безопасности в личных автомобилях является техническое состояние автомобиля. Тормозная система автомобиля, колеса, сиденья и электрическая система всегда должны работать правильно. Каждый владелец автомобиля должен регулярно проводить его технический осмотр, осмотр деталей и производить необходимые ремонты. Все системы безопасности автомобиля, такие как ABS (Antilock Braking System), ESP (Electronic Stability Program) и системы правильного размещения сидений, должны быть проверены и обновлены со временем обслуживания. Такие технические осмотры и ремонтные работы обеспечивают длительную эксплуатацию автомобиля и создают возможность безопасного путешествия водителей и пассажиров. Плохое техническое

состояние может привести к реакции водителя и неправильному движению в дорожных условиях, что наносит ущерб безопасности.

Заключение. Существует множество мер по обеспечению безопасности в общественном транспорте и личных автомобилях, которые состоят из технических, культурных, юридических и инфраструктурных аспектов. Повысить безопасность транспорта можно, обучая пассажиров безопасности, внедряя современные технологии, обеспечивая эффективную работу транспортной системы и безопасную инфраструктуру. При этом необходимо соблюдать ответственность водителя и пассажира, проводить постоянное обучение и тренинги по обеспечению безопасности, устанавливать новые системы безопасности, а также проводить постоянные проверки. Только при совместной работе этих факторов обеспечение безопасности на общественном транспорте и личных автомобилях будет эффективным.

Список литературы

1. Руководство по правилам дорожного движения и безопасности транспорта - официальное руководство, издаваемое Министерством внутренних дел Республики Узбекистан.
2. Технологии обеспечения безопасности в транспортной системе - А. Холматов, Т. Жураев, издательство Ташкентского транспортного университета, 2020 год.
3. Культура и безопасность пассажиров - М. Рахмонов, издательство Узбекского института транспорта и дорожного строительства, 2018.
4. Системы безопасности на современных автомобилях - В. Каримов, А. Тухтаев, Ташкентский автомобильно-дорожный институт, 2019 год.
5. Вопросы безопасности на общественном транспорте - Б. Нурматов, журнал «Транспорт муаммолари ва ечимлари». 2021.
6. Интеллектуальные транспортные системы и автоматизированное управление - Издание Международной ассоциации автомобильной инженерии, 2022 год.
7. Транспортная психология и культура пассажиров - Ф. Эшматов, журнал "Наука и транспорт," 2020 год.
8. Международный опыт безопасности дорожного движения - Всемирный банк и Департамент транспорта ООН, 2021 год.
9. Безопасность и экология в личных автомобилях - Д. Худойбердиев, Ташкентский государственный технический университет, 2017.
10. Законодательство о безопасности дорожного движения и транспорта - База данных законодательства Республики Узбекистан, 2023 год.

ОЦЕНКА ШАГОВОГО НАПРЯЖЕНИЯ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЯГОВОЙ ПОДСТАНЦИИ

Яшков Егор Александрович., студент
Нижегородского института путей сообщения - филиала
ФГБОУ ВО «Приволжский государственный университет путей сообщения»,
г. Нижний Новгород, Российская Федерация

Локтионова Ирина Валентиновна, доцент кафедры «Техника и технологии
железнодорожного транспорта», к.т.н.
Нижегородского института путей сообщения - филиала
ФГБОУ ВО «Приволжский государственный университет путей сообщения»,
г. Нижний Новгород, Российская Федерация

Аннотация: при обслуживании объектов электроснабжения может возникнуть шаговое напряжение. Для оказания помощи работникам, попавшим в зону действия шагового напряжения необходимо знать на каком расстоянии шаговое напряжение перестает действовать.

Ключевые слова: шаговое напряжение, безопасная зона.

Основной задачей Горьковской дирекции по энергообеспечению является бесперебойное обеспечение электроэнергией тяговых и нетяговых потребителей, недопущения отказов в работе технических средств инфраструктуры. В соответствии с п.2.14 Распоряжения №2160/р от 01.10.2018 «Об утверждении Положения об учете, расследовании и анализе отказов в работе технических средств на инфраструктуре ОАО «РЖД» с использованием с использованием автоматизированной системе КАСАНТ» для подразделений Трансэнерго отказом является [1]:

- нарушение работы устройств электроснабжения;
- отклонение от нормативных значений напряжения в контактной сети, за исключением повышения напряжения в контактной сети выше нормативных значений на участках обращения электроподвижного состава с рекуперативным торможением;
- повреждение устройств контактной сети.

В соответствии с п. 2.1. Распоряжения №2160/р выделяют несколько видов отказов технических средств. Они представлены на рис. 1.

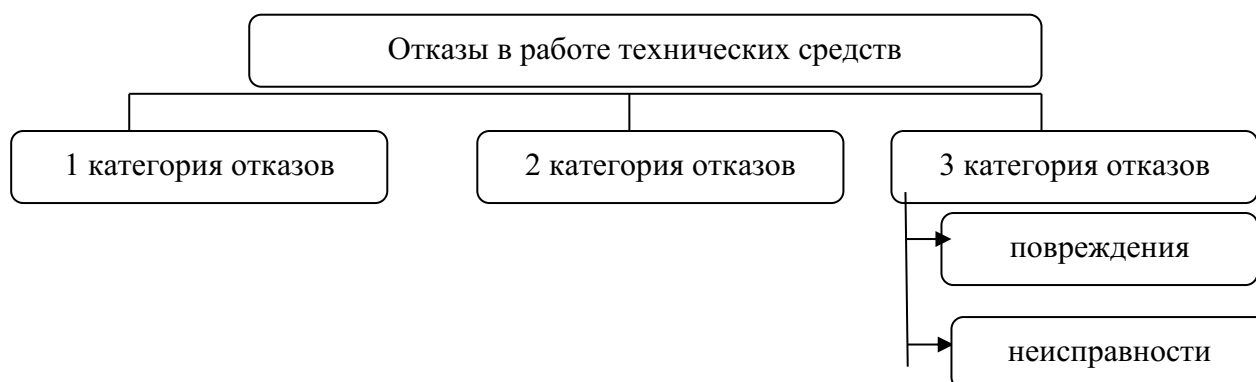


Рисунок 1 - Виды отказов технических средств

Для обеспечения бесперебойной работы технических средств инфраструктуры используются тяговые подстанции.

На электромонтера тяговой подстанции при выполнении работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования могут воздействовать следующие основные опасные и вредные производственные факторы, установленные ГОСТ 12.0.003:

- высокое напряжение в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека (вследствие наличия неогражденных токоведущих частей на ЭЧЭ, ПСКС, ППС, АТП и возможности одновременного касания токоведущих частей и заземленных конструкций);

- электрический ток, включая термическое воздействие электрической дуги и ток, обусловленный наличием наведенного напряжения;

- движущийся железнодорожный подвижной состав и другие транспортные средства;

- подвижные и вращающиеся части оборудования и механизмов;

- перемещаемые материалы, сборные конструкции и другие предметы;

- падающие с высоты предметы и инструменты;

- повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования;

- повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны;

- повышенный уровень шума на рабочем месте;

- повышенная напряженность электрического поля;

- отсутствие или недостаток естественного света;

- недостаточная освещенность рабочей зоны, в том числе в темное время суток;

- расположение рабочей зоны на высоте 1,8 м и более, где существуют риски падения работника с высоты;

- физические перегрузки при нахождении работника в неудобной рабочей позе, при перемещении тяжестей вручную;

- нервно-психические перегрузки при выполнении работ на высоте, под напряжением, на железнодорожных путях во время движения поездов.

Наибольшую опасность представляет шаговое напряжение.

Функционирование технических систем, в том числе и систем электроснабжения, сопровождается рисками возникновения и последующего развития нештатных ситуаций.

При эксплуатации тяговой подстанции может возникнуть короткое замыкание на землю в результате обрыва провода или повреждения изоляции.

Причинами возникновения коротких замыканий могут быть различными. Наиболее часто встречаются следующие [3]:

- грозовое перекрытие изоляции;

- нарушение изоляции электроснабжения, вызванное ее старением, загрязнением поверхности изоляторов, механическими повреждениями;

- механические повреждения элементов электросети (обрыв провода линии электропередачи и т.п.);

- перекрытие токоведущих частей животными и птицами;

- падение деревьев на участки линий электропередач.

Причиной короткого замыкания на землю также может стать сильный ветер, ледяные дожди, то есть погодные условия.

Последствия возникновения токов короткого замыкания могут привести возникновению следующих ситуаций:

- возникновение системной аварии, которая вызвана нарушением устойчивости системы, выходом ее из нормального режима работы и приводящая к значительному технико-экономическому ущербу;

- повреждения электрооборудования, вызванные термическим воздействием токов короткого замыкания;

- повреждение электрооборудования, носящее механический характер, которое происходит под воздействием возросших электромагнитных сил между токоведущими частями электрооборудования;

- ухудшение условий работы потребителей и нарушение технологических процессов, то приводит к большому технико-экономическому ущербу;
- возникновение опасности для обслуживающего персонала.

В результате короткого замыкания на землю ток будет стекать в землю в месте замыкания. Это приведет к возникновению шагового напряжения.

В соответствии с п.п. 2.3.20 п.2.1. ГОСТ 12.1.009-2017 "Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Термины и определения" "шаговое напряжение (напряжение шага) (step voltage) - это напряжение между двумя точками на поверхности Земли, находящимися на расстоянии 1 м одна от другой, которое рассматривается как длина шага человека"[2].

Шаговое напряжение – это напряжение, возникающее при обрыве и падении провода на землю действующей линии электропередач 0,4 кВ и выше.

Попадание под действие электрического тока происходит в момент, когда ноги человека касаются двух точек земли, имеющих разные электрические потенциалы. Поэтому шаговое напряжение – это разница потенциалов между двумя точками соприкосновения с землей, чем шире шаг – тем больше разница потенциалов и тем вероятнее поражение электрическим током. Шаговое напряжение зависит от удельного сопротивления грунта и силы протекающего через него тока.

Шаговое напряжение - это разность напряжений в 2-х точках зоны растекания тока (на длину шага человека). При коротком замыкании или падении провода на землю происходит распределение потенциалов на поверхности земли. Это распределение потенциалов подчиняется закону гиперболы и имеет вид, представленный на рис. 2.

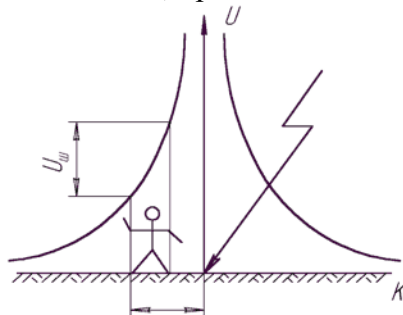


Рисунок 2 - Схема распределения потенциалов при шаговом напряжении

Чем ближе человек будет находится к проводу, тем под большим шаговым напряжением он окажется.

Путь протекания тока не прекращается, если линия электропередач не была отключена. Земля является проводником электрического тока и становится как бы продолжением провода электропередачи. Любая точка на поверхности земли, находящаяся в точке растекания получает определенный потенциал, который уменьшается по мере удаления от точки соприкосновения провода с землей.

Схема возникновения шагового напряжения представлена на рис. 3.

При попадании под шаговое напряжение через тело человека начинает проходить ток, возникают непроизвольные судорожные сокращения мышц ног и, как следствие, падение человека на землю. Ток начинает проходить между новыми точками опоры - например, от рук к ногам, что приводит к дальнейшему поражению и всё больше приближает смертельное поражение. Даже если первый удар оказался не смертельным, пострадавший не может покинуть зону шагового напряжения самостоятельно.

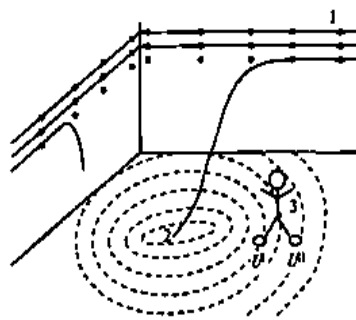


Рисунок 3 - Схема возникновения шагового напряжения

1 - электрическая сеть;

2 - точка падения провода на землю;

3 - человек, находящийся под действием шагового напряжения;

При выходе из опасной зоны шагового напряжения необходимо придерживаться следующих рекомендаций:

- нельзя допускать падения на поверхность земли, так как это может привести к летальному исходу;

- необходимо быстро сомкнуть обе ноги вместе, что снизит разницу электрических потенциалов;

- покинуть зону шагового напряжения "гусиным шагом": пятка шагающей ноги, не отрываясь от земли, приставляется к носку другой ноги;

- использовать сухие доски, оказавшиеся по пути выхода с опасной территории;

- избегать кирпичных и железобетонных конструкций по пути;

- не делать резких движений, не ускорять шаг и не бежать;

- не прикасаться к предметам или людям, которые тоже находятся в опасной зоне.

Безопасная зона при шаговом напряжении:

- расстояние 20 метров и больше от источника тока - на таком расстоянии напряжение может не ощущаться, плотность тока становится минимальной;

- расстояние 8 -10 метров от источника тока - действие напряжения не опасно для человека.

В среднем опасным считается расстояние до 8 метров от места контакта проводника с землёй при шаговом напряжении.

Радиус действия опасной зоны зависит от множества факторов. Это:

- свойства почвы,

- уровень влажности,

- величина тока,

- длина шага человека.

Схема выхода из зоны шагового напряжения представлена на рис. 4.

Для расчёта шагового напряжения можно использовать формулу:

$$U = \frac{I * \rho}{2\pi} \times \left(\frac{1}{L_1} - \frac{1}{(L_1 + L_2)} \right) \quad (1)$$

где: U - шаговое напряжение;

I - ток короткого замыкания;

ρ - удельное сопротивление земли;

L_1 - расстояние от места замыкания землю до границы локальной земли (зоны растекания);

L_2 - длина шага (от 0,7 до 1 м).

Установка тяговой подстанции производится на межсекционной зоне, расположенной на суглинистой почве. Тяговая подстанция промежуточная на переменном токе. Номинальное

напряжение на шинах тяговых подстанций переменного тока - 27,5 кВ. Удельное сопротивление суглинистой почвы (ρ) = 150 Ом/м.

Для расчета примем длину шага человека 1 м.

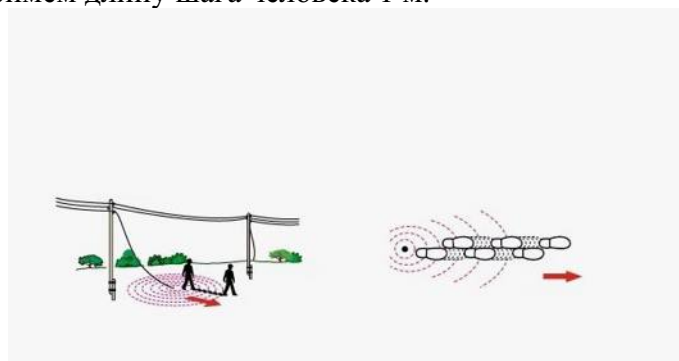


Рисунок 4 - Схема выхода из зоны шагового напряжения

Для расчета тока будем использовать формулу:

$$I_c = k_c * U_{ном} * L * 10^{-3} \quad (2)$$

где: k_c - коэффициент мощности;

$U_{ном}$ - номинальное минимальное напряжение сети;

L - длина линии (удаленность короткого замыкания от тяговой подстанции);

Коэффициент мощности в нашем расчете равен 3 (линия на металлических опорах с тросами).

Удаленность короткого замыкания от тяговой подстанции (обрыв провода) 1,3 км.

$$I_c = 3 * 27,5 \text{ кВ} * 1,3 = 107,25 \text{ А}$$

Таблица - 1 Расчет шагового напряжения

Шаговое напряжение (U), В	Ток короткого замыкания (I), А	Удельное сопротивление земли (ρ), Ом/м	Зона растекания (L_1), м	Длина шага (L_2)
853,9	107,25	100	1	1
284,6	107,25	100	2	1
142,6	107,25	100	3	1
85,39	107,25	100	4	1
56,93	107,25	100	5	1
40,66	107,25	100	6	1
30,5	107,25	100	7	1
23,7	107,25	100	8	1
18,98	107,25	100	9	1
15,53	107,25	100	10	1
12,93	107,25	100	11	1
10,94	107,25	100	12	1
9,38	107,25	100	13	1
8,13	107,25	100	14	1
7,11	107,25	100	15	1
6,27	107,25	100	16	1
5,58	107,25	100	17	1
4,99	107,25	100	18	1
4,49	107,25	100	19	1
4,06	107,25	100	20	1

Проведенные расчеты показали, что на расстоянии 2 м от места падения провода происходит резкое падение потенциала. На расстоянии 8 метров шаговое напряжение равно 23,7 В, а на расстоянии 20 м - 4,06 В. Зависимость шагового напряжения от зоны растекания представлена на рис. 5.

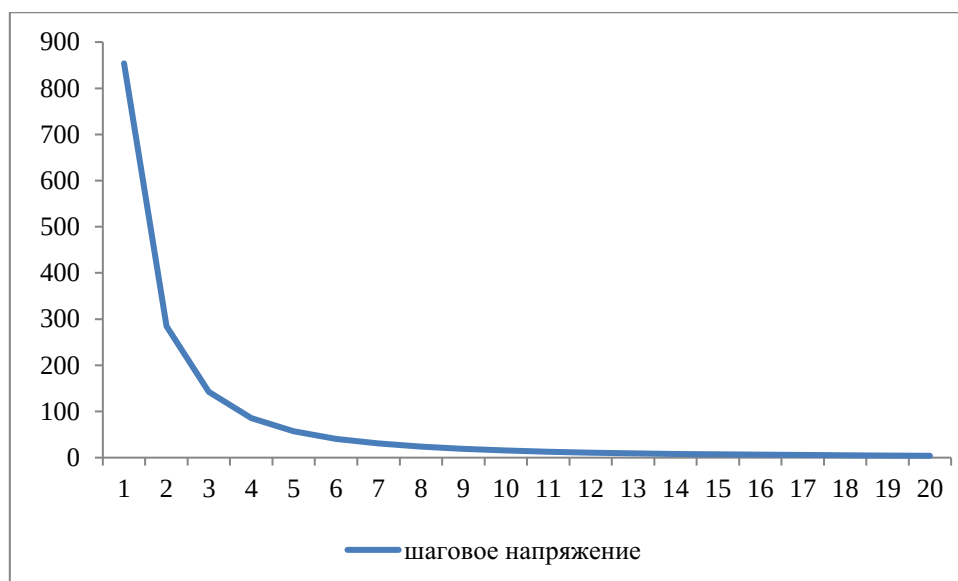


Рисунок 5 - Изменение шагового напряжения в зависимости от зоны растекания

Список литературы

1. Распоряжения №2160/р от 01.10.2018 «Об утверждении Положения об учете, расследовании и анализе отказов в работе технических средств на инфраструктуре ОАО «РЖД» с использованием с использованием автоматизированной системе КАСАТ».
2. ГОСТ 12.1.009-2017 "Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Термины и определения".
3. Терехова А.А. Анализ возникновения аварийных ситуаций в электроэнергетических системах // Научный журнал молодых ученых. 2021. № 2 (23). С. 64-68.

СЕКЦИЯ 2. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА И СОДЕРЖАНИЯ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ. РАЗВИТИЕ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО ДВИЖЕНИЯ

ЭКОЛОГИЧНЫЙ ПОДХОД И ИННОВАЦИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И РЕМОНТЕ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Ананин Кирилл Артемович

*студент Нижегородского института путей сообщения – филиала
ФГБОУ ВО «Приволжский государственный университет путей сообщения»,
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

Ефимов Никита Алексеевич

*студент Нижегородского института путей сообщения – филиала
ФГБОУ ВО «Приволжский государственный университет путей сообщения»,
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

Болдин Сергей Валентинович

*доцент Нижегородского института путей
сообщения – филиала ФГБОУ ВО «Приволжский
государственный университет путей сообщения»,
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

Аннотация: в данной статье были рассмотрены и предложены современные технологии, которые применяются или будут применяться при строительстве и ремонте Российских железных дорог. В статье рассказывается о внедрении геополотна при строительстве железных дорог, об «умном» мониторинге железнодорожной инфраструктуры и почему они позволяют упростить работу в сфере строительства и ремонта.

Ключевые слова: экоремонт; геотекстиль; дрон; инновационные технологии.

В современных условиях, когда экологические вопросы выходят на первый план, технологии экоремонта и устойчивого строительства железных дорог приобретают особую значимость. Одной из важных задач становится снижение негативного влияния транспортной инфраструктуры на окружающую среду за счет использования экологически безопасных материалов и методов. Например, в строительстве и ремонте железнодорожных путей все чаще применяется геотекстиль, который представляет собой яркий пример инновационных материалов, которые уже успели зарекомендовать себя в качестве перспективного строительного элемента. Этот материал, созданный на основе современных технологий из синтетических волокон (например, полиэстера или полипропилена), обладает значительными преимуществами с точки зрения экологичности и эффективности. Его использование позволяет укреплять основания железнодорожных путей, предотвращать эрозию почвы и обеспечивать долговечность конструкций. Важно отметить, что геотекстиль не подвержен гниению, устойчив к воздействию влаги, агрессивных сред и ультрафиолетового излучения, благодаря чему снижается необходимость частого применения дополнительных ресурсов для ремонта и обслуживания сетей.

Однако современный подход к экоремонту железных дорог не ограничивается лишь применением геотекстиля. Другие ключевые направления включают внедрение технологий переработки строительных отходов, использование возобновляемых материалов (например, древесины из сертифицированных источников), разработку инновационных смесей на основе

переработанного бетона или асфальта, а также создание энергоэффективных производственных технологий.

Важным элементом таких инноваций является использование вторичных материалов, которые минимизируют загрязнение окружающей среды. Например, переработка старого щебня и балласта позволяет снизить потребность добычи нового природного материала, сохраняя природные ресурсы. В то же время исследования показывают, что использование переработанных материалов, таких как пластики низкого давления, может стать новым этапом в создании прочных и экологически устойчивых конструкций. Данные материалы показывают высокую устойчивость к нагрузкам, а также позволяют эффективно использовать отходы промышленности.

В сфере железнодорожного строительства геотекстиль используется и для восстановления старых железнодорожных путей, и при строительстве новых. Геотекстиль на железных дорогах обеспечивает дренаж, фильтрацию грунтовых вод, разделяет балластный слой от грунта и основания. Применение геотекстиля оправдано и с точки зрения отведения воды. Если бетонные конструкции нарушают водный обмен, то синтетический материал хорошо пропускает жидкость, но задерживает твердые частицы.

Железнодорожные пути должны иметь необходимые показатели безопасности, выдерживать высокую интенсивность перевозок пассажиров и грузов. Сегодня для повышения эксплуатационных характеристик железнодорожных линий используют геотекстиль. Его задача – укрепление грунта под рельсовыми путями для предотвращения обвалов.

При строительстве железного полотна для создания насыпей используют сыпучие материалы, например, щебень. Насыпи помогают равномерно распределять вес железнодорожного транспорта, снижают нагрузки на пути. При создании насыпей применяют геотекстиль, посредством которого разделяется грунт и выбранный наполнитель. Геополотно железнодорожное препятствует смешиванию слоев и разрушению амортизационной подушки.

Использование геоматериала предупреждает возникновение неровностей и провалов на поверхности железнодорожного полотна, замедляет износ конструкции, позволяет экономить средства на обслуживании и ремонте железных дорог, приводит к увеличению срока эксплуатации железной дороги.

Как правило, геотекстиль железнодорожный используют при строительстве и ремонте железнодорожных путей в местах с повышенной нагрузкой (например, на пересечении рельсовых линий, железнодорожных переездах) или в местах со слабым, нестабильным грунтовым основанием. Использование геосинтетика выгодно также в тех регионах, где достаточно большое количество осадков и необходимо сформировать надежную дренажную систему. Материал хорошо пропускает влагу, но задерживает частицы грунта. Геотекстиль является важным компонентом в строительстве железных дорог, играющим ключевую роль в обеспечении долговечности и устойчивости железнодорожных объектов [1, С.125].

Основные функции геотекстиля в строительстве железных дорог включают:

1. Укрепление грунтов: геотекстиль помогает распределять нагрузки от рельсов и поездов, предотвращая деформацию и просадку основания. Он может быть использован для армирования слабых или нестабильных грунтов, что способствует созданию более прочной основы под железнодорожное полотно.

2. Дренаж: поскольку железнодорожные пути подвержены воздействию влаги, геотекстиль функционирует как фильтрующий материал, позволяющий воде отводиться от конструкции и предотвращая накопление избыточной влаги. Это особенно важно для поддержания структуры и предотвращения разрушений из-за промерзания и оттаивания грунта.

3. Разделение слоев: геотекстиль служит барьером, предотвращающим смешивание различных слоев материала в конструкции пути. Это помогает сохранить

однородность и улучшить распределение нагрузок, что важно для долгосрочной эксплуатации железной дороги.

4. Устойчивость к эрозии: геотекстиль может снижать риск эрозии вокруг железнодорожных сооружений, особенно на склоновых участках или в зонах с неблагоприятными климатическими условиями. Защита от эрозии помогает сохранить целостность железнодорожных путей и предотвращает необходимость в частом ремонте.

Использование геотекстиля в железнодорожном строительстве представляет собой инновационный подход, который приносит множество преимуществ. С учетом роста экологической ответственности и необходимости эффективного использования ресурсов, геотекстиль становится не только практическим, но и необходимым компонентом в современных проектах по строительству и ремонту железнодорожных путей. Современные технологии позволяют значительно сократить время строительства и снизить затраты на обслуживание инфраструктуры. Экономия также наблюдается в области эксплуатации, которая позволяет помочь улучшить дренажные системы, уменьшая количество воды, накапливающейся в основании, что в свою очередь снижает вероятность повреждения пути в условиях повышенной влажности или периодических наводнений. Это делает линии более надежными и менее подверженными неполадкам, таким как деформация или повреждение рельсов [2, С.76].

Использование геотекстиля в железнодорожном строительстве - это не просто выбор материала, а стратегический подход к созданию устойчивой и безопасной транспортной системы. С учетом всех упомянутых аспектов, начиная от повышения прочности, устойчивости и заканчивая экологическими и экономическими преимуществами, становится очевидным, что геотекстиль играет ключевую роль в современном строительстве и будущем железнодорожного транспорта. Разработка новых технологий и экологически чистых решений будет способствовать дальнейшему развитию этой области и улучшению качества жизни каждого, кто использует железнодорожный транспорт [6, С.98].

Следующим важным аспектом является использование технологий по «умному» мониторингу состояния путей и инфраструктуры. Активное применение беспилотных летательных аппаратов и сенсорных технологий позволяет вести постоянный контроль за состоянием рельсов, шпал и сопутствующих конструкций. Это способствует не только повышению безопасности, но и более рациональному использованию ресурсов на ремонт. Применение методов дистанционного зондирования дает возможность оперативно выявлять повреждения и минимизировать объем необходимых работ. Эти данные могут быть использованы для принятия более обоснованных решений о разработке проектов, минимизирующих негативное влияние на природу [3, С. 27].

Аэросъемка с дронов применяется не первый год в ОАО «РЖД», которая позволяет с высокой точностью определять состояние железнодорожного полотна. Для этого создаются 3D-модели с привязкой к местности - цифровые «слепок» железнодорожных путей. Например, дроны благодаря своей мобильности становятся незаменимыми помощниками, если нужно провести съемку поперечного профиля пути в труднодоступных местах: на высоких насыпях или в глубоких выемках. Делать это традиционным способом сложно технически и физически. Их использование позволяет не только сократить время на выполнение инспекций, но и снизить затраты, связанные с необходимостью привлечения большого количества людей для выполнения этих задач.

Создание цифровых «слепков» железнодорожных путей посредством 3D-моделирования с высокой географической точностью дает инженерам и техническим специалистам возможность оценивать состояние пути, выявлять потенциальные дефекты или изменения в геометрии полотна, а также отслеживать динамику работы конструкций. Это особенно важно в районах с высокой нагрузкой на рельсы или плохими географическими условиями, где традиционные способы обследования могут быть трудоемкими и требовать значительных затрат ресурсов.

Главным преимуществом дронов является их мобильность и способность быстро добираться до труднодоступных мест, таких как высокие насыпи, глубокие выемки или мостовые сооружения. Традиционные методы съемки на таких участках требуют использования специальной техники или значительных усилий персонала, что увеличивает и время выполнения процессов, и финансовую нагрузку. Дроны же позволяют оперативно выполнять инспекционные работы, передавая данные в режиме реального времени, что ускоряет процесс диагностики и принятия решений по ремонту или техническому обслуживанию.

Кроме того, применение беспилотных технологий снижает риски для сотрудников, исключая необходимость их нахождения в опасных зонах. Автоматизация анализа данных, собранных дронами, с использованием специализированного программного обеспечения и алгоритмов машинного обучения дополнительно повышает точность диагностики дефектов, таких как деформации рельсов или проседание насыпей.

Снижение затрат также играет ключевую роль: использование дронов требует значительно меньшего количества персонала, сокращает эксплуатационные расходы и позволяет сосредоточить ресурсы на более масштабных или сложных операциях. В перспективе комплексное разворачивание таких технологий в ОАО «РЖД» может стать основой для создания полностью цифровизированных систем управления железнодорожной инфраструктурой, что будет способствовать повышению эффективности всей отрасли.

Получив цифровую модель местности, специалисты ОАО «РЖД» могут отслеживать изменение отдельных параметров геометрии верхнего строения пути, балластного слоя и основной площадки, высоты насыпи, осуществлять мониторинг дренажных сооружений и откосов на подъемах и спусках, выявлять эрозию почв и размывы, определять состояние земляного полотна. Все это позволяет точно прогнозировать его просадку и повреждение железной дороги, а также предотвращать возможное затопление на конкретном участке путей, предупреждая аварийные ситуации и сохраняя высокий уровень безопасности перевозок.

Дроны оснащаются высококачественными камерами и специальными сенсорами, которые позволяют обнаруживать трещины, деформации и другие повреждения железнодорожного пути. Дроны оснащаются высококачественными камерами и специальными сенсорами, которые позволяют обнаруживать трещины, деформации и другие повреждения железнодорожного пути. Основное преимущество их использования состоит в возможности повысить оперативность и точность инспекций, обеспечивая доступ к труднодоступным участкам, а также снижая необходимость ручного осмотра, который может быть затратным и опасным.

Камеры высокого разрешения, используемые в дронах, обеспечивают детальный визуальный контроль железнодорожного полотна и прилегающих объектов. Они способны зафиксировать мелкие дефекты, такие как микротрещины в рельсах или повреждения шпал, которые могут быть незаметны при обычном инспекционном осмотре. Эти изображения обрабатываются с помощью алгоритмов машинного обучения, что позволяет быстро и эффективно обнаруживать отклонения от нормы и классифицировать их по степени опасности.

Дроны также оснащены специализированными сенсорами, включая тепловизоры для анализа температурных аномалий, лидары (лазерные дальномеры) для точного 3D-картирования рельсов и инфраструктуры, а также ультразвуковые сенсоры для выявления внутренних дефектов, которые не видны внешне. Например, тепловизоры помогают обнаружить перегрев элементов пути, вызванный износом или механическим повреждением, а лидары позволяют фиксировать даже минимальные геометрические деформации рельсовой колеи. Эти технологии позволяют своевременно предупреждать развитие неисправностей и проводить ремонтные работы до того, как дефект станет причиной аварии. Использование дронов снижает затраты на эксплуатацию железнодорожной инфраструктуры, повышает

безопасность и минимизирует простои поездов, поскольку проверки могут проводиться быстро и без отключения путей.

Это особенно важно для профилактики аварий и снижения риска при перевозке пассажиров и грузов. С помощью дронов становится возможным быстро проводить анализ и принимать обоснованные решения по ремонту. К тому же, использование современных методов мониторинга и контроля, например, внедрение автоматизированных систем для оценки состояния инфраструктуры, дает возможность не только оперативно выявлять проблемы, но и предотвращать их возникновение. Это создает условия для более безопасной и надежной эксплуатации железных дорог, обеспечивая при этом защиту экологии [5, С.100].

Однако с использованием дронов связаны и некоторые вызовы, такие как необходимость соблюдения правил безопасности, управления воздушным пространством и защиты от вмешательства. Для полноценно эффективной работы дронов в железнодорожной отрасли требуется разработка четких регуляторных стандартов и обучение операторов.

Дроны представляют собой инновационное решение, которое может значительно улучшить эффективность и безопасность работы железных дорог, открывая новые горизонты для мониторинга и управления инфраструктурой [4, С. 234].

Технологии искусственного интеллекта, интегрированные с дронами, открывают следующие горизонты. Дроны могут автономно анализировать полученные данные, выделяя повреждения рельсов, шпал или опор контактной сети, оценивая их масштаб и срочность ремонта. Такие возможности дают железнодорожным операторам не только инструмент для оперативного реагирования на проблемы, но и возможность прогнозировать их возникновение, что способствует переходу к проактивной, плановой модели обслуживания.

Кроме того, дроны могут служить важным звеном в управлении чрезвычайными ситуациями. В случае аварий или стихийных бедствий дроны предоставляют быстрый обзор поврежденных участков пути и оценку их состояния. За короткий промежуток времени предоставляется детальный вид с воздуха, что ускоряет принятие решений о восстановительных мероприятиях.

Параллельно с этим активно развивается использование цифровых технологий в управлении процессом экоремонта. Например, создание точных цифровых моделей рельефа местности и транспортных потоков (с использованием дронов и фотограмметрии) позволяет максимально рационально использовать материалы и ресурсы, избегая лишних перерасходов. Интеллектуальные системы мониторинга состояния железнодорожных путей дают возможность прогнозировать и предотвращать поломки, сокращая объемы ремонтных работ и потребление материалов.

При использовании экологически чистых и устойчивых технологий в железнодорожной отрасли становится не только необходимостью, но и важным шагом на пути перехода к устойчивому развитию. Улучшение экологической ситуации и поддержание эффективности железнодорожных маршрутов напрямую связаны с внедрением инновационных подходов, таких как применение геотекстиля, переработка отходов и использование возобновляемых материалов. По мере дальнейшего технологического прогресса и усиления нормативных требований к охране окружающей среды можно ожидать появления новых, еще более совершенных решений для данной отрасли.

Инвестирование в инновационные технологии в экоремонте и строительстве железных дорог может привести к существенной экономии средств как в краткосрочной, так и в долгосрочной перспективе. Устойчивое развитие требует комплексного подхода, и использование инновационных технологий является важным шагом к созданию эффективной и безопасной транспортной системы, которая позволяет создавать более экологические и устойчивые транспортные решения, которые могут эффективно функционировать, минимизируя негативные последствия для нашего окружения. Использование правильных технологий и материалов способствует уменьшению затрат на обслуживание и оперативное управление, значительно снижая потребление энергии и ресурсов, снизить влияние на

природу, а также способствуют созданию безопасной и эффективной транспортной инфраструктуры, что в свою очередь поддерживает экономическое развитие страны.

Список литературы

1. Воробьев, Э.В. Технология, механизация и автоматизация путевых работ Часть 1: учебное пособие / Э. В. Воробьев, Е. С. Ашпиз, А. А. Сидраков. – Москва : ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2014. – 308 с.
2. Громов, А.Д. Специальные способы геодезических работ: учебное пособие / А. Д. Громов, А. А. Бондаренко. – Москва: УМЦ ЖДТ, 2014. – 212 с.
3. Матвеев, С.И. Высокоточные цифровые модели пути и спутниковая навигация железнодорожного транспорта: монография / С. И. Матвеев, В. Р. Коугия. – Москва: Издательство «Маршрут2, 2005. – 290 с.
4. Матвеев, С.И. Геоинформационные системы и технологии на железнодорожном транспорте: учебное пособие / С. И. Матвеев, В. Р. Коугия, В. Я. Цветков. – Москва: Издательство УМК МПС России, 2002. – 288 с.
5. Сеницына, А.С. Цифровая трансформация и логистический инжиниринг на транспорте: учебное пособие / А. С. Сеницына, С. В. Некрасова. – Москва: ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2021. — 224 с.
6. Соловьева, Н.В. Техническая эксплуатация дорог и дорожных сооружений: учебник / Н. В. Соловьева, С. А. Яночкина. – Москва: ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2018. – 359 с.
7. Современные технологии обеспечения безопасности на железнодорожном транспорте: сборник /. – Москва: УМЦ ЖДТ, 2023. – 246 с.

АНАЛИЗ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ

*Джаббаров Саидбурхан Тулаганович,
доктор технических наук, профессор,
Ташкентский государственный транспортный университет,
г. Ташкент, Республика Узбекистан*

*Кодиров Нодирбек Бахтиёр ўғли,
докторант Ташкентский государственный транспортный университет,
г. Ташкент, Республика Узбекистан*

Аннотация: в статье рассматриваются связи между интенсивностью накопления остаточных деформаций железнодорожного пути и пропущенным тоннажем на участках железной дороги Узбекистана. Для выявления этих зависимостей была разработана математическая модель прогнозирования, которая учитывает как местные, так и среднесетевые тренды. Выполнены расчеты для предсказания изменений технического состояния пути, основываясь на истории его изменений, включая отклонения рельсовой колеи по профилю и уровню. Верификация модели прогнозирования проведена через сравнительный анализ прогнозируемых и фактических данных о накоплении остаточных деформаций.

Ключевые слова: математическая модель, прогнозирование, интенсивность накопления остаточных деформаций, железнодорожный путь, дефект, верификация модели.

1. Методы прогнозирования изменений технического состояния железнодорожного пути

Отказы в работе железнодорожного пути, представляющего собой многоэлементную восстанавливаемую систему, возникают под воздействием комплекса неблагоприятных факторов. Чтобы избежать критического состояния всей конструкции, необходимо учитывать влияние каждого элемента на профилактику и возникновение отказов. Поэтому одной из ключевых задач путевого хозяйства является предотвращение превышения установленных нормативами пределов отказов и затрат на обслуживание.

Для эффективного решения этой задачи требуется информация, отражающая процессы износа, усталости и старения верхнего строения пути, с учетом его текущего состояния в определенные моменты времени и дальнейшего развития в процессе эксплуатации.

При оценке и прогнозировании параметров технического состояния конкретного участка пути основная цель заключается в получении максимально точных и актуальных данных, несмотря на нехватку статистики и вариативность эксплуатационных условий. Для этого следует решить несколько подзадач, направленных на разработку алгоритмов:

- а) оценки технического состояния отдельного участка пути;
- б) прогнозирования интенсивности нарастания дефектов элементов конструкции и отклонений рельсовой колеи с учетом их предшествующих изменений;
- в) улучшения системы планирования ремонтов пути и путевых работ.

Тщательная оценка состояния железнодорожного пути имеет решающее значение для повышения качества его обслуживания и решения технико-экономических задач. Это также необходимо для разработки комплекса мероприятий по техническому обслуживанию и оценки качества работы предприятий путевого хозяйства на всех уровнях управления.

Для решения задач по прогнозированию параметров технического состояния железнодорожного пути необходимо разработать соответствующие алгоритмы, основанные на аналитических данных. Эти алгоритмы позволят получить достоверную оценку скорости появления дефектов и неисправностей железнодорожного пути, даже при недостаточности статистической информации [7-10].

Поэтому в практическом применении из множества видов аппроксимаций часто используется линейная аппроксимация. Она позволяет, основываясь на достаточно простом математическом аппарате, оценить тенденцию развития дефектности или неисправности на километре (участке). Как известно, уравнение линейной функции имеет следующий вид:

$$y = mx + b, \quad (1)$$

где y — интенсивность нарастания дефектности и неисправностей, шт./км; x — пропущенный тоннаж (срок эксплуатации), млн т, брутто или лет; m — наклон прямой, местная скорость изменения интенсивности нарастания дефектности и неисправностей, шт. в год, в месяц или на млн т брутто; b — параметр линейной зависимости, точка пересечения прямой с осью ординат Y , шт. Параметры m и b в формуле (1) определяются при помощи регрессионного анализа.

В основе данной методики прогнозирования лежит учёт соотношения между скоростью изменений и весовыми коэффициентами локальных и среднесетевых интенсивностей, с опорой на достоверность статистических данных и расчётов при их совместном использовании. При этом решение подзадачи представляется в следующем виде:

$$\Omega_{прогн} = \Omega_{Ссп.сет} K + \gamma m + K(1 - \gamma) \sum_{j=1}^n J_{сп i} \beta T, \quad (2)$$

где $\Omega_{прогн}$ — местная прогнозируемая интенсивность нарастания дефектности и неисправностей, шт. • i/км; $\Omega_{Ссп.сет}$ — прогнозируемая интенсивность нарастания дефектности и неисправностей в среднем по сети, шт. • i/км; K — поправочный коэффициент, связывающий местные и среднесетевые интенсивности нарастания дефектности и отступлений рельсовой колеи; T — прогнозируемый пропущенный тоннаж, млн ткм брутто; $J_{сп i}$ — среднесетевая скорость изменения интенсивности, шт. в год, в месяц или на млн т брутто; m — местная интенсивность нарастания дефектности или неисправностей, шт. в год, в месяц или на млн т брутто; γ — коэффициент доверительной вероятности, определяющий долю местной интенсивности нарастания дефектности и неисправностей при их прогнозировании; β — табличный поправочный коэффициент $K_{сп i}$, зависящий от конструкции пути и условий эксплуатации. Согласно формуле (2), решение данной задачи приобретает комплексную структуру, дающую наиболее достоверный и точный результат, чем надежнее исходные статистические данные.

В работе [9] предложен подход к прогнозированию изменения технического Состояние участка железнодорожного пути зависит от объема данных об интенсивности накопления остаточных деформаций и значениях выхода элементов верхнего строения пути. В рамках данного исследования также были выполнены расчеты для прогнозирования изменений технического состояния пути, основываясь на истории его состояния.

Прогнозирование технического состояния верхнего строения железнодорожного пути по среднесетевым зависимостям может быть полезно в случаях, когда объем данных об остаточных деформациях недостаточен. Это особенно актуально, если на рассматриваемом участке пути отсутствуют данные о дефектности или выборка статистического материала слишком мала, а достоверность аппроксимации существующих значений является слабой или умеренной (коэффициент детерминации R^2 менее 0,5). При значении R^2 более 0,5.

В результате получения среднесетевой зависимости количество отступлений на участке пересчитывается по формуле:

$$Y_{пересечет i} = K Y_{сп i}, \quad (4)$$

где $Y_{сп i}$ — среднее среднесетевое значение количества отступлений на участке пути, рассчитанное по параметрам, но для пропущенного тоннажа соответствующего участку, на котором выполняется прогнозирование; K — коэффициент пересчета среднесетевого уровня отступлений к уровню отступлений на рассматриваемом участке, определяемого по формуле:

$$K = \bar{Y}_i / \bar{Y}_{сп} \quad (5)$$

В формуле (5) $\bar{Y}_i$ — среднее значение отступлений, Y , на участке пути, для которого производится прогноз, условные единицы.

$\bar{Y}_{cp}$ - среднее сетевых значений количеств отступлений, U_{cp} рассчитанных по зависимости (4) для пропущенного тоннажа x_i , соответствующего участку, на котором выполняется прогноз.

В результате пересчета количества отклонений на изучаемом участке, с учетом среднесетевых параметров, осуществляется прогнозирование их интенсивности накопления. Прогнозные значения остаточных деформаций на участке определяются с использованием формулы (5), при этом в формулу (4) подставляются значения ожидаемого тоннажа. Важно отметить, что коэффициент пересчета КК остается неизменным и не пересчитывается при прогнозировании.

Результатом проведенного в [9] прогнозирования технического состояния верхнего строения железнодорожного пути по среднесетевым зависимостям на участке Пахта—Алмазар является среднегодовое количество отклонений в профиле и по уровню от ожидаемого пропущенного тоннажа, составившее 5,03 шт./км в год.

Для построения модели прогнозирования рассмотрим характеристики трех участков Узбекской железной дороги между 3417 и 3418 км. Эти данные были использованы в расчетах в рамках изучаемой модели прогнозирования.

На километрах с 3417 по 3418 конструкция верхнего строения пути представляет собой бесстыковую систему, состоящую из старогодних термоупрочненных рельсов типов Ш-1, уложенных на железобетонные шпалы со скреплениями типа Pandrol Fastclip.

Основные характеристики участка:

- класс пути: I;
- эпюра шпал: 1840 шт./км;
- толщина щебеночного балласта под подошвой шпалы: 35-50 см;
- средняя грузонапряженность на участке: 33,4 млн ткм брутто в год.

На рассматриваемых километрах с 3417 по 3418 конструкция верхнего строения пути является бесстыковой и состоит из новых термоупрочненных рельсов типа Р65, уложенных на железобетонные шпалы со скреплениями типа Pandrol Fastclip.

Результаты текущих и прогнозных расчетов для оценки технического состояния верхнего строения железнодорожного пути

В данном разделе для оценки технического состояния верхнего строения железнодорожного пути на участках Узбекской железной дороги используется и развивается математическая модель прогнозирования, основы построения которой изложены в разделе 2 настоящей статьи. Прогнозирование по среднегодовым зависимостям основано на некоторых статистических данных АО «Узбекистон темир йуллари» для указанных участков пути.

Для рассматриваемого участка 3417-3418 км по разработанной базе данных (БД) формируется статистическая выборка, содержащая данные о конструкции пути, условиях эксплуатации и остаточных деформациях верхнего строения. Значения выборки группируются по пяти карманам. Далее эти данные аппроксимируются с использованием математической модели прогнозирования, при этом определяются параметры модели и величина достоверности аппроксимации данных, обозначаемая как R^2 .

Оценка достоверности корреляционной зависимости проводится с использованием коэффициента множественной корреляции, также называемого коэффициентом детерминации (значение R^2). Этот коэффициент рассматривается как универсальная мера зависимости одной случайной величины от множества других [37]. В частности, для линейной зависимости R^2 является квадратом множественного коэффициента корреляции между зависимой переменной и объясняющими переменными. Для модели парной линейной регрессии коэффициент детерминации равен квадрату обычного коэффициента корреляции между переменной y и предиктором x .

Формула для вычисления коэффициента детерминации имеет вид:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_1^n (y_i - f_i)^2}{\sum_1^n (\bar{y}_i - \bar{f}_i)^2}, \quad (6)$$

где y_i - данные из выборки (фактические); f_i - соответствующие им значения модели,

вычисленные по формуле регрессии (теоретические).

В соответствии со шкалой Чеддока полагают, что если величина R^2 в (6) более 0,5 — то связь заметная, высокая или весьма высокая (см. таблицу 1).

Таблица 1 - Шкала Чеддока для качественно оценки тесноты связи по величине коэффициента детерминации R^2

Количественная мера тесноты связи R'	Качественная характеристика силы связи
0,1 - 0,3	Слабая
0,3 - 0,5	Умеренная
0,5 - 0,7	Заметная
0,7 - 0,9	Высокая
0,9-0,99	Весьма высокая
1	Функциональная

Ввиду аналогичных условий эксплуатации, будем использовать границы параметров модели, представленные в работе [9]. Эти параметры были получены в результате обработки массивов данных, разделённых на 5 категорий.

При применении метода наименьших квадратов рассматривается сумма квадратов отклонений.

$$S(x) = \sum_{i=1}^n [y_i - \Omega(x)]^2, \quad (7)$$

где y_i , — фактическое значение количества отступлений пути, $\Omega(x)$ - аппроксимированные значения количества отступлений пути по математической модели интенсивности накопления остаточных деформаций верхнего строения железнодорожного пути с учетом процесса его восстановления как технической системы.

Рассматриваемый метод используется для решения задачи определения параметров математической модели на основе выборочных данных. Выбор аппроксимирующего многочлена осуществляется с учетом минимизации суммы квадратов отклонений.

$$S(X) = \sum_{i=1}^n [y_i - \Omega(x)]^2 = \min, \quad (8)$$

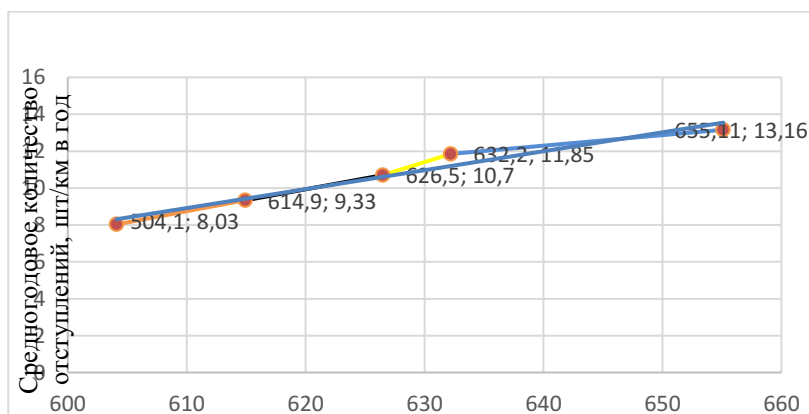


Рисунок 1- График аппроксимации среднегодового количества отступлений в профиле и по уровню при умеренной тесноте связи на участке 3417 - 3418 км

На рис. 1 представлен график аппроксимации среднегодового количества отклонений в профиле и по уровню от пропущенного тоннажа с использованием математической модели. Коэффициент детерминации (R^2) и параметры математической модели представлены в таблице 2

С помощью данного метода определяется оптимальное значение функции с учетом ограничений на параметры, входящие в эту функцию. В результате расчетов формируются таблицы с параметрами модели.

Таблица 2 - Параметры математической модели и коэффициент детерминации участка прогнозирования

B	m	t_0	C	A	α	β	H	R^2
499.92	0,24	1.00	0,01	6.27	3.00	556.78	0,87	0,96

Согласно применяемой модели, среднесетевую теоретическую функцию интенсивности накопления остаточных деформаций от пропущенного тоннажа для бесстыковой конструкции пути со скреплениями типа КБ можно представить в виде следующей зависимости:

$$\Omega(x_j) = Y_{cpj} = 499.50 \frac{0.27}{3.27} x^{0.27-1} + 0.003 + 6.26 \left[1 - e^{-(x/999.63)^{0.73}} \right] \left[\frac{0.99}{\frac{x}{999.63} \ln 0.99 + 1} \right]. \quad (9)$$

После получения среднесетевой зависимости количество отступлений на участке пересчитывается по формуле:

$$Y_{пересчет\ i} = K Y_{cp\ i}, \quad (10)$$

где $Y_{cp\ i}$ - среднее среднесетевое значение количества отступлений на участке пути, рассчитанное по параметрам,

но для пропущенного тоннажа соответствующего участку, на котором выполняется прогноз; K - коэффициент пересчета среднесетевого уровня отступлений к уровню отступлений на рассматриваемом участке, определяемого по формуле:

$$K = Y_i / Y_{cp}, \quad (11)$$

где Y_i - среднее значение отступлений, Y_i на участке пути, для которого производится прогноз, условные единицы; - среднее сетевых значений количеств отступлений, Y_{cp} рассчитанные для пропущенного тоннажа x , соответствующего участку, на котором выполняется прогноз

Пересчет количества отступлений $Y_{пересчет\ i}$ на участке прогнозирования ведется в табличной форме (таблица 3).

После пересчета количества отступлений на участке 3417-3418 км, с учетом среднегодовых параметров, выполняется прогнозирование их интенсивности накопления. Определение прогнозных значений остаточных деформаций на участке осуществляется с использованием формулы (10), но вместо реальных данных о пропущенном тоннаже в формулу (9) подставляются значения ожидаемого в будущем наработанного тоннажа. Коэффициент пересчета KK остается прежним и не пересчитывается при прогнозировании.

Таблица 3 - Пересчет количества отступлений на участке АО «Узбекистон темир йуллари»с учетом среднегодовых параметров

Пропущенный тоннаж, x_i .млн т брутто	Значения отступлений, Y_i шт./км в год	Среднесетевое количество отступлений $Y_{ср i}$, рассчитанное по среднесетевой зависимости	Пересчитанное среднесетевое количество отступлений Y пересчет i , шт./км в год
504,1	8,03	6,14	7.06
514,9	9,33	7,12	8,19
526,5	10,7	10,5	12.075
532,2	11,85	11,11	12,7В
555, 11	13,16	11,28	12,97
	10.61	$Y_{ср} = 9,23$	-
$K = Y_i/Y_{ср} = 10,61/9,23 = 1,15$			

На рис. 2 приведен график прогнозирования, а в таблице указано фактическое количество отступлений в прогнозный период.

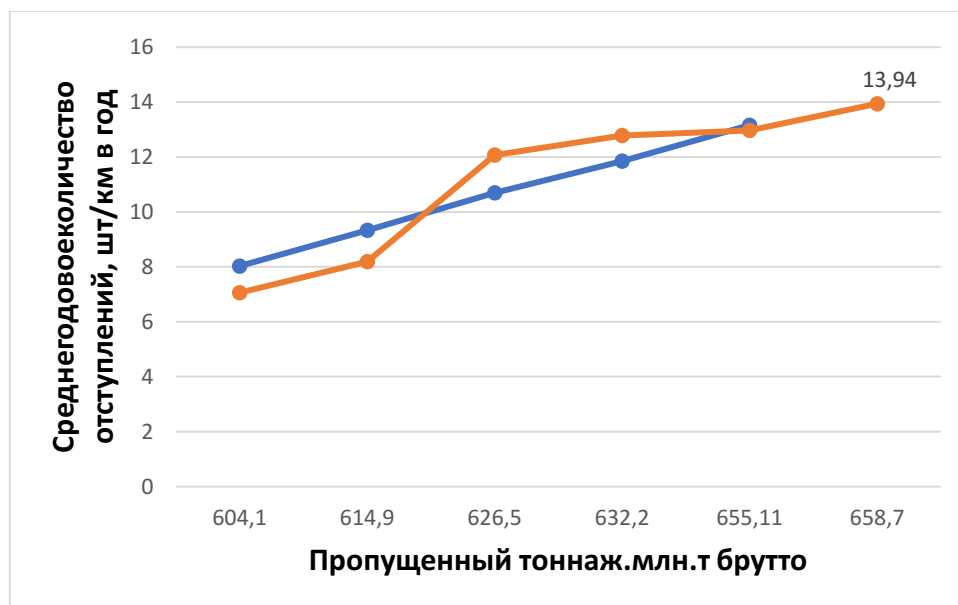


Рисунок 2 - График прогнозирования среднегодового количества отступлений в профиле н по уровню от пропущенного тоннажа на участке 3417 - 3418 км

В таблице 4 приведены данные по фактическому' количеству отступлений в прогнозный период для изучаемого участка.

На завершающем этапе прогнозирования выполняется сравнение реального уровня отступлений с прогнозным значением:

$$\Delta = \left| \frac{Y_{факт} - Y_{проги}}{Y_{факт}} \right| * 100\% = 5,5\%.$$

Таблица 4 - Фактическое количество отступлений в прогнозный период

Ожидаемый пропущенный тоннаж, х., млн т брутто	Среднесетевое количество отступлений в профиле и по уровню, шт./км в Г од
658,7	2(5,33)

По результатам прогнозирования была получена достаточно высокая сходимость реального уровня отклонений с прогнозным значением.

Таким образом, результатом прогнозирования технического состояния верхнего строения железнодорожного пути по среднегодовым зависимостям на изучаемом участке является среднегодовое количество отклонений в профиле и по уровню от ожидаемого пропущенного тоннажа, которое для участка 3417-3418 км составило 27,88 шт./км в год.

По определенным значениям, на прогнозный период степень отступлений будет соответствовать степени 11.

По отступлениям второй степени назначается средний ремонт пути [5, 6].

Заключение

В статье охарактеризованы методы и подходы к прогнозированию изменения технического состояния, основанные на возможностях математического моделирования для оценки параметров состояния отдельного участка пути. Описано применение модели прогнозирования, учитывающей предшествующие изменения состояния пути.

Моделирование прогнозов позволяет:

- Снизить вероятность развития отказов и предотказов железнодорожного пути за счет заблаговременного выявления потенциально опасных участков.
- Повысить эффективность расходования средств на ремонты и текущее обслуживание железнодорожного пути.
- Заложить теоретические основы для определения остаточного ресурса железнодорожного пути на основе прогнозирования показателей экономичности и безопасности его эксплуатации.

Проанализированы зависимости интенсивности накопления остаточных деформаций верхнего строения от пропущенного тоннажа, а также рассмотрена возможность использования этих зависимостей для участков Узбекской железной дороги.

Проведена верификация модели прогнозирования на основе зависимостей интенсивности накопления остаточных деформаций путем сравнительного анализа прогнозных и фактических расчетов. Метод был применен на примере прогнозирования изменения технического состояния участка 3417-3418 км, в результате чего была получена высокая сходимость с реальными данными уровня отклонений, что подтверждено значениями проверки прогнозирования (для участка 3417-3418 км — 5,5%).

На основании проведенных исследований можно заключить, что модель прогнозирования накопления остаточных деформаций верхнего строения железнодорожного пути от пропущенного тоннажа может быть эффективно применена на Узбекской железной дороге, что подтверждается положительными результатами прогнозирования.

Эта методика позволит прогнозировать количество отклонений в профиле и по уровню, что играет ключевую роль в поддержании и реконструкции верхнего строения железнодорожного пути. Она также будет способствовать предотвращению как незначительных, так и серьезных неисправностей. Более того, в работе представлен пример назначения ремонта верхнего строения пути на прогнозный период, что имеет важное значение для планирования путевых работ и повышения экономической эффективности.

Список литературы

1. Бизнес – план Акционерного общества «Узбекистон темир йуллари» на 2021 год. Ташкент, 2021. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://railway.uz/upload/iblock/e4f/lpbz5z2g57s16utftve94274c1vtadvr.pdf> (дата обращения: 18.02.2022).
2. Методика оценки воздействия подвижного состава на путь по условиям обеспечения его надежности. М.: ВНИИЖТ. 2000.
3. Djabbarov S., Mirakhmedov M., Śladkowski A. Potential and Problems of the Development of Speed Traffic on the Railways of Uzbekistan //Transport Systems and Delivery of Cargo on East–West Routes. – Springer, Cham, 2018. – С. 369-421.
4. Djabbarov S., Kodirov N. The impact of dynamic load from the wheel on the rail for high-speed trains in Uzbekistan //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. – Т. 402. – С. 06009
5. Инструкция по текущему содержанию железнодорожного пути, утверждена распоряжением ОАО "РЖД" от 14 ноября 2016 г. № 2288р
6. Андреев А.В., Бельтюков В.П., Сенникова А.А., Симонюк И.А. Совершенствование методики прогнозирования развития остаточных деформаций верхнего строения железнодорожного пути И Изв. ПГУПС. 2014. JV <! 4 (41). С. 16-21.
7. Бельтюков В.П. Оптимизация среднесрочных перспективных планов ремонтов железнодорожного пути И Транспорт РФ. 2011. № 3 (34). С. 71-74.
8. Симошок И.А. Прогнозирование интенсивности накопления остаточных деформаций верхнего строения железнодорожного пути для среднесрочного планирования путевых работ: дис. ... канд. техн. наук (05.22.06) /Санкт-Петербург, 2014. 147 с.
9. Дмитрашко А.В. Методы моделирования прогнозирования изменения технического состояния верхнего строения железнодорожного пути// Труды XXV Международной конференции "Проблемы управления безопасностью сложных систем" (Москва, декабрь 2017). М.: ИПУ РАН. 2017. 371-314 с.
10. Мишин В.В., Артюх Т.П. Автоматизированное планирование ремонта пути И Путь и путевое хозяйство: Научно-популярный, производственно-технический журнал. - 2003, № 8.- С. 21-23.
11. Мишин В.В. Новый подход к планированию выправочных работ // Путь и путевое хозяйство. - 2004, №4,- С. 16-18.
12. Кайенский В.Б. Основные направления совершенствования путевого хозяйства// Путь и путевое хозяйство. - 2000, № 34,- С.8-15.
13. Сычев В.П. Обоснование моделей планирования путевых работ по показаниям вагона путензмерителя// Вестник Всероссийского научно-исследовательского института железнодорожного транспорта. - 1984, № 8. - С.45
14. Сычев В.П. Прогнозирование состояния рельсовой колеи при планировании работ по текущему содержанию пути,'Вестник ВНИИЖТ,- 1982, № 1,- С. 41-43.
15. Сычев В.П. Повышение информативности оценки состояния пути // Путь и путевое хозяйство, - 2007, № 12.- С. 12-13.
16. Обуховский Г.И., Певзнер В.О., Левинзон М.А. Оценка потребности в проведении выправочных работ // Исследование расчетных характеристик и динамики железнодорожного пути: Мсжвуз. сб. научн. тр. Днепропетровск, 1985. С. 92-97.

К ВОПРОСУ УСТОЙЧИВОСТИ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ НА ОПОЛЗНЕВОМ СКЛОНЕ

*Джаббаров Саидбурхан Тулаганович,
профессор кафедры «Инженерия железных дорог»
Ташкентского государственного транспортного университета (ТГТУ),
г. Ташкент, Республика Узбекистан*

*Мукаррамов Рамазон Хусенович,
аспирант Ташкентского государственного транспортного университета (ТГТУ),
г. Ташкент, Республика Узбекистан*

Аннотация: в статье изложены результаты теоретических исследований устойчивости земляного полотна железных дорог, расположенного на оползнеопасном склоне. Моделирование процесса оползня произведено с использованием программного комплекса ПК Midas GTS NX в котором реализован модель Мора-Кулона. С использованием современного математического аппарата (SRM и SAM) установлены коэффициенты устойчивости склона, влияние статических, вибродинамических и сейсмических нагрузок на устойчивость земляного полотна.

Ключевые слова: земляное полотно, оползень, устойчивость склона, грунт, вибродинамические и сейсмические нагрузки, смещение, запас прочности, устойчивость земляного полотна.

Введение. Воздействие человека на окружающую природную среду вызывают в ней негативные изменения. Строительство новых железных и автомобильных дорог в горных районах, увеличение размеров движения и массы транспортных средств приводят к возникновению опасных геологических процессов. Интенсивное освоение предгорных и горных районов, строительство инфраструктуры жилых комплексов, горнодобывающих предприятий, водных и сельскохозяйственных объектов приводят к увеличению воздействия нагрузок на отдельные участки освоенных горных районов, а также к образованию новых зон (территорий, районов) с высокой вероятностью оползневого риска.

Вокруг нас возникает природно-техническая система (ПТС), т.е. совокупность форм и состояний взаимодействия природной среды с инженерными сооружениями на всех стадиях их функционирования. Любая природно-техническая система как целостная и упорядоченная во времени и пространстве совокупность взаимодействующих компонентов, включает в себя продукты и средства труда, естественную или искусственно измененную природную среду [1]. Например, на железной дороге выемка сформирована техногенным воздействием и по сути составляет часть геологической среды, или насыпь сложена природным, но техногенно-нарушенным грунтом. В целом же, откосы выемки и насыпи, полотно железных и автомобильных дорог образуют единый комплекс в составе ПТС – транспортные природно-технические системы (ТПТС) с присущими им инженерно-геологическими процессами [2].

Постановка задачи. Большинство новых железных дорог, строящихся в мире за последние полвека, строятся в сложных климатических и топографических условиях. Районы строительства этих железных дорог сейсмически активны или подвержены оползням. Обеспечение устойчивости земляного полотна железных дорог в оползнеопасных районах, снижение (устранение) негативного воздействия оползней, разработка методики оценки оползневой опасности с использованием современного математического аппарата являются актуальными для безопасного и бесперебойного движения поездов.

Методика решения. Устойчивость земляного полотна железных дорог на склоне является одной из наиболее часто встречающихся задач в дорожном строительстве. Из-за силы

тяжести склон всегда имеет потенциальную энергию собственного веса, если на склон воздействуют такие внешние силы как приложенная статическая или вибродинамическая нагрузка, землетрясение, поровое давление и т. д., то это сильно влияет на его устойчивость. При этом разрушение склона может произойти, когда сумма активных сил склона превышает силу сопротивления грунта. По соотношению этих сил определяют устойчивость склона, а также оценивают устойчивость к разрушению.

В последнее время наиболее распространенным методом, используемым при оценке устойчивости склона является метод конечных элементов.

В GTS NX применимыми методами анализа устойчивости откосов, использующими метод конечных элементов, являются метод снижения прочности (SRM) и метод анализа напряжений (SAM), основанный на теории предельного равновесия.

Использование двух методов оценки устойчивости склонов позволяет получить максимально полную картину и иметь вариативность при применении тех или иных инженерных средств повышения устойчивости откоса. Необходимо отметить, что методом SRM просчитывается общая устойчивость склона, с автоматическим выявлением наименьшего коэффициента устойчивости на наименее устойчивом участке всего склона. Тогда как метод SAM требует заранее определить область центров и касательных для расчета виртуальной поверхности скольжения.

Статические расчёты напряжённо-деформированного состояния выполнены методом конечных элементов. Решение краевой задачи о напряженно-деформированном состоянии расчетной области при использовании метода конечных элементов сводится к численному решению системы уравнений:

$$[K]\{u\} = \{F\}$$

где: $[K]$ - матрица жесткостей;
 $\{u\}$ - вектор узловых перемещений;
 $\{F\}$ - вектор нагрузок.

Решение. Исходные данные для выполнения расчета приняты в соответствии с отчетом об инженерно - геологических изысканиях по объекту: «Строительство железнодорожной линии «Ташгузар – Бойсун - Кумкурбан», оползневый склон на 103 км перегона «Чашмаихафизон - Акрабат» [5].

На основе исходных данных было построено две 2D модели системы «оползень-основание», на основании наиболее характерных инженерно-геологических разрезов (разрезы 1-1 и 3-3).

Многовариантные расчеты по определению общего перемещения, напряжения по осям X и Y , а также устойчивости проведены для следующих расчетных случаев:

Расчет устойчивости оползневого склона выполнен для двух инженерно-геологических разрезов в двух вариантах (мокрый склон и сухой склон) с учетом сейсмического [4].

В расчетах учтены следующие типы нагрузок:

- собственный вес;
- равномерно-распределенная нагрузка по гребню ж/д насыпи;
- нагрузка от сейсмического воздействия.

Каждый вариант просчитан в случае сейсмического воздействия (8 баллов), которое задавалось по эпюре сейсмических ускорений, с максимальными значениями в долях от g составили 0,1562g.

Расчет устойчивости выполнен в расчетном комплексе MIDAS GTS NX.

Габаритные размеры блока грунтового основания на разрезе 1-1 составляют 511 x 93 м, с понижением по высоте до 34 м после оползневого массива. Разработанная модель аппроксимирована плоскими (2D) узловыми конечными элементами 2-ого порядка. Общее количество конечных элементов в модели – 18499, узлов – 18755 (рис.1).

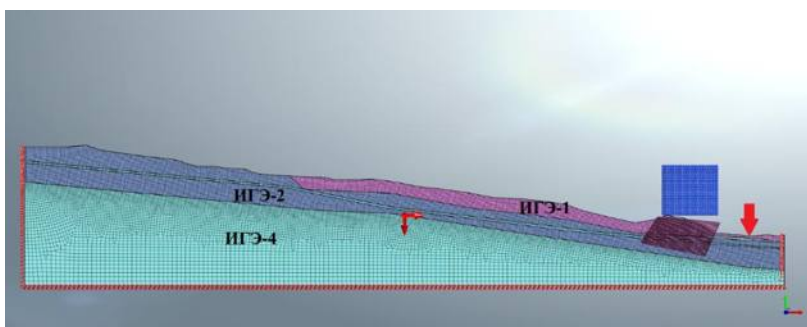


Рисунок 1 - Расчетная модель по разрезу 1-1

Коэффициент запаса устойчивости сухого склона разреза 1-1 рассчитанный по методу SAM составляет 2,3 и по методу SRM – 3,1 (рис.2).

Максимальные перемещения при расчете напряженно-деформированного состояния (НДС) сухого склона с учетом сейсмического воздействия по оси X достигают около 46 см у верха оползневого участка (рис.3). В свою очередь максимальные перемещения по оси Y достигают около 37 см в углу модели, тогда как 90,3% перемещений модели составляют около 6 мм.

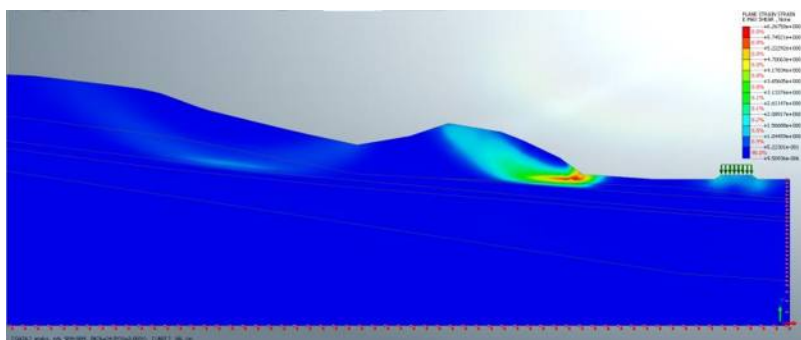


Рисунок 2 - Расчет устойчивости сухого склона разреза 1-1 с учетом ж/д насыпи.

Коэффициент запаса сухого склона разреза 1-1 с учетом сейсмического воздействия рассчитанный по методу SAM составляет 1,6 и по методу SRM – 1,51.

Необходимо отметить, что расчет сухого склона по методу SAM выполнен исключительно для вала выпирания неустойчивого оползневого массива, тогда как метод SRM автоматически определяет наиболее неустойчивые участки и растягивающие усилия в массиве методом снижения прочности.

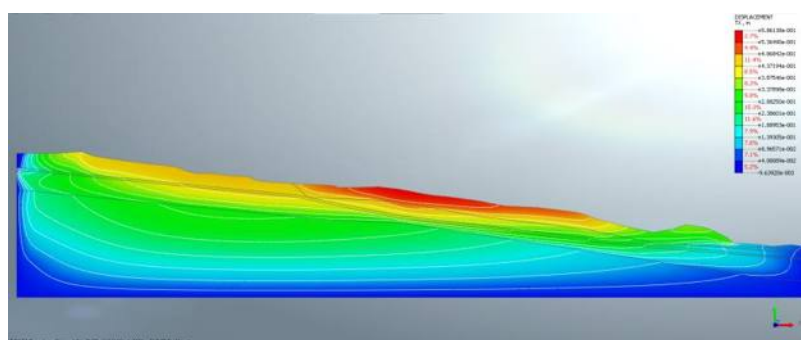


Рисунок 3 - Изополя перемещений по оси X при расчете напряженно-деформированного состояния (НДС) мокрого склона с учетом сейсмического воздействия

Расчеты по определению общего напряжения без сейсмического воздействия по осям X и Y , а также устойчивости выполнены методами SRM и SAM для мокрого склона с использованием расчетной модели по разрезу 1-1 (табл.1).

Коэффициент запаса рассчитанный по методу SAM составляет 1.65 и по методу SRM – 2,2.

Аналогичные расчеты по определению общего напряжения по осям X и Y, устойчивости склона, а также деформации в плоском напряженном состоянии по оси X и Y выполнены методами SRM и SAM для мокрого склона с использованием расчетной модели по разрезу 1-1 с учетом сейсмического воздействия.

Максимальные перемещения сухого склона с учетом сейсмического воздействия достигают около 41 см в углу модели, тогда как 97,1% перемещений модели составляют от 0.8 до 5.3 см. обозначенный на рис.4 синим цветом.



Рисунок 4 - Изополя перемещений по оси Y при расчете напряженно-деформированного состояния (НДС) сухого склона с учетом сейсмического воздействия

Выводы. Анализ результатов расчетов позволил установить, что коэффициент запаса, рассчитанный по методу SAM составляет 1,12 и по методу SRM – 1,27.

По результатам выполнения расчетного обоснования были получены результаты устойчивости склонов оползневого массива и напряженно-деформированного состояния для четырех вариантов с учетом сейсмического воздействия и с ж/д насыпью (табл.2).

Таблица 1 - Коэффициенты устойчивости откосов для вариантов №1, №2, №3 и №4.
Основное сочетание нагрузок (без учета сейсмического воздействия)

	Название расчетного случая	Основное сочетание нагрузок	
		Метод SRM	Метод SAM
1	Вариант №1 (Разрез 1-1, сухой склон)	$K_{уст}=2,3$	$K_{уст}=3,1$
2	Вариант №2 (Разрез 1-1 мокрый склон)	$K_{уст}=2,2$	$K_{уст}=1,65$
3	Вариант №3 (Разрез 3-3 сухой склон)	$K_{уст}=2,8$	$K_{уст}=2,33$
4	Вариант №4 (Разрез 3-3 мокрый склон)	$K_{уст}=1,9$	$K_{уст}=1,59$
5	Вариант №1 + ж/д насыпь (Разрез 1-1, сухой склон)	$K_{уст}=2,28$	$K_{уст}=3,0$
6	Вариант №2 + ж/д насыпь (Разрез 1-1 мокрый склон)	$K_{уст}=2,01$	$K_{уст}=1,65$
7	Вариант №3 + ж/д насыпь (Разрез 3-3 сухой склон)	$K_{уст}=2,8$	$K_{уст}=2,33$
8	Вариант №4 + ж/д насыпь (Разрез 3-3 мокрый склон)	$K_{уст}=1,9$	$K_{уст}=1,59$

Таблица 2 - Коэффициенты устойчивости откосов для вариантов №1, №2, №3 и №4. (Особое сочетание нагрузок с учетом сейсмического воздействия)

	Название расчетного случая	Основное сочетание нагрузок	
		Метод SRM	Метод SAM
1	Вариант №1 (Разрез 1-1, сухой склон)	$K_{уст}=1,51$	$K_{уст}=1,6$
2	Вариант №2 (Разрез 1-1 мокрый склон)	$K_{уст}=1,27$	$K_{уст}=1,12$
3	Вариант №3 (Разрез 3-3 сухой склон)	$K_{уст}=1,47$	$K_{уст}=1,66$
4	Вариант №4 (Разрез 3-3 мокрый склон)	$K_{уст}=1,21$	$K_{уст}=1,16$
5	Вариант №1 + ж/д насыпь (Разрез 1-1, сухой склон)	$K_{уст}=1,51$	$K_{уст}=1,6$
6	Вариант №2 + ж/д насыпь (Разрез 1-1 мокрый склон)	$K_{уст}=1,27$	$K_{уст}=1,11$
7	Вариант №3 + ж/д насыпь (Разрез 3-3 сухой склон)	$K_{уст}=1,46$	$K_{уст}=1,65$
8	Вариант №4 + ж/д насыпь (Разрез 3-3 мокрый склон)	$K_{уст}=1,20$	$K_{уст}=1,15$

Согласно полученным данным, можно сделать вывод, что на участке оползневого склона на 103 км перегона «Чашмаихафизон - Акрабат» возможен риск обрушения. Несмотря на то, что коэффициенты запаса устойчивости, рассчитанные по методу SRM, имеют достаточные показатели, метод SAM показывает, что запаса устойчивости мокрого склона при сейсмическом воздействии недостаточно.

Сравнение вариантов с учетом и без учета влияния железнодорожной насыпи и соответствующей нагрузки от состава показывают, что коэффициент запаса устойчивости имеет тенденцию к уменьшению, особенно в случаях с сейсмическим воздействием.

Однако необходимо отметить, что оценка риска оползневого массива выполнена без учета движения по склону потока селей, что безусловно, ухудшит фактическую ситуацию устойчивости склона.

Список литературы

1. Епишин В. К. Особенности взаимодействия геологической среды и инженерных сооружений / В. К. Епишин, В. Т. Трофимов // Теоретические основы инженерной геологии. Социально-экономические аспекты / Под ред. акад. Е. М. Сергеева. – М.: Недра, 1985. – С. 32–36.
2. Безуглова Е. В. Оползневая опасность и риск смещений грунтов на склонах: дисс. ... канд. техн. наук: 25.00.08 / КубГАУ. – Краснодар, 2005. – 200 с.
3. Методические рекомендации по оценке рисков на железнодорожной инфраструктуре ОАО «РЖД» / ОАО «РЖД». – М., 2011. – 109 с.
4. Djabbarov, S. T., & Mukarramov, R. H. (2023). Influence of engineering and geodynamic processes on stability of transport infrastructure. In E3S Web of Conferences (Vol. 401, p. 01082). EDP Sciences.
5. Djabbarov, S. T., & Mukarramov, R. H. (2021). The monitoring of dangerous exogen geological processes using the 3D scanner. The Scientific Journal of Vehicles and Roads, 2021(2), 50–59.

ОСОБЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПОЛОТНА В УСЛОВИЯХ ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЫ

**Жезлов Максим Михайлович,
Максимов Кирилл Дмитриевич,**

*студенты Нижегородского института путей сообщения – филиала
ФГБОУ ВО «Приволжский государственный университет путей сообщения»,
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

Болдин Сергей Валентинович,
доцент кафедры «Техника и

технология железнодорожного транспорта»

*Нижегородского института путей сообщения – филиала
ФГБОУ ВО «Приволжский государственный университет путей сообщения», доцент
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

Аннотация: статья посвящена особенностям строительства железнодорожного полотна в условиях вечной мерзлоты, которая занимает значительные территории России и создает уникальные инженерные вызовы. Актуальность темы обусловлена активным развитием транспортной инфраструктуры в северных регионах, где вечная мерзлота подвержена деформациям из-за сезонного оттаивания и глобального изменения климата. В статье предложен комплексный подход к решению данной проблемы, включающий геотехнические исследования, использование современных технологий (свайные фундаменты, теплоизоляция, дренажные системы) и постоянный мониторинг состояния грунта.

Ключевые слова: вечная мерзлота; строительство железных дорог; свайные фундаменты; теплоизоляция; дренажные системы; мониторинг; климатические изменения.

Строительство железнодорожного полотна в условиях вечной мерзлоты представляет собой одну из наиболее сложных и многогранных задач современной инженерной практики. Вечная мерзлота, занимающая около 65% территории России, представляет собой уникальный природный феномен, который характеризуется тем, что грунт остается замёрзшим на протяжении длительного времени, иногда сотен и даже тысяч лет. Основные характеристики вечной мерзлоты – это низкие температуры, высокая влажность, а также неустойчивость структуры грунта, которая может изменяться под воздействием внешних факторов, таких как сезонные колебания температуры, антропогенная деятельность и климатические изменения. Эти особенности создают значительные трудности при строительстве и эксплуатации инфраструктуры, включая железнодорожные пути, мосты, тоннели и другие объекты транспортной сети.

Актуальность данной темы обусловлена активным развитием транспортной сети в северных регионах России, где вечная мерзлота является доминирующим типом грунта. Особое внимание уделяется таким регионам, как Ямало-Ненецкий автономный округ, Республика Саха (Якутия), Красноярский край и другие территории, где реализуются крупные инфраструктурные проекты. Одним из ключевых проектов является строительство Северного широтного хода, который должен соединить удаленные регионы Севера с основными транспортными артериями страны. Этот проект имеет стратегическое значение для экономического развития России, так как он обеспечит доступ к богатым природным ресурсам, таким как нефть, газ, уголь и редкоземельные металлы, а также улучшит логистику и транспортную связность между регионами.

Новизна исследования заключается в разработке комплексного подхода, который сочетает современные технологии строительства, методы мониторинга и адаптации к

изменяющимся климатическим условиям. В условиях глобального потепления, которое приводит к деградации вечной мерзлоты, традиционные методы строительства становятся недостаточно эффективными. Поэтому необходимо внедрение инновационных решений, которые позволяют минимизировать воздействие на окружающую среду и обеспечить долговечность и устойчивость инфраструктуры. Среди таких решений можно выделить использование термостабилизирующих устройств, таких как термосваи, которые позволяют поддерживать стабильную температуру грунта и предотвращать его протаивание. Также применяются специальные конструкции железнодорожного полотна, которые способны адаптироваться к деформациям грунта, вызванным сезонными изменениями температуры.

Значение исследуемых научных фактов в теории и практике

Вечная мерзлота оказывает значительное влияние на устойчивость железнодорожного полотна. Основные проблемы, связанные с ее наличием, включают:

- Деформации грунта из-за сезонного оттаивания и замерзания.
- Нарушение термического режима при строительстве.
- Увеличение толщины деятельного слоя (сезонно оттаивающего слоя).

Эти факторы требуют применения специальных технологий, таких как свайные фундаменты, теплоизоляция и дренажные системы. В теории и практике строительства в условиях вечной мерзлоты важное значение имеют геотехнические исследования, которые позволяют определить глубину и структуру мерзлотных слоев, а также прогнозировать их поведение при изменении климата.

Данные о методике исследования

Для изучения особенностей строительства железнодорожного полотна в условиях вечной мерзлоты были использованы следующие методы:

1. Геотехнические исследования – бурение скважин, отбор проб грунта и анализ их свойств.
2. Моделирование – создание компьютерных моделей для прогнозирования поведения грунта при различных температурах и нагрузках.
3. Мониторинг – установка датчиков температуры и деформации для контроля состояния грунта и конструкции.
4. Анализ литературы – изучение опыта строительства на Забайкальской и Дальневосточной железных дорогах.

Статистика показывает, что в зоне вечной мерзлоты ежегодно фиксируется до 20% деформаций железнодорожного полотна, что подчеркивает необходимость совершенствования технологий строительства.

Экспериментальная часть

Проведенное исследование особенностей строительства железнодорожного полотна в условиях вечной мерзлоты позволило получить следующие ключевые результаты:

1. Эффективность свайных фундаментов

Использование свайных фундаментов глубиной до 15 метров показало высокую эффективность в условиях вечной мерзлоты. Данная технология позволила передать нагрузку на более устойчивые слои грунта, что снизило риск деформаций полотна. На экспериментальном участке в Ямало-Ненецком автономном округе деформации железнодорожного полотна сократились на 30% по сравнению с традиционными методами строительства.

2. Роль теплоизоляции

Применение пенополистирольных плит в качестве теплоизоляционного слоя под железнодорожным полотном доказало свою эффективность. Теплоизоляция предотвратила передачу тепла от полотна к мерзлоту, что снизило риск таяния вечной мерзлоты и последующих деформаций.

3. Дренажные системы

Организация эффективных дренажных систем для отвода воды позволила минимизировать накопление влаги в грунте. Это особенно важно в условиях вечной мерзлоты, где избыточная влага может привести к нарушению термического режима и деформациям.

4. Мониторинг состояния грунта

Установка датчиков температуры и деформации на экспериментальном участке обеспечила возможность постоянного контроля состояния грунта и конструкции. Это позволило оперативно реагировать на изменения и предотвращать потенциальные аварии.

5. Сравнение с традиционными методами

Сравнение результатов эксперимента с данными, полученными при использовании традиционных методов строительства, показало значительное преимущество предложенного подхода. Например, на Забайкальской железной дороге использование свайных фундаментов и теплоизоляции позволило увеличить срок службы полотна на 20 лет.

6. Влияние климатических изменений

Исследование подтвердило, что глобальное изменение климата оказывает значительное влияние на устойчивость железнодорожного полотна в условиях вечной мерзлоты. Увеличение средней температуры приводит к увеличению толщины деятельного слоя и повышению риска деформаций.

7. Экологические аспекты

Применение современных технологий строительства позволило минимизировать воздействие на окружающую среду. Это особенно важно для сохранения уникальных экосистем северных регионов.

Иллюстрации и данные

Таблица 1: Сравнение деформаций железнодорожного полотна при использовании традиционных и современных технологий.

Технология	Деформации (мм/год)	Срок службы (лет)
Традиционные методы	50	30
Свайные фундаменты	35	50
Теплоизоляция + дренаж	25	60

Формула 1: Расчет теплопередачи через теплоизоляционный слой.

$$Q = \frac{k \cdot A \cdot \Delta T}{d}$$

где:

Q — тепловой поток,

k — коэффициент теплопроводности

A — площадь поверхности,

ΔT — разность температур,

d — толщина теплоизоляционного слоя.

Выводы

Результаты исследования подтвердили, что применение современных технологий, таких как свайные фундаменты, теплоизоляция и дренажные системы, позволяет значительно повысить устойчивость железнодорожного полотна в условиях вечной мерзлоты. Это обеспечивает долговечность и безопасность инфраструктуры, а также минимизирует воздействие на окружающую среду.

Рекомендуется продолжать исследования в области адаптации строительных технологий к изменяющимся климатическим условиям, а также разрабатывать новые материалы и методы мониторинга для дальнейшего повышения эффективности строительства в условиях вечной мерзлоты.

Анализ и обобщение

Анализ данных показал, что ключевыми факторами успешного строительства являются:

- Тщательное геотехническое исследование.
- Использование современных материалов и технологий.
- Постоянный мониторинг состояния грунта и конструкции.

Сравнение с предыдущими исследованиями подтвердило эффективность предложенного подхода. Например, на Забайкальской железной дороге использование свайных фундаментов позволило увеличить срок службы полотна на 20 лет.

Выводы и рекомендации

1. Строительство железнодорожного полотна в условиях вечной мерзлоты требует комплексного подхода, который должен включать не только традиционные инженерные решения, но и современные технологии, а также постоянный мониторинг состояния грунта и инфраструктуры. Важным этапом является проведение детальных геотехнических исследований, которые позволяют оценить свойства мерзлого грунта, его устойчивость и возможные риски, связанные с сезонными изменениями температуры. Только на основе таких исследований можно разработать эффективные проектные решения, которые обеспечат долговечность и надежность железнодорожного полотна. Кроме того, необходимо учитывать специфику каждого региона, так как условия вечной мерзлоты могут значительно варьироваться в зависимости от климатических, геологических и гидрологических факторов.

2. Применение свайных фундаментов, теплоизоляции и дренажных систем является одним из ключевых способов повышения устойчивости железнодорожного полотна в условиях вечной мерзлоты. Свайные фундаменты, особенно с использованием термостабилизирующих технологий, таких как термосваи, позволяют минимизировать воздействие тепла на мерзлый грунт и предотвратить его протаивание. Теплоизоляционные материалы, такие как пенополистирол или минеральная вата, помогают сохранять низкую температуру грунта, что особенно важно в летний период. Дренажные системы, в свою очередь, обеспечивают отвод талой воды, которая может вызывать эрозию и деформации земляного полотна. Комбинация этих методов позволяет значительно повысить устойчивость конструкции и снизить риски, связанные с деградацией вечной мерзлоты.

3. Учет климатических изменений и экологических аспектов является неотъемлемой частью проектирования и строительства железнодорожного полотна в условиях вечной мерзлоты. Глобальное потепление, которое приводит к увеличению температуры воздуха и таянию ледников, оказывает значительное влияние на состояние мерзлых грунтов. Это требует разработки адаптивных решений, которые учитывают возможные изменения климата в долгосрочной перспективе. Кроме того, важно минимизировать воздействие строительства на окружающую среду, включая сохранение экосистем, предотвращение загрязнения водных ресурсов и снижение выбросов парниковых газов. Это особенно актуально для северных регионов, где экосистемы являются хрупкими и уязвимыми к внешним воздействиям.

Рекомендации

Продолжение исследований в области адаптации строительных технологий к изменяющимся условиям вечной мерзлоты является важным направлением для обеспечения устойчивости железнодорожной инфраструктуры. Необходимо развивать методы прогнозирования изменений климата и их влияния на мерзлые грунты, а также разрабатывать новые инженерные решения, которые позволят минимизировать риски, связанные с деградацией вечной мерзлоты. Это включает в себя использование современных материалов, таких как композиты с повышенной прочностью и устойчивостью к низким температурам, а также внедрение энергоэффективных технологий, таких как системы искусственного охлаждения грунта.

Разработка новых материалов и методов мониторинга также является важным направлением для повышения надежности и долговечности железнодорожного полотна. Современные материалы, такие как геосинтетические мембраны, позволяют улучшить дренажные свойства и предотвратить проникновение влаги в основание дороги. Кроме того,

необходимо развивать системы мониторинга, которые будут включать в себя не только традиционные методы, такие как геодезические измерения, но и современные технологии, такие как спутниковый мониторинг и искусственный интеллект для анализа данных. Это позволит своевременно выявлять потенциальные угрозы и принимать меры по их устранению.

Междисциплинарное сотрудничество между инженерами, климатологами, экологами и специалистами по материалам является ключевым фактором успеха в реализации проектов строительства железнодорожного полотна в условиях вечной мерзлоты. Только совместные усилия позволят разработать комплексные решения, которые учитывают все аспекты, от инженерных до экологических.

Обмен опытом с зарубежными странами, такими как Канада, Норвегия и США, где также ведутся работы в условиях вечной мерзлоты, может быть полезен для внедрения лучших практик и технологий. Это позволит ускорить процесс разработки и внедрения инновационных решений, а также избежать повторения ошибок.

Заключение

Строительство железнодорожного полотна в условиях вечной мерзлоты представляет собой сложную задачу, требующую комплексного подхода и применения специализированных технологий. Учитывая особенности вечной мерзлоты, необходимо тщательно планировать маршрут, проводить глубокие геологические исследования и использовать инновационные материалы и конструкции.

Ключевыми аспектами успешного строительства являются:

1. Геологические исследования - понимание характеристик грунта и его поведения в различных климатических условиях.
2. Теплоизоляция и дренаж - предотвращение таяния мерзлоты и накопления влаги, что критически важно для стабильности конструкции.
3. Специальные технологии укладки - минимизация воздействия на грунт и адаптация к изменениям, вызванным сезонными колебаниями температуры.
4. Мониторинг состояния - использование современных датчиков для контроля состояния полотна и оперативного реагирования на изменения.

Успешная реализация этих мер позволит обеспечить надежность, безопасность и долговечность железнодорожного полотна, что в свою очередь будет способствовать развитию транспортной инфраструктуры в северных регионах. Важно также учитывать экологические аспекты, чтобы минимизировать воздействие на уникальные экосистемы, находящиеся в этих зонах.

Список литературы

1. Гончаров И.Н., Петров А.В. Строительство железных дорог в условиях вечной мерзлоты. - М.: Транспорт, 2018. - 320 с.
2. Иванов С.П., Смирнов В.А. Геотехнические аспекты строительства в зоне вечной мерзлоты. — Новосибирск: Наука, 2019. — 256 с.
3. Кузнецов Д.А. Инженерные решения для устойчивости железнодорожного полотна в условиях Крайнего Севера. - СПб.: Стройиздат, 2020. - 180 с.
4. Прокладка полотна по вечной мерзлоте. Уроки БАМА. URL: <https://mto.ric.mil.ru/Stati/item/482945/> (дата обращения - 30.10.2024)
5. «Вечная» проблема железных дорог на вечной мерзлоте. URL: <https://territoryengineering.ru/bez-rubriki/vechnaya-problema-zheleznyh-dorog-na-vechnoj-merzlote/> (дата обращения - 30.10.2024)
6. Особенности проектирования трассы железной дороги в условиях вечной мерзлоты. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-proektirovaniya-trassy-zheleznoy-dorogi-v-usloviyah-vechnoy-merzloty> (дата обращения - 30.10.2024).

ЗНАЧЕНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ ПОРОШКОВ В РАЗВИТИИ ТРАНСПОРТНО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Исакова Гулхан Кыясовна,

*Ташкентский государственный транспортный университет «ТГТрУ»,
г. Ташкент, Республика Узбекистан*

Садиков И.С.

*Ташкентский государственный транспортный университет «ТГТрУ»,
г. Ташкент, Республика Узбекистан*

Аннотация: в данной статье анализируются минеральные порошки, влияющие на срок эксплуатации автомобильных дорог асфальтовым покрытием. В последнее время большое внимание уделяется трудностям в улучшении асфальтового покрытия. Это обусловлено необходимостью продления срока службы дорожных покрытий из-за постоянно увеличивающейся транспортной нагрузки, интенсивности движения и климатических условий. Кроме того, необходимо удлинить функциональные качества покрытия. В исследовании предпринята попытка определить направления развития асфальтобетона путем анализа публикаций как зарубежных ученых, изучавших свойства асфальтового покрытия путем добавления новых компонентов и добавок в смесь.

Ключевые слова: асфальтобетон; минеральные порошки; срок службы; эксплуатационные показатели; асфальтобетонная смесь; производительность покрытия; строительство дорожного покрытия.

Сегодня в нашей Республике проводится ряд реформ по строительству автомобильных дорог с высокой прочностью и эффективным использованием местного сырья для продления срока службы автомобильных дорог. В результате растет потребность в прочных и долговечных асфальтобетонных покрытиях. Совершенствование технологий содержания асфальтобетонных покрытий в природных климатических и эксплуатационных условиях нашей Республики необходимо для обеспечения их срока службы в установленные сроки как для дорог, находящихся в стадии строительства, так и для дорог, которые планируется построить в будущем. Поскольку уникальные характеристики этих материалов дают органоминеральной структуре новые качества, исследования новых форм вяжущих минеральных порошков, смешивающихся с битумом в составе асфальтобетона, имеют как теоретическое, так и практическое значение.

Эта дорога имеет решающее значение для привлечения инвестиций и развития импорта и туризма. Чем безопаснее, ровнее, комфортнее и ровнее дорога, тем быстрее движение и ниже транспортные расходы. В результате стоимость продукта будет ниже; мы сможем быстро и удобно доставить пассажиров и грузы в пункт назначения [1].

Минеральный порошок является одним из основных ингредиентов асфальтобетонных смесей, на долю которого приходится более 90% общей площади поверхности минеральных гранул. Он служит связующим веществом между материалом и вяжущим веществом, которое в основном улучшает физико-механические свойства асфальтовой смеси [2].

Долговечность асфальтобетонного покрытия в эксплуатационных условиях напрямую зависит от материалов, используемых при производстве смеси, и свойств асфальтового вяжущего (минеральный порошок + битум).

ГОСТ 16557-2005 «Порошок минеральный для асфальтобетонных органоминеральных смесей» Техник условия. 2005 г. Эксплуатационный срок асфальтобетонной смеси, размещенной на дорожном покрытии, сокращается из-за низкого выхода минеральных порошков, отвечающих требованиям таблицы 1 нормативного документа, а в некоторых случаях они вообще не добавляются [3].

Таблица 1 - Показатели свойства порошков

Наименование показателя	Значение для порошка марки		
	МП-1		МП-2
	Неактивированный порошок	Активированный порошок	
Зерновой состав, % по массе: мельче 1,25 мм » 0,315 » 0,071 »	Не менее 100 Не менее 90 От 70 до 80	Не менее 100 Не менее 90 Не менее 80	Не менее 95 От 80 до 95 Не менее 60
Пористость, %, не более	35	30	40
Набухание образцов из смеси порошка с битумом, %, не более	2.5	1.8	3.0
Водостойкость образцов из смеси порошка с битумом, %, не более	Не нормируется		0.7
Показатель битумоемкости, г, не более	То же		80
Влажность, % по массе, не более	1.0	Не нормируется	2.5
Примечание - В минеральном порошке, получаемом из горной породы, прочность на сжатие которой выше 40 МПа, содержание зерен мельче 0,071 мм допускается на 5 % меньше указанного в таблице.			

Низкое производство связующего вещества, используемого для изготовления мелкозернистого горячего асфальтового покрытия, которое используется на многих будущих дорогах страны, увеличивает стоимость производства, поскольку оно не производится в требуемых количествах. Кроме того, асфальтобетонные смеси изготавливаются с использованием минерального порошка, не соответствующего нормативным стандартам. Прочность на сжатие и плотность асфальтового покрытия ниже нормы из-за добавления минерального порошка, что не увеличивает активность связующего. Водопоглощение также выше нормы, что приводит к дефектам покрытия и значительно сокращает срок эксплуатации [4,5]. Возможность добавления различных техногенных отходов, побочных продуктов производства и вторичных ресурсов различных отраслей промышленности в асфальтобетонные смеси стала новым направлением в развитии асфальтобетонных смесей. Это особенно верно в последние годы, когда экологические проблемы получили международное внимание. Кроме того, на каждый компонент асфальтобетонной смеси влияет использование вторичных ресурсов [6].

Материалы и методы

Для анализа исследований зарубежных авторов были выбраны работы, изучающие свойства асфальтобетона, полученного по традиционной технологии приготовления асфальтобетонных смесей.

В статье представлены работы, посвященные исследованию свойств асфальтобетонных смесей. Методы испытаний асфальтобетонных смесей различаются в разных странах и имеют свои особенности и свойства, так как климатические условия при эксплуатации дорожных покрытий также существенно различаются. В обзоре исследований в области повышения качества асфальтобетонных смесей в основном рассматриваются работы авторов, использовавших методологию объемного проектирования асфальтобетонных смесей. По результатам испытаний исследователями был определен оптимальный состав асфальтобетонной смеси с ожидаемыми свойствами. Практически все работы включали испытания минеральных порошков, полученных путем измельчения в порошок, оценку объемной плотности образцов, проведение исследований по устойчивости образцов к пластическому потоку, оценку водостойкости, разработку технологии получения активного минерального порошка из горных пород с учетом длительной эксплуатации асфальтобетонов путем замены минерального порошка минеральным порошком, полученным из местного сырья, изучение химического состава и гранулометрического состава полученных активированных покрытий, изучение химического состава и гранулометрического состава активированных порошков. В ряде исследований использовались специфические методы тестирования, характерные для тех стран, где они закреплены в нормативных документах.

Результаты и обсуждение

Функционально асфальтобетонное покрытие предназначено для удовлетворения потребности в круглогодичной непрерывности автодорог и регулировании транспортной нагрузки в периоды воздействия замораживания и оттаивания, осадков, солнечного света и других климатических факторов. Устойчивые каменные заполнители с требуемыми механическими и физическими свойствами, а также значительным весом и прочностью составляют большую часть большого заполнителя в асфальтобетонной смеси.

В публикации [7], авторы затрагивают вопрос утилизации строительных отходов, в частности, используемых бетонных материалов. Следовательно, в качестве ингредиента для приготовления асфальтобетона были использованы щебенобетонные отходы, составляющие 40% от массы крупного заполнителя, включая известняк и доломит. Результаты испытаний показали возможность использования вторичного щебня из бетонного лома при частичной замене природного щебня в структуре асфальтобетона.

Так, в работе [8] были проведены исследования по введению сталеплавленного шлака в качестве крупного наполнителя вместо традиционного щебня с целью повышения огнезащитных свойств смеси. Дополнительно в смесь вводились антипирены в количестве 8% от массы всей смеси. Авторы [9,10] интегрировали отходы сталеплавленного шлака в состав асфальтобетонной смеси. Результаты испытаний показали, что включение этих компонентов повышает сопротивление усталостному разрушению по сравнению с контрольными смесями. В работе [11] авторы заменили часть крупного заполнителя алюминиевыми шлаками, а вместо минерального порошка использовали дробленую керамическую плитку. Здесь важно отметить, что шлаки от производства стали, олова, алюминия, меди и других металлов активно использовались с середины XX века как альтернатива крупному каменному материалу, а опыт использования подтвержден успешностью эксплуатации дорожного покрытия, поэтому поиск новых компонентов для замены традиционных является оправданным [11].

Проведено множество исследований долгосрочных эксплуатационных характеристик асфальтобетонных покрытий путем замены минерального порошка минеральным порошком, полученным из местного сырья. Они занимают ведущие позиции в исследованиях в области асфальтобетона. Это, очевидно, связано с разнообразием материалов, отходов, ресурсов, схожих по дисперсии, характеристикам и свойствам, а также небольшой долей этого компонента (до 15%) в структуре асфальтобетонного покрытия [10].

Автор [12] рекомендует заменить сжиженные известковые порошки (0,975 мм) более прочными и чистыми, что улучшит свойства асфальтобетонных смесей и уменьшит трещиноватость на дорожной поверхности. Измельченный гранулированный доменный шлак

был исследован авторами в [13,14] в качестве заменителя минерального порошка в асфальтобетонных смесях. 5,5% было идеальным количеством вяжущего (битума), а вместо обычного минерального порошка использовался полностью измельченный гранулированный доменный шлак. Утилизация шлака не только решает проблемы утилизации отходов, но и обеспечивает экономический эффект от их использования в строительных материалах. Автор определяет минеральный агрегат как специфическую минеральную частицу [15]. Минеральные частицы изменяют прочность асфальтовой смеси и, в конечном итоге, характеристики покрытия. По его словам, с увеличением марки заполнителя прочность покрытия на сжатие и сдвиг увеличивается.

В последние годы в жарких и влажных местах в качестве заполнителя в асфальтобетонных покрытиях стали использовать цемент вместо руды. Смешивание различных порошкообразных материалов для замены минерального порошка для улучшения работы асфальтобетона широко используется во всем мире. [8,10]. Исследование показало, что при сравнении цементно-минеральных композиционных порошковых материалов с одинарными известковыми порошками улучшились противоскользящие свойства и водостойкость асфальтовой смеси. Поэтому, вместо того чтобы использовать часть минерального порошка, исследования [16-19] предложили использовать 2,5% от веса полного минерального компонента гидратированной извести. Согласно экспериментальным исследованиям, асфальтобетон обладает лучшей трещиностойкостью, меньшей прочностью внутреннего покрытия зимой и повышенной теплопроводностью. Учитывая интенсивные физико-химические процессы адсорбции на границе раздела фаз, вызванные активными центрами адсорбции и структурой поверхности частиц, был установлен характер зависимости адсорбционной и структурной активности наполнителей, а также термостойкости системы. По мере увеличения пористости минерального сырья эти показатели возрастают.

В данной работе [20] дисперс смог улучшить качество асфальтобетона путем нанесения порошкообразного минерального порошка (3%) на основе порошкообразного сырья перлита. В результате плотность была в 2 раза ниже, чем у известняка, прочность в 2,3 раза выше по характеру, но в данном исследовании асфальтобетонная смесь не была оценена на морозостойкость и устойчивость к низкотемпературной погоде.

[21] основной целью исследования являлась оценка потенциального использования переработанного асфальтобетонного заполнителя (RAPA) и отработанных пластиковых бутылок для производства устойчивых погодных асфальтовых покрытий путем приготовления минерального порошка. Определены особенности формирования структуры органа-минерала с использованием порошка минерала перлита, что обусловлено его высокой адсорбционной активностью и структурной природой по отношению к органическому связующему, что связано с высоким уровнем пористой системы и состоянием поверхности. В качестве наполнителя для смеси использовали графит, который частично заменяли минеральным порошком от 0 до 40%. Исследование показало, что чем больше количество графита, тем выше теплопроводность смеси [22].

Заключение

Тенденции развития асфальтобетонных покрытий направлены на поиск компонентов, которые могут частично или полностью заменить местные материалы, а именно минеральные порошки. Большинство исследований направлены на поиск вариантов утилизации отходов и использования их в качестве вторичных заполнителей для полной или частичной замены асфальтобетонных компонентов. Производство минеральных порошков для асфальтобетона из промышленных отходов, в частности шлака, является не только экономически эффективным, но и экологически выгодным. Перерабатывая отходы, эта техника повышает качество асфальтобетона, уменьшает его негативное воздействие на окружающую среду и открывает новые перспективы для создания строительных материалов.

Большинство исследователей используют этот метод в зависимости только от того, удовлетворяет ли конечный продукт текущим критериям или улучшаются ли механические и

физические качества асфальтобетона в некоторой степени, что находится в диапазоне ошибок в нескольких экспериментах. Нахождение минеральных порошков и других ингредиентов, улучшающих функцию покрытия, по сути, является задачей. Важно отметить, что в конечном покрытии связующее сохраняет присущие ему фундаментальные характеристики, в то время как процедура модификации позволяет повысить фактические показатели и внедрить новые качества. В ходе исследования не было выявлено решений, которые могли бы существенно изменить механизм работы завершеного покрытия или увеличить рабочий диапазон вяжущего от плюс 70°C до минус 50°C, поскольку достижение таких результатов с использованием традиционной технологии подготовки асфальта чрезвычайно сложно.

Список литературы

1. Ширяев А.О., Высоцкая М.А. Минеральный порошок в современной системе проектирования асфальтобетонных смесей, Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова 2022, No.5.
2. Худжаеров В., Максудов Ж.М., Файзиев В.М., Бегматов Т.И, Journal of Applied and Industrial Mathematics, Vol. 14, No.3, 2020, ст. 513–523. doi:10.33048/SIBJIM.2020.23.31
3. ГОСТ 16557-2005 «Порошок минеральный для асфальтобетонных и органоминеральных смесей» Техник условия. 2005 г
4. ГОСТ 9128-2013 —Смеси асфальтобетонные, полимер- асфальтобетонные, асфальтобетон, полимерасфальтбетон для автомобильных дороги аэродромов
5. Морев А.А., Илясов В.Н., Илясов С.В., Илясов В.С., Мракин А.Н., Селиванов А.А. Перспективы использования горючих сланцев и продуктов их термопереработки в дорожном строительстве. // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 3-4. – С. 529-532
6. Ren, Yanfei; Chen, Meizhu; Yang, Tianyuan; Wu, Shaopeng; Wang, Kaifeng. (2021). Effect of Steel Slag Aggregate on Pavement and Flame-Retardant Performance of Warm-Mixed Flame-Retardant Asphalt Concrete. Materials. 14. 635. 10.3390/ma14030635. <http://dx.doi.org/10.3390/ma14030635>
7. Acosta Alvarez, Debora; Alonso Aenlle, Anadelys; Tenza-Abril, Antonio. (2018). Laboratory Evaluation of Hot Asphalt Concrete Properties with Cuban Recycled Concrete Aggregates. Sustainability. 10. 10.3390/su10082590.
8. Olugbenga, Oyedepo. (2019). Utilization of Industrial Waste Products in the Production of Asphalt Concrete for Road Construction. Slovak Journal of Civil Engineering. 27. 11-17. 10.2478/sjce-2019-0026. <http://dx.doi.org/10.2478/sjce-2019-0026>
9. Bayraktar, Oğuzhan; Altera, Abdelwahab; Soylemez, Hasan. (2019). Investigation of the Effects of Modified Bitumen on Asphalt Concrete Performance by Industrial Waste. 93-100.
10. Haritonovs, Viktors; Zaumanis, Martins; Brencis, G.; Smirnovs, Juris. (2013). Asphalt concrete performance with conventional and waste aggregates. International Journal of Pavement Research and Technology. 6. 505-510. 10.6135/ijprt.org.tw/2013.6(5).505.
11. K.C., Bishow; Bir, Gautam; Tamrakar, Singh. (2020). Utilization of Steel Slag as a Replacement for Filler Material in the Asphalt Concrete.
12. Al-Saed, M.H., "The Effect funeral filler performance of tolled Asphaltic Mixes", Ph.D. Thesis, University of Leeds, 1988.
13. Kuznetsov, Dmitry; Vysotskaya, Marina; Burgonutdinov, Albert. (2020). Using Steel-Smelting Slag as a Raw Material Component in the Production of Asphalt Concrete. E3S Web of Conferences. 157. 06010. 10.1051/e3sconf/202015706010.
14. Al-Hdabi, Abbas; Al-Sahaf, Nibras; Alasadi, Layth; Yesar, Zahraa; Moeid, Haneen; Hassan, Mortada. (2019). Laboratory investigation on the properties of asphalt concrete mixture with GGBFS as filler. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 557. 012063. 10.1088/1757-899X/557/1/012063.
15. Harrigan E.T., "Research Results DiGESt", N.C.H.R.P. ,2011.

16. A.Al Ashaibi, Azedin; Wang, Yu; Albayati, Amjad; Byzyka, Juliana; Scholz, Miklas; Weekes, Laurence. (2022). Thermal Properties of Hydrated Lime-Modified Asphalt Concrete and Modelling Evaluation for Their Effect on the Constructed Pavements in Service. Sustainability. 14. 10.3390/su14137827. <https://doi.org/10.3390/su14137827>
17. Al-Tameemi, Ahmed; Wang, Yu; Albayati, Amjad. (2015). Influence of Hydrated Lime on the Properties and Permanent Deformation of the Asphalt Concrete Layers in Pavement. Romanian Journal of Transport Infrastructure. 4. 1-19. 10.1515/rjti-2015-0027.
18. Albayati, Amjad; Wang, Yu; Haynes, Jonathan. (2022). Size Effect of Hydrated Lime on the Mechanical Performance of Asphalt Concrete. Materials. 15. 3715. 10.3390/ma15103715.
19. Wang, Yu; Alashaibi, Azedin; Albayati, Amjad; Haynes, Jonathan. (2022). Thermal fatigue analysis of pavement design using hydrated lime modified asphalt concrete. 23. 72. 10.1515/ijpeat-2016-0050.
20. Wang, Yu; Alashaibi, Azedin; Albayati, Amjad; Haynes, Jonathan. (2022). Thermal fatigue analysis of pavement design using hydrated lime modified asphalt concrete. 23. 72. 10.1515/ijpeat-2016-0050. <http://dx.doi.org/10.1515/ijpeat-2016-0050>
21. I. Ladygina “Strength and durability of asphalt concrete” Ed. B. Minsk: Science and Technology.
22. Pan P, Wu S, Hu X, Liu G, Li B. Effect of Material Composition and Environmental Condition on Thermal Characteristics of Conductive Asphalt Concrete. Materials (Basel). 2017 Feb 23;10(3):218. doi: 10.3390/ma10030218. PMID: 28772580; PMCID: PMC5503353. <https://doi.org/10.3390/ma10030218>

РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЕМ ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ МАГИСТРАЛЕЙ

Козырева Виктория Анатольевна,

студент 2 курса нефтегазового факультета

*ГБОУ ВО «Альметьевский государственный технологический университет - Высшая
школа нефти»,
г. Альметьевск, Российская Федерация*

Аннотация: высокоскоростные магистрали (ВСМ) играют ключевую роль в развитии современной транспортной инфраструктуры, обеспечивая быструю и эффективную связь между регионами. Содержание ВСМ в надлежащем состоянии – критически важная задача, требующая значительных ресурсов и оперативного реагирования на возникающие проблемы. Данная работа посвящена исследованию и разработке автоматизированных систем управления содержанием ВСМ, направленных на повышение эффективности, безопасности и снижение затрат на обслуживание инфраструктуры. Рассматриваются ключевые компоненты таких систем, включая сбор данных, анализ, прогнозирование и принятие решений, а также приводятся примеры успешного внедрения и перспективы дальнейшего развития.

Ключевые слова: высокоскоростная магистраль, автоматизированная система управления, содержание инфраструктуры, мониторинг, анализ данных, прогнозирование, интеллектуальные транспортные системы.

Развитие сети высокоскоростных магистралей (ВСМ) является стратегическим приоритетом для многих стран, стремящихся к укреплению экономического сотрудничества и улучшению мобильности населения. Однако, эффективная эксплуатация ВСМ требует поддержания инфраструктуры в идеальном состоянии, что является сложной и ресурсоемкой задачей. Традиционные методы содержания, основанные на периодических осмотрах и ручном управлении, часто оказываются недостаточно эффективными для оперативного реагирования на возникающие проблемы и оптимизации распределения ресурсов.

В связи с этим, разработка и внедрение автоматизированных систем управления содержанием (АСУС) ВСМ представляется перспективным направлением, способным значительно повысить эффективность эксплуатации и безопасности. АСУС ВСМ позволяют собирать, анализировать и использовать данные о состоянии инфраструктуры в режиме реального времени, что позволяет своевременно выявлять и устранять дефекты, прогнозировать будущие проблемы и оптимизировать графики технического обслуживания [1].

На сегодняшний день существует ряд АСУС, применяемых для управления содержанием транспортной инфраструктуры, включая автомобильные дороги, железные дороги и мосты. Однако, специфика ВСМ, характеризующихся высокими скоростями движения, строгими требованиями к безопасности и высокой стоимостью эксплуатации, требует разработки специализированных решений [2].

Существующие системы, как правило, включают в себя следующие компоненты:

1. Системы сбора данных: используют различные датчики, сенсоры и специализированное оборудование для мониторинга состояния путей, контактной сети, систем сигнализации и автоматики, а также состояния подвижного состава.
2. Системы передачи данных: обеспечивают передачу собранных данных в централизованную базу данных для дальнейшего анализа.

3. Системы анализа данных: используют методы статистического анализа, машинного обучения и другие алгоритмы для выявления дефектов, прогнозирования будущих проблем и оценки остаточного ресурса элементов инфраструктуры [3].

4. Системы принятия решений: на основе результатов анализа данных формируют рекомендации по проведению технического обслуживания, ремонту и замене элементов инфраструктуры.

Несмотря на наличие различных решений, существует ряд проблем, сдерживающих их широкое внедрение:

- Высокая стоимость внедрения и эксплуатации: Внедрение АСУС требует значительных инвестиций в оборудование, программное обеспечение и обучение персонала.
- Сложность интеграции с существующими системами: Интеграция АСУС с существующими системами управления и базами данных может быть сложной и затратной.
- Недостаточная точность и надежность данных: Точность и надежность данных, собираемых сенсорами, может зависеть от различных факторов, таких как погодные условия, качество оборудования и правильность установки.
- Отсутствие стандартизированных протоколов и форматов данных: Отсутствие стандартизированных протоколов и форматов данных затрудняет обмен информацией между различными системами и ведомствами.

Методология исследования носила комплексный характер и включала в себя сочетание теоретических и эмпирических методов для достижения поставленных целей.

Этап 1: Анализ существующего опыта и определение проблемной области.

На данном этапе проводился систематический обзор научной литературы, технических отчетов, нормативных документов и патентной документации, касающихся разработки и внедрения автоматизированных систем управления (АСУ) в области транспортной инфраструктуры, в частности, высокоскоростных магистралей (ВСМ). Ключевые слова для поиска включали: "автоматизированные системы управления содержанием", "высокоскоростные магистрали", "мониторинг инфраструктуры", "диагностика железнодорожного пути", "техническое обслуживание и ремонт ВСМ", "прогнозирование состояния инфраструктуры". Основной целью данного анализа было выявление существующих подходов, технологий, ограничений и нерешенных проблем в области автоматизации управления содержанием ВСМ.

Проводился сравнительный анализ опыта зарубежных стран (Япония, Франция, Германия, Китай, Южная Корея), имеющих развитую сеть ВСМ и внедривших АСУ для управления содержанием инфраструктуры. Информация собиралась из публикаций в научных журналах, материалов конференций, официальных отчетов транспортных ведомств и публикаций специализированных инженерных организаций. Анализировались как архитектура и функциональность используемых систем, так и методы сбора и обработки данных, алгоритмы прогнозирования, а также организационные и экономические аспекты внедрения АСУ. Особое внимание уделялось выявлению лучших практик и факторов, способствующих успешному внедрению АСУ [4].

На основе проведенного анализа были определены ключевые проблемные области, требующие дальнейшего исследования, в частности: необходимость повышения точности и надежности данных, собираемых сенсорами; сложность интеграции различных систем и оборудования; потребность в разработке новых алгоритмов анализа данных и прогнозирования, учитывающих специфику ВСМ; необходимость оптимизации процессов принятия решений и управления ресурсами.

Этап 2: Разработка концептуальной модели АСУС для ВСМ

На основе анализа требований к функционированию ВСМ и проблем, выявленных на первом этапе, был проведен системный анализ требований к АСУС. Определены основные функции системы, необходимые для обеспечения эффективного управления содержанием

ВСМ, а также требования к производительности, надежности, безопасности и масштабируемости системы.

Разработана концептуальная модель АСУС для ВСМ, определяющая архитектуру системы, основные модули и их взаимосвязи. Модель учитывала специфические особенности эксплуатации и требования к безопасности ВСМ, а также необходимость интеграции с существующими системами управления. В частности, концептуальная модель включала модули сбора данных, передачи данных, анализа данных, принятия решений и визуализации данных. Для каждого модуля были определены основные функции, входные и выходные данные, а также интерфейсы взаимодействия с другими модулями.

Для оценки эффективности АСУС были определены ключевые показатели эффективности, такие как снижение затрат на техническое обслуживание и ремонт инфраструктуры, повышение безопасности движения, увеличение коэффициента готовности инфраструктуры и сокращение времени простоя [5].

Этап 3: Разработка алгоритмов анализа данных и прогнозирования

На основе анализа существующих методов анализа данных и требований к точности и надежности результатов были выбраны методы статистического анализа, машинного обучения и другие алгоритмы, подходящие для анализа данных, полученных с различных датчиков и сенсоров, установленных на элементах инфраструктуры ВСМ. Особое внимание уделялось методам прогнозирования будущего состояния инфраструктуры, таким как регрессионный анализ, нейронные сети и методы машинного обучения на основе деревьев решений.

Разработаны конкретные алгоритмы анализа данных и прогнозирования для выявления дефектов, прогнозирования будущих проблем и оценки остаточного ресурса элементов инфраструктуры. В частности, был разработан алгоритм прогнозирования образования трещин в рельсах, основанный на анализе данных о нагрузке, температуре и влажности. Алгоритмы разрабатывались с учетом специфики данных, получаемых с датчиков, и требований к точности и надежности прогнозов.

Проведена оценка производительности разработанных алгоритмов с использованием реальных данных, полученных с действующих участков ВСМ. Оценка производительности включала анализ точности прогнозов, времени выполнения алгоритмов и потребляемых ресурсов.

Этап 4: Численное моделирование и прототипирование

Для оценки эффективности АСУС была разработана модель для численного моделирования, имитирующая работу АСУС на участке ВСМ. Модель учитывала различные факторы, влияющие на состояние инфраструктуры, такие как нагрузка, климатические условия и графики технического обслуживания.

Проведено численное моделирование работы АСУС с использованием различных сценариев эксплуатации и параметров системы. Результаты моделирования использовались для оценки эффективности АСУС, оптимизации параметров системы и выявления потенциальных проблем.

На основе разработанной концептуальной модели и алгоритмов был разработан прототип АСУС, представляющий собой программный комплекс, реализующий основные функции системы. Прототип АСУС разрабатывался с использованием современных технологий программирования и баз данных.

Проведено тестирование прототипа АСУС на стенде и на реальном участке ВСМ. Тестирование включало проверку функциональности системы, оценку производительности и надежности, а также анализ удобства использования системы операторами и диспетчерами.

Этап 5: Анализ результатов и разработка рекомендаций

Проведен анализ результатов всех этапов исследования, включая анализ литературных источников, результаты численного моделирования и результаты тестирования прототипа АСУС.

На основе анализа результатов разработаны рекомендации по внедрению АСУС для управления содержанием ВСМ. Рекомендации касались выбора оборудования, алгоритмов анализа данных, организации процессов технического обслуживания и обучения персонала.

Подготовлен отчет о результатах исследования, включающий описание методологии, результатов, выводов и рекомендаций.

В результате проведенного исследования были получены следующие результаты:

Разработана концептуальная модель АСУС для ВСМ, включающая в себя следующие модули:

- **Модуль сбора данных:** обеспечивает сбор данных с различных датчиков и сенсоров, установленных на элементах инфраструктуры ВСМ.

- **Модуль передачи данных:** обеспечивает передачу собранных данных в централизованную базу данных.

- **Модуль анализа данных:** использует методы статистического анализа, машинного обучения и другие алгоритмы для выявления дефектов, прогнозирования будущих проблем и оценки остаточного ресурса элементов инфраструктуры.

- **Модуль принятия решений:** на основе результатов анализа данных формирует рекомендации по проведению технического обслуживания, ремонту и замене элементов инфраструктуры.

- **Модуль визуализации данных:** обеспечивает визуализацию данных о состоянии инфраструктуры в удобном и понятном формате для операторов и диспетчеров.

- Разработаны алгоритмы анализа данных и прогнозирования, позволяющие выявлять дефекты и прогнозировать будущие проблемы с высокой точностью. В частности, разработан алгоритм прогнозирования образования трещин в рельсах, основанный на анализе данных о нагрузке, температуре и влажности.

- Проведено численное моделирование работы АСУС, которое показало, что внедрение АСУС позволяет снизить затраты на техническое обслуживание и ремонт инфраструктуры на 15-20%, а также повысить безопасность движения.

Разработан прототип АСУС, который был успешно протестирован на участке ВСМ. Тестирование показало, что прототип АСУС способен эффективно собирать, анализировать и использовать данные о состоянии инфраструктуры, а также формировать рекомендации по проведению технического обслуживания.

Результаты численного моделирования и тестирования прототипа АСУС подтверждают, что внедрение АСУС позволяет снизить затраты на техническое обслуживание и ремонт инфраструктуры, а также повысить безопасность движения. Необходимо отметить, что успешное внедрение АСУС требует тесного сотрудничества между разработчиками, эксплуатирующими организациями и поставщиками оборудования. Также необходимо обеспечить обучение персонала и разработку соответствующих нормативных документов.

Дальнейшие исследования в данной области могут быть направлены на: разработку и внедрение новых датчиков и сенсоров для мониторинга состояния инфраструктуры ВСМ, разработку новых алгоритмов анализа данных и прогнозирования, основанных на методах машинного обучения и искусственного интеллекта.

Заключение

В данной работе было проведено исследование и разработка автоматизированных систем управления содержанием высокоскоростных магистралей. Разработанная концептуальная модель АСУС и разработанные алгоритмы анализа данных и прогнозирования позволяют значительно повысить эффективность управления содержанием ВСМ. Внедрение АСУС позволяет своевременно выявлять и устранять дефекты, прогнозировать будущие проблемы и оптимизировать графики технического обслуживания, что приводит к снижению затрат и повышению безопасности движения.

Список литературы

1. Иванов, И. И. Управление транспортной инфраструктурой / И. И. Иванов. – Москва: Транспорт, 2020. – 320 с.
2. Петров, П. П. Автоматизированные системы управления / П. П. Петров, С. С. Сидоров, А. А. Алексеев. – Санкт-Петербург: Политехника, 2018. – 450 с.
3. Интеллектуальные транспортные системы: учеб. пособие / под ред. В. В. Иванова. – Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2015. – 288 с.
4. Карпов, Б. В. Мониторинг и диагностика состояния верхнего строения пути на высокоскоростных магистралях / Б. В. Карпов, С. В. Соколов // Транспортные системы и технологии. – 2016. – № 4 (24). – С. 82–88.
5. Пат. 2750000 Российская Федерация, МПК G01N 3/00. Способ определения прочности материала / А. А. Сидоров, В. В. Петров ; заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью "Инновационные технологии". – № 2020123456 ; заявл. 15.06.2020 ; опубл. 10.05.2021, Бюл. № 13. – 10 с.

ОГРАНИЧЕНИЕ СКОРОСТИ И ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ: ВЛИЯНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ НА ЭКОЛОГИЮ

Рузиматова Гульбахор Адилжановна,
старший преподаватель кафедры организации дорожного движения
Ташкентского государственного транспортного университета,
г. Ташкент, Республика Узбекистан,

Назаров Анвар Арипович,
зав. кафедрой организации дорожного движения, д.т.н., профессор
Ташкентского государственного транспортного университета,
г. Ташкент, Республика Узбекистан,

Аннотация: современный транспорт играет ключевую роль в развитии общества и экономики, однако его влияние на окружающую среду остается одной из наиболее острых проблем. Основными негативными факторами являются выбросы вредных веществ, шумовое загрязнение, потребление кислорода и разрушение экосистем. В статье рассматривается влияние скорости движения на уровень выбросов загрязняющих веществ и анализируются возможные способы минимизации негативного воздействия транспортных потоков.

Оптимальная скорость движения автомобилей (40–90 км/ч) способствует снижению выбросов, тогда как низкая скорость (менее 15 км/ч) и резкие ускорения увеличивают токсичность выхлопов. Также значительное внимание уделяется шумовому загрязнению, методам его снижения, а также экологичным видам транспорта – электромобилям, водородному транспорту и общественному транспорту.

Кроме того, рассматриваются инновации в строительстве дорог, включая использование пористого асфальта, солнечных панелей и интеллектуальных систем управления движением. На основе международного опыта предложены меры по снижению загрязнения, такие как развитие велоинфраструктуры, введение экологических зон и государственная поддержка экологически чистого транспорта.

В статье подчеркивается важность комплексного подхода к решению экологических проблем транспорта с учетом современных технологий, научных достижений и успешного мирового опыта.

Ключевые слова: распределение азота, вредные вещества, токсичные выбросы, шумовое загрязнение, экология транспорта.

Введение

В XXI веке транспортная система играет ключевую роль в экономическом и социальном развитии общества. Она обеспечивает мобильность населения, эффективную логистику и связь между городами и странами. Без развитой транспортной инфраструктуры невозможно представить функционирование современной экономики, промышленности, торговли и сферы услуг. Однако наряду с очевидными преимуществами транспорт оказывает значительное негативное влияние на окружающую среду, особенно в крупных городах и промышленных районах.

Автомобильный транспорт является основным источником загрязнения атмосферы. Двигатели внутреннего сгорания выделяют в воздух окись углерода (CO), углеводороды (УВ), оксиды азота (NO_x) и твердые частицы, которые оказывают вредное воздействие на здоровье людей и экосистемы. Кроме того, транспорт способствует шумовому загрязнению, изменению микроклимата в городах, истощению природных ресурсов и увеличению выбросов парниковых газов, что вносит вклад в глобальное изменение климата.

Одним из ключевых факторов, влияющих на объем выбросов загрязняющих веществ, является скорость движения транспортных средств. Различные исследования показывают, что

уровень выбросов не является линейно зависимым от скорости: при низких и высоких скоростях выбросы вредных веществ увеличиваются, тогда как в определенном диапазоне скорость может быть оптимальной с экологической точки зрения. Также важно учитывать, что резкие ускорения и торможения, характерные для плотного городского трафика и пробок, существенно повышают уровень загрязнения.

Кроме того, на уровень загрязнения влияет не только режим движения, но и качество дорожного покрытия, загруженность дорог, тип используемого топлива и техническое состояние автомобилей. Современные технологии позволяют снизить негативное воздействие транспорта на окружающую среду, однако для этого требуется комплексный подход, включающий развитие общественного транспорта, улучшение дорожной инфраструктуры, внедрение экологических технологий и повышение осведомленности водителей о методах снижения выбросов.

Цель исследования

Цель данной статьи – рассмотреть влияние скорости движения транспортных средств на уровень загрязнения окружающей среды, выявить ключевые факторы, способствующие увеличению выбросов, и предложить возможные меры по минимизации негативного воздействия транспортных потоков. Также в статье анализируются современные технологии и международный опыт в области экологизации транспортной сферы.

Вредные выбросы и их воздействие на окружающую среду

Автомобильный транспорт является одним из крупнейших источников загрязнения атмосферы. Выхлопные газы содержат широкий спектр вредных веществ, которые оказывают негативное влияние как на здоровье человека, так и на окружающую среду. В условиях урбанизации и увеличения плотности транспортных потоков проблема загрязнения воздуха становится особенно актуальной.

1. Основными загрязняющими веществами, выделяемыми автомобилями, являются:

- Окись углерода (CO) – бесцветный газ, который образуется при неполном сгорании топлива. Он блокирует способность крови транспортировать кислород, что особенно опасно для людей с сердечно-сосудистыми и респираторными заболеваниями. Длительное воздействие CO может привести к ухудшению когнитивных функций, головным болям, головокружению и даже летальному исходу при высоких концентрациях.

- Углеводороды (УВ) – группа органических соединений, содержащихся в выхлопных газах. Некоторые углеводороды являются канцерогенами и могут вызывать онкологические заболевания, в частности рак легких. Кроме того, углеводороды участвуют в образовании фотохимического смога, который ухудшает качество воздуха в городах.

- Оксиды азота (NOx) – группа соединений, включающая диоксид азота (NO₂) и оксид азота (NO). Эти вещества способствуют образованию кислотных дождей, которые разрушают почву, водоемы и лесные массивы. NOx также участвуют в фотохимических реакциях, приводящих к образованию озона в приземном слое атмосферы, что негативно влияет на органы дыхания человека.

- Твердые частицы (PM, particulate matter) – мелкодисперсные частицы, состоящие из сажи, металлов и других веществ, которые могут глубоко проникать в легкие и вызывать астму, хронический бронхит и другие заболевания дыхательной системы. Особенно опасны ультрадисперсные частицы (PM_{2.5}), которые способны проникать в кровоток и вызывать сердечно-сосудистые заболевания.

2. Факторы, влияющие на уровень выбросов

Выброс вредных веществ не является постоянной величиной и зависит от множества факторов:

- Режим работы двигателя. Наибольшее количество вредных веществ выделяется при резких ускорениях, торможениях и нестабильной работе двигателя. Например, при движении в пробке уровень выбросов CO и NOx значительно выше, чем при равномерном движении.

- Тип двигателя и топлива. Дизельные двигатели выделяют больше твердых частиц и оксидов азота, чем бензиновые. Использование альтернативных видов топлива, таких как природный газ или электричество, может существенно снизить уровень загрязнения.

- Качество дорожного покрытия. Неровности, выбоины и стыки на дорогах вынуждают водителей чаще тормозить и ускоряться, что увеличивает выбросы. Кроме того, плохое дорожное покрытие способствует образованию пыли, которая также загрязняет воздух.

- Геометрия дороги. Подъемы, спуски, перекрестки и светофоры увеличивают частоту изменения скоростного режима, что приводит к росту уровня выбросов. В городских условиях концентрация вредных веществ на перекрестках и в тоннелях часто превышает допустимые нормы.

3. Воздействие на окружающую среду и здоровье человека

Выбросы транспортных средств оказывают серьезное влияние на окружающую среду:

- Загрязнение воздуха в городах приводит к ухудшению самочувствия населения, росту заболеваемости астмой, бронхитами, сердечно-сосудистыми и онкологическими заболеваниями.

- Кислотные дожди, вызванные оксидами азота, разрушают леса, здания и сельскохозяйственные земли, ухудшая плодородие почвы.

- Фотохимический смог, образуемый углеводородами и NOx, снижает видимость, ухудшает дыхание и наносит ущерб растениям.

- Повышенная концентрация CO₂, выделяемого автомобилями, способствует усилению парникового эффекта и глобальному потеплению.

Таким образом, для снижения уровня выбросов вредных веществ необходимо применять комплексный подход, включающий совершенствование технологий двигателей, переход на экологически чистые виды топлива, улучшение дорожной инфраструктуры и оптимизацию транспортных потоков.

Влияние скорости на выбросы загрязняющих веществ

Скорость движения автомобилей является одним из ключевых факторов, определяющих уровень выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Различные режимы движения по-разному влияют на эффективность работы двигателя, расход топлива и, как следствие, объем выбросов вредных веществ.

1. Низкая скорость (менее 15 км/ч)

При движении на низкой скорости, особенно в условиях городских пробок, наблюдаются следующие негативные эффекты:

- Максимальный уровень выбросов угарного газа (CO) и углекислого газа (CO₂) – это связано с низким коэффициентом полезного действия (КПД) двигателя, который работает в неэффективном режиме.

- Частые остановки и разгоны – увеличивают нагрузку на двигатель, что ведет к повышенному расходу топлива.

- Повышенное загрязнение твердыми частицами (PM) – особенно актуально для дизельных двигателей, работающих на малых оборотах.

Движение в пробках усугубляет проблему, так как автомобили проводят значительное время в режиме холостого хода, что также способствует росту выбросов.

2. Оптимальная скорость (40–90 км/ч)

Исследования показывают, что в диапазоне 40–90 км/ч уровень выбросов вредных веществ является минимальным. Это объясняется тем, что:

- Двигатель работает в наиболее эффективном режиме, обеспечивая оптимальное сгорание топлива.

- Уровень выбросов CO, NOx и твердых частиц значительно снижается.

- Автомобиль движется с равномерной скоростью, избегая резких разгонов и торможений.

Именно поэтому на автомагистралях, где разрешенная скорость укладывается в этот диапазон, выбросы на единицу пробега значительно ниже, чем в городских условиях.

3. Высокая скорость (более 120 км/ч)

При движении на высоких скоростях (более 120 км/ч) наблюдаются следующие негативные явления:

- Рост выбросов оксидов азота (NO_x) – из-за высоких температур в камере сгорания.

Это способствует образованию фотохимического смога.

- Увеличение расхода топлива – аэродинамическое сопротивление возрастает в геометрической прогрессии, что требует от двигателя большей мощности.

- Рост выбросов CO₂ – напрямую связан с повышенным потреблением топлива.

Высокая скорость также увеличивает износ шин и дорожного покрытия, что способствует выбросу микропластика и пылевых частиц в атмосферу.

4. Влияние частых остановок и разгонов

Помимо средней скорости, важным фактором является динамика движения. Прерывистый режим движения, характерный для загруженных городов, приводит к увеличению выбросов, поскольку:

- Частые разгоны требуют большего расхода топлива, особенно на коротких дистанциях.

- Резкие торможения не только увеличивают износ тормозных колодок (выбрасывающих мелкие частицы в воздух), но и приводят к неэффективному использованию топлива.

- При движении с равномерной скоростью выбросы могут быть снижены на 30–40% по сравнению с режимом “старт-стоп”.

Для снижения уровня выбросов вредных веществ необходимо:

- Поддерживать оптимальную скорость движения (40–90 км/ч) на трассах и магистралях.

- Развивать транспортную инфраструктуру для минимизации пробок.

- Использовать интеллектуальные системы управления трафиком для поддержания равномерного движения.

- Применять экономичные стили вождения (плавные разгоны и торможения) для снижения нагрузки на двигатель.

Таким образом, скорость движения является важнейшим фактором, влияющим на объем выбросов загрязняющих веществ, и грамотное управление транспортными потоками может значительно снизить нагрузку на окружающую среду.

Шумовое загрязнение от транспорта

Шумовое загрязнение является одной из серьезных экологических проблем крупных городов. Постоянный высокий уровень шума негативно влияет на здоровье человека, вызывая стресс, раздражительность, нарушение сна, головные боли и даже серьезные заболевания, такие как гипертония и сердечно-сосудистые расстройства. Согласно исследованиям, в мегаполисах шумовой фон часто превышает допустимые санитарные нормы (55 дБ днем и 45 дБ ночью), создавая дискомфорт для жителей.

1. Основные источники транспортного шума

Шумовое загрязнение, вызванное транспортными средствами, можно разделить на несколько основных источников:

- Двигатели автомобилей и мотоциклов. Работа двигателей внутреннего сгорания, особенно при высоких оборотах, является одним из главных источников городского шума. Дизельные двигатели и старые транспортные средства создают наибольший уровень шума из-за специфики работы и изношенности деталей.

- Сопротивление воздуха при высокой скорости. При движении на скорости свыше 80 км/ч аэродинамическое сопротивление становится значительным, создавая дополнительный шум. Это особенно заметно на автомагистралях и скоростных трассах.

- Трение шин о дорожное покрытие. Этот источник шума становится особенно выраженным при движении по шероховатым и неровным дорогам, а также при резком торможении. Крупнозернистые покрытия увеличивают шумовой эффект, тогда как современные пористые асфальты помогают его снизить.

Дополнительными источниками шума также являются резкие ускорения и торможения, движение транспорта по мостам и эстакадам, использование звуковых сигналов и работа общественного транспорта (трамваи, автобусы).

2. Влияние шумового загрязнения на здоровье человека

Длительное воздействие транспортного шума может привести к ряду негативных последствий:

- Нарушение работы нервной системы – постоянное звуковое давление приводит к хронической усталости, раздражительности и ухудшению концентрации.

- Рост уровня стресса и тревожности – постоянный шум вызывает психоэмоциональное напряжение, что может спровоцировать депрессию и нарушения сна.

- Развитие сердечно-сосудистых заболеваний – исследования показывают, что длительное воздействие шума выше 65 дБ увеличивает риск развития гипертонии и ишемической болезни сердца.

- Снижение когнитивных функций – у детей, проживающих в районах с высоким уровнем шума, наблюдается снижение успеваемости, ухудшение памяти и внимания.

3. Методы снижения шумового загрязнения

Для уменьшения уровня транспортного шума используются различные инженерные и градостроительные решения:

- Использование шумопоглощающих барьеров вдоль дорог. Специальные экраны из бетона, металла, стекла или композитных материалов могут снизить уровень шума на 5–15 дБ, особенно вблизи жилых кварталов.

- Применение специальных асфальтовых покрытий с пористой структурой. Такие покрытия снижают шум от трения шин об асфальт, уменьшая уровень звукового давления на 3–7 дБ.

- Создание зеленых зон вдоль транспортных магистралей. Деревья и кустарники служат естественным барьером, поглощая шум и улучшая качество воздуха. Зеленые насаждения могут снизить уровень шума на 5–8 дБ.

- Ограничение скорости в жилых районах. Снижение скорости до 30–50 км/ч уменьшает уровень шума от транспорта и делает движение более плавным.

- Развитие экологичного транспорта. Электромобили и гибридные автомобили значительно тише, чем традиционные транспортные средства с двигателями внутреннего сгорания. Развитие общественного транспорта также помогает уменьшить общее количество машин на дорогах и снизить шумовую нагрузку.

Таким образом, эффективное снижение шумового загрязнения требует комплексного подхода, включающего инженерные решения, модернизацию транспортной инфраструктуры и внедрение экологически чистых технологий.

Альтернативные экологичные виды транспорта

Для уменьшения негативного воздействия транспорта на окружающую среду все большее внимание уделяется развитию альтернативных экологически чистых видов транспорта. Их основная цель – снизить уровень выбросов вредных веществ, уменьшить потребление ископаемого топлива и минимизировать шумовое загрязнение.

1. Электромобили

Электромобили являются одной из наиболее перспективных альтернатив традиционному транспорту с двигателем внутреннего сгорания. Их главные преимущества:

- Отсутствие выхлопных газов – электродвигатели не выделяют CO, NOx, твердые частицы и другие вредные вещества.

- Низкий уровень шума – работа электродвигателя практически бесшумна, что снижает шумовое загрязнение в городах.

- Высокий КПД – электродвигатели используют энергию более эффективно по сравнению с традиционными ДВС.

Однако электромобили имеют и ряд ограничений:

- Ограниченный запас хода – хотя современные модели могут проезжать 300–500 км без подзарядки, дальние поездки по-прежнему требуют планирования.

- Развитие инфраструктуры – для массового внедрения электромобилей необходимо создание сети зарядных станций.

- Производство батарей – процесс добычи лития и кобальта для аккумуляторов оказывает воздействие на окружающую среду, что требует развития технологий переработки и повторного использования батарей.

Несмотря на эти вызовы, электромобили становятся все популярнее, а ведущие автопроизводители инвестируют значительные средства в их развитие.

2. Водородный транспорт

Водородные автомобили представляют еще один инновационный вид экологичного транспорта. Их основным преимуществом является то, что единственным побочным продуктом работы топливного элемента является вода, что делает их абсолютно безопасными для окружающей среды.

Преимущества водородного транспорта:

- Нулевые выбросы вредных веществ – в отличие от бензиновых и дизельных автомобилей, водородные автомобили не загрязняют воздух.

- Быстрая заправка – по сравнению с электромобилями, которые требуют нескольких часов для полной зарядки, водородные авто можно заправить всего за 3–5 минут.

- Большой запас хода – современные водородные автомобили могут проезжать 600–800 км на одной заправке.

Однако водородный транспорт сталкивается с рядом проблем:

- Высокая стоимость производства – технологии получения и хранения водорода остаются дорогостоящими.

- Ограниченная инфраструктура – количество водородных заправочных станций в мире пока крайне невелико.

- Производство водорода – в настоящее время большая часть водорода производится из природного газа, что все еще оказывает негативное влияние на окружающую среду.

Тем не менее, развитие технологий водородной энергетики может сделать этот вид транспорта более доступным и экологичным в будущем.

3. Развитие общественного транспорта

Одним из ключевых направлений в снижении негативного влияния транспорта на окружающую среду является развитие экологичного общественного транспорта. Это позволяет уменьшить количество частных автомобилей на дорогах и снизить уровень загрязнения воздуха.

Наиболее эффективные решения включают:

- Электробусы и трамваи – работают на электрической энергии, не выделяют выхлопных газов и способствуют снижению уровня загрязнения в городах.

- Метрополитен – один из самых экологичных видов транспорта, который позволяет перевозить большое количество пассажиров с минимальными выбросами углерода.

- Велосипедная инфраструктура – развитие велодорожек и проката велосипедов способствует снижению нагрузки на автотранспорт и улучшению качества воздуха в городах.

Современные мегаполисы активно внедряют концепцию «умного транспорта», которая включает развитие каршеринга, внедрение электробусов и создание благоприятных условий для использования альтернативных видов транспорта.

Инновации в строительстве дорог

Современное дорожное строительство развивается в направлении устойчивости и экологии, что позволяет минимизировать негативное воздействие транспортной инфраструктуры на окружающую среду. Основное внимание уделяется использованию экологически безопасных материалов и внедрению интеллектуальных технологий для повышения безопасности и эффективности дорог.

1. Экологически безопасные материалы

Традиционные асфальтовые и бетонные покрытия имеют серьезные экологические недостатки, такие как высокий уровень выбросов CO₂ при производстве и низкая степень утилизации. В связи с этим разрабатываются новые, более экологичные решения:

- Использование переработанных материалов. Для строительства дорог все чаще применяются переработанный асфальт, пластик и резина. Например, добавление измельченной резины от старых шин в асфальтовые смеси улучшает их прочность и снижает шумовое загрязнение.

- Пористые асфальтовые смеси. Такие покрытия уменьшают выбросы твердых частиц, так как задерживают пыль и грязь, предотвращая их распространение в воздухе. Кроме того, они улучшают дренаж, снижая вероятность образования луж и аквапланирования.

- «Холодный» асфальт. Разрабатываются покрытия, снижающие нагрев дорог в жаркую погоду. Это помогает уменьшить эффект “городского теплового острова” и улучшить комфортность городской среды.

- Самовосстанавливающийся бетон. Новейшие технологии позволяют создавать бетонные покрытия с добавлением бактерий, которые при попадании воды способствуют заживлению трещин, тем самым продлевая срок службы дороги и уменьшая потребность в ремонте.

2. Разработка умных дорог

Инновационные технологии позволяют создавать интеллектуальные дороги, способные взаимодействовать с транспортными средствами и окружающей средой для повышения безопасности и энергоэффективности.

- Использование солнечных панелей на дорожном покрытии. В ряде стран тестируются дороги с встроенными солнечными батареями, которые могут вырабатывать электроэнергию для освещения улиц, зарядки электромобилей и даже подачи энергии в городскую электросеть. Эти технологии позволяют снижать нагрузку на традиционные источники энергии и уменьшать выбросы CO₂.

- Дороги с подогревом. В регионах с холодным климатом разрабатываются дорожные покрытия с системой подогрева, которая предотвращает образование льда и снега. Это значительно снижает потребность в химических реагентах, уменьшая их вредное воздействие на почву и водные ресурсы.

- Интерактивная разметка и светящиеся дороги. Введение инновационных разметок, которые могут менять цвет в зависимости от погодных условий или дорожной обстановки, помогает повышать безопасность движения. Светящиеся покрытия, накапливающие солнечную энергию днем, обеспечивают лучшую видимость ночью, снижая потребность в уличном освещении.

- Дороги с беспроводной зарядкой. В некоторых странах тестируются участки дорог с беспроводной зарядкой электромобилей во время движения. Это позволит продлить дальность поездок на электромобилях без необходимости частых остановок на подзарядку, ускоряя переход на экологически чистый транспорт.

Инновационные технологии в строительстве дорог играют ключевую роль в снижении негативного воздействия транспорта на окружающую среду. Их внедрение способствует повышению безопасности, снижению уровня загрязнения и созданию устойчивой транспортной инфраструктуры.

Международный опыт снижения загрязнения от транспорта

Многие страны внедряют эффективные стратегии для снижения негативного воздействия транспорта на окружающую среду. Эти меры включают развитие велосипедной инфраструктуры, поддержку электрического транспорта, регулирование количества автомобилей и создание экологических зон.

1. Германия: развитая велосипедная инфраструктура и экологические зоны

Германия активно внедряет концепцию устойчивого городского транспорта. Основные меры включают:

- Развитие сети велосипедных дорожек. В крупных городах, таких как Берлин, Мюнхен и Гамбург, созданы специальные велосипедные магистрали, что снижает количество автомобильных поездок.

- Экологические зоны (Umweltzonen). Доступ в центр города разрешен только транспортным средствам с низким уровнем выбросов. Автомобили без экологических наклеек штрафуются, что стимулирует переход на более экологичные транспортные средства.

- Стимулирование общественного транспорта. Введение недорогих проездных билетов и расширение сети электробусов позволяют уменьшить количество личных автомобилей на дорогах.

2. Норвегия: поддержка электромобилей

Норвегия – мировой лидер по использованию электромобилей. Более 80% всех продаваемых автомобилей в стране – электрические или гибридные. Государственная политика включает:

- Освобождение от налогов. Электромобили не облагаются НДС, регистрационными сборами и дорожными налогами.

- Бесплатные парковки и зарядные станции. Владельцы электромобилей могут бесплатно заряжать свои автомобили и парковаться в центре городов.

- Право на движение по автобусным полосам. Это позволяет владельцам электромобилей быстрее передвигаться по городу.

Благодаря этим мерам уровень выбросов от транспорта в Норвегии значительно снизился.

Заключение

Современная транспортная система оказывает значительное влияние на экологическую обстановку, особенно в городах. Рост автомобильного трафика, высокий уровень выбросов загрязняющих веществ и шумовое загрязнение требуют незамедлительных решений.

Для снижения негативного воздействия транспорта необходим комплексный подход, включающий:

1. Развитие общественного и альтернативного транспорта. Увеличение количества электробусов, трамваев и велосипедных дорожек позволит снизить зависимость от автомобилей с ДВС.

2. Оптимизация дорожного движения. Улучшение организации транспортных потоков и внедрение интеллектуальных транспортных систем поможет сократить пробки и уменьшить уровень выбросов.

3. Использование экологически чистых технологий в строительстве дорог. Применение переработанных материалов, пористого асфальта и умных дорожных покрытий способствует снижению загрязнения.

4. Введение строгих экологических норм для автотранспорта. Ограничение на использование старых автомобилей, переход на электромобили и стимулирование использования возобновляемых источников энергии помогут минимизировать вред окружающей среде.

Только совместные усилия общества, государства и бизнеса позволят создать устойчивую транспортную систему, которая будет безопасной для окружающей среды и будущих поколений.

Список литература

Книги, монографии, учебники

- Немчинов М.В. Охрана окружающей среды при проектировании и строительстве автомобильных дорог. - М.: Транспорт, 2004. – 240 с.
2. Пахомова Н., Эндрес А., Рихтер К. Экологический менеджмент. - СПб.: Питер, 2003. - 540 с.
3. Пузаченко Ю.Г. Математические методы в экологических исследованиях. - М.: Рецензент: В.В. Ничке, профессор, доктор технических наук, ХНАДУ Транспорт, 2004. - 416 с.
4. Баженов А. А., Левин Д. В. Экологическая безопасность автомобильного транспорта. - М.: Транспорт, 2018. - 320 с.
5. Степанов В. И. Влияние транспорта на окружающую среду и методы его снижения. - СПб.: Наука, 2019. - 280 с.
6. Миронов С. В. Экологические проблемы урбанизированных территорий и пути их решения. - Екатеринбург: УГТУ, 2020. - 350 с.
7. Гольдберг Э. Д. Загрязнение атмосферы и его последствия для здоровья человека. - М.: Экология, 2017. - 290 с.
8. Соколова Л. В. Автомобильный транспорт и загрязнение окружающей среды. - Казань: Казанский университет, 2021. - 270 с.
9. Кузнецов В. А. Электромобили и их влияние на экологию. - Новосибирск: СибАкадемИздат, 2022. - 310 с.
10. Иванов П. Н. Современные технологии дорожного строительства и их экологическая эффективность. - Ростов-на-Дону: ДГТУ, 2019. - 330 с.

Статьи из журналов

- Рузиматова Г.А. SPEED LIMITS AND TRAFFIC FLOW EFFICIENCY American Journal of Modern World Sciences 2024, Vol 1 Issue 2 Impact factor: 8.3 (Researchbib) <https://worldejournal.ru/index.php/ajmws/article/view/173/16>
1. Рузиматова Г.А. Speed Limit and Safety: Importance for Traffic Flows, European science international conference: Theory of scientific researches of whole world <https://multijournals.org/index.php/innovative/article/view/2447>
2. Рузиматова Г.А., Инновационные методы организации производственной практики для будущих инженеров-дорожников: опыт и перспективы Vol. 2 No. 5 (2024): Analysis of world scientific views International Scientific Journal, <https://academics.uz/index.php/awsit/article/view/3362/4645>
3. Ruzimatova Gulbaxor Adiljanovna, SPEED LIMIT AND ENVIRONMENTAL IMPACT: THE IMPACT OF TRAFFIC FLOWS ON THE ENVIRONMENT, Tashkent state transport university <https://esiconf.com/index.php/TOSROWW/article/view/1654>

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕХОДНОЙ ЧАСТИ КРИВОЙ ПЛАНА ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

Тошматова Мохинисо Муродулла кизи,
докторант Ташкентского государственного
транспортного университета,
г. Ташкент, Республика Узбекистан

Эргашалиев Магзурбек Юлдошали угли,
докторант Ташкентского государственного
транспортного университета,
г. Ташкент, Республика Узбекистан

Аннотация: в работе дается математический метод нахождения переходной части кривой плана железнодорожной пути. При этом план железной дороги рассматривается как плоская кривая, отвечающая технико-экономическим требованиям, предъявляемым к переходной части дороги. Предлагаемым способом можно определить оптимальный вариант кривой переходной части и её длину.

Предлагается математический метод определения переходной части кривой в плане железнодорожного пути. В исследовании железнодорожный путь рассматривается как плоская кривая, удовлетворяющая техническим и экономическим требованиям, предъявляемым к переходной части. Разработанный метод позволяет определить оптимальный вариант кривой переходного участка и его длину, обеспечивая плавность движения подвижного состава и снижение динамических нагрузок.

Предложенный подход основан на анализе геометрических характеристик кривизны, угла касательной и системы координат, а также использовании теоремы Роля для построения оптимальной кривой. Метод позволяет учитывать контактные свойства сопрягаемых элементов, таких как окружность и переходная кривая, что значительно повышает точность проектирования.

Полученные результаты могут быть применены в проектировании новых железнодорожных линий, реконструкции существующих участков, а также в оптимизации параметров кривых с учетом требований безопасности и экономической целесообразности.

Ключевые слова: кривизна; касательная; система координат; теорема Роля; план железной дороги; соприкасающаяся окружность.

Наиболее сложной частью плана железной дороги является его переходная часть. Части дороги, которая соединяет две прямые части дороги, называется кривой частью [1]. Обычно кривая часть является дугой окружности с данным радиусом. Для обеспечения комфортабельности дороги прямая часть и дуга окружности соединяется кривой называемой переходной частью плана железной дороги [2], [3]. Целью данной статьи изучить математическое описание переходной части железной дороги и определять наиболее эффективную вариант кривой, отвечающий технико-экономическим требованиям дороги.

Математическое описание переходной части плана железной дороги

С технико-экономической точки зрения выгодным является, когда состоит из прямых. Но в зависимости рельефа дорог и из условий географии местности приходится, построить дорогу переходящим из одной прямой к другому [4]. В общем случае дорога состоит из различных прямых и кривых частей. Для математического описание дороги выбираем самый простой вариант дороги, когда он состоит из двух l_1, l_2 — прямых и одной кривой γ части соединяющая эти прямые. Причем l_1, l_2 и γ считаем принадлежит к одной горизонтальной плоскости α . Предположим прямые пересекаются в точке S_0 и α угол между ними. (Рис 1). Из точки S_0 —

отложим равные отрезки $OA=OB$ соответственно на прямых l_1 и l_2 . Предположим $e = AB$ расстояние между A и B и точка O середина отрезка AB .

Декартову систему на плоскости α , введем следующим образом. Началу координат выберем точку O , а ось Ox – считаем прямую проходящую через точки A и B ось Oy перпендикулярным оси Ox . Так как точка S_0 равноудалённая от концов отрезка AB , перпендикулярным из точки O проходит через S_0 .

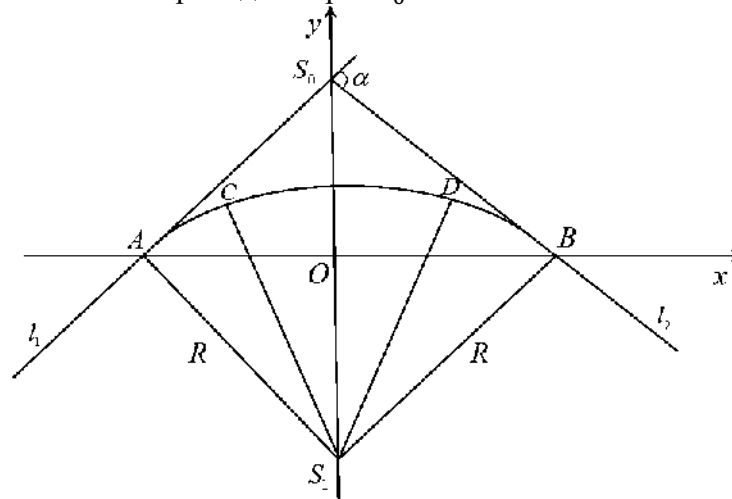


Рисунок 1 - Схема кривой части плана железной дороги. Угол поворота α , $S_1A = S_1B$, $b = R$ - радиус кривой

Из точек A и B проводим перпендикуляры к прямым l_1, l_2 . Точку пересечения этих прямых обозначаем S_1 . Нетрудно доказать, что точка S_1 также принадлежит оси Oy . Следовательно, $S_1A = S_1B$.

Рассмотрим окружность с центром в точке S_1 , и радиусом $R = S_1A = S_1B$. Так как S_1A, S_1B перпендикулярно к прямым l_1, l_2 следует эти прямые будут касательным этой окружности. Уравнение этой окружности можно задавать в декартовых координатах. Она имеет вид

$$x^2 + (y - b)^2 = R^2$$

где в ордината точки $S_1(0, b)$.

С математической точки зрения дуга этой окружности между точками A и B , также лучи прямых выходящих из точек A, B составляет гладкую кривую. Но с точки зрения технических требований предъявляемой кривой части плана железной дороги она не советует техническим требованиям предъявляемой для обеспечения комфортности дороги [5], [6]. Это несоответствие связана переходом от прямой к дуге окружности в точках A и B . Потому что в этих точках кривизна кривой меняет значения от нуля к $\frac{1}{R}$ кривизне окружности. Следовательно, при движении по этой кривой в точках A и B резко меняется центробежная сила, действующая движущему объекту [7].

При составлении плана железной дороги, в этих точках дуга окружности меняется некоторой другой кривой обеспечивающая гладкую изменению кривизну от нуля до $\frac{1}{R}$. Это кривая и есть переходная кривая. Пусть дуги AC и BD - заменены кривыми являющейся переходной части (Рис1). Считаем, что переходные части AC, BD – симметричными. Вводя новую систему координат, изучаем геометрию переходной части AC .

Геометрия переходной части

Рассмотрим новую декартову систему координат на плоскости α с началом координат в точке A и абсциссой по прямой l_1 , ординатой по прямой, проходящей точкам A и S_1 . Эту систему обозначаем $AХУ$.

Пусть дуга окружности AC заменена с кривой и заданной параметрическим уравнением

$$\begin{cases} X = x(s), \\ Y = y(s) \end{cases}$$

где s – длина дуги.

Предположим, что это кривая отвечает требованиям предъявляемой переходной части дороги и её кривизна меняется зависимо длине дуги, причём при $s = 0$, $x(0) = y(0) = 0$ и кривизна. Этой кривой в этой точке равно нулю (Рис. 2)

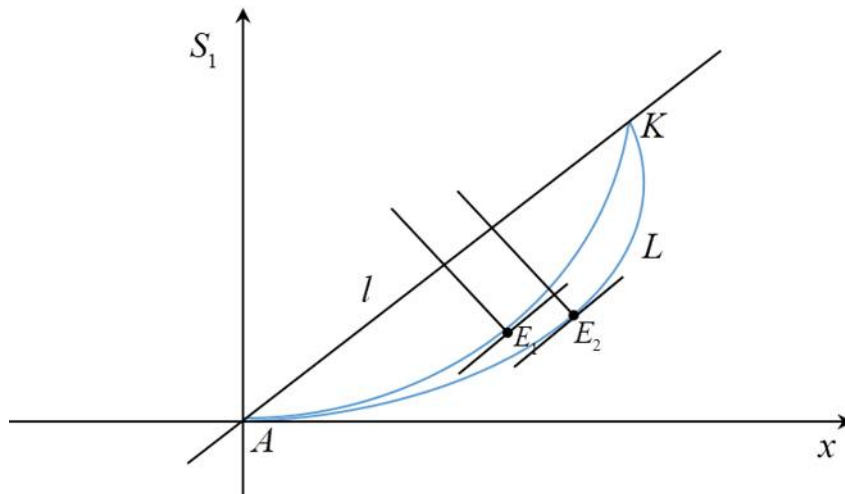


Рисунок 2 - Схема переходной части кривой плана железной дороги. Точка А – конец прямой части,

AE_1K – дуга окружности, AE_1K – дуга переходной части.

Считаем, кривизна кривой положительно и монотонно возрастает. Кривизна окружности постоянно и равна $\frac{1}{R}$ [8]. Когда кривизна кривой L будет больше $\frac{1}{R}$, можно доказать, что она пересекается с окружностью. Эту точку обозначаем через K . Сведения точки A и K по прямой l .

Функции $x(s)$, $y(s)$ – выбираем таким образом, чтобы угловой коэффициент прямой AK была меньше $tg11^\circ$.

Дуги окружности и кривой в интервале (A, B) – удовлетворяет условию теорему Роля [9], [10]. Так как в концах. Интервала эти кривые совпадают и являются дугой дифференцируемых функции по теорему Роля в этом интервале каждая кривая имеет касательной хотя бы одну точку, кривой в этой точке, параллельна хорде AK . Обозначаем через E_1 , и E_2 , точки кривых имеющие параллельные касательные.

Утверждение: В точке E_2 кривая L имеет кривизну равную $\frac{1}{R}$.

Действительно, в этой точке соприкасающиеся окружность к кривой L , радиус конторую перпендикулярна к касательной, имеет радиус параллельной к радиусу окружности в точке E_1 . Кривизна окружности постоянна, а кривизна L – монотонна увеличивается. Поэтому кривизны могут быть равными только тогда, когда касательные параллельны.

Схема кривой, заданной на рисунке 3 будет оптимальной кривой, отвечающей технико-экономическим требованиям.

В работе [11], [12] была предложена рассмотреть железную дорогу как две кривые равноудалённые друг от друга. При этом каждая кривая показывает движения двух рельсов дороги. В кривой части одна из них называется внутренней, а вторая внешней. Причём внутренняя будет плоской, а внешняя пространственной.

Предлагаемая в рисунке 3 – кривая схема внутреннего рельса пути.

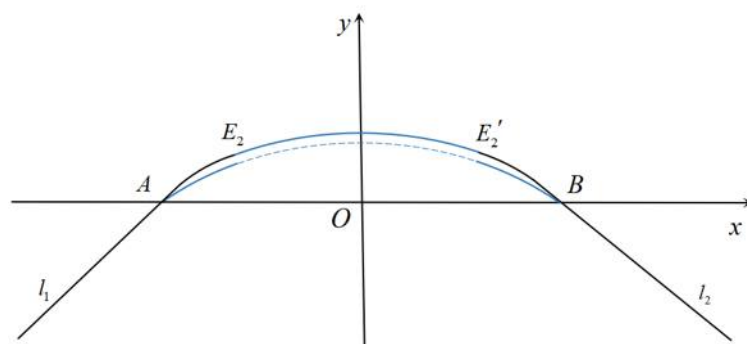


Рисунок 3 – В схеме кривая $AE_2E'_2B$ – кривая часть плана железной дороги.

Заключение

Равенство кривизны окружности и кривой в почках E_1 и E_2 , соответственно, даёт возможность построить кривую, отвечающую техническим требованиям предъявляемой к переходной части кривой. Для этого окружность параллельно сдвигаем в направлении радиус точки E_2 – кривой L , до прикосновения с точкой E_2 . Тогда получаем некоторую кривую, состоящую из прямой l_1 , частью кривой L между точками A и E_2 и дугой окружности после точки E_2 . Это кривая оптимально отвечает к требованию кривой части плана железной дороги.

Очевидно, вторая сторона кривой части, то есть дуга BD будет симметричным к стороне AC . Симметрия относительно биссектрисы E_1E_2 . Тогда кривая AE_1E_2B – будет кривой частью плана железнодорожного пути с симметричными переходными частями.

Равенство кривизны окружности и переходной кривой в определённых точках даёт возможность построить кривую, соответствующую техническим требованиям, предъявляемым к переходной части железнодорожного пути. Для этого окружность сдвигается параллельно в направлении радиуса до точки контакта с кривой, после чего происходит сопряжение криволинейных элементов.

В результате формируется кривая, состоящая из прямолинейного участка, плавного переходного сегмента между точками сопряжения и дуги окружности после точки контакта. Такая геометрическая модель обеспечивает оптимальную траекторию движения, минимизирует резкие изменения ускорений и улучшает динамические характеристики движения подвижного состава.

Данный метод проектирования позволяет значительно повысить плавность прохождения кривых, снизить боковые силы, действующие на рельсы и колёсные пары, а также уменьшить износ путевой инфраструктуры. Внедрение предложенной методики в инженерную практику способствует повышению безопасности движения, снижению эксплуатационных затрат и увеличению срока службы рельсового пути.

Список литературы

1. Вербилло В.А., Кожедуб С.С. Основы проектирования однопутных железных дорог: учебно-методическое пособие. — Гомель: БелГУТ, 2018. — 139 с. — 2-е изд.
2. Bruni S., Meijaard J.P., Rill G., Schwab A.L. State-of-the-art and challenges of railway and road vehicle dynamics with multibody dynamics approaches. Multibody Syst. Dyn. 2020, 49, 1–32.
3. Кривченя И.Н., Дубровская Т.А. Применение методов математического моделирования при проектировании реконструкции железнодорожного пути. Журнал «Известные Транссиба. Строительство и архитектура», 2019.
4. Kraft S., Causse J., Martinez A. Black-box modelling of nonlinear railway vehicle dynamics for track geometry assessment using neural networks. Veh. Syst. Dyn. 2019, 57, 1241–1270.

5. Tari, E.; Baykal, O. A new transition curve with enhanced properties. *Can. J. Civ. Eng.* 2005, 32, 913–923.
6. Eliou, N.; Kaliabetsos, G. A new, simple and accurate transition curve type for use in road and railway alignment design. *Eur. Transp. Res. Rev.* 2014, 6, 171–179.
7. Casal Urcera, G.; Santamarina, D.; Vazquez-Mendez, M. Optimization of horizontal alignment geometry in road design and reconstruction. *Transp. Res. Part C Emerg. Technol.* 2017, 74.
8. do Carmo, M. P. Дифференциальная геометрия кривых и поверхностей / М. Р. do Carmo; пер. с англ. — М.: Физматлит, 2018. — 320 с.
9. Кытманов, А. М. «Математический анализ». — Красноярск: СФУ, 2007.
10. Сенкевич, Г. И. «История понятия числа и непрерывности в математическом анализе XVII–XIX вв.» — Санкт-Петербург: Издательство СПбГАСУ, 2016.
11. A. Artykbaev; M. M. Toshmatova. Geometric approach to define a railway plan model. *Bulletin of the Karaganda University. Mathematics Series*, No. 3(115), 2024, pp. 26–33.
12. A. Artykbaev; M. M. Toshmatova. Drawing up a road plan in difficult sections. *Journal of Transport*, ISSN: 2181-2438, Volume: 1, Issue: 2, 2024, pp. 137–139.

СЕКЦИЯ 3. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТА ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

УДК 534.86

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ПРИЗНАКИ НЕИСПРАВНОСТЕЙ ПОДШИПНИКОВ ВАГОННЫХ БУКС ПО ВИБРАЦИОННЫМ СИГНАЛАМ

Бубнов Евгений Яковлевич,

доцент кафедры физики

Волжского государственного университета водного транспорта (ВГУВТ),

доцент, к.т.н.,

г. Нижний Новгород, Российская Федерация

***Аннотация:** на основе когерентной последовательности импульсов предложена теоретическая модель вибрационных сигналов, создаваемых неисправностями подшипника, и в рамках этой теории описаны информативные признаки диагностики. Выполнены натурные исследования вибрационных шумов, создаваемых неисправными узлами подшипника и проведено их сопоставление с эмпирическими оценками.*

***Ключевые слова:** вибрационные сигналы, когерентная последовательность импульсов, дефекты подшипника, диагностика, эксперимент.*

Введение

Определение дефектного состояния ответственных изделий на транспорте является актуальной задачей в решении проблемы предупреждения неисправностей и их аварий. В качестве ответственных узлов, выход которых из эксплуатационного состояния приводит к существенным экономическим потерям, рассмотрим подшипники качения, используемые в буксах вагонов.

Вибрационная диагностика среди известных в настоящее время методов контроля транспортных комплексов имеет наиболее перспективное применение, особенно в задачах безразборного, а в ряде случаев дистанционного метода определения технического состояния таких изделий [1–5].

Одним из пробелов известных работ является недостаток достоверных теоретических моделей вибрационных методов диагностики.

Основная часть

Рассмотрим возможные источники возникновения дефектных колебаний в подшипнике. Эти изделия относятся к узлам с высокой точностью производства, тем не менее при их изготовлении возникают неизбежные отклонения от номинальных размеров и геометрических форм, либо же эти изменения происходят в процессе технической работы узлов. Вследствие этого при вращении ролики узла локально находятся в разных условиях нагружения и контакта с другими частями, возбуждая в подшипнике собственные высокочастотные колебания.

По оценкам работы [3] характерные резонансные частоты возбуждения вибрационных сигналов, обусловленные дефектами, находятся в диапазоне сотни герц - тысячи герц. Вследствие периодичности вращения эти импульсы будут повторяться через определенный период повторения. Таким образом, вибрационный сигнал, вызванный механизмом соударения в дефектных узлах подшипника, представляет собой последовательность высокочастотных импульсов, примерная осциллограмма которых приведена на рис. 1.

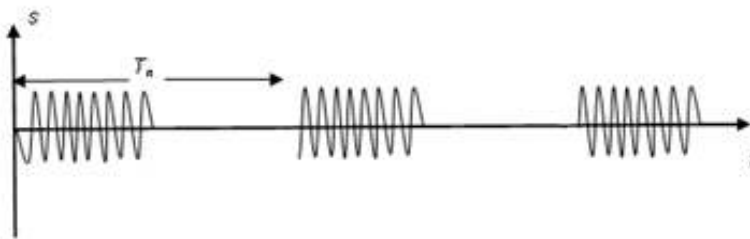


Рисунок 1 - Временной вид последовательности вибрационных импульсов, вызванных дефектным узлом

Обозначения на рис. 1: $s(t)$ —физический сигнал, зависящий от вида используемого датчика, T_n —период повторения импульсов, вызванный вращением дефектных узлов подшипника относительно неподвижного статора. Кроме того, для описания временных характеристик последовательности необходимо ввести: огибающую импульсов $A(t)$, имеющую в данном случае прямоугольный вид A_0 , φ_{k0} —начальные фазы k -тых импульсов, m —число импульсов в последовательности f_0 —собственную частоту импульсов, определяемую резонансными свойствами системы.

Информативные признаки процесса $s(t)$ заложены в огибающей A_0 , несущей частоте f_0 , периоде повторения T_n и начальных фазах φ_{k0} . В монографии [6] показано, что существенное влияние на спектральный состав осциллограммы рис. 1 оказывают законы изменения начальных фаз φ_{k0} между импульсами. При детерминированном законе изменения начальных фаз импульсов последовательность называется когерентной.

Отличительным свойством когерентной последовательности импульсов является ее линейчатый спектр, приведенный на рис. 2.

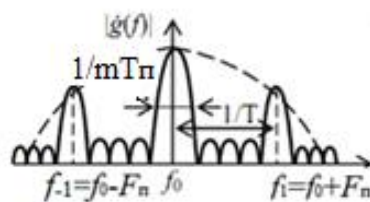


Рисунок 2 - Амплитудный спектр когерентной последовательности вибрационных импульсов

Значения частот повторения дискретных линий рассчитываются по формуле:

$$f_k = f_0 \pm kF_n, \quad (2)$$

В формуле (2) $F_n = 1/T_n$ —частота повторения импульсов, которая возникает из-за дефектного участка подшипника, $k = 1, 2, 3, \dots$ - целые числа.

В реальных условиях дискреты будут уширяться за счет конечного числа обрабатываемых вибрационных импульсов, как это изображено на рис. 2.

Для случайного характера изменения начальных фаз последовательность импульсов называется некогерентной и ее спектральное распределение становится сплошным, совпадая со спектром одиночного импульса (рис. 3).

Следовательно, по виду спектра вибрационного сигнала можно определить характер последовательности (когерентная или некогерентная) и при наличии когерентного вида сигнала вычислить по формуле (2) частоту повторения импульсов F_n и прогнозировать вид дефекта подшипника.

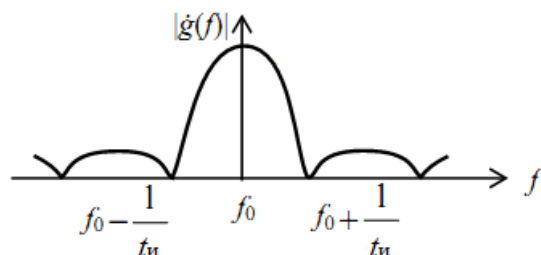


Рисунок 3 - Амплитудный спектр некогерентной последовательности импульсов

В работе [7] показано, что для одиночного дефектного ролика подшипника в ходе обработки экспериментальных сигналов удалось выделить частоту повторения, равную 1,6 Гц, которая совпадает с оценкой по эмпирической формуле монографии [2].

В качестве подтверждения в настоящей работе на основе разработанной выше теоретической модели проведены экспериментальные исследования других значимых дефектов подшипника качения устанавливаемый в буксах колесных пар железнодорожных вагонов. В частности, в подшипнике одновременно наблюдались неисправности в виде поперечной раковины на внешнем кольце, а также вмятин и микроскопических сколов роликов.

Полевые работы в инициативном порядке выполнялись на специальном вибрационном стенде. Упругие сигналы принимались пьезоэлектрическими датчиками ускорений КД-14 с коэффициентом преобразования 1 мВ/м/с². С помощью магнитных держателей вибрационные приемники располагались на опорных поверхностях букс под неисправным и, для контроля, исправным подшипниками. Электрические сигналы с выхода датчиков усиливались до необходимой величины прецизионными шумомерами 00024 и записывались в частотно модулированной режиме на аналоговый магнитограф Н0-67.

В общем случае оптимальная обработка сигналов когерентной последовательности вибрационных импульсов сводится к построению следящей "гребенки" узкополосных фильтров, настроенных на дискреты, определяемые формулой (2), формированию по максимуму правдоподобия соотношения сигнал/шум и сравнению его с пороговым значением. Преимущество такой обработки заключается в полном извлечении информации из сигнала, а недостаток состоит в том, что реализация такого алгоритма представляет достаточно сложную техническую проблему.

Ниже предложен более простой, квазиоптимальный вариант извлечения информации из когерентной последовательности. Он заключалась в полосовой фильтрации вибрационного сигнала в диапазоне тысячи герц, детектировании фильтрованного сигнала и спектральном анализе огибающей сигнала (рис. 3).

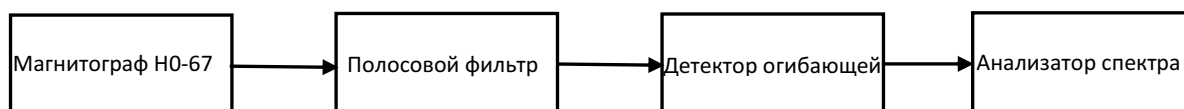


Рисунок 4 - Квазиоптимальная структурная схема обработки когерентных сигналов

На рис. 4 в качестве конечного результата обработки приведены амплитудные спектры огибающей высокочастотных сигналов, принятых при вращении подшипника с дефектом в виде поперечной раковины на внешнем кольце, а также вмятин и микроскопических сколов роликов.

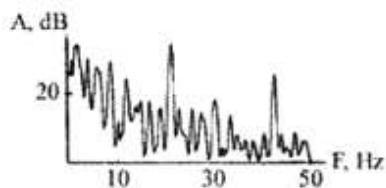


Рисунок 4 - Амплитудный спектр огибающей высокочастотного вибрационного сигнала неисправного подшипника

В спектре огибающей вибрационного сигнала подшипника с указанным дефектом наблюдаются гармоники с частотой повторения 21 Гц. Для сравнения полученного результата по формуле работы [2] была проведена оценка ожидаемой частоты повторения гармоник для дефекта в виде неровности на внешнем кольце подшипника:

$$F_{\pi} = \frac{(D_0 - d_m)nN}{120D_0} \quad (3)$$

которая оказалась равной 22 Гц, что дает хорошее совпадение с полученным экспериментальным значением, приведенным выше. В формуле (3) $D_0=182$ мм –диаметр окружности, на которой расположены центры роликов, $d=32$ мм –диаметр роликов, $n=240$ об/мин –частота вращения вала, $N=14$ –число роликов в подшипнике.

Кроме того, на графике рис. 4 в спектре огибающей с неисправного подшипника наблюдается второй, гармонический ряд, имеющий частоту повторения 1,6 Гц, который соответствует дефекту роликов. Расчет по эмпирической формуле (4) монографии [2]

$$F_{2\pi} = \frac{(D_0 - d_m)n}{120D_0} \quad (4)$$

дает значение частоты повторения вибрационного сигнала 1,5 Гц, соответствующее неровностям роликов которое хорошо совпадает с полученным экспериментальным значением.

Заключение

Таким образом, теоретическая модель дефектов подшипника в виде когерентной последовательности вибрационных импульсов апробирована в натурных условиях для подшипников, используемых в колесных буксах вагонов. По предложенной квазиоптимальной схеме проведена обработка вибрационных сигналов, полученных на испытательном стенде и по спектральным картинам огибающей определены частоты повторения гармоник, соответствующих двум дефектам подшипников, которые совпадают с результатами расчетов по известным в литературе формулам.

Список литературы

1. Генкин М.Д. Виброакустическая диагностика машин и механизмов / М.Д. Генкин, А.Г. Соколова – М.: Машиностроение, 1987. – 288 с.
2. Коллакот Р.А. Диагностирование механического оборудования. Пер. с англ. В. М.: Павловой. / Р.А. Коллакот – Л.: Судостроение, 1980. – 296 с
3. Павлов Б.В. Акустическая диагностика механизмов / Б.В. Павлов. – М.: Машиностроение, 1971. – 224 с.
4. Бубнов Е.Я. Исследование дефектов подшипников качения по вибрационным полям / Е.Я. Бубнов, В.А. Шемагин, М.И. Гусев, В.Н. Мирошниченко // Материалы 6 Международной научно-технической конференции по динамике технологических систем – Ростов - на - Дону, 2001. – С. 216–221.

5. Arash Amini, Mani Entezami, Mayorkinos Papaalias, Onboard detection of railway axle bearing defects using envelope analysis of high frequency acoustic emission signals Case Studies in Nondestructive Testing and Evaluation Volume 6, Part A, (2016), P. 8-16, [doi:/10.1016/j.csndt.2016.06.002](https://doi.org/10.1016/j.csndt.2016.06.002)

6. Финкельштейн М.И. Основы радиолокации: учебник для вузов / М.И. Филькенштейн. – М.: Сов радио, 1973. – 496 с.

7. Бубнов Е. Я. Исследование дефектов подшипников букс вагона по упругим полям /Е.Я. Бубнов // Наука и образование транспорту. 2022 № 1. С. 10-11.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ВОДОРОДА ДЛЯ АВТОНОМНОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Григорьев Денис Евгеньевич,
студент кафедры «Вагонное хозяйство и наземные транспортные комплексы»
Приволжского государственного университета путей сообщения
(ПривГУПС),
г. Самара, Российская Федерация

Шмойлов Андрей Николаевич,
доцент кафедры «Вагонное хозяйство и наземные транспортные комплексы»
Приволжского государственного университета путей сообщения
(ПривГУПС), доцент, к.т.н,
г. Самара, Российская Федерация

Аннотация: настоящая статья посвящена вопросу исследования процесса получения водорода для автономного подвижного состава на железнодорожном транспорте. В работе выделены важнейшие факторы, оказывающие влияние на эффективность процесса получения водорода на борту железнодорожного подвижного состава путем гидролиза алюминия. Спланирован и проведен трехфакторный эксперимент для создания математической модели устанавливающей взаимосвязи влияния различных факторов на активность реакции получения водорода на борту автономного тягового подвижного состава.

Ключевые слова: тяговый подвижной состав железнодорожного транспорта, гидролиз, водород, трехфакторный эксперимент, нормализованные воздействия факторов.

Развитие науки и техники предопределяет внедрение новых научных разработок во всех отраслях экономики России. Одним из перспективных трендов на железнодорожном транспорте современности является разработка систем получения водорода на борту подвижного состава для внедрения альтернативных видов тяги.

Тяговый подвижной состав на водородной тяге имеет более высокий КПД и обладают «нулевым» выбросом диоксида углерода по сравнению с тяговым подвижным составом на дизельной тяге [1].

Процесс получения водорода, в частности получения его методом гидролиза, представляет собой довольно сложное явление, требующее детального изучения, проведения ряда экспериментов и установления взаимосвязей между различными параметрами, влияющими на процесс взаимодействия водного раствора щелочи NaOH и алюминия.

При использовании полного факторного эксперимента главная цель исследователя заключается в получении линейной математической модели процесса [2, 3].

Создание математической модели физического процесса сводится к процессу определения количества необходимых опытов и подбору оптимальных условий их проведения. В данном процессе важно условиться на выполнении следующих главных условий: минимизация числа опытов при варьировании всех переменных, которые определяют процесс. Необходимо выбрать четкую стратегию, которая позволит принимать обоснованные решения после каждой серии экспериментов. Создание математической модели физического процесса сводится к процессу определения количества необходимых опытов и подбору оптимальных условий их проведения [4]. В данном процессе важно условиться на выполнении следующих главных условий: минимизация числа опытов при варьировании всех переменных, которые определяют процесс. Необходимо выбрать четкую стратегию, которая позволит принимать обоснованные решения после каждой серии экспериментов. Важно отметить, что при этом фиксируется промежуточный отчет при выполнении серии

последовательных экспериментов. Данные отчеты полезно использовать при последующем планировании экспериментов. Планирование эксперимента позволяет варьировать ряд факторов и получить в итоге количественные оценки всех проявляющихся эффектов. В процессе проведения подобных экспериментов не совсем в полной мере получается минимизировать корреляции между коэффициентами уравнения регрессии [5].

Установлено, что при статистическом подходе математическая модель объекта или процесса представляется в общем виде полиномом n -степени, т.е. отрезком ряда Тейлора, в который разлагается неизвестная функция.

Выбор соответствующего плана эксперимента позволяет обеспечить математической модели разные свойства. Наиболее распространенными являются следующие критерии оптимальности планов эксперимента. План, у которого дисперсионная матрица диагональна, называется ортогональным (иными словами, удовлетворяет критерию ортогональности). В этом случае полученные оценки коэффициентов регрессии независимы (не смешаны) и имеют одинаковые дисперсии. План, при котором дисперсия выходного параметра Y зависит только от расстояния от центра плана, называется ротатабельным. В этом случае точность предсказания значений Y одинакова на равных расстояниях от центра эксперимента и не зависит от направления. План, при котором дисперсионная матрица имеет минимальный след (минимальную сумму диагональных элементов), называется А-оптимальным. В этом случае достигается минимальная средняя дисперсия оценок коэффициентов. План, при котором достигается минимальное значение определителя дисперсионной матрицы, называется D-оптимальным. В этом случае достигается минимум обобщенной дисперсии коэффициентов. План, при котором достигается минимум максимального собственного значения дисперсионной матрицы, называется E-оптимальным. План, при котором достигается минимальная величина максимальной дисперсии выходного параметра Y , называется G-оптимальным.

Классический план состоит из восьми обработок, полученных путем рассмотрения всех комбинаций из трех факторов при двух уровнях каждого. В таблице 1 представлена основная схема, имеющая для удобства понимания стандартный порядок строк. В каждой строке таблицы представлен один набор экспериментальных условий, в которых отклик получает определенное значение. Три фактора обозначены как A, B, C . Для каждого фактора уровень «-1» является «нижней» установкой или одним из двух уровней, если фактор категориальный. Уровень «+1» является «верхней» установкой или вторым из двух уровней, если фактор категориальный. Столбец, озаглавленный «у» заполняют полученными в эксперименте значениями отклика. Эксперимент должен быть проведен 8 раз при четком соблюдении заданных условий. В таблице 1 приведен пример случайного порядка следования экспериментальным условиям. Не следует использовать стандартный порядок следования этим условиям (например, возрастающий тренд значений отклика «у» может быть рассмотрен как влияние на отклик фактора C). Последние два столбца таблицы содержат сокращенные имена для обозначения 8 обработок. Первое имя описывает обработки с помощью знаков «+» или «-», при этом уровни факторов заданы в соответствии с порядком следования факторов A, B, C . Второе имя состоит из букв нижнего регистра, соответствующих высокому уровню фактора. Имя, состоящее из трех факторов, имеющих нижний уровень, условно обозначено «(1)», чтобы избежать имени, состоящего из пустого множества символов. Для установления влияния различных факторов на активность реакции получения водорода на борту автономного тягового подвижного состава был спланирован и рассчитан трехфакторный эксперимент.

В качестве факторов в модели приняты следующие величины: температура раствора щелочи A_{NaOH} , °C; степень концентрации раствора щелочи B_{NaOH} , %; площадь контакта алюминиевого порошка C_{Al} , m^2 . Выходными величинами, или функцией отклика, явился объем по-лученного в результате химической реакции водорода V_H , л.

При переходе фактора с нулевого уровня на верхний или нижний величина коэффициента соответствует вкладу данного фактора в величину параметра оптимизации.

В качестве уравнения регрессии для исследования влияния различных факторов на объем выделившегося при гидролизе водорода принята модель вида:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 \quad (1)$$

Значения коэффициентов регрессии b_0, b_1, b_2, b_3 для нормированного параметра объема полученного водорода приведены в таблице.

Значимость коэффициентов уравнения регрессии проверяется с помощью критерия Стьюдента. Значимость коэффициента можно установить, вычислив прежде всего оценку дисперсии, с которой он определяется:

$$s_b^2 = \frac{s_y^2}{n} \quad (2)$$

где s_b^2 - дисперсия коэффициента регрессии,

s_y^2 - дисперсия функции отклика.

Коэффициент регрессии значим, если выполнено условие $|b| \geq s_b^2 \cdot t$, где t – значение критерия Стьюдента. В противном случае коэффициент регрессии незначим, и соответствующий член можно исключить из уравнения. Значимость коэффициентов регрессии для оценки количества полученного водорода представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Коэффициенты регрессии для оценки количества полученного водорода

Коэффициенты регрессии	
Коэффициенты регрессии	Значения коэффициентов регрессии для параметра, V_H
b_0	2,134
b_1	0,351
b_2	0,584
b_3	0,298
Значимость коэффициентов регрессии	
Коэффициенты регрессии	Значения коэффициентов регрессии для параметра, V_H
b_0	значим
b_1	значим
b_2	значим
b_3	значим

Полученное уравнение регрессии, следует проверить на адекватность. Эту проверку осуществляют с помощью критерия Фишера, который представляет собой отношение дисперсии адекватности s_{ad}^2 к дисперсии воспроизводимости $s_{воспр}^2$.

Уравнение регрессии считается адекватным, если выполняется условие:

$$F_p \leq F \quad (2)$$

где F – табличное значение критерия Фишера.

При сравнении расчетного значения критерия Фишера с его табличным значением, при степенях свободы f_1 и f_2 и доверительной вероятности $P=0,95$ было выявлено, что значение объема полученного в результате химической реакции водорода может быть описано зависимостью, представленной в выражении 4.

$$V_H = 2,134 + 0,351 A_{NaOH} + 0,584 B_{NaOH} + 0,298 C_{Al} \quad (4)$$

На рисунке 1 представлен график нормальной вероятности для нормализованных воздействий факторов.

Фактор

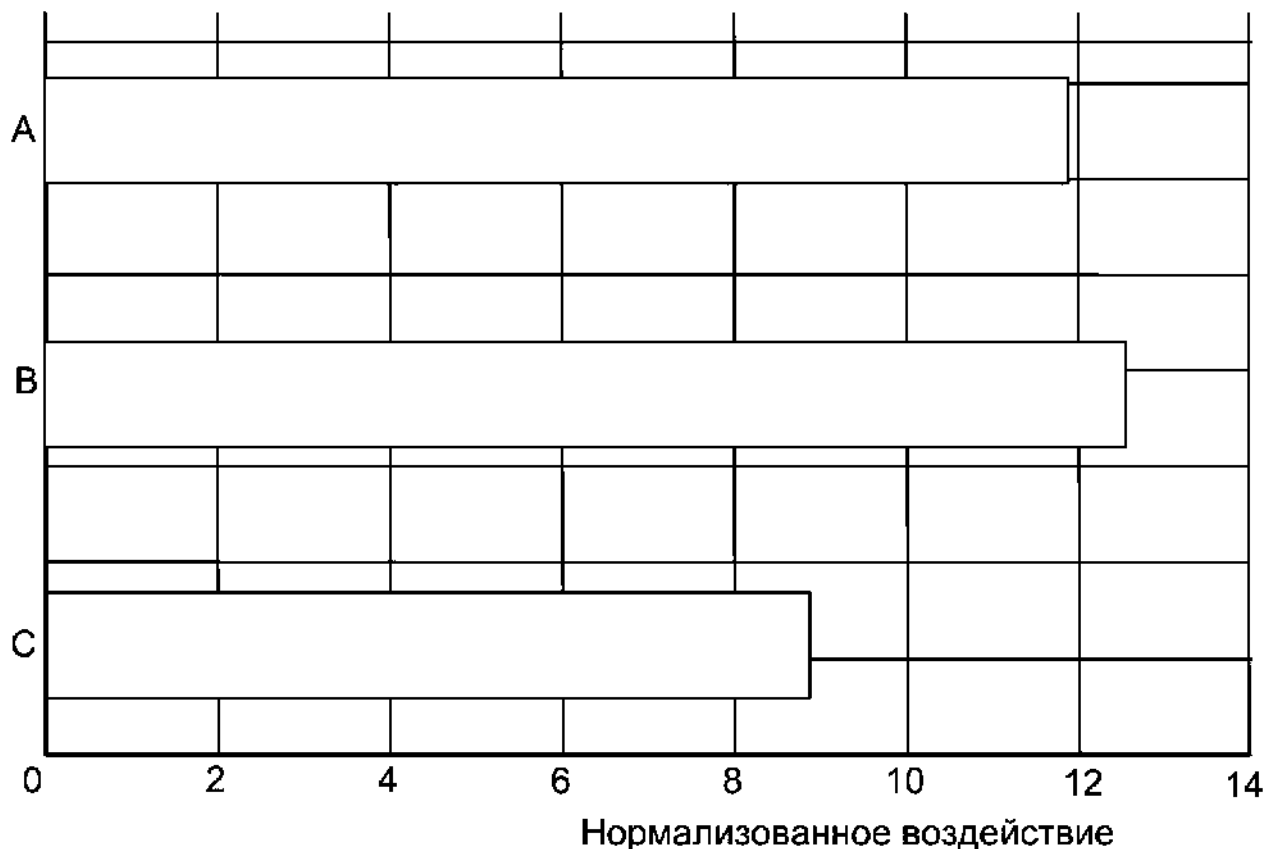


Рисунок 1 - График нормальной вероятности для нормализованных воздействий факторов

График наглядно показывает влияние каждого фактора: температуры раствора щелочи, степени концентрации раствора щелочи и площадь контакта алюминиевого порошка на интенсивность получения водорода.

Полученная взаимосвязь может быть использована для разработки алгоритма управления процессом получения водорода при разработке конструкции бортовых устройств получения водорода (генераторов водорода) для автономного тягового подвижного состава и проработке дальнейших методов и рекомендации по интенсификации процесса получения водорода путем гидролиза алюминия. Подобные научные разработки по данному направлению актуальны в наше время во всем мире. Установлено, что крупные производители подвижного состава ведут разработки по данной тематике.

Применение подобных генераторов водорода для силовых установок на автономном подвижном составе железнодорожного транспорта позволит в итоге поднять КПД двигателя на 40% - 50% и позволит, не менее чем на 30% снизить шум и вибрации от работы силовой установки.

Список литературы

1. Колпаков, В.Е. Улучшение экологических показателей работы транспортных и технологических машин, оснащенных двигателями внутреннего сгорания / Известия Международной академии аграрного образования. 2018. № 41-1. С. 180-184.
2. Воробьев, С.А. Алгоритм применения водородного топлива на колесных транспортных средствах / Вестник гражданских инженеров. 2020. № 3 (80). С. 168-172.
3. Носырев Д.Я., Мишкин А.А., Шмойлов А.Н. Экспериментальные исследования процесса получения водорода на основе использования алюминия с возможностью применения их в качестве энергоносителей на автономном тяговом подвижном составе // Вестник транспорта Поволжья. 2014. № 5 (47). С. 23-30.
4. Математическая теория планирования эксперимента: метод. указания к выполнению лабораторных работ / сост. Л. Г. Астахова. Владикавказ: СКГМИ (ГТУ), 2015. 77 с.
5. Никифоров, О.А. Система получения водорода из аммиака на борту транспортного средства/ О.А. Никифоров, С.А. Воробьев.- Вестник гражданских инженеров. 2023. № 2 (97). С. 110-115.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВВОДА ВЫВОДА ТЕПЛОВОЗА НА ПУНКТ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

*Докин Михаил Александрович,
студент Специальности: 23.02.06 «Техническая эксплуатация
подвижного состава железных дорог (электроподвижной состав)»
Пензенский техникум железнодорожного транспорта - филиал федерального
государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования
«Приволжский государственный университет путей сообщения»,
г. Пенза, Российская Федерация*

*Золкин Николай Алексеевич,
преподаватель специальности 23.02.06 «Техническая эксплуатация
подвижного состава железных дорог (электроподвижной состав)»
Пензенский техникум железнодорожного транспорта - филиал федерального
государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования
«Приволжский государственный университет путей сообщения»,
г. Пенза, Российская Федерация*

Введение

Актуальность темы. По сегодняшним экономическим требованиям, возлагаемым на грузоперевозки восточного полигона железных дорог, где одной из ключевых задач, является эксплуатация магистральных тепловозов. Мы видим, что при постановке ПС на ПТОЛ мы теряем время на предварительно-заключительные времена (ПЗВ). А именно на остановку дизеля, подключения кабеля постороннего источника, отключение кабеля по окончании постановки на ПТО и аналогично-вывод тепловоза с ПТОЛ.

Объект исследований. Модернизация технологического процесса ввода и вывода тепловоза в ПТОЛ путем ввода от энергии дополнительной литий ионной аккумуляторной батареи. Электрическая схема магистрального тепловоза.

Предмет исследований. Сокращения времени процесса ввода-вывода тепловоза в депо за счет модернизации электрической схемы тепловоза.

Проблема исследования. Технологический процесс ввода тепловоза в депо без потери времени на ПЗВ перемещение тепловоза по путям ПТОЛ без запуска дизеля.

Целью работы - модернизация электрических цепей тепловоза для уменьшения времени ввода-вывода тепловоза в ПТОЛ за счет питания тягового двигателя от энергии дополнительной литий ионной аккумуляторной батареи.

Практическая значимость

- 1) Уменьшение трудоемкости выполняемых работ.
- 2) Экономия на предварительно-заключительных временах.
- 3) Простота обслуживания, наименьшей стоимости оборудования.
- 4) Не требуется дорогостоящее оборудование кабельная продукция, внешний источник питания.
- 5) Возможность обслуживания тепловоза машинистом в одно лицо.
- 6) Не требуется запуск дизеля для перемещения по путям ПТОЛ и закрепления локомотива на башмак и с башмака методом наката.
- 7) Появляется дополнительный источник питания для пуска дизеля при разряженной основной батареи. Взамен дорогостоящего конденсаторного пуска (при наличии).

Сегодня достаточно большую долю грузоперевозок выполняют магистральные тепловозы. Большинство из них выпущено ещё в прошлом веке, но технический ресурс

позволяет им работать и в наше время. Но локомотивостроение Российской Федерации не стоит на месте и выпускает новые, современные, отвечающие всем требованиям инновационных технологий тепловозы. В этой работе мы предлагаем новшество, которое будет полезно как тепловозам после модернизации старого поколения, так и современным. Благодаря модернизации цепи питания тяговых электродвигателей от блока дополнительной литий ионной батареи при въезде-выезде в депо мы уменьшим затрачиваемое время на предварительно заключительных временах, уменьшим время прохождения технического обслуживания тем самым быстрее выдадим локомотив в работу и улучшим экономические показатели грузоперевозок. Так же этот блок батареи будет являться дополнительным источником питания для пуска дизеля в случае, если основная батарея имеет низкую ёмкость. Взамен конденсаторного пуска данная модернизация актуальна для магистральных тепловозов типа 2ТЭ25КМ, ТЭ28 и старого поколения ТЭ116, ТЭ10.

Ввод тепловоза в депо от постороннего источника

По сегодняшним технологиям ввода-вывоза тепловоза в депо или ПТОЛ производится при остановленном дизеле. Ввод тепловоза производится вспомогательным локомотивом, либо от постороннего источника питания на пониженном напряжении. При подходе тепловоза к воротам депо дизель останавливают и подключают локомотив к постороннему источнику питания. Включение и отключение производится оперативно-ремонтным персоналом, но зачастую это приходится делать помощнику машиниста. Также локомотивная бригада производит следующие операции:

- 1) отключает тяговые электродвигатели тумблерами «ОМ»;
- 2) устанавливает реверсивную рукоятку в необходимое для данного направления движения рабочее положение. При этом тормозной переключатель должен занимать положение, соответствующее тяговому режиму для (2тэ25км).

Дальнейшее регулирование скорости производится посторонним источником за счет плавного увеличения или уменьшения напряжения, скорость в момент перемещения не должна превышать 3 км/ч. Движение тепловоза обеспечивают два тяговых электродвигателя которые в этом режиме работы для увеличения силы тяги соединяются последовательно. Значение тока в цепи не должно превышать, 50В. Для управления тепловозом, машинист находится в кабине.

При данной технологии мы отмечаем следующие недостатки:

- 1) Требуется монтаж дорогостоящего оборудования для постановки тепловоза на ПТОЛ от внешнего источника. Износ кабелей, так как они имеют контакт при движении тепловоза по пути ПТОЛ.

- 2) Большие затраты времени на предварительно заключительных временах (ПЗВ).

Мы предлагаем усовершенствовать технологию ввода тепловоза в депо заменой внешнего источника питания от дополнительных литий ионной аккумуляторной батареи.

Литиевые аккумуляторные батареи, также известные как литий-ионные или литий-полимерные, обладают рядом преимуществ по сравнению с другими типами аккумуляторов. Вот некоторые из них:

1. Высокая плотность энергии: литиевые аккумуляторы имеют высокую энергоемкость, что позволяет им хранить больше энергии в меньшем объеме и весе. Это делает их идеальными для использования в портативной электронике и электромобилях.

2. Долгий срок службы: они обладают длительным циклом жизни, обычно выдерживают от 500 до 2000 зарядок, что делает их более экономичными в долгосрочной перспективе.

3. Низкий уровень саморазряда: Литиевые батареи имеют низкий уровень саморазряда по сравнению с другими типами аккумуляторов, такими как никель-кадмиевые (NiCd) или никель-металлогидридные (NiMH). Это означает, что они сохраняют заряд дольше, когда не используются.

4. Высокая эффективность зарядки: Литиевые аккумуляторы способны быстро заряжаться и разряжаться, что позволяет использовать их в устройствах, требующих высокой мощности.

5. Отсутствие эффекта памяти: в отличие от никель-кадмиевых батарей, литиевые аккумуляторы не страдают от эффекта памяти, что позволяет заряжать их в любое время без необходимости полного разряда.

6. Легкость и компактность: Литиевые аккумуляторы легче и компактнее, что делает их идеальными для использования в мобильных устройствах и других приложениях, где важен вес и размер.

7. Широкий температурный диапазон работы: они могут работать в широком диапазоне температур, что делает их подходящими для различных условий эксплуатации.

8. Экологические преимущества: хотя производство литиевых батарей также имеет свои экологические аспекты, они не содержат токсичных металлов, таких как кадмий или свинец, что делает их более безопасными для окружающей среды при правильной утилизации. Эти преимущества делают литиевые аккумуляторные батареи популярным выбором для многих современных технологий, включая смартфоны, ноутбуки, электромобили и системы хранения энергии.

Мы предлагаем внедрить литий-ионный тяговый аккумулятор **Advanced Energy** (Рисунок 1) от отечественного производителя АО Энергия город Елец. Батареи от этого производителя хорошо зарекомендовали себя в эксплуатации различной техники.



Рисунок 1 - Литий-ионный тяговый аккумулятор Advanced Energy серии Light для гольф-каров 48V/72Ah

Характеристики батареи.

Напряжение	48 В
Емкость	72 Ач
Вес	43,5 кг
Диапазон рабочих температур	5 до 40 °С
Размеры	555 x 261 x 259 мм

В среднем аккумуляторная батарея тепловоза имеет в себе заряд около 50 В. Этого достаточно для того, чтобы привести в движение тяговый двигатель. По идее нашей модернизации, мы предлагаем сделать в электрической цепи небольшие доработки.

Соединить аккумуляторную батарею к розетке цепи питания от постороннего источника локомотива. Ёмкости будет вполне достаточно для ввода тепловоза в депо. Согласно технологии проведения, ТО-2 тепловозам аккумуляторную батарею ставят на подзарядку от внешнего источника.

В электрической цепи делается следующие изменение: (рисунок 2)

К «+» контакта ножевого разъединителя АБ подключается дополнительный провод, идущий от «+» АБ тепловоза на «+» Литий ионной батареи, между которыми устанавливается

автомат КЭАЗ ВА21-29М-100010-63А (Рисунок 3), который будет защищать и разъединять литиевую батарею от штатной тепловозной. Далее цепь идет на «+» контактов розетки (которая предназначена для питания внешнего источника) где также подсоединяется

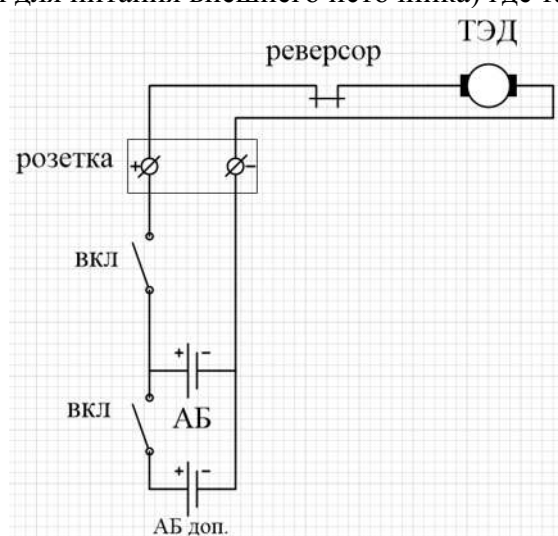


Рисунок 2 –Схема питания

автоматический выключатель КЭАЗ ВА21-29М-100010-63А, который будет служить для выключения вспомогательной цепи низковольтного питания ТЭД, когда данную цепь не эксплуатируют. Так же сохраняется прежняя конструкция с выводом на штепсельный разъем для стандартной технологии ввоза тепловоза от внешнего источника. Перед включением вспомогательной цепи низковольтного питания нужно будет отключить все ТЭД тумблерами «ОМ» оставив один двигатель на секцию.

Управление тепловозом и регулирование скорости ввода будет осуществляется из кабины машиниста путем перевода реверсивной рукоятки из положения «0» в положение «вперед» или «назад». Для монтажа вспомогательной цепи используется провод сечением 25 мм² или 5.64 мм. Автоматический выключатель ВА21-29М-100010-63А наиболее подходит для данного случая. Выключатели этого типа активно устанавливаются на новых тепловозах ТЭ28, ТЭ25. Которые хорошо себя зарекомендовали в работе.

Основные характеристики Классификация.

Блочный автоматический одно полюсный выключатель постоянного тока с предельной коммутационной способностью при постоянном токе 63 А.

Однополюсный автоматический выключатель ВА21

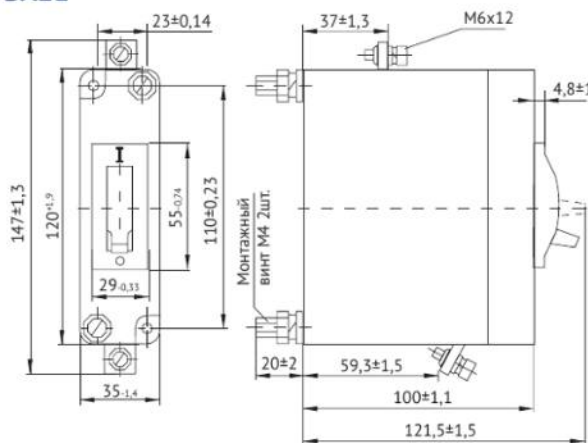


Рисунок 3 - Габаритные, установочные и присоединительные размеры

Габариты:

- Габариты изделия: Ширина (мм): 35
- Габариты изделия: Высота (мм): 147
- Габариты изделия: Глубина (мм): 122

Характеристики

Производитель	КЭАЗ (Курский электроаппаратный завод)
Серия	BA21
Тип изделия	Стационарные автоматические выключатели
Количество полюсов	1
Номин. продолжительный ток I_n	63 А
Номин. напряжение	690 В
Степень защиты (IP)	IP20

Преимущества автоматических выключателей данного типа

- надежное отключение токов к.з. гарантировано двойным разрывом электрической цепи в каждом полюсе;
- стабильная работа обеспечена малой зависимостью времятоковых характеристик от температуры среды;
- единое для всего диапазона номинальных токов значение предельной отключающей способности благодаря термостойкости автоматических выключателей к действию токов короткого замыкания.

Расширенные области применения

- возможность применения в условиях повышенной вибро- и ударостойкости (сейсмостойкость 9 баллов по MSK-64);
- установка автоматических выключателей под открытым небом, степень защиты IP54.

Электротехнические характеристики.

Род тока: DC - постоянный.

Наличие привода: ручной Привод служит для включения, автоматического отключения и может быть ручным непосредственного действия и дистанционным (электромагнитным, пневматическим и др.).

Наличие независимого расцепителя: нет

Дополнительное устройство к автоматическим выключателям, позволяет дистанционно отключить автоматический выключатель или выключатель нагрузки.

Монтажные характеристики.

- Способ крепления (монтажа): винт;
- Присоединение внешних проводников: переднее;
- Макс. сечение присоединяемых проводов (мм²): 25;
- Возможность самостоятельного подключения дополнительных устройств: нет;
- Способ установки: стационарный с креплением на панели;
- Вид присоединяемых проводников: провод Способ присоединения внешних проводников (спереди, сзади и т.д.);

Эксплуатационные характеристики

- Климатическое исполнение и категория размещения: У3;
- Степень защиты (IP): IP00 Система классификации степеней защиты оболочки;
- электрооборудования от проникновения твёрдых предметов и воды;
- Диапазон рабочих температур (°C): от -40°C до +60°C;
- Гарантийный срок эксплуатации (лет): 3.

Технологический процесс ввода тепловоза от цепи АБ тепловоза:

После остановки дизеля локомотивная бригада включает тумблер питания от АБ к розетке. Отключает тумблеры «ОМ» 2-6 оставляя включенным только 1 тяговый двигатель. При этом реверсивная рукоятка должна находиться в «0» положении. После выполнения данных операции тепловоз будет готов к движению. Управление осуществляется за счет перевода реверсивной рукоятки из «0» положения в положение «вперед»

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

После проведения модернизации электрической схемы мы получим экономический эффект.

Который заключается в следующем:

- 1) Исключится надобность в установке дорогостоящего оборудования для постановки тепловоза на ПТОЛ от внешнего источника.
- 2) Экономия времени на предварительно заключительных временах (ПВЗ).
- 3) Возможность работы машиниста в «одно лицо».
- 4) Так же не требуется запуск дизеля для закрепления локомотива на башмак методом наката, перемещение внутрь ПТО без запуска дизеля.

Список литературы

1. <https://advanced-energy.ru/catalog/product/akb-litij-ionnaya-advanced-energy-serii-light-dlya-golf-karov-48v-72ah/>
2. <https://neter.pro/about-us>
3. <https://keaz.ru/catalog>
4. <https://spk-electric.ru/info/brands/keaz/>
5. http://scbist.com/scb/uploaded/teplovozy/page_34-3.html?ysclid=m73m4m9mqw159538615
6. https://www.sinref.ru/000_uchebniki/05300_transport_jd_teplovozi/151_tiplovozi_tipa_te10m_ukovodstvo_po_expluataci_i_opslujiv_1985/210.htm

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОПНЕВМАТИЧЕСКИХ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ КОНТАКТОРОВ НА ТЯГОВОМ ПОДВИЖНОМ СОСТАВЕ

Красильников Владимир Сергеевич,

доцент кафедры «Общеобразовательные и профессиональные дисциплины»

Нижегородского института путей сообщения – филиала

ФГБОУ ВО «ПривГУПС», к.ф.м.н.,

г. Нижний Новгород, Российская Федерация

Аннотация: в статье обсуждаются особенности применения электропневматических и электромагнитных контакторов на железнодорожном транспорте. Контактторы применяются в различных сферах промышленности, в которых используются крупные электрические системы. Контактторы имеют большой ресурс работы и выдерживают тысячи переключений в час. Их применение особенно необходимо при частых включениях электрического оборудования или отдельных узлов. Электропневматические контакторы обеспечивают более высокое нажатие контактов, а электромагнитные контакторы применяются для включения вспомогательных высоковольтных цепей.

Ключевые слова: контакторы; электропневматические; электромагнитные; подвижной состав; железнодорожный транспорт.

Статья посвящена рассмотрению особенностей эксплуатации электрических контакторов, применяемых на тяговом подвижном составе. Большая часть всех грузовых перевозок и значительная часть пассажирских перевозок на отечественных железных дорогах осуществляется электрической тягой. Это достигнуто благодаря тому, что электрическая тяга обеспечивает наиболее высокую пропускную и провозную способность и является единственно возможной на самых тяжелых участках железных дорог. Электровозы и электропоезда являются сложными машинами с тяговыми электрическими двигателями, узлами и аппаратами, получающими электроэнергию через токоприёмники от внешней контактной сети. Согласованная работа этих устройств обеспечивается с помощью специальных электропневматических и электромагнитных контакторов [1].

Контакторы представляют собой двухпозиционные аппараты для дистанционного оперативного управления электрическими системами и для частных коммутаций токов, не превышающих токов перегрузки электрических силовых цепей [2 - 5]. Под оперативным управлением понимается включение и выключение потребителя или какое-либо переключение в его цепи во время нормальной неаварийной работы. Замыкание контакторов осуществляется двигателем приводом (электромагнитным, пневматическим или гидравлическим). Основное преимущество контакторов состоит в возможности дистанционного управления электрическими системами. Главной проблемой электрических контактов всех типов является электрическая дуга, возникающая при отключении контактов. Она разрушает и уменьшает рабочую поверхность контактов. Электропневматические контакторы - это аппараты, которые имеют индивидуальный электропневматический привод управления для замыкания электрических цепей под нагрузкой [2]. Электропневматические контакторы применяются при больших токах (до 1000 А) и там, где требуется высокое давление на контакты. Пневматические приводы обеспечивают большую величину контактного нажатия (15-60 кгс) и надежное соединение электрических цепей при величине тока 350-500 А. [3, 4].

На рис. 1 показана схема электропневматического контактора ПК-356-01, применяемого на электровозе ВЛ80С [4].

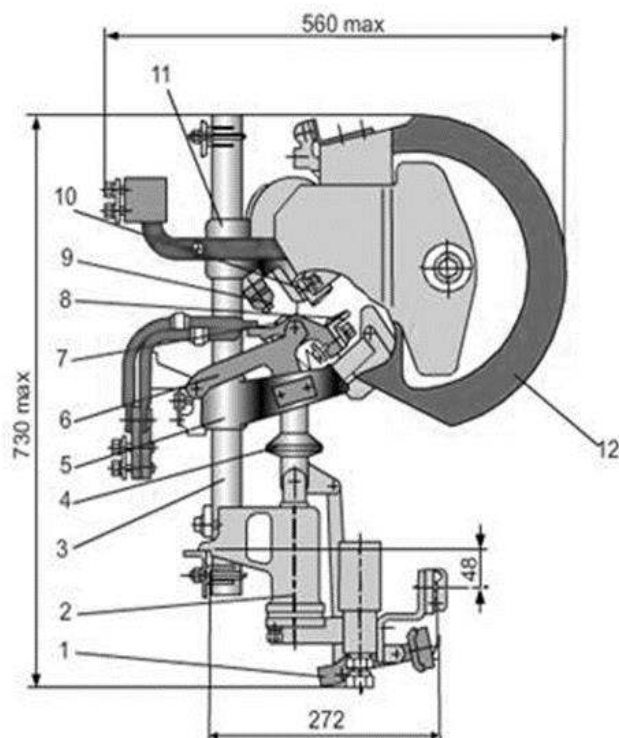


Рисунок 1 - Схематическое изображение электропневматического контактора ПК-356-01 [4]
 1 – электрические блокировки, 2 – пневматический привод; 3 – изоляционный стержень, 4 – изоляционная тяга, 5 – кронштейн подвижных контактов, 6 – рычаг на шарнире, 7 – подвижный основной контакт, 8 – подвижный дугогасительный контакт, 9 – неподвижный основной контакт, 10 – неподвижный дугогасительный контакт, 11 – кронштейн с дугогасительной катушкой, 12 – дугогасительная камера

Причиной выхода из строя электропневматических контакторов, в основном, являются изоляторы 3, частые разрывы контактов 7 и 8, обгорание стоек дугогасительных рогов и перегородок дугогасительных камер 12, а также обрыв жил гибких шунтов, в результате чего нарушается работа пневматического привода. Технические характеристики контактора ПК-356-01 [4] приведены в табл.1.

Таблица 1 - Основные технические характеристики электропневматического контактора ПК-356-01

Технические характеристики	Величина
Номинальное напряжение, В	1500
Наибольшее напряжение, В	2000
Номинальный ток в силовой цепи, А	1000
Раствор силовых контактов, мм	24-27
Контактное нажатие, кгс	23
Провал силовых контактов, мм	10-12
Контактное нажатие блокировочных контактов, кгс	1-1,25
Номинальное давление воздуха в пневматическом приводе, кгс/см ²	5

Электропневматические приводы в сравнении с электромагнитными имеют лучшие масса-габаритные показатели по расходу цветных металлов [5]. Кроме того, поскольку на тяговом подвижном составе имеется тормозная система со сжатым

воздухом, то это используется для функционирования электропневматических приводов.

Электромагнитные контакторы надежны, удобны и имеют широкую сферу применения. Они используются на линиях электропередач, в системах освещения, при эксплуатации электротранспорта, в том числе железнодорожного транспорта [6]. На рис. 2 показана схема электромагнитного контактора МК-18, применяемого в электропоездах [1].

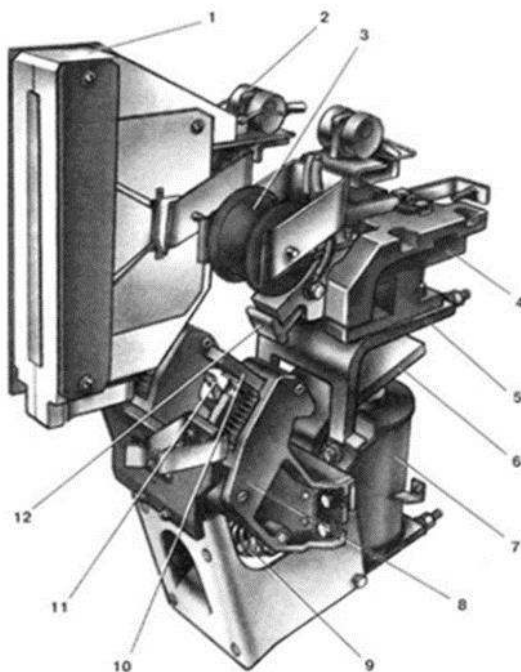


Рисунок 2 - Схематическое изображение электромагнитного контактора МК-18 [1]:

1 - дугогасительная камера, 2 - эксцентриковый зажим крепления дугогасительной камеры, 3 - дугогасительная катушка, 4 - изоляционное основание неподвижных контактов, 5 - скоба электромагнита, 6 - якорь, 7 - включающая катушка, 8 - изоляционный корпус подвижных контактов, 9 - отключающая пружина, 10 - подвижный контакт, 11 - соединительная шина, 12 - неподвижный контакт

Конструкция электромагнитных контакторов значительно проще, чем конструкция электропневматических контакторов (см. рис. 1 и 2). В электромагнитных контакторах используется сила притяжения якоря к сердечнику или сила втягивания якоря в катушку соленоида [6]. Принцип работы электромагнитного контактора поворотного типа состоит в том, что при подаче напряжения на катушку 3, якорь 6 притягивается к сердечнику, преодолевая усилия отключающей пружины 9. При этом замыкаются основные силовые контакты. Нижним концом якорь 6 давит на тягу блока контактов, производя их переключение. Электромагнитные контакторы используются, в основном, в цепях управления [7] с напряжением 50-110 В (см. табл.2). В табл. 2 приведены технические характеристики электромагнитного контактора МК-18 [1].

Электромагнитные контакторы предназначены для включения высоковольтных вспомогательных цепей и поэтому они получили наибольшее распространение. Электропневматические контакторы нашли применение вследствие их благоприятных функциональных характеристик: величины хода, отсутствии ударов и вибраций при включении. Они развивают большее контактное нажатие (см. табл.1 и 2) и поэтому их применяют в силовых цепях локомотивов.

Таблица 2 - Основные технические характеристики электромагнитного контактора МК-18.

Технические характеристики	Величина
Номинальное напряжение, В	3000
Наибольшее напряжение, В	4000
Номинальный ток в силовой цепи, А	100
Номинальное напряжение вкл. катушки, В	50
Раствор силовых контактов, мм	21-24
Провал силовых контактов, мм	5 - 9

На электровозах постоянного тока особенно важно эксплуатационное состояние привода электропневматического контактора [6]. Если привод работает медленно, например, из-за утечки воздуха, то это приведет к замедленному повороту вала группового переключателя при переводе двигателей с одного соединения на другое, что может вызвать аварийную ситуацию с тяжелыми последствиями вплоть до разрыва грузового состава.

Список литературы

1. Электромагнитные контакторы // Электрооборудование: эксплуатация и ремонт. – 2015. – № 2, С. 47.
2. Политько К.Н., Луганченко Н.М. Стенд для испытания электропневматических контакторов подвижного состава // Образование - наука - производство: Материалы VII Всероссийской научно-практической конференции, Чита, 12 ноября 2023 года. – Чита: Иркутский государственный университет путей сообщения, 2023, С. 107.
3. Спурре А.Р., Архирейский А.А. Современные стенды проверки качества электропневматических аппаратов локомотивов // Техника и технологии наземного транспорта: Материалы IV Международной студенческой научно-практической конференции, Нижний Новгород, 14 декабря 2022 года. – Нижний Новгород: Филиал ФГБОУ ВО «СамГУПС» в г. Нижнем Новгороде, 2022, С. 377.
4. Пашута С.Г. Схема пневматического оборудования электровоза ВЛ80С // Локомотив. – 2021. – № 6, С. 32.
5. Смирнов В.А., Синюгин К.С. Моделирование динамических процессов электропневматических аппаратов подвижного состава в системе simulationx // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – 2016. – № 1-2, С. 92.
6. Сагарадзе Е.В., Иванов И.П., Федимиров А.А., Дергачев П.А. Обзор современного состояния электромагнитных контакторов с электронным управлением // Электротехника. – 2021. – № 4, С. 56.
7. Иванов И.П., Михайлов А.В., Васильев Е.Г. и др. Классификация контакторов и тенденции развития электромагнитных контакторов // Электротехника. – 2024. – № 8, С. 17.

ПРИМЕНЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОГО МЕТОДА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСЕЙ КОЛЕСНЫХ ПАР ЛОКОМОТИВОВ

Красильников Владимир Сергеевич,

доцент кафедры «Общеобразовательные и профессиональные дисциплины»

Нижегородского института путей сообщения – филиала

ФГБОУ ВО «ПривГУПС», к.ф.м.н.,

г. Нижний Новгород, Российская Федерация

Аннотация: колесные пары локомотивов при эксплуатации подвергаются большим нагрузкам, что приводит к зарождению усталостных трещин в колесах и осях. Трещины появляются обычно в подступичной части и в шейке оси колесной пары. Трещины не могут быть обнаружены визуально и требуют применения инструментальных методов выявления. Эффективным методом обнаружения усталостных трещин служит метод ультразвукового контроля. В работе рассмотрена возможность применения ультразвукового метода для дефектоскопии осей колесных пар локомотивов.

Ключевые слова: ультразвуковой контроль; колесная пара, шейка оси; дефекты; трещины.

В процессе эксплуатации на колесные пары воздействуют динамические переменные нагрузки, способствующие возникновению локальных участков усталостного разрушения. Чаще всего эти дефекты развиваются в зоне подступичной части оси и вблизи галтели шейки оси колесной пары. Большая часть скрытых дефектов на локомотивах являются микроскопическими трещинами, размером менее 100 мкм, которые не определяются визуально и без применения специализированных инструментальных методов контроля. Одним из методов обнаружения подобных дефектов является метод ультразвукового контроля. Этот метод базируется на принципах проникновения и отражения ультразвуковых волн, которые подвергаются отражению и преломлению на границах дефектов и теряют интенсивность по мере продвижения вглубь металла из-за уменьшения амплитуды колебаний [1 - 3].

Для генерации и регистрации ультразвуковых сигналов используются пьезоэлектрические преобразователи (ПЭП) – пластины из материала с пьезоэлектрическими свойствами. При механическом воздействии (сжатии-растяжении) на поверхности пьезоэлемента образуются электрические заряды, знак и величина которых определяются характером деформации и приложенной силой, соответственно. Преобразование механических деформаций в электрические колебания происходит вследствие прямого пьезоэлектрического эффекта. С помощью пьезоэлемента можно преобразовывать электрические колебания в ультразвуковые и наоборот. Наибольший эффект преобразования удается получить, если собственная резонансная частота пьезоэлектрической пластины соответствует частоте прикладываемого напряжения. Основные параметры пьезоэлементов включают амплитуду колебаний, частоту и направленность излучения.

Оценка возможности применения метода ультразвукового контроля для определения состояния буксовой шейки оси и подступичной части оси проводилась для оси колесной пары электровоза ВЛ-10 [4]. Контроль производился с помощью ультразвукового дефектоскопа УД2-12, предназначенного для определения наличия и глубины залегания скрытых дефектов (см. рис. 1).

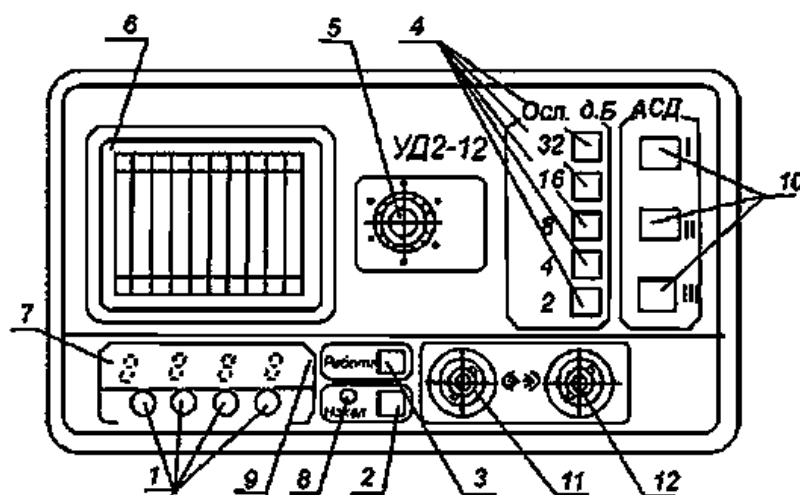


Рисунок 1 - Схема расположения элементов управления на передней панели дефектоскопа УД2-12 [5]:

1 - сенсорный переключатель режима отсчёта, 2 – кнопка *накал*, 3 – кнопка *работа*, 4 – кнопки аттенюатора, 5 – ручка для стробирования сигнала на экране, 6 – экран электронно - лучевой трубки, 7 – цифровой индикатор, 8 – индикатор *накала*, 9 – индикатор режима отсчета, 10 – автоматический световой индикатор дефекта, 11 – выходной разъём для подключения пьезоэлектрического преобразователя, 12 – входной разъём для подключения пьезоэлектрического преобразователя

На передней панели дефектоскопа расположены сенсорный переключатель 1 режима отсчёта. При плотном прижатии переключателя 1 на 1,0 – 1,5 сек происходит переключение режима отсчёта. Пауза между нажатиями на кнопки сенсорных переключателей должна быть не менее 1,5 сек. Нажатием кнопки 2 включается накал электронно-лучевой трубки (ЭЛТ). 3 – кнопка *работа*. Нажатием кнопки 3 *работа* при нажатой кнопке 2 *накал* дефектоскоп включается. Нажатием кнопки 4 аттенюатора вводится соответствующее ослабление. Ручка 5 предназначена для ручного стробирования сигнала на экране 6 ЭЛТ. Индикатор 8 индицирует включение *накала* ЭЛТ. Измерение координат дефекта состоит из проведения трех операций: определение положения пьезоэлектрического преобразователя, соответствующего получению максимального сигнала от дефекта; измерение времени пробега импульса от пьезопластины ПЭП до дефекта; пересчет измеренного времени в координаты дефекта. В дефектоскопах УД-12 применяются цифровые системы отсчета с автоматическим пересчетом времени в пространственные координаты.

Для настройки ультразвукового дефектоскопа применяются контрольные образцы. При грубой настройке используется контрольный образец КО-1, имеющий прямоугольную поверхность на торце и заданную толщину по ширине. Пьезоэлектрический преобразователь устанавливают на верхнюю поверхность КО-1 и направляют луч в нижний угол на торце (ближний отражатель), чтобы добиться появления на экране отраженного от нижнего угла импульса с максимальной амплитудой. Затем регулятором на блоке дефектоскопа фиксируют место возникновения эхо - сигнала от ближнего отражателя и измеряют координату с точностью до 0,5 мм. После этого переключают блок цифрового отчета на режим измерения и регулятором на блоке устанавливают значение, равное измеренному на образце расстоянию до дефекта. При грубой настройке допускается ошибка измерения до 10%. Для точной настройки выбирается контрольный образец КО-2, который имеет на поверхности с обеих сторон искусственные отражатели в виде пропилов. В отличие от грубой настройки точность измерения координат при точной настройке составляет не менее 0,01 мм, а относительная ошибка измерения допускается не более 5%.

Проверка работоспособности и настройки рабочих режимов дефектоскопа осуществляется с помощью контрольного образца КО-3, который представляет собой металлическую пластину с тремя отверстиями, расположенными на одинаковом расстоянии друг от друга и на разных расстояниях на верхней поверхности. Проверку правильности установки порогов индикаторов производят следующим образом: проводят КО-3 по поверхностям ПЭП и при этом поочередно загораются индикаторы на первом, втором и третьем отверстии.

Блок временной регулировки чувствительности настраивают также по контрольному образцу КО-3. Устанавливают ПЭП на КО-3 и получают на экране дефектоскопа максимальные импульсы от каждого из трех отверстий КО-3. При правильной настройке расстояния все импульсы равны с отклонением $\pm 0,5$ дБ [5]. Ультразвуковой контроль осей колесных пар состоит в сравнении амплитуды сигнала, отраженного от торца оси, и амплитуды сигнала, взятого за образец. Метод ультразвукового контроля позволяет выявить трещины на цилиндрической поверхности оси колесных пар.

На рис. 2 представлена схема проведения ультразвукового контроля наружной (буксовой) шейки оси колесной пары и вид дефектограммы на экране дефектоскопа.

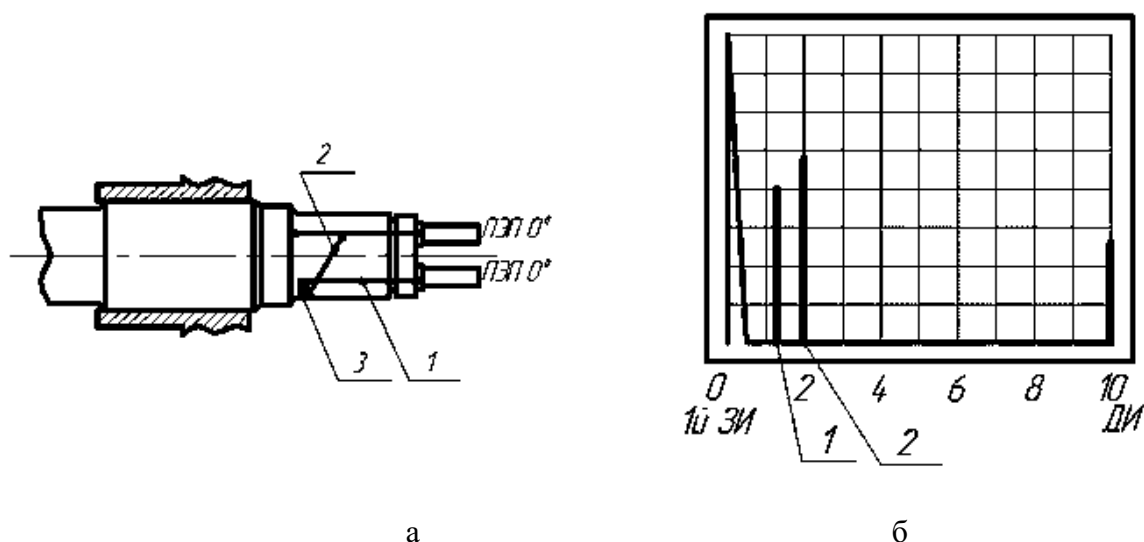
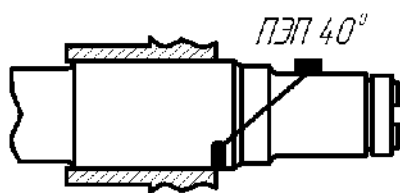


Рисунок 2 - Схема ультразвукового контроля наружной шейки оси колесной пары. 1-прямой луч; 2 - трансформированный луч; 3 – трещина (а) и дефектограмма, полученная при контроле шейки оси. 1 - эхосигнал прямого луча от трещины в галтели шейки; 2 - эхосигнал трансформированного луча от трещины в галтели шейки (б)

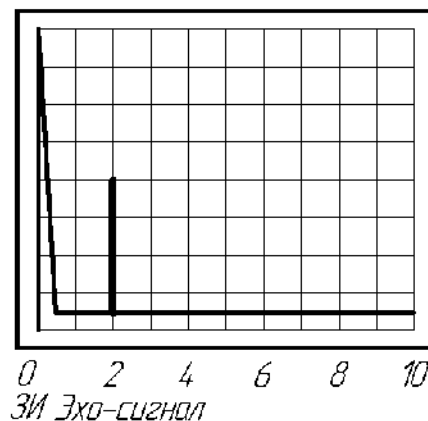
Проведение ультразвукового контроля наружной шейки оси колесной пары электроваз ВЛ-10 осуществляют в следующей последовательности. Сканируют ПЭП с шагом 20 мм по окружности торца шейки, одновременно наблюдая дефектограмму на экране дефектоскопа ЭТЛ. При появлении в зоне контроля хотя бы одного эхо-сигнала, достигающего порогового уровня, снижают чувствительность дефектоскопа до браковочного уровня. Контроль наружных шеек выполняют прямым ПЭП поочередно с каждого торца оси.

Ультразвуковой контроль подступичной части оси колесной пары выполняют под внешней кромкой ступицы поочередно с внешних шеек оси наклонным пьезоэлектрическим преобразователем П121-2,5-40.

На рис. 3 представлена схема проведения ультразвукового контроля подступичной части оси колесной пары и дефектограмма, полученная при контроле внешней кромки ступицы (эхосигнал от подступичной части оси).



а



б

Рисунок 3 - Схема ультразвукового контроля подступичной части оси колесной пары(а) и дефектограмма с эхосигналом от трещины в подступичной части оси (б)

Для выполнения ультразвукового контроля подступичной части оси выставляют на аттенуаторе поисковую чувствительность и устанавливают наклонный ПЭП (частота 2,5 МГц, угол ввода 40^0) на цилиндрическую поверхность наружной шейки оси (рис. 3а), направляя луч под внешнюю кромку ступицы. Затем продольно-поперечным перемещением ПЭП по цилиндрической поверхности шейки проводят ее сканирование с поперечным шагом не более 15 мм. При появлении в зоне контроля одиночного эхосигнала уменьшают чувствительность до браковочной, получают эхосигнал от дефекта (трещины) и кнопками аттенуатора доводят эхосигнал до средней линии экрана ЭЛТ (рис. 3б). Оценка качества исследованных элементов оси колесной пары производится по наличию или ослаблению сигнала от противоположного торца оси при сквозном прозвучивании. Ось колесной пары подлежит браковке, если этот сигнал отсутствует или ослаблен (на 45 дБ и более) относительно сигнала от противоположного торца оси.

Для повышения эффективности метода ультразвукового контроля осей колесных пар локомотивов необходима автоматизация процесса контроля и внедрение современных приборов неразрушающего ультразвукового контроля [6, 7]. Модернизация технологии неразрушающего ультразвукового контроля будет способствовать повышению безопасности эксплуатации железнодорожного транспорта.

Список литературы

1. Марков А.А., Мосягин В.В. Обоснование принципов оценки параметров дефектов при ультразвуковом контроле // Радиоэлектронные комплексы многоцелевого назначения: Сборник научных трудов ОАО «Радиоавионика». – СПб: Издательство «Политехника». – 2016, С. 380.
2. Киреев А.Н. Усовершенствование ультразвукового диагностирования литых элементов подвижного состава железных дорог // Вестник Луганского национального университета имени Владимира Даля. – 2017. – № 2-2(4), С. 85.
3. Киреев А.Н., Склифус Я.К., Киреева М.А. Повышение достоверности и информативности ультразвукового контроля литых деталей подвижного состава железных дорог // Вестник Донского государственного технического университета. – 2019. – Т. 19. - № 4, С. 335.
4. Бояркин Е.В., Бехер С.А., Тарновская А.Е. Анализ выявляемости дефектов в средней и подступичной части оси локомотива волнами Рэлея // Южно-Сибирский научный вестник. – 2023. – № 4(50), С. 22.

5. Дефектоскоп ультразвуковой УД2-12 (ООО «Центр измерительной техники», Московская обл., г. Мытищи). <https://www.etalonpribor.ru/kontakti/>
6. Выплавень В.С., Коломеец А.О., Попков А.А. Способы обнаружения дефектов поверхности катания колесных пар грузовых вагонов в движении с использованием тензометрии // Фундаментальные и прикладные вопросы транспорта. – 2021. – № 1(2), С. 5.
7. Истомин С.Г., Шибков А.В., Юрасов О.Д. Разработка роботизированного прибора неразрушающего контроля бандажей колесных пар тягового подвижного состава // Молодая наука Сибири. – 2023. – № 4(22), С. 15.

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ НАДЕЖНОСТЬ БУКСОВЫХ УЗЛОВ ТЕПЛОВОЗОВ

Красильников Владимир Сергеевич,

доцент кафедры «Общеобразовательные и профессиональные дисциплины» Нижегородского института путей сообщения – филиала ФГБОУ ВО «ПривГУПС», к.ф.-м.н.,
г. Нижний Новгород, Российская Федерация

Аннотация: буксовые узлы, подвергаясь сложному набору динамических воздействий, включая значительные вертикальные и горизонтальные нагрузки и удары стыков, должны обеспечивать долговечность подшипников и безопасность движения. Переменчивые метеоусловия также предъявляют повышенные требования к работе буксовых узлов локомотивов. Статья рассматривает влияние функциональных и конструктивных особенностей буксовых узлов тепловозов на их эксплуатационную надежность.

Ключевые слова: буксовый узел; подшипники; колесная пара; динамические нагрузки; надежность.

Буксовые узлы передают вертикальные и горизонтальные нагрузки между рамой тележки и колесными парами: силы тяги и торможения, поперечные силы от набегания колесной пары на рельсы и удары при прохождении стыков. Вертикальные нагрузки на буксы достигают 94 -100 кН, а при движении они возрастают до 1,5 раз. На буксовые узлы действуют продольные тяговые и тормозные усилия до 25 кН, удары колес на стыках, вызывающие ускорения букс от 7 до 25g и рамные усилия до 50 -75 кН. При этом конструкция буксового узла должна обеспечивать эксплуатационную долговечность подшипников не менее 2,5 млн. км пробега.

Буксы соединяются с рамой тележки различными способами. Вертикальная нагрузка на буксы 1 передается от рамы 2 тележки через упругие пружины 3 с балансирами 4 или без них (см. рис.1).

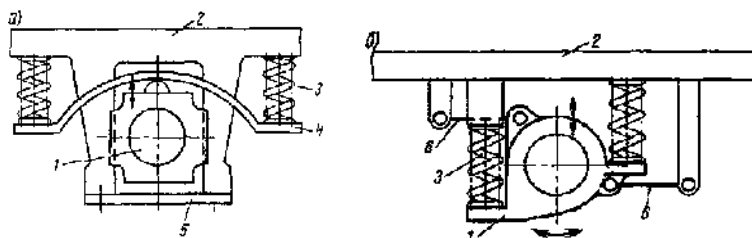


Рисунок 1 - Схемы соединения буксовых узлов с рамой.

а - челюстная букса, б - бесчелюстная букса

Ранее в тепловозостроении широко использовались (тепловозы М62, ТЭМ2,) челюстные буксы (рис. 1, а). Однако они имели ряд недостатков, в частности, поверхности корпуса буксы и боковых направляющих плоскостей подвергались сильному трению и износу [1]. Это приводило к вилянию колесных пар в рельсовой колее.

В настоящее время на тепловозах применяются бесчелюстные буксы, соединенные с рамой шарнирными поводками 6, что исключает трение корпуса буксы и устраняет необходимость частой смазки (рис. 1, б). Корпус буксы может перемещаться не только по вертикали, но и поворачиваться за счет шарниров.

Характер работы подшипников зависит от того, как передается нагрузка на буксу (см. рис. 2).

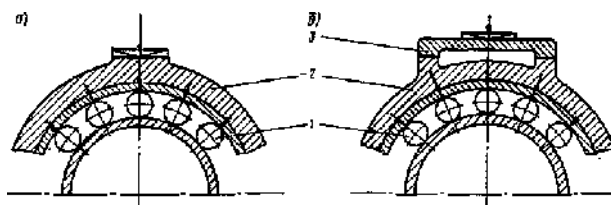


Рисунок 2 - Схемы верхнего нагружения подшипников букс.
 а - центральное точечное нагружение, б - арочное двухточечное нагружение.
 1 - ролики подшипников, 2 - корпус буксы, 3 - арка

При верхнем нагружении нагрузка для роликов 1 подшипника буксы 2 распределяется неравномерно (рис. 2, а). Передача нагрузки на буксу 2 сверху с помощью промежуточной арки 3 (рис. 2,б) обеспечивает более равномерное распределение нагрузки на ролики подшипников, снижая их износ [2].

В течение долгого времени наиболее распространенной была челюстная букса тепловоза ТЭЗ (см. рис. 3). Эта букса применялась на тепловозах ТЭЗ, ТЭ7, ТЭМ1, ТГМЗ, ТГМ4, ТГМ6, М62, 2ТЭ10Л, ТЭМ2 и др.

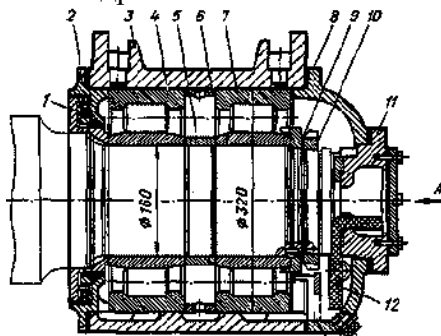


Рисунок 3 - Букса тепловоза ТЭЗ

Передача нагрузки в буксе тепловоза ТЭЗ верхняя центральная (точечная), т. е., балансиры опираются на стальные опоры в корпусе буксы.

Челюстная букса тепловоза 2ТЭ10Л (ТЭМ2) (см. рис. 4) разработана с учетом недостатков предыдущей буксы ТЭЗ, связанных с точечной передачей нагрузки. В буксе 2ТЭ10Л была применена арочная передача нагрузки на буксу сверху.

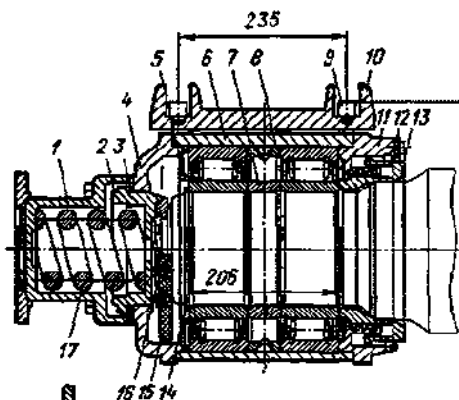


Рисунок 4 - Букса тепловоза 2ТЭ10Л

Благодаря уменьшению нагрузки подшипников при арочном нагружении в этой буксе можно использовать подшипники меньших размеров (наружный диаметр 290 мм, а ширина кольца 80 мм вместо 320 мм и 108 мм на ТЭЗ, соответственно). Это позволило уменьшить габариты и вес буксы тепловоза 2ТЭ10Л по сравнению с буксой тепловоза ТЭЗ.

Бесчелюстные (поводковые) буксы (см. рис. 5) были применены на тепловозах 2ТЭ10В, 2ТЭ10М, 2ТЭ116, ТЭП60, ТЭП70 и др. Корпуса этих букс не имеют боковых направляющих плоскостей.

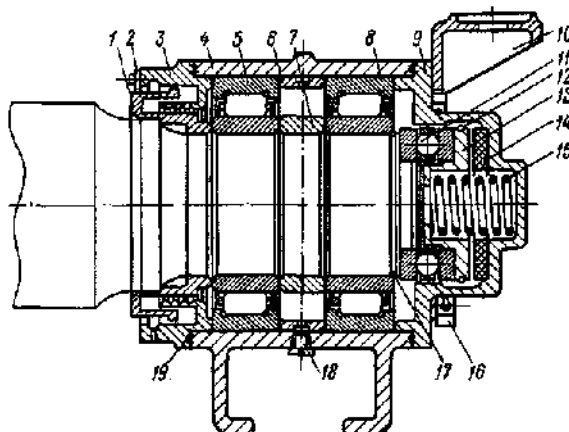


Рисунок 5 - Бесчелюстная букса тепловоза 2ТЭ10В.

1 - кольцо лабиринтное; 2 – планка, 3 - крышка задняя, 4 - корпус буксы, 5, 8 – роликподшипники, 6, 7 - кольца дистанционные, 9 - крышка передняя, 10 – кронштейн, 11 - шарикоподшипник упорный, 12, 17 - кольца стопорные, 13 – упор, 14 – амортизатор, 15 – пружина, 16 – болт, 18 - коническая пробка, 19 – шнур

Корпус бесчелюстной буксы тепловоза 2ТЭ10В содержит клиновидные углубления для соединения с рамой тележки через резинометаллические втулки. Данная конструкция подвески буксы дает ей возможность упругого перемещения по вертикали и в поперечном направлении. Упор скольжения заменен упорным шарикоподшипником. В результате исключена потребность в двух видах смазки [3]. Бесчелюстные буксы обеспечивают более высокую производительность работы тепловоза по сравнению с традиционными челюстными системами. Расчетная долговечность подшипников в таких буксах соответствует пробегу не менее 4 млн. км.

Кроме того, бесчелюстные буксовые узлы приспособлены для работы в криволинейных участках пути [4]. Они оснащены осевыми упорами, которые эффективно поглощают нагрузки на таких участках. Это качество способствует улучшению маневренности тепловоза и его способности проходить сложные участки, что является критически важным в условиях разнообразной инфраструктуры железных дорог [5].

Основной частью буксы являются подшипники, в которых происходит вращение шеек осей колесных пар. Основная функция буксового подшипника заключается в снижении трения между движущимися частями подшипника и обеспечении устойчивого вращения колесных пар. Основными элементами буксового подшипника тепловоза 2ТЭ10М является внешняя и внутренняя втулки, выполненные из высококачественной стали для повышения их прочности и износостойкости. Важной частью буксового узла является система смазки, которая обеспечивает длительный срок службы подшипников [3]. В буксах тепловоза 2ТЭ10М установлена система, позволяющая подводить смазку непосредственно в зону трения, снижая коэффициент трения и предотвращая перегрев. Нормальная работа системы смазки критически важна для надежности буксового узла, так как недостаточная смазка может привести к быстрому износу и выходу подшипника из строя [2]. Буксовый подшипник тепловоза 2ТЭ10М обладает значительными достоинствами, которые определяют его эксплуатационные качества и надежность. Ключевым фактором успешной эксплуатации подшипника является устойчивость к большим нагрузкам [6]. Конструкция буксового узла включает арочную систему опирания, что значительно снижает нагрузку на ролики. Это позволяет использовать подшипники меньшего размера, что, в свою очередь, приводит к уменьшению габаритов и веса конструкции. Таким образом, использование меньших по размеру букс способствует снижению массы подвижного состава.

Экономия ресурсов и упрощение процесса обслуживания является ещё одним важным преимуществом буксового подшипника 2ТЭ10М. Использование консистентной смазки вместо жидких смазочных материалов облегчает уход за подшипниками. Это приводит к снижению эксплуатационных расходов и уменьшению частоты технических стоянок для обслуживания букс, что делает эксплуатацию тепловоза экономически более оправданной. Система буксового подшипника 2ТЭ10М оптимизирована для применения мазеобразных смазок, что упрощает уход за буксовым узлом и уменьшает расход ресурсов. Указанные характеристики обеспечивают буксовым подшипникам 2ТЭ10М статус надежного и эффективного элемента, который способствует стабильной работе тепловоза на различных маршрутах и в разнообразных условиях эксплуатации, включая сложные и продолжительные рейсы.

Несмотря на очевидные достоинства буксового подшипника 2ТЭ10М, он имеет и некоторые недостатки. Одним из недостатков является необходимость регулярного обслуживания. Периодическая проверка уровня масла и состояния подшипников требует значительных трудозатрат, которые замедляют процесс диагностики и ремонта [7]. Значительным недостатком является тенденция к нагреванию подшипников. При высокой нагрузке или недостаточном уровне смазки температура буксовых подшипников может превышать допустимые пределы, что ведет к снижению эффективности работы. Нагрев приводит к ускоренному износу подшипников и, как следствие, к их преждевременному выходу из строя [3]. Износ подшипников представляет собой ключевую проблему. Особенно это актуально на участках с интенсивным движением и большими нагрузками. Сложность в обслуживании также негативно сказывается на эксплуатации буксовых подшипников [7]. Совместно с приведенными недостатками важно учитывать и другие функциональные аспекты буксовых подшипников, такие, как срок их службы, надежность и экономичность при монтаже и эксплуатации.

Для преодоления этих недостатков необходимо проводить работу над улучшением конструкции буксовых подшипников, внедрять современные материалы, которые повысят качество подшипников и снизят вероятность возникновения эксплуатационных проблем. Одним из направлений представляется использование синтетических смазочных материалов, способных защищать поверхности подшипника от износа даже в условиях повышенных температур [3]. Такие смазки отличаются лучшей термостабильностью и могут значительно снизить трение между поверхностями, что увеличит ресурс работы подшипников. В конструкции буксовых подшипников также могут найти применение новые композитные материалы. Они менее подвержены коррозии и имеют меньший вес, что приведет к уменьшению инерционных сил и потенциально снизит расход топлива в работе тепловоза. Для повышения эффективности работы буксовых узлов тепловозов и подшипников необходимо применение новых технологий и автоматизированных систем диагностики [8]. С целью снижения отказов буксовых узлов можно применять для их контроля непрерывную оценку технического состояния, при использовании которой система диагностики буксовых узлов может быть реализована в составе существующих бортовых устройств мониторинга [9]. Это позволит существенно увеличить срок службы буксовых узлов, что напрямую скажется на экономической эффективности работы тепловозов.

Список литературы

1. Руднев В.С. Принципы работы основных узлов и агрегатов тепловоза. Буксовые узлы локомотивов // Локомотив. – 2017. – № 3(723), С. 40-44.
2. Сливинский Е.В. К повышению эксплуатационной надежности ходовых частей тепловоза 2ТЭ // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2020. – № 5, С. 37-42.
3. Миронов А.А., Образцов В.Л., Митюшев В.С., Григорьев К.В. Тепловой контроль буксовых узлов средствами КТСМ-02 // Автоматика, связь, информатика. – 2012. – № 1, С. 7.

4. Сливинский Е.В., Радин С.Ю. Разработка бесчелюстной тележки для тепловоза ТЭ33А // Тяжелое машиностроение. – 2021. – № 10, С. 26-31.
5. Новачук Я.А., Никитин Д.Н., Тепляков А.Н., Коблов Р.В. Модель работы поводкового буксового узла тепловоза ТЕ10МК // Транспорт Азиатско-Тихоокеанского региона. – 2019. – № 3(20), С. 34-37.
6. Сливинский Е.В., Киселев В.И. Повышение устойчивости движения и эксплуатационной надежности ходовых частей тепловозов // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2020. – № 6, С. 39-42.
7. Володин А.И., Сквородников Е.И., Блинов П.Н., Блинов А.П. Комплекс технологического оборудования для ремонта и диагностики узлов тепловозов // Железнодорожный транспорт. – 2010. – № 11, С. 60-63.
8. Ефимов Н.А., Тычков А.С. Совершенствование буксовых узлов локомотивов // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2024. – № 2, С. 516-519.
9. Красильников В.С. Особенности восстановления моторно-осевых подшипников электровозов // Актуальные проблемы современного транспорта. – 2023. – № 2(12), С. 33-40.

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ И МОДЕЛИРОВАНИЕ УДАРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК БУФЕРНОГО ЦЕНТРАЛЬНОГО КЛИНА НМ1

*Лаптева Ирина Ивановна,
старший преподаватель кафедры «ТЖД»
Дальневосточный государственный университет
путей сообщения (ДВГУПС)
г. Хабаровск, Российская Федерация*

*Жатченко Ярослав Валерьевич,
старший преподаватель кафедры «ТЖД»
Дальневосточный государственный университет
путей сообщения (ДВГУПС)
г. Хабаровск, Российская Федерация*

*Яо Бовэнь, Чжан Банго,
студенты группы БО141НТС
Российско-китайский технический институт
Дальневосточный государственный университет
путей сообщения (ДВГУПС)
г. Хабаровск, Российская Федерация*

Аннотация: в статье проанализированы различные буферные устройства Китая, на основе полученных данных о влиянии различных скоростей и углов бета на параметры буфера, были сделаны выводы и сформулированы соответствующие закономерности для виртуального моделирования комплексной производительности буфера НМ-1 для грузовых вагонов с высокой грузоподъемностью с помощью экспериментальной системы, разработанной Даляньским университетом транспорта для исследования производительности буферных устройств.

Ключевые слова: буферное устройство; буфер; поглощающий аппарат; ударные характеристики; кольцевые пружины; виртуальное моделирование.

В соответствии с режимом поглощения энергии буферы в Китае в основном делятся на фрикционные, резиновые, эластомерные цементные буферы, гидравлические и комбинированные буферы, которые используют две или более технологий одновременно. В настоящее время в железнодорожных вагонах Китая используются буферы №2 и №3 (включая G) типа МХ-1. Существует семь типов, в том числе М50 (т.е. Mark50), SF-81 и МТ-2, а также два других типа G2 и МХ-2, которые прошли министерскую сертификацию, но еще не были официально приняты. Если считать ГЗ и Ш-1-ТМ раздельно, то на самом деле их одиннадцать. Наибольшее количество из буферов занимают МХ-1, 3 и 2. Согласно статистическим данным 1991 г., эти три типа буферов составляли соответственно 39,73%, 30,33% и 27,01% от общего числа, или 97,07% от общего числа, других типов соответственно менее 3 %.

За исключением МХ-1 и МХ-2, конструкция существующего буфера грузового вагона представляет собой комбинацию металла и резины, а остальные представляют собой тип соединения металла и пружины. За исключением №2 и G2, в которых присутствует консистентная смазка, остальные пары трения представляют собой сухое трение. По специфической конструкции корпуса №3, МХ-1, МХ-2 и Ш-1-Т работают как пары трения, поэтому корпус легко изнашивается и трудно ремонтируется; корпуса М50 и МТ-2 не участвуют в трении, поэтому меньше изнашиваются и имеют длительный срок службы; поверхности трения пружин №2 и G2 обработаны и смазаны консистентной смазкой, коэффициент трения изменяется очень мало, а рабочие показатели стабильны. Фрикционная

поверхность других типов в основном литая и кованая, коэффициент трения при этом варьируется в широких пределах, а рабочие характеристики недостаточно стабильны [1].

Буфер №2 (показан на рисунке 1) в основном состоит из пружинного корпуса, крышки, кольцевых пружин и т. д. Всего в пружинном корпусе 25 кольцевых пружин: 8 больших кольцевых пружин, 4 малые кольцевые пружины, 9 пружин внутренних и 2 пружины наружных, и 2 полукольцевые пружины с вырезами.

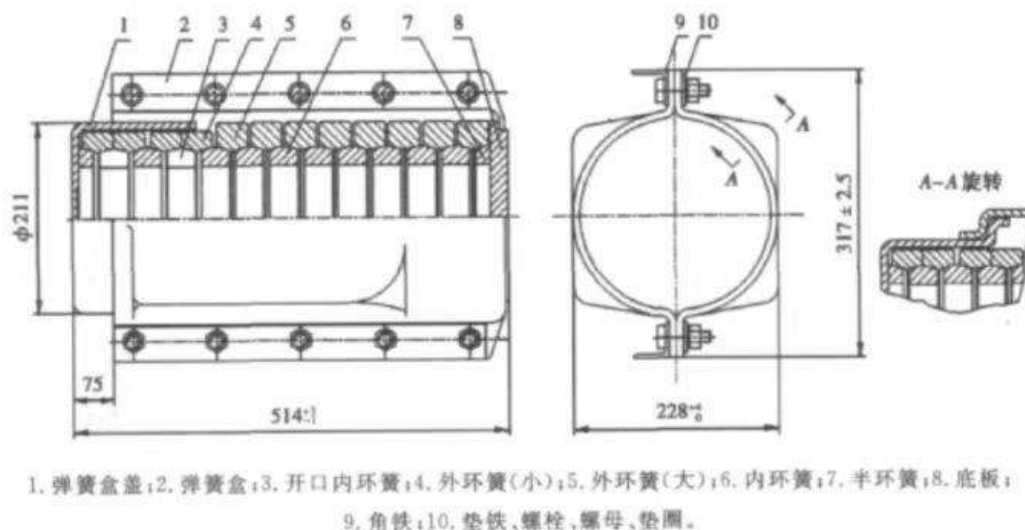


Рисунок 1 - Буфер типа №2

Наружный диаметр и толщина поперечного сечения пружины переднего кольца меньше, чем у пружины заднего кольца, а два внутренних кольца имеют вырезы, цель состоит в том, чтобы уменьшить начальную жесткость и повысить чувствительность буфера. Он обладает высокой силой сопротивления, имеет стабильность работы, даже если несколько кольцевых пружин повреждены, он все равно может обеспечить гашение энергии. Он имеет преимущества: меньший износ в эксплуатации, легкий капитальный ремонт и т. д. Но требования к материалу и обработке выше, а объем обработки велик: пружины внутреннего и наружного кольца легко вызывают остаточную деформацию; из-за ограничения размера буфера, если необходимо еще больше улучшить производительность, трудно увеличить размер и количество кольцевых пружин.

Буфер №2 используется для смягчения ударов и поглощения энергии удара с помощью упругой деформации, и взаимного трения кольцевых пружин [3].

С увеличением тягового тоннажа и появлением высокоскоростных поездов производительность буферов №2 и №3, используемых китайскими машинами и грузовыми вагонами, не может соответствовать требованиям, и для их замены срочно требуются новые буферы. Буфер МХ-1 (как показано на рис. 2) начал проектироваться и производиться в опытном производстве в 1968 году после нескольких модификаций, и было произведено около 100 комплектов, прошедших различные испытания, а после двух лет прикладных испытаний, доказавших, что производительность хорошая, в основном соответствует проектным требованиям.

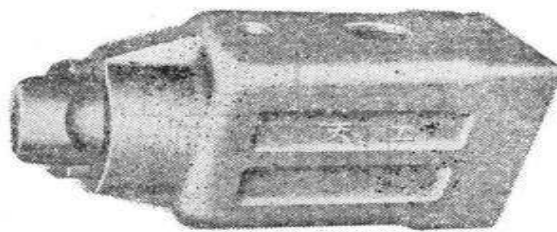


图 1

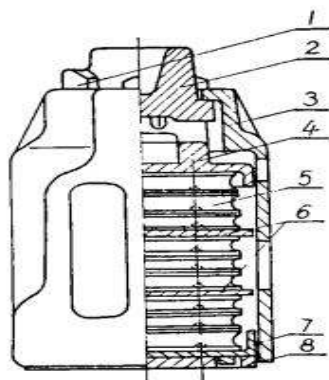


Рисунок 2 - Буфер МХ-1: 1 – распорные клинья, 2 – нажимной клин, 3 – корпус, 4 – сектор, 5 – упругие элементы, 6 – направляющие пластины, 7 – шайба, 8 – днище

Он подходит для магистральных локомотивов и вагонов, особенно для локомотивов большой мощности, и крупнотоннажных вагонов. Имеет мало деталей, простую конструкцию (кроме резиновых листов, всех остальных отливок, которые не нужно обрабатывать), хорошие эксплуатационные характеристики, небольшой вес (133 кг, на 51 кг легче, чем №3). Он прост в сборке (не требуется болтовое соединение, и его можно собрать, нагнетая давление более 30 тонн за раз) и имеет преимущества меньшего износа в эксплуатации.

Головка буфера представляет собой фрикционную часть, которая состоит из трех клиньев, секторов и пластин одинаковой формы с наклоном. Клин находится между корпусом и сектором, и при нажатии на буфер возникает трение и расходуется кинетическая энергия удара. Задняя часть представляет собой реставрационную часть, которая состоит из девяти резиновых листов (упругие элементы) и перегородок (направляющие пластины), разделенных на три слоя. Помимо того, что он используется в качестве буфера для восстановления после сжатия, он также может поглощать часть кинетической энергии удара [2].

В качестве эксперимента с использованием комплексной виртуальной системы имитации работы буфера НМ-1 для грузовых вагонов с высокой нагрузкой проведено моделирование столкновения одного вагона. Основные данные о характеристиках буфера получены путем изменения скорости и угла бета, а также сравнительного анализа графиков, построенных с использованием программного обеспечения Origin. На основе полученных данных о влиянии различных скоростей и углов бета на параметры буфера были сделаны выводы и сформулированы соответствующие закономерности.

Система виртуального моделирования комплексной производительности буфера НМ-1 для грузовых вагонов с высокой грузоподъемностью – это экспериментальная система, разработанная Даляньским университетом транспорта для исследования производительности буфера. Интерфейс программного обеспечения показан на рисунке 3.



Рисунок 3 – Интерфейс виртуального симуляционного эксперимента

Система может проводить два типа экспериментов: эксперимент с падающим молотом и эксперимент со столкновением вагона. В статье рассматривается эксперимент со столкновением вагона. На интерфейсе программного обеспечения можно установить различные параметры, включая начальную скорость ударного вагона, массу сталкиваемого вагона, зазор между автосцепками, шаг и время расчета. При этом для настройки параметров буфера используются начальная длина буфера, жесткость внешней пружины, жесткость угловой пружины (одна пружина), углы альфа, бета, гамма (альфа, бета и гамма соответственно являются углами клина и центрального клина, фиксированной наклонной плиты, углом между поверхностью трения основания пружины и направлением сжатия) и коэффициенты трения пяти важных поверхностей трения (μ_1 , μ_2 , μ_3 , μ_4 , μ_5). В данной работе основное внимание уделяется изменению параметров буфера при различных скоростях и углах бета, включая максимальное сжатие буфера, максимальное сопротивление и емкость, и коэффициент поглощения буфера.

В данной работе проведено моделирование эксперимента на виртуальной системе комплексной симуляции производительности буферного устройства тяжеловесного грузового вагона – НМ-1. Начнем с запуска программного обеспечения от имени администратора и выбора опции эксперимента с одним столкновением автомобилей. Начальные параметры буферного устройства: угол альфа – 54° , угол бета – $4,5^\circ$, угол гамма – 64° , начальная длина буферного устройства – 0,568 м, жесткость внешней пружины – 640800 Н/м, жесткость угловой пружины – 97750 Н/м, жесткость восстановительной пружины – 129370 Н/м, 5 ключевых коэффициентов трения (μ_1 , μ_2 , μ_3 , μ_4 , μ_5) – все равны 1. Кроме того, параметры эксперимента с одним столкновением: масса столкновения и столкнувшегося автомобиля - 100 т, зазор между крюками - 0.01 м, шаг итерации – 0,0002 с, время вычисления – 3 с. Мы можем изменять вышеуказанные параметры для проведения симуляционного эксперимента.

Поскольку данная статья посвящена исследованию блока клина буферного устройства, мы будем изменять скорость столкновения вагонов и угол бета для проведения симуляционного эксперимента. Чтобы полностью смоделировать изменение производительности буферного устройства при различных скоростях и углах бета, сначала установим скорость столкновения вагонов на уровне 3 км/ч, 3,5 км/ч, 4 км/ч, 5 км/ч, 7 км/ч, 9 км/ч. Угол бета устанавливается соответственно на $4,1^\circ$, $4,2^\circ$, $4,3^\circ$, $4,4^\circ$, $4,5^\circ$, $4,6^\circ$, $4,7^\circ$, $4,8^\circ$ и $4,9^\circ$. Поскольку буферное устройство имеет два уровня жесткости, при низкой скорости работает только один уровень жесткости, с увеличением скорости второй уровень жесткости включается постепенно, что может привести к изменению закономерности поглощения буферного устройства по сравнению с низкой скоростью. Поэтому установка скорости

столкновения на уровне 3,5 км/ч и 4 км/ч позволяет лучше изучить изменение коэффициента поглощения буферного устройства.

После установки параметров нажимаем кнопку «Определить параметры» и начинаем имитационный эксперимент. Поскольку установлены 6 скоростей удара и 9 углов бета, для каждого эксперимента необходимо изменить имя выходного файла, чтобы лучше статистически обработать экспериментальные данные. После завершения всех имитационных экспериментов с параметрами записываем результаты эксперимента с одним вагоном, максимальное сжатие и сопротивление, используя программное обеспечение Origin для анализа данных и построения графиков. Также можно использовать Origin для вычисления емкости и коэффициента поглощения и построения графиков их изменения.

Рассмотрим влияние скорости удара и угла бета на сопротивление. Сопротивление – это продольная сила, возникающая при ударе на транспортное средство, и является одним из важных параметров буфера. Его величина не должна превышать номинальное сопротивление буфера. Максимальные значения сопротивления, измеренные в этом эксперименте, не превышают 2500 кН, что соответствует требованиям максимальной продольной силы в нашей стране. В эксперименте с одним вагоном максимальное сопротивление буфера меняется в зависимости от скорости удара и угла бета, как показано в таблице 1.

Таблица 1 – Изменение максимальной сопротивляемости буфера

Угол бета, Скорость	3 км/ч	3.5 км/ч	4 км/ч	5 км/ч	7 км/ч	9 км/ч
4,1°	967,0	989,1	1016,0	1087,1	1310,0	1666,0
4,2°	994,5	1015,7	1042,0	1111,8	1332,9	1688,7
4,3°	1023,7	1043,8	1069,5	1137,7	1355,9	1711,3
4,4°	1054,0	1073,5	1098,0	1164,7	1381,2	1735,8
4,5°	1087,1	1105,3	1128,9	1193,5	1407,6	1762,8
4,6°	1121,3	1137,7	1160,2	1223,7	1435,6	1788,9
4,7°	1157,7	1173,8	1195,2	1256,0	1464,0	1818,9
4,8°	1196,1	1210,9	1231,1	1289,8	1496,3	1846,0
4,9°	1237,5	1250,7	1269,3	1325,6	1528,0	1879,2

В целом, по данным таблицы 1 можно сказать, что с увеличением скорости угол бета также увеличивается, а максимальная сопротивляемость буфера становится выше.

При скорости удара 3 км/ч максимальная сопротивляемость буфера увеличивается с 967 кН при угле бета 4,1° до 1237,5 кН при угле бета 4,9°, что составляет увеличение в 270,5 кН или 27,97%. При скорости удара 3,5 км/ч максимальная сопротивляемость буфера увеличивается с 989,1 кН до 1250,7 кН, что составляет увеличение в 261,6 кН или 26,45%. При скорости удара 4 км/ч максимальная сопротивляемость буфера увеличивается с 1016 кН до 1269,3 кН, что составляет увеличение в 253,3 кН или 24,93%. При скорости удара 5 км/ч максимальная сопротивляемость буфера увеличивается с 1087,1 кН до 1325,6 кН, что составляет увеличение в 238,5 кН или 21,94%. При скорости удара 7 км/ч максимальная сопротивляемость буфера увеличивается с 1310 кН до 1528 кН, что составляет увеличение в 218 кН или 16,64%. При скорости удара 9 км/ч максимальная сопротивляемость буфера увеличивается с 1666 кН до 1879,2 кН, что составляет увеличение в 213,2 кН или 12,78%.

Путем сравнения можно заметить, что в интервале угла бета от 4,1° до 4,9° с увеличением скорости удара максимальная сопротивляемость буфера увеличивается, причем наибольшее

увеличение наблюдается при скорости удара 3 км/ч, а наименьшее – при скорости удара 9 км/ч, видно, что с увеличением скорости удара максимальная сопротивляемость буфера постепенно снижается.

График зависимости сжатия и сопротивления буфера при разных значениях β при скорости 3,5 км/ч показан на рисунке 4. Чем больше значение β , тем меньше сжатие буфера при достижении большего сопротивления.

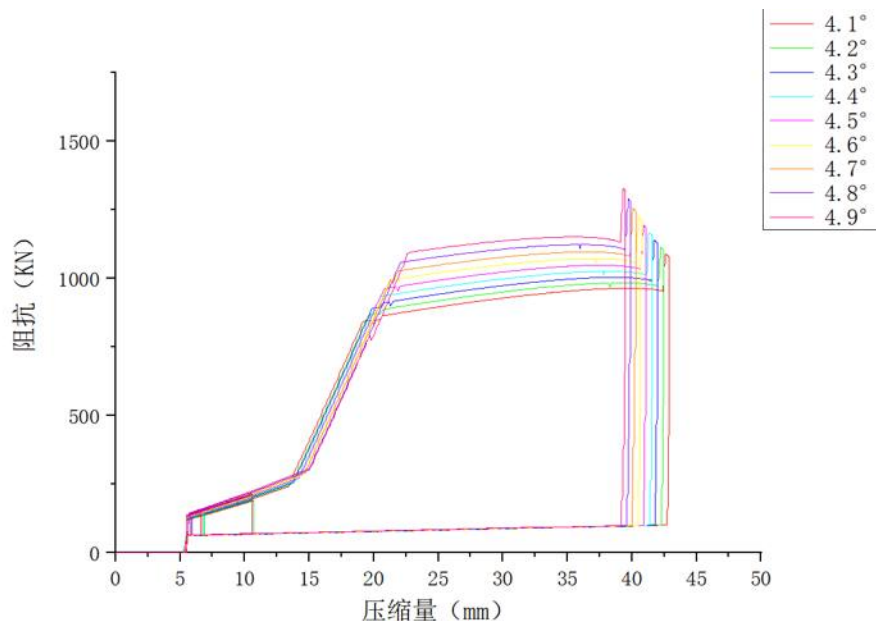


Рисунок 4 - График зависимости сжатия и сопротивления буфера при скорости удара 3,5 км/ч

При скорости удара 3 км/ч поглощение буфера изменяется в пределах 84,7%-85,5%, как показано на рисунке 5. Из графика видно, что с увеличением угла бета поглощение буфера снижается.

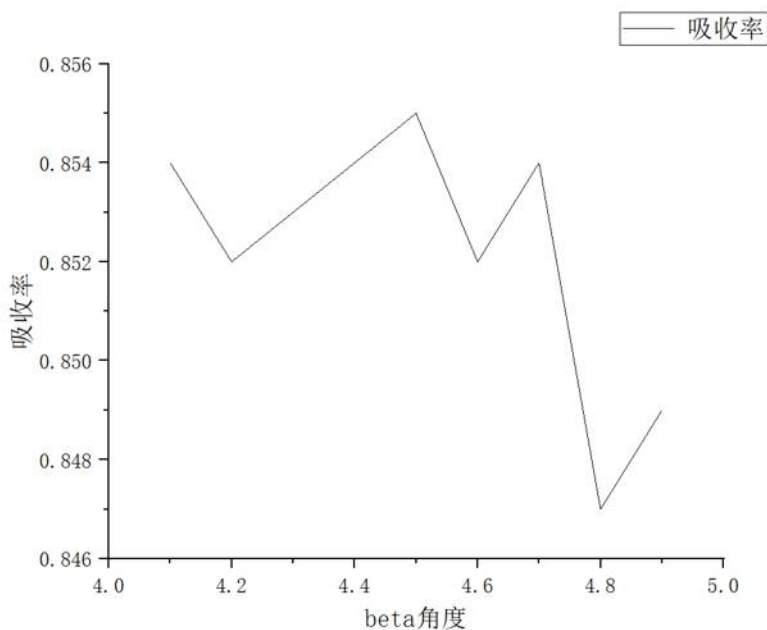


Рисунок 5 - Изменение поглощения буфера при скорости удара 3 км/ч в зависимости от угла бета

Из вышеизложенного можно сделать выводы, что при скорости удара 3 км/ч и 3,5 км/ч коэффициент поглощения буфера уменьшается с увеличением угла бета, а при скорости удара более 4 км/ч коэффициент поглощения буфера увеличивается с увеличением угла бета. При фиксированном угле бета коэффициент поглощения увеличивается с увеличением скорости, среднее значение при каждом угле бета составляет 5,6%.

При постоянной скорости удара, чем больше угол бета, тем больше максимальное сопротивление буфера. При увеличении скорости с 3 км/ч до 9 км/ч, средний прирост максимального сопротивления для каждого угла бета составляет 247,02 кН, средний прирост составляет 22,23%.

Список литературы

1. Ли Мин, Мяо Чжунхай, Ван Юэмин. Современное состояние вагонного буфера Китая и некоторые проблемы в его развитии [J]. Китайская железнодорожная наука, 1991 г, №15(03).
2. Тяньцзиньский завод по производству локомотивов и подвижного состава, Научно-исследовательский институт транспортных средств Сифан. Описание продукта фрикционного резинового буфера МХ-1 [J]. Подвижной состав 1972, 17.
3. Ахмад Партови, Меран А. Муган. Проектирование и расчет гидравлическо-упругого буфера вагона [J], Engineering, 2018 г.
4. Линь Цзелян, Пань Шупин. Дискуссия о проблеме соединения тяжеловесных грузовых поездов[C]. Комитет по транспортным средствам Китайского железнодорожного общества, 2008 г., стр. 99-103.
5. Линь Цзелян, Дэн Чэньяо, Лю Бин. Сравнение технологии и стандартов буферизации грузовых автомобилей в стране и за рубежом [J]. Железнодорожный технический надзор, 2014 г, №42(10).
6. В. В. Коломийченко, Юэ Пин. Тенденция развития буферного устройства сцепки [J]. Зарубежный подвижной состав, 1983 г, №04.
7. Железнодорожный подвижной состав, 2003 г., №04, стр.1-6, стр.16-17.
8. Гу Юаньли. Расчет производительности и прочности буфера №2 [J]. Подвижной состав, 1966 г, №01, стр.27-34.

ОСОБЕННОСТИ СПЕКТРАЛЬНОЙ ВИБРОДИАГНОСТИКИ ТЯГОВЫХ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ СПЕЦИАЛЬНОГО САМОХОДНОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

*Мухамедова Зиёда Гафурджановна,
доктор технических наук (DcS),
Ташкентского государственного транспортного университета,
г. Ташкент, Республика Узбекистан,*

*Гуламова Мадина Джавдатовна
самостоятельный соискатель,
Ташкентский транспортный техникум,
заведующий кафедрой «Эксплуатация подвижного состава»,
г. Ташкент, Республика Узбекистан*

***Аннотация:** в данной работе методами спектрального анализа разработаны математическая модель и алгоритмы оценки диагностируемых сигналов, соответствующих определенным дефектам обмоток и магнитопроводов тяговых силовых трансформаторов. Отличительной особенностью исследования является на определенных частотах спектральных зависимостей учет эффектов, связанных с дефектообразованием, имеющих различную причину своего проявления, например, широкополосные флуктуации и изменение формы и ширины спектральных пиков. Наличие случайных флуктуаций обусловило применение нормального закона распределения Гаусса измеренных значений спектров. Для решения задачи идентификации диагностируемых спектров, соответствующих определенным дефектам силового трансформатора, предложены алгоритмы идентификации вектора диагностических признаков, основанные на методе теории статистического распознавания больших объемов информации.*

***Ключевые слова:** вибродиагностика, специальный самоходный подвижной состав, тяговый силовой трансформатор, спектральный анализ.*

Введение. Одним из важных способов диагностики силового трансформатора (СТ) тягового электроснабжения является вибродиагностика, обеспечивающая его надежную работу.

Новые конструктивные решения, положенные в основу разработанных СТ, позволяют внедрить в практику их эксплуатации оптимальные режимы регулирования напряжения СТ под нагрузкой для определения их технического состояния методом спектрального анализа технических средств вибродиагностики.

Диагностическими параметрами силовых трансформаторов (СТ) тяговых вычетов являются параметры технического состояния элементов обмоток и магнитопровода, которые практически достигают более 100 наименований электрических и неэлектрических характеристик. Среди методов диагностирования дорогостоящего высоковольтного оборудования широко используются спектральный анализ вибрационной диагностики, акустического шума, вентного электромагнитного излучения, электрических токов и напряжений, ультразвуковая магнитная детекция, хроматографический анализ растворенных газов в масле и т.д. [1-2].

Цель исследования. В данной работе обоснована одна из возможных оценок параметров спектральных пиков по дисперсиям их амплитуды, формы и частоты, которые обеспечивают современное состояние СТ, опасности и риски, связанные с его использованием.

Накопленный опыт эксплуатации и испытаний тягового электропитания СТ показывает, что проблема недостаточного электродинамического сопротивления как обмоток, так и магнитопроводов при экстремальных нагрузках и коротких замыканиях остается актуальной и в настоящее время.

Материалы и методы. Датчики вибродиагностики устанавливаются на стенку бака СТ и путем анализа их спектральных характеристик определяют техническое состояние опрессовки обмоток и магнитопровода, являющихся основными элементами. Процесс диагностирования осуществляется во время его эксплуатации. Технические данные датчиков вибрационных установок для диагностики СТ должны находиться в следующих пределах с учетом магнитострикции магнитопровода и электродинамической обработки в обмотках:

Виброускорение – $10-15 \text{ м/с}^2$;

Скорость вибрации – $10-15 \text{ мм/с}$;

Виброперемещение – 100 мкм ;

Частота – от нуля до 700 Гц .

Разработано новое конструктивное решение датчиков вибрации на основе магнитоупругих магнитопроводов с высокими метрологическими статическими и динамическими характеристиками.

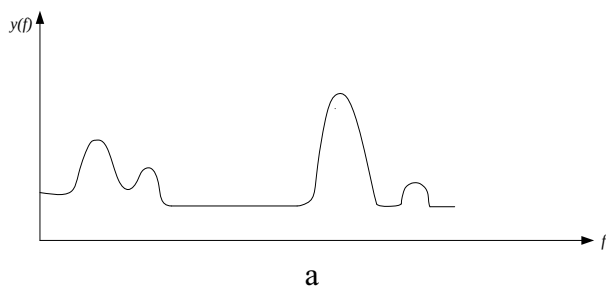
Анализ результатов экспериментальных виброиспытаний тягового электропитания СТ показал, что на определенных частотах наблюдаются очевидные факторы появления пиков на спектрограммах, ряд эффектов, связанных с дефектами, связанными с образованием дефектов, или иной причиной их проявления. спектральные зависимости. Например, к таким факторам относятся широкополосные колебания, изменения формы и ширины спектральных пиков, спектральные дублеты и т. д., возникающие при работе высокоскоростных электровозов.

Для формализации технологии построения вектора реальных диагностических признаков используется метод спектрального анализа амплитудно-модулированных выходных токов СТ с предварительной обработкой и анализом, обеспечивающими сглаживание случайных колебаний [3]. Также необходимо использовать метод аппроксимации спектральных пиков, идентифицировать дублеты и определять границы спектральных пиков. Цель обработки – определение пиковых или интегральных интенсивностей спектральных составляющих [4,5,6], положения максимумов, т.е. «центров тяжести» пиков, и в конечном итоге для более правильного, достоверного определения диагностические признаки для последующего прогнозирования обнаружения параметра модели спектральной кривой.

Результаты исследования. По мере развития неисправности СТ происходят соответствующие изменения в электродинамических процессах и электрохимическом состоянии твердой и жидкой изоляции, приводящие к качественным и количественным изменениям величин, влияющих на ее элементы [7,8].

В результате соответственно изменяется уровень их механических колебаний.

Известно, что вибрация на баке СТ однозначно коррелирует с механическим состоянием обмотки и магнитопровода. В результате изменяются частота и амплитуда вибрации, характеризуемая виброскоростью и виброускорением [9].



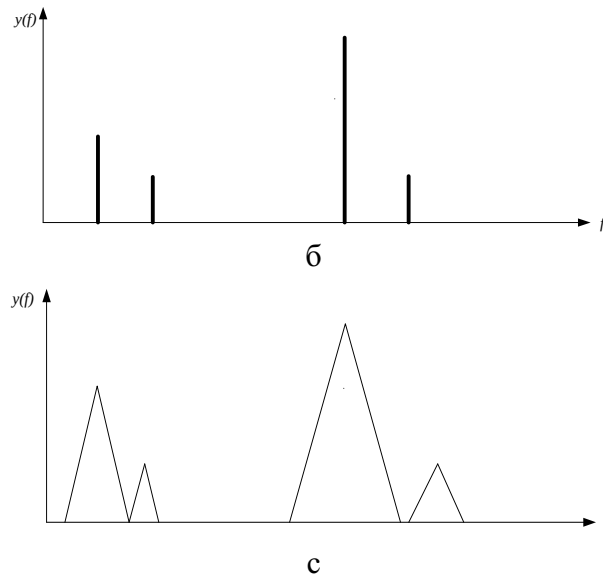


Рисунок 1 - Различные представления спектральной информации:
а) полный спектр; б) сжатый; с) аппроксимируется треугольником;

Учитывая, что спектры колебаний СТ имеют множество случайных флуктуаций, целесообразно использовать вероятностный подход к обнаружению пиков. В этом смысле задача состоит в аппроксимации пиков математической моделью, которую можно выбрать с использованием априорной информации, характеризующей свойства спектров, с учетом типа того или иного закона распределения ошибок оценки спектра. Практика показывает, что измеренным значениям спектра $y(f)$ СТ соответствует нормальный закон Гаусса, который имеет закон распределения:

$$P[y(f)] = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_{\text{ш}}y(f)} \exp \left\{ \frac{|y(f) - \xi(f)|^2}{2\sigma_{\text{ш}}^2 y(f)} \right\} \quad (1)$$

где $\sigma_{\text{ш}}^2$ — дисперсия случайного шума $\xi(f)$; $y(f)$ — текущее случайное значение спектра. Критерием обнаружения пика в спектре обычно является отношение правдоподобия:

$$P \left[\frac{y(f)}{H_1} \right] / \left[\frac{y(f)}{H_0} \right] \geq c \quad (2)$$

где H_0 и H_1 — соответственно отсутствие пика и наличие пика в исследуемой области; Порог обнаружения пика с-спектра.

Учитывая, что экспериментальные данные представлены в виде дискретного ряда $y(f_i) i=1, 2, \dots, n$, запишем функцию правдоподобия в виде [10]:

$$\exp = \left\{ - \sum_{i=1}^n \frac{[y(f_i) - \Pi(f_i)]^2}{2\sigma_{\text{ш}}^2 f(i)} \right\} / \left\{ - \sum_{i=1}^n \frac{[y(f_i) - \bar{\Pi}(f_i)]^2}{2\sigma_{\text{ш}}^2 f(i)} \right\} \geq c \quad (3)$$

где $\Pi(f_i)$ — модель спектрального пика; $\bar{\Pi}(f_i)$ — математическое ожидание спектральных пиков.

Условие (3) соответствует численному критерию обнаружения:

$$\sum_{i=0}^n y(f_i) \cdot \Pi_j(f_i) \geq c. \quad (4)$$

Выбор порога обнаружения можно рассчитать следующим образом:

$$C_{об} = (2 \div 3) \sigma_{ш}^2 \sqrt{\sum_{i=1}^n \Pi_j^2(f)}. \quad (5)$$

При высоком уровне шума в элементах и устройствах вибродиагностики, возникающих при движении специального самоходного подвижного состава, может наблюдаться недостаток априорной информации, что приводит к неадекватности работы электропоездов, может наблюдаться отсутствие априорной информации, приводящей к неадекватности модели $\Pi_j(f_i)$ сигналу $y(f_i)$, что ухудшает производительность алгоритма обнаружения пиков спектра. В этом случае целесообразно использовать прямоугольную модель. Имеющий критерий обнаружения следующего вида:

$$\sum_{i=1}^n y(f_i) \geq (2 \div 3) \sigma_{ш} \sqrt{a}. \quad (6)$$

где a — ширина прямоугольного пика.

Если нормализовать по оси частот (например $a=1$), то алгоритм обнаружения будет определяться по формуле:

$$\sum_{i=1}^n y(f_i) \geq (2 \div 3) \sigma_{ш}, \quad (7)$$

Если в первичных спектральных данных наблюдается суперпозиция их составляющих, вызванная дребезжанием и быстрыми случайными колебаниями мест крепления к резервуару первичных датчиков вибрации, целесообразно использовать непараметрический метод разделения этих линий. Суть которого заключается в методе сужения спектральных пиков. Математически этот метод сводится к решению интегрального уравнения Фредгольма I рода [5]:

$$y(f) = \int K(f - w) \cdot y(w) \cdot dw + f(w) \quad (8)$$

где $K(f - w)$ - ядро интегрального уравнения, определяемое факторами, приводящими к размытию объединенных спектральных пиков на отрезке (рис. 2) $y(w)$; при $f(w)=0$ – уравнение будет однородным.

Уравнение Фредгольма (8) решается методом последовательных приближений.

Техническая реализация решения уравнения Фредгольма осуществляется путем синтеза цифровых фильтров в частотной области. Сущность этого синтеза основана на теории преобразования Фурье, которая связывает изменение масштаба функции во временной области с изменением масштаба частотной характеристики.

Информация о положении спектральных пиков, их пиковой и интегральной интенсивности необходима для вибродиагностики СТ [10]. Для выявления на их основе диагностических признаков существует группа методов, основанных на преобразованиях исходного сигнала (см. рис. 1а). Например, известно, что дельта-функция Дирака представляется линейной комбинацией четных производных Гауссова функция:

$$\sigma(x - x_0) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma} \cdot \sum_{k=0}^{\infty} (-1)^k \frac{\sigma^{2k}}{2^k \cdot k} y^{2k}(x) \quad (9)$$

$$\text{where } y(x) = \exp \left\{ -\frac{(x - x_0)^2}{2\sigma_x^2} \right\}. \quad (10)$$

Анализ выражения (10) показывает, что его можно заменить более простым

выражением:

$$y(x) = \sum_{k=0}^n (-1)^k a_{2k} \cdot y^{2k}(x), \quad (11)$$

где a_{2k} — неопределенные коэффициенты, определяемые методом Лагранжа.

Теоретической основой распознавания диагностических признаков является статистическое распознавание при наличии использования детерминированных методов, более просто описывающих существенную сторону явления [6].

Известно, что техническое состояние СТ W_j — характеризуется диагностическими признаками u_{ik} в виде n -мерной матрицы-вектора:

$$U_1 = U = \{u_{i1}, u_{i2}, \dots, u_{in}\}. \quad (12)$$

Для наиболее распространенных технических состояний СТ высокоскоростного тягового электроснабжения требуется несколько эталонных спектров, однозначно соответствующих этим матричным состояниям в виде:

$$V_i = \{v_{i1}, v_{i2}, \dots, v_{in}\}. \quad (13)$$

При сравнении диагностируемых признаков в виде выявленных спектров в виде композиции пиков заданной формы в виде треугольников спектры накладываются и вычисляется площадь их перекрытия $\Delta S_j, j=1, 2, N$ (Рис.2).

Значение коэффициента принимается за критерий соответствия V_j :

$$V_i = \frac{\Delta S_j}{S_j} \quad (14)$$

где S_j — общая площадь спектра j -го стандарта, ΔS_j — площадь перекрытия.

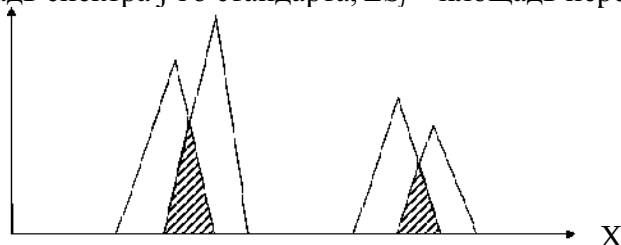


Рисунок 2 - Иллюстрация областей суперпозиции эталонных спектров и диагностированных СТ

$$U = W(A, E, X) \quad (15)$$

где A — параметры диагностированного СТ; E — внешние негативные воздействия на систему вибродиагностики; X — вектор, определяющий дефекты технического состояния СТ. Для уменьшения погрешности диагностики необходимо поддерживать $E = \text{const}$.

Если разница между спектром, содержащим дефект X_0 , и эталонным спектром V_0 составляет ΔX , то вектор диагностических признаков математически можно представить как:

$$U_i = V_0 + \Delta X = W(A, E, X_0) + \left. \frac{dW(A, E, X)}{dX} \right|_{X=X_0} \Delta X \quad (16)$$

Числовое значение выражения ΔX определяется как значение граничного отношения X_{cp} . Предварительные значения экспериментальных вибрационных испытаний на возможные дефекты были равны $X_{cp} \approx 0,8 \div 0,9$.

СТ-диагностика на основе спектрального анализа и известного алгоритма идентификации предполагает сравнение выбранных эталонных спектров с диагностируемыми. Однако в вибродиагностике преобладающей задачей является сравнение установленных диагностических признаков с комбинацией эталонных спектров, однозначно соответствующих конкретным дефектам, например деформации обмотки.

В этом случае входными параметрами алгоритма является допустимая ширина окна, определяемая положением линий в узкой полосе частот, определяющая качество измерений узла диагностики.

Следует иметь в виду, что каждый из N эталонных спектров задается известной интенсивностью $X_{jk} \in [0.1]$ и частотой $f_{jk} \in [0, f_{max}]$.

Если диагностируемый спектр характеризуется последовательностью амплитуд U_{jk} и соответственно частот f_{jk} при $k = 1, 2, \dots, n$, то погрешность спектральных линий можно оценить из неравенства.

$$U_{jk} - \delta(U_k) \leq \sum_{j=1}^N k_j f_{jk} \leq U_k + \delta(U_k), \quad (17)$$

где k_j - коэффициент, учитывающий допустимое сочетание эталонных спектров для различных типов дефектов.

Каждый фактор f_{jk} представляет собой сумму всех строк j -го стандарта, расположенных в Δf окрестности k -строки образца:

$$f_{jk} = \sum_S f_{jks}, \quad (18)$$

$$f_{jk} S \in [f_{jk} - \Delta f, f_{jk} + \Delta f].$$

где f_{jk} — конечное значение частоты.

Анализ (17) и (18) и проведенных тестовых спектрограмм показывает, что при выполнении (17) и (18) диагностируемый спектр соответствует эталону с допустимой погрешностью Δf , с относительными стандартными отклонениями, равными $1 \div 5$ %.

Для повышения надежности технологии оценки состояния СТ при виброакустической диагностике путем идентификации диагностируемых спектров мы используем метод Байеса.

Алгоритмы этой группы основаны на векторном представлении спектрограмм, диапазон частот которых $f_{min} \div f_{max}$ разделен на n интервалов величиной $\Delta = (f_{min} - f_{max})/n$. Спектрограмма представляется в виде вектора, j -й элемент которого определяется значениями спектра в интервале $[f_{min} + (j-1)\Delta; f_{min} + j\Delta]$ — текущее значение. При этом, если в спектре n на данном интервале имеется пик, то j -й элемент вектора считается равным интенсивности этого пика, а при отсутствии пика знак принимается равным 1, знак равен нулю.

Спектры элементов, например, обмотки или магнитопровода ИП с заданными фиксированными, известными дефектами, составят библиотеку стандартов. Элементы каждого вектора λ_j определяются условиями $0 \leq \lambda_i \leq 100$. Диагностируемый спектр также определяется вектором U с элементами $0 \leq u_i \leq 100$, $i = 1, 2, \dots, n$. Если элементы вектора заданы с аддитивными ошибками $\Delta \lambda_i$ и Δu_j , то диагностируемый спектр определяется суммой, то спектральные составляющие эталонов определяются как:

$$U - \Delta U = \sum_{j=1}^m a_j (\lambda_j - \Delta \lambda_j),$$

(19)

где a_j — весовые коэффициенты.

Для обобщенных расчетов указанных величин, соответствующих различным типам СТ, целесообразно использовать матричную запись:

$$\lambda = (\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_m); \quad A = (a_1, a_2, \dots, a_m).$$

$$U + \sum_{j=1}^m a_j \cdot \Delta \lambda_j - \Delta_u = \lambda A.$$

(20)

Для правой части f равенства (20), задав доверительный интервал, приведенный к допустимым ошибкам выходного сигнала $-l_1 \leq \Delta \leq l_2$, получим систему неравенств, с помощью которой можно определить допустимые значения соответствующих коэффициентов a_j :

$$U - l_1 \leq \lambda A \leq U + l_2.$$

(21)

Анализ (20) и (21) показывает, что существует возможность существования набора спектральных линий $\lambda A = \sum_{j=1}^m a_j \cdot \lambda_j$, содержащего k компоненту, с вероятностью:

$$p_k = p_0^k (1 - p_0)^{m-k}$$

(22)

Вероятность допустимых сочетаний спектральных составляющих $B_1, B_2, \dots, B_i, \dots, B_n$ можно определить следующим образом:

$$p(B_i) = K p_0^{k B_i} (1 - p_0)^{m - B_i}, \quad i = 1, 2, \dots, N$$

(23)

где $K = [1 - (1 - p_0)^m]^{-1}$ — нормирующий коэффициент.

Используя формулу Байеса апостериорно, т.е. после учета новой информации получаем выражение:

$$P \left(\frac{B_i}{U} \right) = \frac{P(B_i)}{\sum_{i=1}^N P(B_i)}$$

(24)

Результаты исследования и их обсуждение. Анализ (23) и (24) показывает, что апостериорные вероятности различаются нормирующим коэффициентом, среди которых существует определенная комбинация спектров B_i , имеющая наибольшую вероятность. Нахождение максимального B_{max} является задачей линейного программирования. Исходные данные спектров вибрации отображаются в пространстве R , где параметры элементов диагностируемого объекта определяются в виде выпуклого многогранника, угловые точки которого однозначно задают возможную комбинацию спектральных составляющих B_j .

Выводы. Из вышеизложенного можно сделать вывод, что использование метода Байеса позволяет решить задачу идентификации, т.е. установления идентичности вероятности вычисляемого элемента СТ известному эталону.

Использование предложенной методики позволит Узбекистану внедрить современные методы диагностики в железнодорожную отрасль, что приведет к повышению общей эффективности и безопасности железнодорожных перевозок в стране.

Список литературы

1. Lunguard, L. Partial discharges in transformer insulation // Session CIGRE. Rep. 15-302.- Paris.-2014.- August.
2. Морозов М. Ю., Лебедев О. Н. Вибрационная диагностика высоковольтного оборудования. - М.: Энергия, 2018. - 312 с.
3. Мухамедова З.Г., Ибадуллаев А.С., Мамаев Ш.И. РАСЧЕТ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА И ПРОДЛЕНИЕ СРОКА СЛУЖБЫ СПЕЦИАЛЬНОГО САМОХОДНОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2022. 2(95). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/13085> (дата обращения: 02.02.2025).
4. Федоров Е. В., Климов М. С. Статистические методы распознавания дефектов трансформаторов на основе спектрального анализа // Электротехнический журнал. - 2019. - №6. - С. 32-39.
5. Matsumoto K., Sato T. Monitoring and Diagnostics of Traction Power Transformers Using Vibration Spectrum Analysis // Journal of Electrical Systems. - 2018. - Vol. 49, No. 1. - P. 99-107.
6. Амиров С., Рустамов Д., Юлдашев Н. Исследование датчика электромагнитного тока для систем управления устройствами тягового электропитания // ICAE 2021 IOP Conf. Серия: Науки о Земле и окружающей среде 939(2021) 012009.
7. Yutian Chen ,AjaHvaq, Ziyn Wang Bayesian Optimization in AlphaGo. Submitted on 17 Dec 2018. Pp. 22-28.
8. Петров Д. В., Яковлев А. С. Спектральный анализ вибраций для диагностики дефектов обмоток силовых трансформаторов // Вестник электротехники. - 2017. - №4. - С. 45-52.
9. Федоров Е. В., Климов М. С. Статистические методы распознавания дефектов трансформаторов на основе спектрального анализа // Электротехнический журнал. - 2019. - №6. - С. 32-39.
10. Admin V. Vibrodiagnostics of transformers – PAGS. February 6, 2017.

СПОСОБЫ И ТЕХНОЛОГИЯ КОРРЕКЦИИ НАПРАВЛЕНИЯ СВЕТОВОГО ПОТОКА ПРОЖЕКТОРА ЭЛЕКТРОВОЗА

Строганова Августа Александровна,
студентка института транспортного строительства
и подвижного состава
Приволжского государственного университета
путей сообщения (ПривГУПС),
г. Самара, Российская Федерация

Тычков Александр Сергеевич,
доцент кафедры тягового подвижного состава
Приволжского государственного университета
путей сообщения (ПривГУПС), доцент, к.т.н.,
г. Самара, Российская Федерация

Аннотация: в статье предложены технологии коррекции направления светового потока головного источника света электровоза. Основные способы коррекции, представленные в статье, реализуются через системы навигации GPS/ГЛОНАСС.

Ключевые слова: световой поток, прожектор, движение в кривых участках пути.

Безопасность движения локомотива зависит от множества различных факторов, одним из которых является достаточная освещенность пути и окружающих участков дороги. С задачей освещения пути справляется локомотивный прожектор, который наиболее эффективен при прохождении прямых участков дороги, которые составляют 70% от общей протяжённости железнодорожных путей. Но остаётся ещё 30% дороги, на которые приходятся кривые различных радиусов (от 150 до 4000 м).

За безопасностью пути во время движения следят локомотивные бригады, работа которых в ночное время и в условиях недостаточной видимости в значительной степени усложняется. Затруднение вызывает именно прохождение кривых участков пути, когда рельсы меняют своё направление, а классический прожектор продолжает светить прямо, из-за чего головка рельсов и примыкающие к пути участки освещены недостаточно (рис.1).

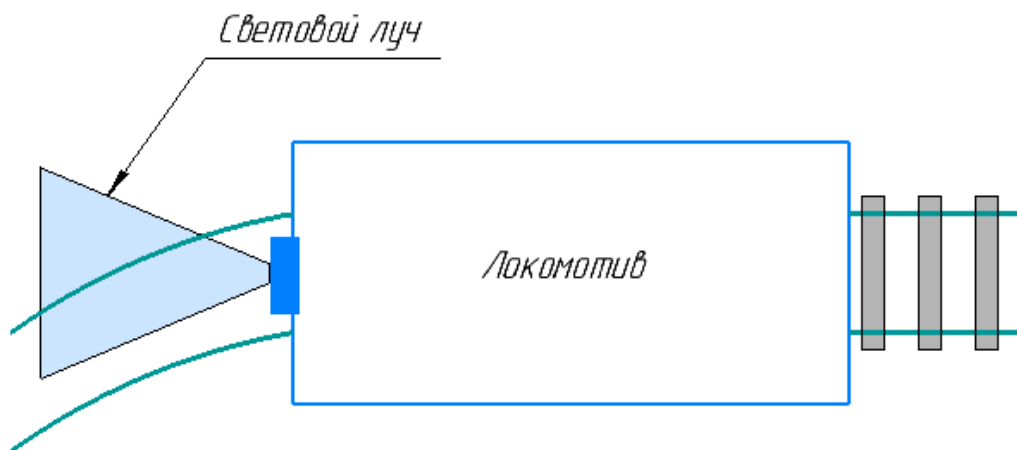


Рисунок 1 - Направление света при прохождении кривой

Стоит отметить, что сложности в освещении чаще всего возникают при прохождении кривых малого радиуса. Одной из проблем является тот факт, что длина кривых участков может варьироваться, регламентации не существует. Можно осветить кривые участки путем

увеличения угла распространения светового потока от локомотивного прожектора, но для этого необходимо увеличить мощность лампы накаливания (нецелесообразный способ).

Мы получаем главную проблему прожекторов локомотивов железнодорожного транспорта – неспособность обеспечить достаточный уровень безопасности движения при вхождении в кривые. Следствием может стать аварийная ситуация из-за недостаточной освещённости железнодорожного полотна и контактных проводов. Локомотивная бригада не может осуществлять надлежащий контроль над обстановкой, что может привести к негативным последствиям.

Уже длительное время ведутся разработки в железнодорожной отрасли по данному направлению. Существует достаточно большое количество проектов и технических решений, которые способны усовершенствовать локомотивный прожектор и устранить в нем озвученные выше недостатки.

Наиболее простой способ предложен в опубликованном 29.12.1990 г. авторском свидетельстве №1798224. Подача сигнала о вхождении в кривую осуществляется вручную помощником машиниста. Рукоятка смещается, из-за чего происходит поворот прожектора.

Работа [1] предлагает решить проблему через систему коррекции направления светового потока. Данное техническое решение основывается на концепции компьютерного зрения.

В еще одном способе применяется инклинометр. Суть данного способа: при движении в кривом участке пути из-за разности высот наружного и внутреннего рельса происходит наклон оси тележки на определённый угол. Сигнал с инклинометра поступает в вычислительный блок, который преобразует поступивший сигнал в значение угла наклона тележки. Следующим этапом вычислений является преобразование угла наклона тележки в угол поворота локомотивного прожектора. Формируется сигнал управления матричным светодиодным прожектором [3-6].

С помощью кнопки на пульте машиниста можно будет отключить автоматическую коррекцию направления светового потока матричного прожектора (рис. 2).

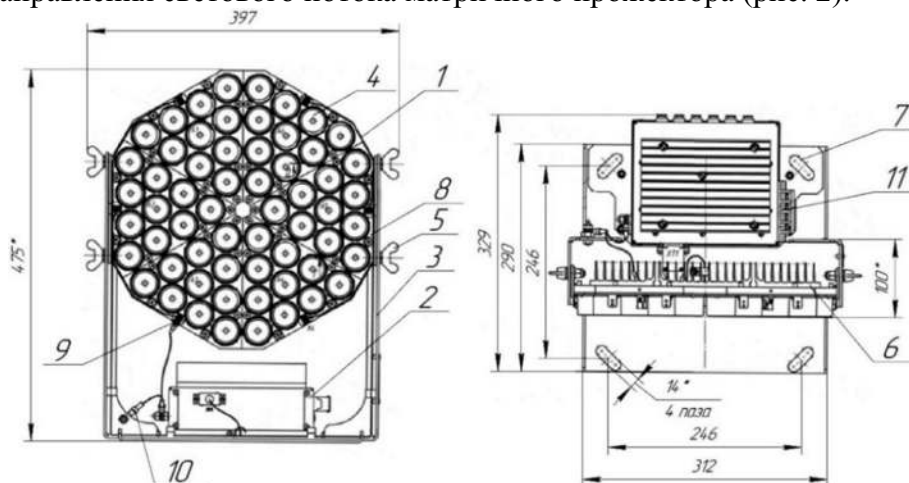


Рисунок 2 - Матричный прожектор

Оптическая структура матричного прожектора позволяет вводить его в систему для изменения направления светового потока без использования подвижных крепежных элементов, которые снижают надёжность прожектора локомотива.

При движении в прямом участке пути инклинометр регистрирует нулевой наклон тележки. Нулевой наклон тележки фиксируется при выключенной системе, когда устанавливается статический режим работы локомотивного прожектора.

У данной системы есть несколько существенных преимуществ:

- 1) эффективный контроль над состоянием железнодорожного полотна;
- 2) повышенная безопасность движения в темное время суток;

- 3) простота конструкции;
- 4) минимальное количество элементов, полное отсутствие подвижных элементов;
- 5) возможность установки данной системы, как в новые локомотивы, так и в уже существующие.

Следующий способ определения необходимого радиуса поворота направления светового потока головного источника света предполагает использование существующих на электровозе систем, в частности данных БЛОК-М и СВЛ-ТР (безопасного локомотивного объединённого комплекса и системы взаимодействия с локомотивов посредством цифровой технологической радиосвязи соответственно).

Как отмечено в [3-5] на рис. 3 показана схема отклонения оси светового потока локомотивного прожектора в кривых.

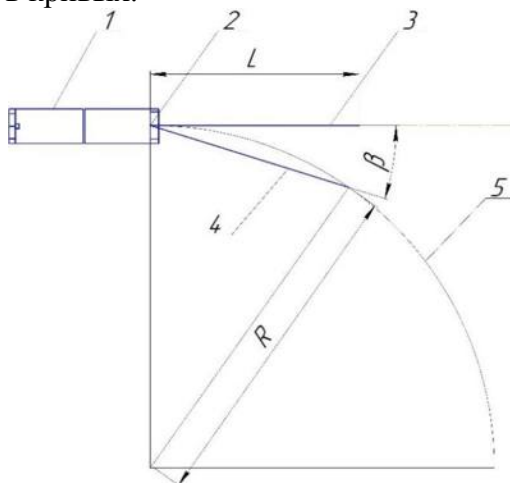


Рисунок 3 - Схема отклонения оси светового потока локомотивного прожектора в кривых

Находим угол отклонения оси светового потока β локомотивного прожектора:

$$\beta = \arcsin (L/2R) \quad (1)$$

где L – дальность действия прожектора, является известной характеристикой,
 R – радиус кривой.

В базу данных БЛОК-М, установленного на электровоз, указан номер пути, номер километра и номер пикета. Таким образом, длина и радиус кривой железнодорожного пути являются известными величинами, изменение которых сопровождается обновлением электронной карты БЛОК-М. Данные об указанных выше величинах зафиксированы также в режимных картах вождения поездов.

Также электровозы оборудованы системой взаимодействия с локомотивом посредством цифровой технологической радиосвязи СВЛ-ТР [7].

Работа системы взаимодействия с локомотивом через технологическую радиосвязь (рис. 4.) состоит из передачи данных от спутника через ГЛОНАСС/ GPS к локомотиву, передачи данных от локомотива дальше на сервер, передачи данных сервера на внешние автоматизированные системы управления.

Так как среди данных, передаваемых СВЛ-ТР, есть данные о координате пути и фактической скорости движения локомотива, наложив эти данные на данные электронной карты возможно изменять направление светового потока (поворачивать прожектор) при приближении к кривому участку пути.



Рисунок 4 - Схема обмена информацией

Перед началом движения машинист включает систему с помощью переключателя на пульте управления машиниста (рис. 5). Если переключатель SA27 «Прожектор» находится в положениях «0», «Тускло», «Ярко», то угол коррекции светового потока прожектора равен нулю. Если переключатель SA27 «Прожектор» находится в положении «Автоматически», но скорость движения поезда $V < 10$ км/ч, то угол коррекции светового потока прожектора равен нулю. Если переключатель SA27 «Прожектор» находится в положении «Автоматически» и не выполняются условия, указанные выше, то производится расчет угла коррекции светового потока по формуле (1).



Рисунок 5 - Переключатель SA27

При приближении к кривой в вычислительном блоке производится расчет угла коррекции направления светового потока в зависимости от кривой (радиус кривизны, направление «право/лево») и режима движения (скорость, ускорение/замедление). Далее вычислительный блок подает управляющее напряжение определенной временной продолжительности на двигатель линейного актуатора. При этом вращающийся якорь двигателя передает вращающий момент редуктору, а тот в свою очередь ходовому винту актуатора. Происходит линейное перемещение штока актуатора, который и производит поворот прожектора на требуемый угол (рис. 6).

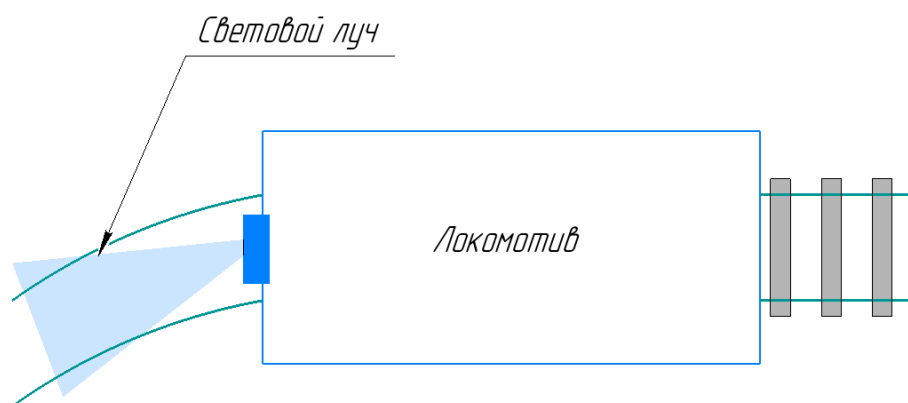


Рисунок 6 - Направление светового потока при вхождении в кривые

При смене полярности приложенного напряжения происходит обратный процесс и шток перемещается в противоположную сторону. Угол поворота прожектора регулируется продолжительностью приложенного напряжения и его полярностью.

В качестве исполнительного механизма принят линейный актуатор.

Актуаторы линейного типа представляют собой электродвигатель, редуктор и винт, интегрированные в единый исполнительный механизм компактного размера.

У предложенной системы есть два существенных преимущества:

1. за счёт лучшего освещения кривых участков пути можно избежать наезда на посторонние объекты в пределах данных опасных участков, также будет возможность снизить скорость подвижного состава с целью минимизации ущерба от столкновения (если избежать его будет невозможно);

2. минимизация опасных ситуаций при движении подвижного состава в темное время суток и в условиях недостаточной видимости.

Существует еще один вариант устройства локомотивного освещения с использованием системы навигации GPS/ГЛОНАСС. В современных локомотивах изменить направление светового потока нельзя, но если ввести в осветительное устройство дополнительные излучатели света, то можно будет контролировать интенсивность и направление излучения. Осуществляться это будет путем попеременного включения тех или иных головных прожекторов, которое будет зависеть от информации о профиле проходимого пути, которая загружена в базу данных, и выдаётся благодаря определению местоположения локомотива через систему спутниковой навигации (рис .7).

Принцип работы заключается в следующем: в прожектор локомотива встроен модем спутниковой навигации, который с помощью спутника и канала радиосвязи может определить точное месторасположение нашего подвижного состава и локомотива, в частности. Выход модема соединен с блоком базы данных, который хранит информацию об особенностях продольного профиля пути участка дороги, по которому в данный момент проходит локомотив. Кроме того база данных соединена с блоком управления, который также соединен с фотоприёмником (тот, в свою очередь, воспринимает в тёмное время суток излучение от встречного локомотива). Блок ручного управления прожектором локомотива также подключен к блоку управления. Выходы блока управления соединены с множественными излучателями светового потока. Излучатели должны освещать лежащий впереди участок железнодорожного полотна. Главной особенностью данной системы является то, что все излучатели направлены в разные стороны. Блок управления переключает излучатели и с помощью их комбинации корректирует направление освещения участка железнодорожного полотна в пространственной плоскости.

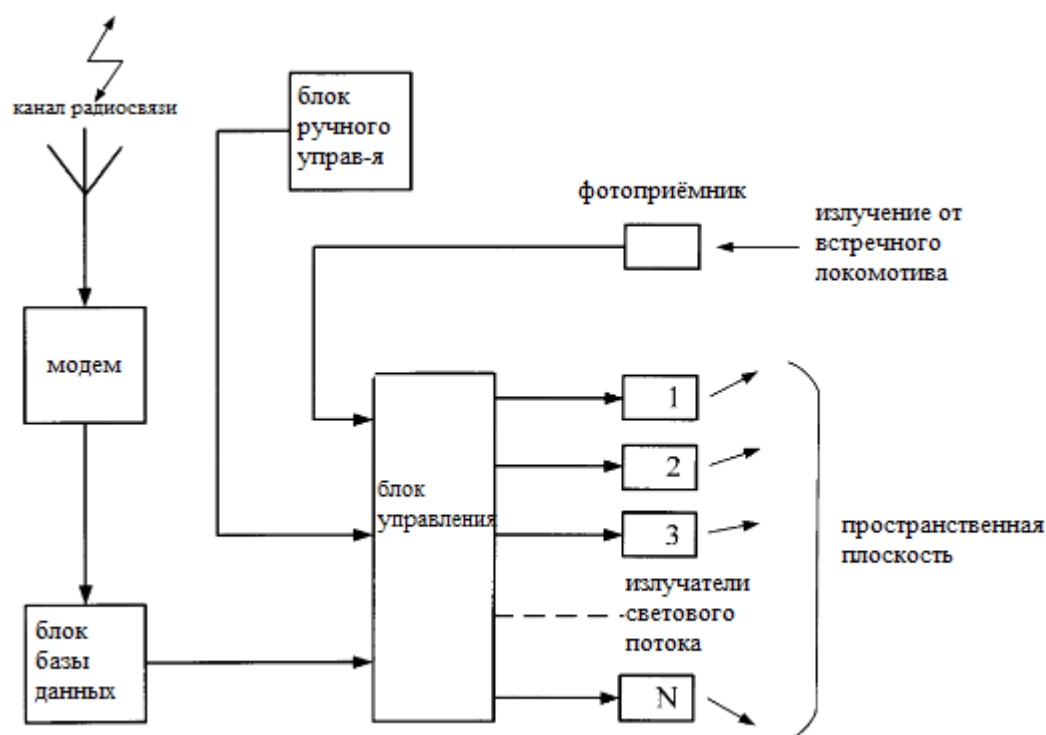


Рисунок 7 - Схема прожектора локомотива железнодорожного транспорта

Отдельно следует учитывать встречное движение локомотивов, ведь при слишком интенсивном излучении локомотивная бригада идущего навстречу локомотива может быть ослеплена. Решается данная проблема благодаря фотоприёмнику, который воспринимает излучение от прожектора встречного локомотива. Исходя из полученных данных, корректируется интенсивность освещения локомотивного прожектора.

Данное техническое решение способствует улучшению выполнения требований безопасности движения поездов по железнодорожному пути.

Основные преимущества данного технического решения:

- 1) широкоугольная подсветка окружающего локомотив пространства;
- 2) корректирование интенсивности светового потока, что не позволяет ослепить встречную локомотивную бригаду.

Список литературы

1. Система автоматической коррекции направления светового потока прожектора локомотива / М. Г. Комогорцев, В. В. Степанов, А. В. Рогалев [и др.] // Сборник научных трудов Донецкого института железнодорожного транспорта. – 2020. – № 59. – С. 4-9. – EDN VQPOVI.
2. Комогорцев, М. Г. Система коррекции направления светового потока прожектора локомотива / М. Г. Комогорцев, Н. В. Лашук, А. С. Марков // Транспортная инфраструктура Сибирского региона. – 2016. – Т. 2. – С. 389-391. – EDN WHUPEV.
3. Патент №2764399 С1 Российская Федерация, МПК F21S 41/65, B60Q 1/02, B61D 29/00. Способ коррекции направления светового потока прожектора подвижного состава при движении в кривых участках пути и система для осуществления этого способа: №2021109528: заявл. 06.04.2021: опубл. 17.01.2022 / Н. О. Фролов, Е. М. Елькин; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный университет путей сообщения». – EDN BLZLGA.

4. Фролов, Н. О. Новый способ управления осью светового пучка прожектора локомотива в кривых участках пути / Н. О. Фролов, Е. М. Елькин // Транспорт Урала. – 2020. – № 4(67). – С. 68-74. – DOI 10.20291/1815-9400-2020-4-68-74. – EDN XXSJKJ.

5. Фролов, Н. О. Способ коррекции направления светового потока прожектора высокоскоростного поезда при движении в кривых участках пути / Н. О. Фролов, Е. М. Елькин // Исследование и развитие рельсового и автомобильного транспорта: Сборник трудов Международной научно-практической конференции, Екатеринбург, 22–23 мая 2024 года. – Екатеринбург: Уральский государственный университет путей сообщения, 2024. – С. 8-13. – EDN JCDOXF.

6. Калякулин, А. Н. Разработка системы автоматической коррекции направления светового потока прожектора электропоезда / А. Н. Калякулин, М. В. Анахова, Е. А. Лысак // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2023. – № 11. – С. 397-402. – DOI 10.24412/2071-6168-2023-11-397-398. – EDN DMFLAG.

7. Прибылов, С. М. Система СВЛ ТР и её применение / С. М. Прибылов, А. Ю. Семенов // Эксплуатация и обслуживание электронного и микропроцессорного оборудования тягового подвижного состава: Труды Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Красноярск, 24–25 марта 2020 года / Под редакцией И.К. Лакина. – Красноярск: Акционерное общество «Дорожный центр внедрения Красноярской железной дороги», 2020. – С. 276-281. – EDN MSPVVQ.

К ВОПРОСУ РАЗРАБОТКИ ЦИФРОВЫХ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ПОМОЩНИКОВ ДЛЯ РАБОТНИКОВ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО ВАГОННОГО ДЕПО

Уманец Василий Андреевич,
*студент кафедры «Вагонное хозяйство и наземные транспортные комплексы»
Приволжского государственного университета путей сообщения
(ПривГУПС),
г. Самара, Российская Федерация*

Шмойлов Андрей Николаевич,
*доцент кафедры «Вагонное хозяйство и наземные транспортные комплексы»
Приволжского государственного университета путей сообщения
(ПривГУПС), доцент, к.т.н,
г. Самара, Российская Федерация*

Аннотация: настоящая статья посвящена вопросу разработки цифровых персональных помощников для работников эксплуатационного вагонного депо. В работе выделены преимущества применения переносных цифровых устройств на железнодорожном транспорте. Проведено сравнение различных типов микроконтроллеров для систем передачи информации цифрового персонального помощника. Рассчитаны показатели безотказности рассматриваемых типов микроконтроллеров цифрового персонального помощника. Приведены разрядные характеристики аккумулятора цифрового персонального помощника при различных температурах

Ключевые слова: техническое обслуживание, подвижной состав, цифровой персональный помощник, микроконтроллер, разрядные характеристики аккумулятора.

Железнодорожный транспорт осуществляет перевозку критически важных грузов, в том числе и стратегического назначения. Данная непрерывная работа важна для обеспечения эффективной и бесперебойной работы главных отраслей промышленности страны.

Стратегией развития железнодорожного транспорта Российской Федерации до 2030 г. (Стратегия – 2030) намечены ключевые задачи, решение которых базируется на идеологии инновационного прорыва. Одним из направлений осуществления этой программы является повышение эффективности технического обслуживания и выявления неисправностей железнодорожного подвижного состава работниками железнодорожной отрасли в эксплуатационных депо.

Выявление неисправностей основных узлов железнодорожных вагонов на пунктах технического обслуживания вагонов на ранней стадии является залогом безаварийной эксплуатации данной единицы подвижного состава по сети ОАО «РЖД». Из литературных источников и в силу специфики работы пунктов технического обслуживания следует то, что безопасность движения поездов напрямую зависит от уровня профессионализма осмотрщиков-ремонтников и строгое соблюдение ими технологии при осмотре [1].

Современные цифровые технологии дают возможность по технической и практической реализации автоматизированных информационных цифровых помощников для работников ПТО [2]. Подобные цифровые решения позволяют оптимизировать работы, связанные с техническим обслуживанием грузовых вагонов в эксплуатационном вагонном депо.

По мере развития микроэлектроники и цифровых устройств, переносные цифровые устройства для работников все более шире приходят в различные отрасли промышленности. Например, вычислительные устройства все чаще добавляют функции, такие как распознавание речи. Речь может быть эффективным способом общения пользователя с вычислительным устройством, и разрабатываются приложения с речевым управлением, такие как цифровые персональные помощники с речевым управлением.

Цифровой персональный помощник предлагается применять в качестве носимого устройства информационной поддержки для осмотра-ремонтника в парках пунктов технического обслуживания подвижного состава.

Цифровой персональный помощник осуществляет задачу информационной поддержки работников транспортного комплекса при выполнении технического обслуживания подвижного состава. Примеры задач и услуг, которые могут быть выполнены посредством цифрового персонального помощника включают в себя следующее: извлечение необходимой информации из технологических карт по осмотру вагонов; подбор технической документации по конструктивным особенностям вагонов различных типов; поиск допустимых размеров поверхности катания колесных пар в эксплуатации; хранение и извлечение напоминаний по техническому обслуживанию железнодорожных вагонов.

Постановка запроса на необходимую информационную поддержку осуществляется голосом, т.е. руки работника не заняты, и он не отвлекается от технологических операций осмотра. Конструктивное исполнение данного устройства реализовано по блочному принципу с модулями программного обеспечения собственной разработки, которые инсталлированы в вычислительное устройство. Алгоритм работы устройства содержит набор команд для идентификации и запуска отдельных приложений устройства в зависимости от поставленной информационной задачи [3].

Цифровой персональный помощник имеет связь с внутренней сетью предприятия и может осуществлять передачу отчетов о ходе технического обслуживания дистанционно в режиме реального времени.

С целью подбора оптимального состава комплектующих для создания опытного образца цифрового помощника были проведены дальнейшие соответствующие исследования и расчеты.

С целью подбора оптимального типа микроконтроллера передатчика информации для системы управления цифрового персонального помощника были проанализированы технические характеристики различных типов данных устройств.

В таблице 1 представлены основные параметры для сравнения различных типов микроконтроллеров для систем передачи информации.

Таблица 1 – Параметры для сравнительного анализа

Наименование	Тип архитектуры	Память SRAM	Устойчивость к внешним воздействиям	Диапазон Рабочих температур, °C
RP2040	Cortex M0	264kB	Вибропрочное группа №2 по ГОСТ Р 52931-2008	-0...+40 °C
MCS51	CISC	264kB	Вибропрочное группа №3 по ГОСТ Р 52931-2008	-20...+75 °C
1986BE9x	ARM Cortex-M3	256 Мбайт	Вибропрочное группа F3 по ГОСТ Р 52931	-40...+85 °C

Показатели безотказности рассматриваемых типов микроконтроллеров были определены согласно методики расчета [4, 5].

Средний ресурс определялся по формуле 1:

$$T_p = \frac{\sum_{i=1}^N T_{pi}}{N}, \quad (1)$$

где T_{pi} – ресурс i -го изделия, N – количество объектов, поставленных на испытания или эксплуатацию.

Статистическая оценка среднего времени восстановления вычислялась по формуле 2:

$$T_B = \frac{\sum_{i=1}^m T_{Bi}}{m}, \quad (2)$$

где T_{Bi} – время восстановления i -го изделия, m – количество восстановлений рассматриваемых объектов.

Коэффициент технического использования микроконтроллеров определялся по формуле 3:

$$K_{т.и} = \frac{T_0}{T_0 + \tau_{ТО} + \tau_P + \tau_B}, \quad (3)$$

где T_0 – суммарная наработка объекта, $\tau_{ТО}$ – время планового технического обслуживания микроконтроллера, τ_P – время, затрачиваемое на плановый ремонт, τ_B – время, затраченное на внеплановые восстановления микроконтроллера.

В работе было определено количество работоспособных микроконтроллеров и вероятность безотказной работы на конец каждого временного интервала, результаты расчета сведены в таблицу 2.

Таблица 2 – Результаты расчета вероятности безотказной работы

Наименование	Интервал времени, час	Количество отказавших изделий $n(t)$	Количество работоспособных изделий $N(t)$ к концу периода	Вероятность безотказной работы $P(t)$
RP2040	0 – 100	1	11	0,92
	100 – 200	3	12	0,77
MCS51	0 – 100	1	13	0,89
	100 – 200	3	8	0,75
1986BE9x	0 – 100	1	14	0,91
	100 – 200	1	15	0,95

По представленному расчету вероятностям более 0,95 соответствуют значения наработки для микроконтроллеров типа 1986BE9x, которые и будут применены в системе приемопередатчика информации цифрового персонального помощника.

В работе были проанализированы разрядные характеристики Li-ion аккумулятора, который предлагается использовать в предлагаемом цифровом персональном помощнике. Разрядные характеристики аккумулятора цифрового персонального помощника при различных температурах представлены на рисунке 1.

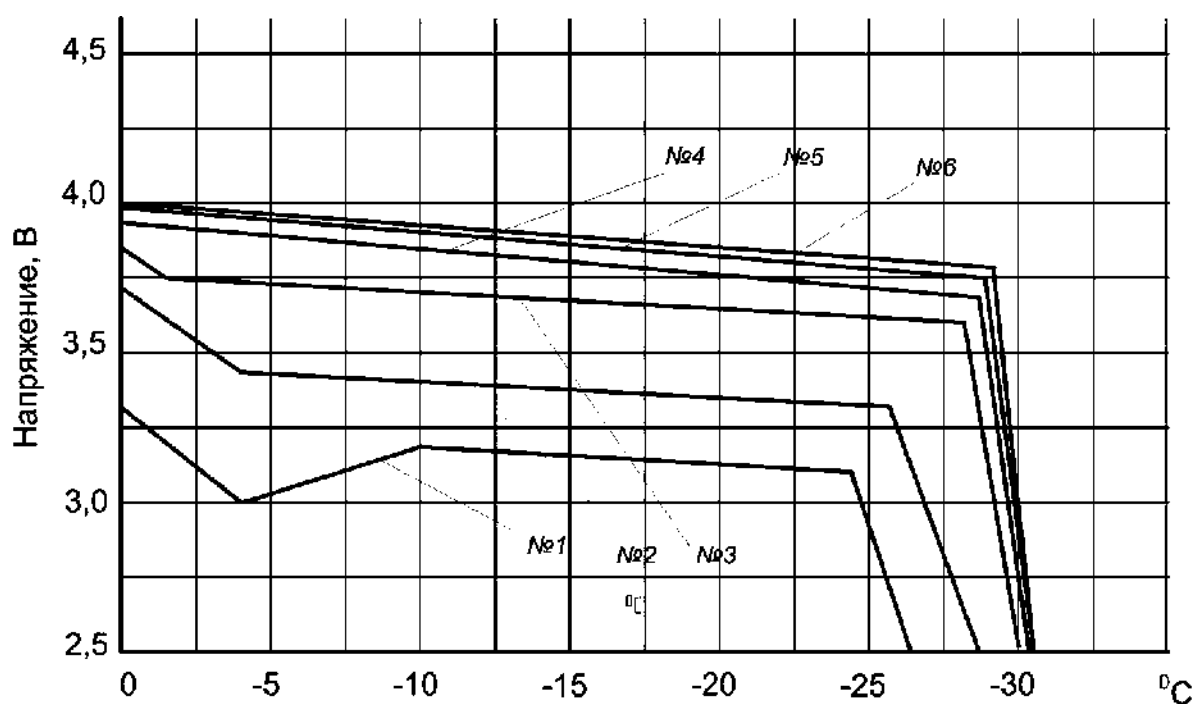


Рисунок 1 - Разрядные характеристики аккумулятора цифрового персонального помощника при различных температурах

В данном эксперименте принимали участие 6 аккумуляторов при различном начальном напряжении. Напряжения аккумуляторов, принявших участие в эксперименте, представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Начальные напряжения аккумуляторов

№ п/п	Наименование и обозначение на графике	Напряжение, В
1	JOUYM 21700 INR21700 48T - №1	3,27
2	JOUYM 21700 INR21700 48T - №2	3,65
3	JOUYM 21700 INR21700 48T - №3	3,82
4	JOUYM 21700 INR21700 48T - №4	3,89
5	JOUYM 21700 INR21700 48T - №5	3,91
6	JOUYM 21700 INR21700 48T- №6	3,95

Установлено, что, при низких температурах имеет место начальный провал напряжения.

Данные исследования позволили подобрать оптимальный набор составных частей цифрового персонального помощника для работников железнодорожной отрасли.

Данные исследования позволят подобрать оптимальный набор составных частей цифрового персонального помощника для работников железнодорожной отрасли.

В свою очередь достоверно отмечено, что применение цифрового персонального помощника при техническом осмотре позволит на 15% повысить качество и культуру производства технического обслуживания подвижного состава на пунктах технического обслуживания. Позволит повысить на 20% количество заблаговременно выявляемых неисправностей и дефектов железнодорожного подвижного состава.

Список литературы

1. Осипова Т.П. Совершенствование технологии контроля неисправностей подвижного состава при техническом обслуживании / Т.П. Осипова, А.Н. Шмойлов. – В сборнике: Дни студенческой науки. Сборник материалов 51-й научной конференции обучающихся СамГУПС. Самара, 2024. С. 113-115.
2. Современные цифровые технологии. URL: <http://s-c-technologies.ru/> (дата обращения 16.01.2025)
3. Интеллектуальный виртуальный ассистент. URL: <https://picktech.ru/blog/tips/chto-takoe-virtualnyy-assistent-pochemu-on-nuzhen-biznesu> (дата обращения 17.01.2025)
4. Оценка надежности специальных технических систем на этапе их эксплуатации / А.В. Романов, А.С. Гоголевский, О.Н. Неелова, В.А. Соколова. – Системы. Методы. Технологии. 2018. № 4 (40). С. 13-19.
5. Уралов Д.Ю. Программное средство для определения эксплуатационной надёжности печатных плат электронной аппаратуры / Научно-исследовательский центр «Вектор развития». 2021. № 6. С. 252-255.

АНАЛИЗ ПРОХОЖДЕНИЯ КОЛЁСНОЙ ПАРЫ ЧЕРЕЗ ПРОГРАММЫ НА ОСНОВЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ МВРП «ГОРЬКИЙ-СОРТИРОВОЧНЫЙ»

Чибанов Роман Викторович

*студент Нижегородского института путей сообщения – филиала
ФГБОУ ВО «Приволжский государственный университет путей сообщения»,
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

Неумоин Владимир Александрович

*старший преподаватель кафедры «Техника и технологии железнодорожного
транспорта» Нижегородского института путей сообщения – филиала
ФГБОУ ВО «Приволжский государственный университет путей сообщения»,
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

Аннотация: в статье расписан этап прохождения колесной пары через механизированный вагоноремонтный пункт. Расписаны этапы формирования документов на снятые детали, на расход номерных деталей, на приход номерных деталей и на установку номерных деталей на вагон. Описаны существующие проблемы при подписи документов и предложения по их решению. Каждый расписанный этап включает в себя анализ на выявление сложностей в процессе использования программы автоматизированной системы управления текущим отцепочным ремонтом на основе экономических критериев. Предложены варианты решения выявленных проблем и их положительные результаты при условии внедрения.

Ключевые слова: АСУ ТОР ЭК, АРМ Мастера ТОР, АРМ Руководителя, АРМ Инженера по договорам, МВРП, ВРП, М-15.

В настоящее время большим спросом используется логистика. Логистика – это наука, изучающая способы снабжения, доставок и перевозок определённых товаров различной классификации. Логистика присутствует во всех видах транспорта, включая воздушный, морской, наземный и железнодорожный. Но мы затронем именно железнодорожный вид транспорта, так как есть довольно много компаний, осуществляющих доставку грузов и пассажиров посредством железнодорожного транспорта. Чтобы в компанию приносилась прибыль, должны соблюдаться следующие важные правила перевозок и доставок: быстро и в срок, безопасно и качественно, точно в пункт назначения и так далее. Без сомнений, безопасность играет важную роль не только для осуществления перевозки пассажиров, но и для доставляемого груза в грузовом вагоне. Поэтому прежде, чем дать под погрузку грузовой вагон и отправить его в пункт назначения, нужно убедиться, что подвижной состав соответствует всем требованиям для обеспечения безопасности его движения (срок эксплуатации, недавние даты выпуска вагона из планового ремонта). Для этого существуют станции с текущим отцепочным ремонтом, где вагон проходит проверку на его полную исправность, при необходимости ремонтируется и в дальнейшем выпускается на эксплуатацию. Один из основных наиболее опасных узлов, где может возникнуть угроза безопасности движения грузового вагона – это узел колесной пары и буксового узла. Поэтому рассмотрим в дальнейшем процесс прохождения колесной пары через текущий отцепочный ремонт механизированного вагоноремонтного пункта «Горький-Сортировочный» (далее МВРП «Горький-Сортировочный»).

МВРП «Горький-Сортировочный» – это механизированный вагоноремонтный пункт, который снабжен специальными кранами и домкратами для подъёма кузова вагона и выкатки из-под него вагонной тележки. Деятельность МВРП «Горький-Сортировочный» направлена на производство таких видов ремонта, как текущий отцепочный вида ТР-1 и ТР-2. ТР-1 включает в себя подачу и уборку порожнего грузового вагона перед погрузкой. При этом вагон

отцепляется от основного состава и переводится на специальные пути, где и выполняется ремонт. На период его проведения вагон переводится в нерабочий парк. ТР-2 по грузовому вагону включает в себя устранение выявленных неисправностей, которые не могут быть устранены в процессе ТР-1.

В ходе ремонта ТР-2 проводятся следующие работы:

1. Демонтаж и замена изношенных деталей и узлов – это оси, подшипники, колёсные пары, балки рамы, поперечины, боковины, крыша, полы, двери и другие элементы кузова.
2. Восстановление геометрических параметров вагона. Например, расстояния между колёсными парами, ширины колеи, высоты кузова и других параметров.
3. Покраска вагона после проведения всех необходимых ремонтных работ.
4. Установка и замена оборудования. Это тормозная система, освещение, кузовное оборудование и другие элементы.

В зависимости от характера и объёма работ, ремонт может занимать от нескольких дней до нескольких месяцев. На текущий момент МВРП «Горький-Сортировочный» оснащён двумя механизированными кранами, предназначенными для транспортировки снятых деталей вагона. Процесс транспортировки и погрузки происходит «вертикально». Также на участке присутствуют два рабочих домкрата, которые поднимают кузов грузового вагона, для дальнейшего выкатывания из-под него тележки. Текущий и средний ремонт снятой с грузового вагона колёсной пары осуществляется в вагоноремонтном предприятии (далее ВРП) АО «ВРК-1».

АО «ВРК-1» - это ВРП, расположенное вблизи парка отправления эксплуатационного вагонного депо «Горький-Сортировочный» (далее ВЧДэ-3 Горький-Сортировочный). Деятельность ремонтного вагонного депо Горький-Сортировочный (далее ВЧДр Горький-Сортировочный) направлена на производство плановых видов ремонта грузовых вагонов (деповского, капитального), подготовку вагонов под погрузку, содержание вагонного парка в эксплуатации, производство технического обслуживания и ремонта вагонов пункта технического обслуживания «Горький-Сортировочный» (далее ПТО «Горький-Сортировочный») и МВРП. В 1995 году в вагонном депо Горький-Сортировочный построены вагонно-колесные мастерские (далее ВКМ) для формирования новых колесных пар. В 1996 году на ВКМ пущена линия по ремонту колесных пар. Основные виды услуг у ВРП АО «ВРК-1» это осуществление текущего отцепочного ремонта вагонов, капитального ремонта, деповского ремонта и ремонта колёсных пар, деталей и узлов грузового вагона.

Теперь рассмотрим процесс прохождения ремонта колёсной пары через МВРП «Горький-Сортировочный».

Процесс прохождения включает в себя следующие этапы:

1. Снятие колесной пары с грузового вагона с оформлением комплекта документов на снятые детали.
2. Погрузка колесной пары в транспортное средство для отвоза её на ВРП для проведения текущего или среднего ремонта, то есть проведение расхода.
3. Привоз отремонтированной детали обратно на МВРП «Горький-Сортировочный» на транспортном средстве, приход деталей с последующим оформлением комплекта документов на приход деталей и оформлением документа движения.
4. Установка исправной колёсной пары обратно под вагон.

Процесс прохождения ремонта колёсной пары изображён на рисунке 1.

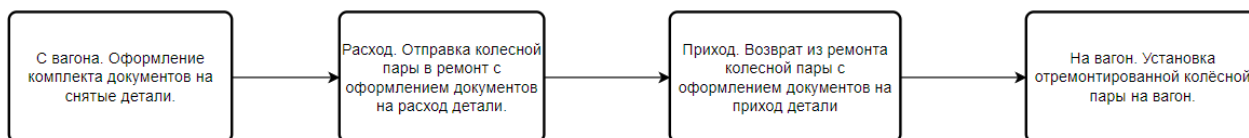


Рисунок 1 - Этапы прохождения колесной пары через ремонт.

Создание всех необходимых документов и также формирование отчёта движения колёсной пары происходит в специальной программе автоматизированной системы управления текущим отцепочным ремонтом на основе экономических критериев (далее АСУ ТОР ЭК). Она включает в себя следующие автоматизированные рабочие места (далее АРМ):

1. АРМ Мастера ТОР – позволяет организовать планирование и проведение ремонта грузовых вагонов на участке текущего отцепочного ремонта.
2. АРМ Инженера по договорам – позволяет вести учёт подписанных и утверждённых договоров, а также отслеживать фактическое исполнение каждого условия.
3. АРМ Руководителя – предназначен для выполнения функций оперативного управления и принятия решений.

Далее рассмотрим полный процесс ремонта колёсной пары через АСУ ТОР ЭК.

Сначала оформляется комплект документов на снятые детали вагона. Делается это в АРМ Инженера по договорам. После снятия колесной пары оператором МВРП в АРМ Мастера ТОР, АРМ Инженера по договорам позволяет создать документ о принятии на хранение или в переработку товарно-материальных ценностей (далее документ формы МХ-1). В основном деталь приходит с видом оценки «до определения ремонтпригодности», поэтому совместно с МХ-1 также в АРМ Инженера по договорам оформляется акт браковки запасных деталей. После оформления данные документы подписываются в АРМ Руководителя специальной флешкой с наличием машиночитаемой доверенности. После подписи комплект документов направляется собственнику.

При анализе данного процесса можно сделать вывод, что создание комплекта на снятые детали не вызывает никакого труда. Необходимые данные заполняются автоматически, акт браковки также создаётся в нескольких действиях. Поэтому возникновение неполадок и ошибок на данном этапе крайне малы.

Унифицированная форма № МХ-1	
Утверждена постановлением Госкомстата России от 09.08.99 № 66	
Форма по ОКУД	Код 0335001
(организация-хранитель, адрес, телефон, факс)	по ОКПО
(структурное подразделение)	Вид деятельности по ОКДП
(поклажедатель (наименование, адрес, телефон, факс)	по ОКПО
(фамилия, имя, отчество))	Договор
	номер
	дата
	Вид операции
АКТ	Номер документа
	Дата составления
О ПРИЕМЕ-ПЕРЕДАЧЕ ТОВАРНО-МАТЕРИАЛЬНЫХ ЦЕННОСТЕЙ НА ХРАНЕНИЕ	
Акт составлен о том, что приняты на хранение	
(наименование, номер места хранения)	(срок хранения) дней

Рисунок 2- Форма заполнения документа МХ-1.

При анализе третьего этапа уже возникают трудности и возможности на возникновение ошибок. Если при подписании М-15 до него и вместе не будут подписаны прилегающие документы, то при отправке М-15 возникнет ошибка отправки в ЕК АСУФР, которую исправить можно будет только путём оформления заявки на откат документа. А это занимает определённое время.

Рисунок 3 - Документ движения формы М-15.

После прихода деталей из ремонта, происходит заключительный этап прохождения колёсной пары через ремонт МВРП «Горький-Сортировочный». На данном этапе оформляется документ формы возврата товарно-материальных ценностей (далее МХ-3). В нём прописывается стоимость услуг по хранению колёсной пары на складе, длительность хранения, стоимость колёсной пары и её характеристики и на какой вагон она поставлена. Всё это также оформляется в программе АРМ Инженера по договорам. Подпись документов также происходит в АРМ Руководителя.

При анализе прохождения колёсной пары через ремонт было выявлено следующие проблемные ситуации: возникновение ошибок при подписи документов М-15 из ремонта, трудность в проверке комплекта документов на приход деталей. Также стоит отметить, что все колёсные пары на территории ВЧДэ-3 заносятся ежемесячно в сверку товарно-материальных ценностей ФМУ-97. Сверка также оформляется вручную, это тоже занимает большое время. А на детали с состоянием брака и неремонтопригодности составляются письма на вывоз собственникам, которые также делаются вручную с необходимостью занесения данных о колёсной паре. Предлагаются следующие варианты решения проблем:

1. Внедрение ограничения подписи документов. Предлагается ограничить подпись документов, если в них присутствуют неточности. Таким образом если не все документы подписаны или в самом документе М-15 нет остатков товарно-материальных ценностей, то само ограничение не позволит подписать и направить документ. Уменьшится количество возникновения ошибок, что ускорит исправление документов.

2. Улучшение формирования отчёта сверки ФМУ-97. Функция формирования отчёта уже есть в АРМ Руководителя, но она должным образом не соответствует самой форме ФМУ-97. Поэтому предлагается её усовершенствовать, чтобы ускорить процесс создания сверки товарно-материальных ценностей и сократить время соответствующего документооборота.

3. Внедрить систему формирования писем на вывоз деталей. Предлагается внедрить универсальный шаблон заполнения писем с последующей выгрузкой данных о неремонтопригодных деталях с возможностью дальнейшей отправки данного письма собственнику. Сократится время создание шаблона для письма и ускорится процесс создания письма путём исключения надобности ввода данных о колёсной паре вручную в само письмо.

Приложение № 6
к договору № _____
от _____

Систематизированная форма № ФМУ-97
Утверждена распоряжением ОАО «РЖД» от 15.12.2009 № 268/р

ФОРМА

Заказчик: _____
(наименование)

(адрес, индекс, факс)

Исполнитель: _____
(наименование структурного подразделения)

(адрес, индекс, факс)

Формы по ОКУД
по ОКЗВ:

Вид	0315856

Код БЕ: _____
по ОКЗВ: _____

АКТ

Номер документа	Дата составления

сверки остатков товарно-материальных ценностей, переданных (принятых) в переработку на сторону, на ответственное хранение на основании _____ от "___" ____ г. № _____
по состоянию на "___" ____ г. 20__ г.

п.п.	С/д, руб.	Товарно-материальные ценности, переданные (принятые) ОАО «РЖД» в переработку (по времени)		Наименование	Сведения о передаче		Место нахождения (наименование)	Услуги ТМБ в переработку (по времени) на ответ. стороне		Передано (принято) в переработку (по времени)		Поступило (выпущено) из переработки (по времени)		Услуги ТМБ в переработку (по времени) на ответ. стороне		Выпущено (принято) из переработки		Рискованно		Прочие расходы	
		аккумуляторы, цепи, ремни, цепи	иные материалы		всего	выпущено		количество	стоимость, руб.	количество	стоимость, руб.	количество	стоимость, руб.	количество	стоимость, руб.	количество	стоимость, руб.	количество	стоимость, руб.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Итого		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	

Ответственный за правильность оформления факта хозяйственной жизни

Руководитель Заказчика: _____ (подпись) _____ (ф.и.о.)

Бухгалтер Заказчика: _____ (подпись) _____ (ф.и.о.)

Ответственный за правильность оформления факта хозяйственной жизни

Руководитель Исполнителя: _____ (подпись) _____ (ф.и.о.)

Бухгалтер Исполнителя: _____ (подпись) _____ (ф.и.о.)

Подписчик: _____

ФОРМА СОГЛАСОВАНА:

Заказчик: _____

М.П.

М.П.

Рисунок 4 - Форма акта сверки ФМУ-97

Список литературы

1. Неумоин В.А. Единая корпоративная автоматизированная система управления вагонного хозяйства // Вагоны и вагонное хозяйство. 2017 № 4
2. Неумоин В.А. Подсистема управления текущим отцепочным ремонтом на основе экономических критериев (ТОР ЭК) // Вагоны и вагонное хозяйство. 2011 № 3
3. Неумоин В.А. Электронный документооборот с собственниками подвижного состава при текущем отцепочном ремонте // Вагоны и вагонное хозяйство. 2013 № 2
4. Автоматизированная система централизованной подготовки и оформления перевозочных документов (ЭТРАН): Руководство программиста // ОАО «РЖД», 2009
5. Москвичев О.В., Информационные технологии и информационно-управляющие системы на магистральном транспорте. – Самара: СамГУПС, 2015

МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТАЛОСТНЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ ИЗОЛЯЦИИ ТЯГОВЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ (ТЭД)

Шрайбер Марина Александровна

*доцент кафедры «Локомотивы и локомотивное хозяйство» (ПГУПС)
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация*

Аннотация: статья направлена на разработку универсальной математической модели для объяснения усталостного поведения изоляции обмоток тяговых электродвигателей (ТЭД) локомотивов как многослойного композиционного материала. Изучаются различия в механизме усталостного разрушения материала изоляции и их влияние на прогнозирование усталостной его долговечности. Затем сравниваются и обсуждаются существующие методы оценки повреждений материала изоляции ТЭД. Предлагается новая функция оценки повреждений, позволяющая фиксировать уникальные характеристики его разрушения. Приведен пример, демонстрирующий применение предложенного метода для материала изоляции ТЭД, подвергающегося циклическому нагружению, и показана универсальность предложенной модели для различных наборов экспериментальных данных.

Ключевые слова: изоляция; тяговый электродвигатель; надежность; усталость; циклическая нагрузка.

Введение

Старение представляет собой необратимый процесс, который медленно, но неотвратимо изменяет структуру и химический состав изоляционного материала под воздействием различных факторов: тепловых, электрических, экологических и термомеханических. Под влиянием термической нагрузки изоляция постепенно разрушается, что приводит к снижению её диэлектрической прочности. При длительной эксплуатации ТЭД важно следить за процессом старения изоляции, так как правильная оценка степени её износа является основой для планирования ремонтных работ [1].

Многие факторы окружающей среды и эксплуатации могут оказывать влияние на старение изоляции обмоток ТЭД. Наиболее значимыми из них являются: теплота, вибрация, скачки напряжения питания, влажность, агрессивные химические вещества, грязь, мусор, пыль, песок и другие. При нормальных условиях эксплуатации процесс старения сам по себе не приводит к ухудшению изоляционного материала, но делает его более уязвимым для других повреждений, которые могут привести к отказам ТЭД в будущем.

Старение и выход из строя изоляции обмоток ТЭД происходят не только из-за ускоренного термического окисления полимеров пропиточных составов. Это также связано с различиями в коэффициентах теплового расширения и неоднородным распределением температуры между изоляцией, медью обмотки и сталью сердечника [2]. В результате возникают термически индуцированные механические напряжения [3]. Если эти напряжения достигают предела текучести или предельного напряжения растяжения, происходит разрушение материала изоляции, который является самым слабым звеном в цепи передачи теплоты. Даже если термомеханическое напряжение не достигает критического уровня, циклическое воздействие постепенно разрушает материал изоляции, вызывая механическую усталость.

Изоляция тягового электродвигателя представляет собой не однородный материал, как это обычно считают в большинстве научных работ [4], а многослойный полимерный композит. Каждый слой этого композита обладает уникальными свойствами, а все они объединены общим связующим веществом – пропиточным материалом.

Композитные материалы широко используются в авиакосмической, автомобильной и строительной отраслях из-за их высокой удельной жесткости и прочности, что дает материалу преимущества и обеспечивает потенциальную экономию энергии [5].

С ростом температуры происходит увеличение размеров как медных проводников, так и изоляционного материала и сердечника. Из-за разницы в коэффициентах теплового расширения этих элементов один из них может быть поврежден. Наиболее уязвимые места – это участки, где изоляция подвергается как упругой, так и пластической деформации. Поэтому изоляционный материал в пазу должен быть достаточно прочным, чтобы выдерживать сжатие и сдвиг, и не разрушаться при циклических нагрузках [6].

Циклическая нагрузка приводит к кумулятивному повреждению и ухудшению свойств материала изоляции. Желательно, чтобы ее компоненты обладали хорошей устойчивостью к усталости в течение срока службы ТЭД. Важно точно оценить повреждения и ухудшенные свойства, чтобы гарантировать, что конструкции будут работать с высокой надежностью в течение всего срока эксплуатации локомотива. Такой анализ должен быть в состоянии предсказать оставшийся срок службы ТЭД, учитывая предыдущую историю нагружения.

1. Усталость материала изоляции

Усталость представляет собой ключевой механизм разрушения конструкций при циклическом нагружении. В этой области были проведены обширные исследования, особенно в отношении монолитных материалов, таких как металлы и их сплавы. Были достигнуты значительные успехи в разработке материалов, устойчивых к усталости, а также в создании методологий прогнозирования срока их службы [7].

Анализ усталостных характеристик и прогнозирование срока службы композитных материалов – сложная задача, так как свойства их компонентов значительно отличаются. Усталостное поведение одного компонента может сильно меняться под воздействием других компонентов и межфазных областей между волокнами и пропиткой [2].

При прогнозируемой усталостной долговечности при постоянной циклической нагрузке усталостное повреждение можно оценить после заданного количества циклов с помощью модели накопления усталостного повреждения, которая обсуждается в следующем разделе. Предполагается, что композит разрушается, когда накопленные повреждения превышают критический уровень повреждений [8].

Стоит подчеркнуть, что совместное влияние различных факторов старения создаёт эффект, который не равен сумме эффектов, вызванных каждым фактором по отдельности. Износ изоляционного материала ТЭД – это комплексный процесс. Различные типы дефектов, такие как трещины, расслоения и отслоения, могут появляться постепенно или влиять друг на друга. Это приводит к разным скоростям развития, которые можно представить в виде кривой усталости.

Линейная зависимость между максимальным напряжением σ_n и логарифмом N_i , числа циклов нагрузки до усталостного разрушения, часто используется для прогнозирования усталостной долговечности композитных материалов [9], в том числе изоляции.

$$\sigma_n = a \log N_i + b, \quad (1)$$

где a и b – параметры, связанные со свойствами материала изоляции.

При циклическом нагружении в материале изоляции будут накапливаться дефекты, которые могут привести к её разрушению или нарушению работы. Для однородных материалов или материалов с плотной структурой накопление дефектов происходит медленно, а трещины распространяются перпендикулярно направлению нагрузки. В случае композитных материалов, особенно в многослойных структурах изоляции ТЭД, ее разрушение может происходить по-разному. Например, может происходить растрескивание пропиточного состава, разделение волокон и пропиточного состава, разрушение волокон, появление трещин в слоях, расслаивание и образование пустот.

2. Разрушение композитных материалов

Механизмы зарождения и развития трещин в материале изоляции ТЭД представляют собой сложный процесс. Даже в однонаправленных армированных системах изоляции при простом нагружении, например, растяжении вдоль направления волокон, трещины могут возникать в различных местах и направлениях. Трещины могут возникать в пропиточном слое перпендикулярно направлению нагрузки. Также трещины могут возникать на границе раздела вдоль направлений волокон между волокнами и пропиточным слоем вследствие нарушения связи. Было проведено множество экспериментальных исследований на усталость для изучения роста трещин в таких материалах, когда распространяется только одна доминирующая трещина [10, 11].

Повреждение быстро накапливается в течение первых нескольких циклов нагружения. На этом этапе микротрещины зарождаются в нескольких местах в пропиточном составе. Разрыхление происходит на слабых границах между волокнами и пропиточным составом. Кроме того, на этом этапе могут порваться некоторые волокна с низкой прочностью. Следующий этап показывает медленный и устойчивый темп роста повреждений. Наконец, повреждение снова быстро растет на последней стадии перед разрушением.

Классическая механика разрушения не представляется подходящей для анализа усталостной долговечности изоляционного материала ТЭД. Более перспективным методом может быть концепция накопления повреждений, которая позволяет прогнозировать усталостную долговечность его изоляции. Однако прямое измерение усталостного повреждения в данном случае невозможно. Поэтому для количественной оценки усталостного повреждения часто используют величину переменной повреждения $D_{и}$, которую можно определить следующим образом [12]:

$$D_{и} = 1 - \frac{E}{E_{п}}, \quad (2)$$

где E - модуль упругости неповрежденного материала изоляции, Па;

$E_{п}$ - модуль упругости поврежденного материала изоляции, Па.

Таким образом, степень повреждения может быть определена путем измерения модуля упругости материала изоляции ТЭД. Следовательно, новый параметр повреждения может быть определен окончательным значением модуля упругости [13]

$$D_{и} = \frac{E_{п} - E}{E_{п} - E_0}, \quad (3)$$

где E_0 — модуль упругости при разрушении материала изоляции, Па;

Согласно уравнению (3), величина переменной повреждения материала изоляции ТЭД будет изменяться в диапазоне от 0 до 1. Причем $D_{и} = 0$ будет для неповрежденного материала изоляции, $D_{и} = 1$ — для материала изоляции ТЭД при разрушении.

В работе [14] для оценки остаточной прочности материала изоляции ТЭД и расчета ее переменной повреждения $D_{и}$ использовалась степенная функция:

$$D_{и} = 1 - \left(\frac{N_i}{N_f} \right)^j, \quad (4)$$

где N_f — допустимое количество циклов нагружения до отказа;

j — параметр, связанный со свойствами материала изоляции.

Для корректной оценки срока службы изоляции ТЭД необходимо иметь полное представление о реакции материалов, из которых она изготовлена, на механические и климатические воздействия. Это особенно актуально для участков изоляции ТЭД, расположенных в местах, где затруднён или невозможен осмотр и обслуживание.

3. Предлагаемая модель накопления усталостных повреждений

К сожалению, на данный момент не до конца изучена физическая природа влияния скорости деформации на многослойные материалы. В связи с этим физики и инженеры в основном опираются на эмпирические соотношения для описания термомеханических и

вязкоупругих свойств композитных материалов. Поскольку во многих свойствах материалов, таких как изоляция ТЭД, преобладает пропиточный состав, можно предположить, что их термомеханические и вязкоупругие свойства имеют те же особенности, что и у чистых полимеров, но усложняются многослойностью.

Предлагаемая модель предсказывает усталостную долговечность изоляции ТЭД только на основе нагрузок постоянной амплитуды, ее понимание и реализация в оценке работоспособности и надежности ТЭД очень важна для прогнозирования конечного разрушения изоляции ТЭД, будь то механическая или термическая усталость. Предлагаемая универсальная новая модель накопления повреждений для описания разрушения материала изоляции ТЭД. Эта модель точно объясняет быстрый рост повреждений как на ранних, так и на последних стадиях работы. Предлагаемая функция имеет вид:

$$D_{\text{и}} = \rho \left(\frac{N_i}{N_f} \right)^n + (1 - \rho) \left(\frac{N_i}{N_f} \right)^m, \quad (5)$$

где n, m, ρ — параметры, связанные со свойствами материала изоляции.

Эти параметры могут быть получены из экспериментальных данных по усталости. После получения показателей повреждения во время испытаний на усталость нужно провести регрессионный анализ для получения параметров n, m, ρ .

4. Результаты исследования

На рисунке 1 показана расчетная зависимость в логарифмических координатах усталостной долговечности как функции циклической диапозона деформации изоляции ТЭД при перегреве обмотки $\Delta T = 100^\circ\text{C}$ и результаты экспериментальных исследований пропиточного эпоксидного композита HexPly 3501-6/AS4 фирмы Hexcel Corporation (США) [15]. Последний по основным прочностным характеристикам близок к параметрам отечественного пропиточного компаунда Элпласт-180ИД, усталостная долговечность которого оценивалась предлагаемым методом.

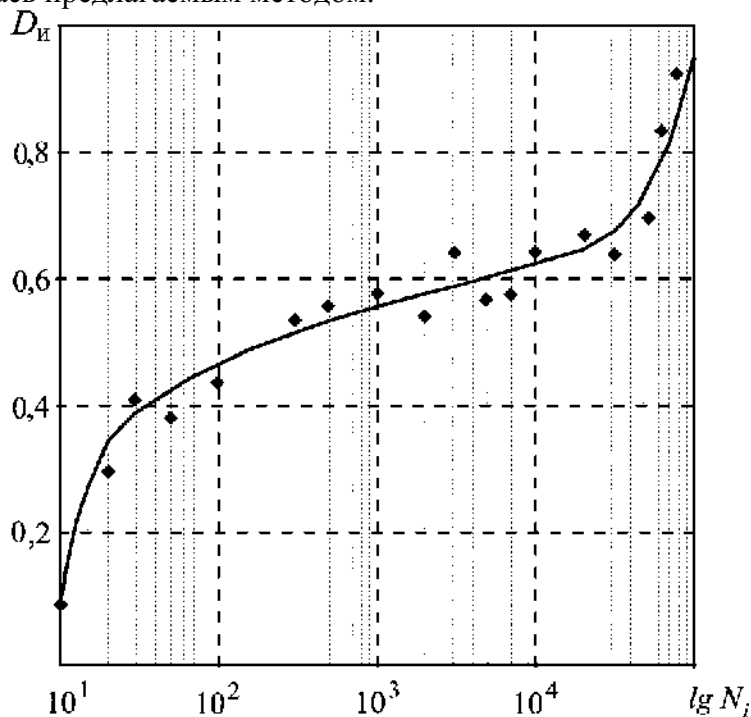


Рисунок 1 – Изменение усталостной долговечности - расчетная зависимость; ■ - экспериментальные данные

Из рисунка 1 следует, что предложенная формула (5) для прогнозирования усталостной долговечности в зависимости от фактической амплитуды деформации для рассматриваемых материалов может быть использована для формулирования потенциала энергии деформации, а также для построения номинального соотношения напряжения и деформации. Видно, что

предложенная функция очень хорошо моделирует результаты эксперимента с коэффициентом достоверности аппроксимации $R^2 = 0,9849$.

Теория механики сплошных повреждений может быть применена для исследования поведения усталостных повреждений изоляции ТЭД. Теоретическая связь между усталостной долговечностью и амплитудой деформации, полученная из модели повреждения, достаточно хорошо совпадает с представленными экспериментальными данными.

5. Заключение

Чтобы сделать процесс моделирования напряжённо-деформированного состояния повреждённой изоляции ТЭД при усталостной нагрузке более совершенным, необходимы дополнительные экспериментальные исследования. Они должны проверить предлагаемый метод при изменении амплитуды деформации. Также следует продолжить изучение зависимости между напряжением и деформацией повреждённой изоляции ТЭД. Важно сравнить жёсткость, определённую в ходе экспериментов, с жёсткостью, заложенной в математической модели, которую мы предлагаем. Для этого необходимо использовать образцы изоляции с различными уровнями усталостных повреждений.

Список литературы

1. Мищенко М.В. Процессы старения электрической изоляции обмоток тяговых электродвигателей [Электронный ресурс] / М. В. Мищенко, А. Ю. Портной // Молодая наука Сибири: электрон. науч. журн. 2021. – №12. – Режим доступа: <http://mnv.irkups.ru/toma/121-2021>, свободный. – Загл. с экрана.
2. Киселев В.И. Повышение надежности тяговых электродвигателей тепловозов с учетом теплофизических параметров изоляции и проводников обмотки якоря/ В.И. Киселев Т.О. Вахромеева, А.И. Федянин// Вестник Научно-исследовательского института железнодорожного транспорта (Вестник ВНИИЖТ). 2022. – Т. 81, – № 3. – С. 213–220.
3. Курилкин Д.Н. Моделирование механических напряжений в обмотках тяговых электродвигателей тепловозов / Д.Н. Курилкин, М.А. Шрайбер, А.А. Романова // Электроника и электрооборудование транспорта. 2021. – № 2. – с. 46-48
4. Исмаилов Ш.К. Повышение ресурса изоляции электрических машин подвижного состава: Монография. // Омский государственный университет путей сообщения. Омск, 2007. – 391 с.
5. Middleton D.H. Composite materials in aircraft structures/D.H. Middleton // Longman Scientific & Technical, New York, J. Wiley, – 1990. – p. 213-221.
6. Галушко А.И. Надежность изоляции электрических машин / А.И. Галушко, И.С. Максимова, Р.Г. Оснач, П.М. Хазановский- М.: Энергия, 1979. - 175 с.
7. Мыльников В.В. Циклическая прочность и долговечность конструкционных материалов: монография /В.В. Мыльников, О.Б. Кондрашкин, Д.И. Шетулов; Нижегород.гос.архитектур.-строит.ун-т – Н. Новгород: ННГАСУ, – 2018. – 177 с
8. Halford G.R. Proposed framework for thermomechanical fatigue life prediction of metalmatrix composites (MMCs). / G.R. Halford, B.A Lerch, J.F. Saltsman, V.K.Arya // In: Sehitoglu H, editor. Thermomechanical fatigue behavior of materials, ASTM STP 1186. Philadelphia: American Society for Testing and Materials; – 2023. – p. 176–194.
9. Subramanian S.A. Cumulative damage model to predict the fatigue life of composite laminates including the effect of a fiber-matrix interphase. /S. Subramanian, K.L. Reifsnider, W.W. Stinchcomb //Int J Fatigue – 1995; – 17(5): – p.343–351.
10. Вильдеман В.Э. Экспериментальные исследования свойств материалов при сложных термомеханических воздействиях/ В.Э. Вильдеман, М.П. Третьяков, Т.В. Третьякова и др. под ред. В.Э. Вильдемана. – Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2012. – 204 с.
11. Reifsnider K. The mechanics of composite strength evolution. / K. Reifsnider, S, Case, J. Duthoit /Compos Sci Technol – 2000; – 60: – p.2539–2546.

12. Гольдштейн Р. В. Моделирование трещиностойкости композиционных материалов / Р.В. Гольдштейн, М.Н. Перельмутер // Вычислительная механика сплошных сред. 2009. – Т.2, – № 2. – с. 22–39
13. Kumar R. Fatigue damage evolution in woven fabric composites. / R. Kumar, R. Talreja // 41st AIAA/ASME/ASCE/AHS/ASC Structures, Structural Dynamics and Materials Conferences and Exhibit, – Atlanta, – 2000 – p.204-222.
14. Chawla K.K. Composite materials – science and engineering. / K.K. Chawla // 2nd ed. New York: Springer-Verlag – NewYork Inc.; – 1998. – 314 p.
15. Akano T.T. Fatigue Failure Model for Polymeric Compliant Systems / T.T. Akano, O.A. Fakinlede // ISRN PolymerScience, – 2013, – pp. 1-11.

СЕКЦИЯ 4. ЭНЕРГЕТИКА, АВТОМАТИКА И СВЯЗЬ НА ТРАНСПОРТЕ

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ С ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬНОЙ НАГРУЗКОЙ

*Абдуллаева Рухсора Собировна,
докторант кафедры электроснабжения
Ташкентского государственного транспортного университета,
г. Ташкент, Республика Узбекистан*

*Турдибеков Камол Хамидович,
доцент кафедры электроснабжения,
Ташкентского государственного транспортного университета,
г. Ташкент, Республика Узбекистан*

*Сотволдиев Абдувохид Рузибоевич,
заместитель декана факультета инженерии железнодорожного транспорта,
Ташкентского государственного транспортного университета,
г. Ташкент, Республика Узбекистан*

Аннотация: повышение надежности электроснабжения промышленных потребителей является ключевым требованием для обеспечения качества электроснабжения. Использование устройства высокоскоростной передачи данных по шине (НВТ) является одним из наиболее эффективных методов достижения этой цели. Эти устройства предназначены для повышения надежности электроснабжения ключевых потребителей и обеспечения переходной стабильности сложной нагрузки электродвигателя во время кратковременных отключений электроснабжения. Принцип работы НВТ основан на непрерывном мониторинге фазных значений напряжения и тока на шинах двух входных клемм распределительного устройства, преобразовании их в комплексные значения напряжения и тока активной положительной последовательности с последующей обработкой результатов измерений программным обеспечением. В данной работе рассматриваются ключевые принципы работы устройства и анализируются ключевые преимущества его применения на промышленных предприятиях. В статье представлены результаты работы НВТ в электросети металлургического предприятия во время аварийной ситуации на одной из подстанций с ключевыми потребителями. Авторы исследуют срабатывание НВТ после отключения питания на одном из участков шины подстанции. На основании результатов исследования сделаны некоторые выводы относительно эффективности обеспечения переходной устойчивости сложной нагрузки электродвигателя при кратковременных отключениях электроснабжения.

Ключевые слова: передаче данных, коммерческие объекты, аккумулятор

Существует много типов приемников электроэнергии, которые требуют непрерывного и практически идеального электроснабжения. Несмотря на то, что степень надежности электроснабжения в энергосистеме очень высока, ИТ-оборудование, оборудование для обработки и передачи данных, блоки точного управления и контроля долгосрочных производственных процессов чувствительны к различным типам помех, которые могут возникать в электросети. О масштабах проблемы свидетельствует и тот факт, что требования к качеству электропитания важны для разных приемников: с одной стороны, это может быть медицинское оборудование, а с другой - обычное светодиодное освещение [1]. Явления, нарушающие энергоснабжение, не только приводят к ухудшению качества электроэнергии в соответствии со стандартами серии ISO 9000, но и влияют на долговечность устройств, срок

их службы и надежность. Низкое качество электроэнергии также отрицательно сказывается на качестве продукции, изготовленной с использованием чувствительных устройств. Примером может служить качество создаваемого освещения, ошибки при передаче данных или качество обрабатываемой поверхности в процессе фрезерования. Для корректной работы описанных устройств необходимо использовать системы гарантированного электропитания, как переменного, так и постоянного тока [2-4]. Различные требования к надежности электроснабжения привели к разработке классификации получателей. Основное разделение касается двух групп: промышленных получателей и муниципальных получателей. Предполагалось, что в группе промышленных получателей есть три категории получателей:

- Категория I – с самыми высокими требованиями (высочайшая надежность электроснабжения). Это устройства, выход из строя которых может привести к угрозе жизни человека или очень серьезным материальным потерям.
- Категория II – с повышенными требованиями к качеству и надежности электроснабжения. Это устройства, выход из строя которых приводит к производственным потерям.
- Категория III – не предъявляет особых требований. Это другие устройства, не отнесенные к категориям I или II.

При проектировании системы электропитания для устройств категории I необходимо учитывать подробные требования к отдельным устройствам и, при этом, не использовать относительно адекватную резервную систему электропитания, которая должна быть независимой от основного источника питания. В случае с третьей категорией иногда также используются резервные системы, но только тогда, когда это экономически оправдано. Описанное разделение является результатом результатов проекта и не имеет прямого отношения к применимому законодательству. Следует отметить, что классификация устройств очень часто связана со структурой внешней электросети и распределительной сети внутри предприятия. На практике технические возможности местного поставщика электроэнергии (распределительной компании) являются очень важными и решающими. Муниципальные получатели, т.е. получатели, питающиеся от распределительных сетей общего пользования, как правило, напряжением до 1 кВ, являются непромышленными получателями, имеющими общественные объекты (жилые здания, за некоторыми исключениями, здания банков и больниц, офисы, железнодорожные объекты, авиационные объекты, коммерческие объекты и т.д.). Эта группа иногда также делится на три или четыре категории. В категории I с наиболее приоритетным источником питания получатели нуждаются в источнике бесперебойного питания или имеют устройства, в случае которых источник питания должен быть надежным. Применяемые решения заключаются в использовании источника бесперебойного питания от резервного источника, например, электрогенератора, адаптированного для длительной работы. Это решение используется для операционных больниц, банковских компьютерных систем и т.д. В категории II с высоким приоритетом подачи электроэнергии перерывы не должны превышать 1 секунды. Для этой цели, например, используются две независимые линии электропередачи от энергосистемы. К этой группе относятся больницы, радиостанции, железнодорожные станции и оборудование, аэропорты и т.д.

В категории III со средним приоритетом электроснабжения перерывы в работе не должны превышать нескольких секунд. Применяемые решения в основном касаются аварийного освещения, а также элементов и устройств с числовым программным управлением. Проблема решается с помощью генераторов электроэнергии. Потребителями энергии в этой группе являются, например, крупные жилые здания, крупные офисные здания, а иногда и элементы дорожной инфраструктуры. В последней, IV категории, нет дополнительных требований к надежности электроснабжения. Допускаются относительно длительные перебои в подаче электроэнергии, длящиеся даже несколько минут. Типичными объектами этой категории являются дома на одну семью в сельской местности, дома с редкой

городской застройкой, многоквартирные дома и т.д. Чаще всего эти объекты питаются от одной радиальной линии. Представленное разделение, как и в случае с промышленными потребителями, юридически не определено, а скорее является результатом практики проектирования и дистрибьюторских компаний.

Повышение надежности электроснабжения может быть достигнуто за счет различных финансовых вложений, причем повышение надежности определяется экспоненциальной функцией. Это делает необходимым выбор разумных инвестиций, которые должны определяться с учетом требуемых параметров, включая: Мощность источника и максимальное время подачи энергии.

- * Переключение по времени, т.е. по времени с момента снижения напряжения на основном источнике до момента подачи питания на нагрузку от резервного источника. Однако это время часто увеличивается из-за снижения качества электроэнергии и возвращения к соответствующему минимальному уровню качества электроэнергии.

- Эффективность применяемого решения.

- Затраты на техническое обслуживание как во время работы, так и в режиме ожидания.

Согласно таблице 1, получатели с повышенными требованиями к качеству электроэнергии и надежности ее подачи должны запитываться как минимум от двух линий электропередачи. Такое электроснабжение требует применения автоматики ATS – автоматического включения резерва. Это решение является самым дорогостоящим, но в то же время обеспечивает неограниченное количество источников питания. Альтернативой использованию энергии от второй линии электропередачи является использование электрогенератора. В этом случае инвестиционные затраты значительно ниже, чем при строительстве линии электропередачи, но потребляемая мощность значительно снижается. Время, необходимое для запуска установки, также может быть увеличено. Это решение также требует автоматизации ATS и комплексной автоматизации для управления работой установки. Использование генератора может быть третьим способом энергоснабжения в случае особо требовательных потребителей (две линии электропередачи и генератор), такое решение значительно повышает надежность энергоснабжения, но увеличивает возможность увеличения общего времени резервного электроснабжения.

Двустороннее электропитание от электросети осуществляется от двух независимых основных точек питания, так называемых MSP (main supply point). Оно может быть реализовано с использованием сетей высокого напряжения (HV), среднего напряжения (MV) и иногда даже сетей низкого напряжения (LV).

Автономные системы заряжают аккумулятор во время нормальной работы основного источника питания. В момент отключения основного источника питания включается инвертор, который потребляет энергию от батарей, обеспечивая необходимое электропитание приемников. В автономных источниках питания основным источником питания является электросеть. Резервным источником питания являются аккумуляторы или, реже, их комплекты. Упрощенно можно сказать, что автономный источник питания “ничего не делает” до тех пор, пока не произойдет сбой питания. Этот сбой не обязательно должен быть связан с отключением питания. Это также может быть изменение амплитуды или частоты. Работа переключателя зависит от используемой электронной логики.

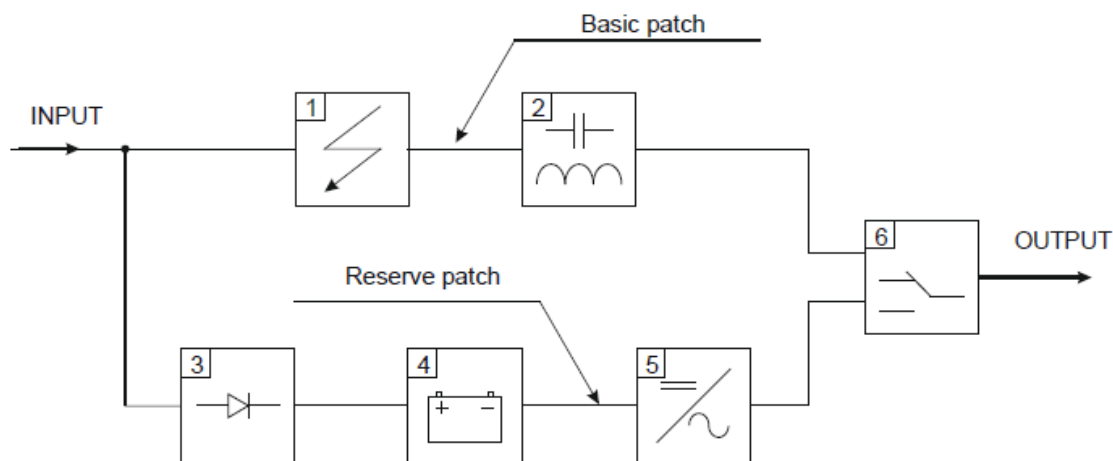


Рисунок 1 - Структурная схема ИБП автономного типа (режим ожидания)

(1 – устройство подавления перенапряжений, 2 – фильтр, 3 – система зарядки аккумулятора, 4 – аккумуляторная батарея, 5 – преобразователь постоянного/переменного тока, 6 – переключатель)

Относительно длительное время переключения каналов с основного на резервный является существенным недостатком источников питания с ЧРП (автономных). В основе сетевых систем лежит идея полного отключения приемника от электросети. Энергия, получаемая от сети, используется только для зарядки аккумулятора. Питание осуществляется за счет энергии, накопленной в аккумуляторе, через инвертор.

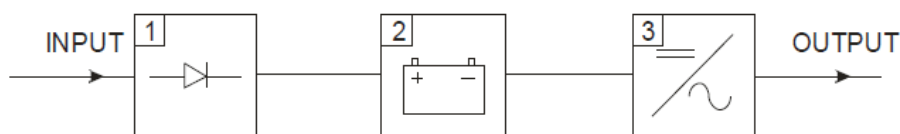


Рисунок 2 - Структурная схема ИБП сетевого типа без байпаса

(1 – система зарядки аккумулятора, 2 – аккумуляторная батарея, 3 – преобразователь постоянного/переменного тока)

Для решения проблемы вероятностного потока нагрузки могут быть использованы многочисленные аналитические методы, включая метод точечной оценки и метод кумаланов. Эти методы используют характеристики свертки случайных величин и рассчитывают поток мощности по линиям и мощность, подаваемую на шины, чтобы определить напряжение также как случайные величины. Согласно, для процедуры кумаланов и для процесса точечной оценки основным преимуществом использования некоторых из этих подходов является их вычислительная эффективность при обработке случайных величин. Надежность энергосистемы становится решающим фактором для реформирования электроэнергетического сектора. В настоящее время электроэнергетические системы функционируют как независимые производители, которые поставляют энергию распределителям по существующим передающим сетям.

Список литературы

1. Abdullayeva Rukhsora Sobirovna, & Turdibekov Kamol Khamidovich. (2023). THE ELECTROMAGNETIC EFFECT. CENTRAL ASIAN JOURNAL OF MATHEMATICAL THEORY AND COMPUTER SCIENCES, 4(9), 42-44. Retrieved from <https://cajmtcs.centralasianstudies.org/index.php/CAJMTCS/article/view/517>

2. Abdullayeva Rukhsora Sobirovna, & Turdibekov Kamol Khamidovich. (2023). THE ELECTROMAGNETIC EFFECT. Analysis of International Sciences, 1(2), 47–50. Retrieved from <https://uzresearchers.com/index.php/XAFT/article/view/862>
3. Abdullayeva Rukhsora, & Turdibekov Kamol. (2023). EURASIAN ECONOMIC INTEGRATION IN RAILWAY TRANSPORT . Нововведения Современного Научного Развития в Эпоху Глобализации: Проблемы и Решения, 1(3), 82–83. Retrieved from <https://uzresearchers.com/index.php/NSNR/article/view/836>
4. Abdullayeva Rukhsora. (2022). THE NORMATIVE MAGNITUDE. Yosh Tadqiqotchi Jurnal, 1(2), 315–319. Retrieved from <https://www.2ndsun.uz/index.php/yt/article/view/124>
5. Rukhsora, A. (2021). Electromagnetic Facility of Air and Cable Line. International Journal of Innovative Analyses and Emerging Technology, 1(4), 170–172. Retrieved from <https://openaccessjournals.eu/index.php/ijiaet/article/view/272> DEFINITION OF THE AREA OF ACCEPTABLE NON-SYMMETRICAL MODES IN POWER SUPPLY SYSTEMS (<https://worldofresearch.ru/index.php/wsaj/article/view/578>)
6. Rukhsora Abdullayeva, Kamol Turdibekov, Abduvohid Sotvoldiyev 164-168, Vol. 2 No. 6 (2024): World of Scientific news in Science International Journal
7. Abdullayeva Rukhsora, Turdibekov Kamol, & Sotvoldiyev Abduvohid. (2024). Definition of the Area of Acceptable Non-Symmetrical Modes in Power Supply Systems. American Journal of Engineering , Mechanics and Architecture (2993-2637), 2(6), 50–52. Retrieved from <https://grnjournal.us/index.php/AJEMA/article/view/5061>
8. Asymmetric Modes In Transport Power Supply Systems (<https://journals.library.torontomu.ca/index.php/ictea/article/view/2179>) Abduvokhid Sotvoldiyev, Rukhsora , Vol. 1 No. 1 (2024): ICTEA.
9. Abdullayeva Rukhsora, Turdibekov Kamol, & Sotvoldiyev Abduvohid. Vol. 3 No. 7 (2024): JOURNAL OF ENGINEERING, MECHANICS AND MODERN ARCHITECTURE (JEEMA): ASYMMETRIC MODES IN TRANSPORT POWER SUPPLY SYSTEMS, <https://jemma.innovascience.uz/index.php/jemma/article/view/605>
10. R. Abdullaeva, K. Turdibekov, A. Sotvoldiev Asymmetric modes in transport, <http://jot.tstu.uz/2024/08/26/asymmetric-modes-in-transport/>
11. Rukhsora Abdullayeva, ABOUT THE “TRAIN EXPRESS” MOBILE APPLICATION, ABOUT THE “TRAIN EXPRESS” MOBILE APPLICATION | Modern Scientific Research International Scientific Journal
12. Rukhsora Abdullayeva ABOUT THE “TRAIN EXPRESS” MOBILE APPLICATION | INTERNATIONAL SCIENTIFIC RESEARCH OF PROBLEMS OF SCIENCE AND EDUCATION.
13. Abdullayeva Rukhsora, Turdibekov Kamol, Sotvoldiyev Abduvohid, Vol. 1 No. 1 (2024): CONFERENCE OF ADVANCE SCIENCE & EMERGING TECHNOLOGIES, DEFINITION OF THE AREA OF ACCEPTABLE NON-SYMMETRICAL MODES IN POWER SUPPLY SYSTEMS | CONFERENCE OF ADVANCE SCIENCE & EMERGING TECHNOLOGIES 1.
14. Abdullayeva Rukhsora, Turdibekov Kamol, Sotvoldiyev Abduvohid, Definition of The Area of Acceptable Non-Symmetrical Modes in Power Supply Systems | Symmetria : Journal of Advanced Physics and Mathematical Review, Vol. 1 No. 1 (2024): Symmetria : Journal of Advanced Physics and Mathematical Review
15. Abdullayeva Rukhsora, Turdibekov Kamol, [ASYMMETRIES AND CONTROLS THE PARAMETERS OF THE SYMMETRICAL DEVICES IN EXTENDED ELECTRIC NETWORKS WITH TRACTION THE LOAD | International journal of artificial intelligence](#)

КОНТАКТНАЯ ПОДВЕСКА ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Агунов Александр Викторович

доктор технических наук, профессор,
зав. кафедрой «Электроснабжение железных дорог»
Петербургского Государственного университета
путей сообщения императора Александра I (ПГУПС),
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Иванов Денис Дмитриевич

аспирант кафедры «Электроснабжение железных дорог»
Петербургского Государственного университета
путей сообщения императора Александра I (ПГУПС),
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Аннотация: в статье произведен анализ существующего подхода к проектированию контактной сети, направленный на выявление недостатков в условиях современных требований, а также при увеличении темпов и объемов железнодорожных перевозок. Показана необходимость внедрения новых подходов. Предложена современная методика механического расчета цепной полукомпенсированной контактной подвески на основе математического моделирования.

Ключевые слова: контактная сеть, контактная подвеска, несущий трос, контактный провод, цепная полукомпенсированная контактная подвеска.

Контактная подвеска электрифицированных железных дорог представляет собой ключевой элемент тяговой сети, играющий незаменимую роль в обеспечении надежности и эффективности пассажирских и грузовых перевозок. Она обеспечивает передачу электроэнергии от тяговой подстанции к подвижному составу, что позволяет электроподвижному составу совершать необходимые технологические и производственные операции. Контактная подвеска по своему назначению является воздушной линией электропередачи, однако ввиду невозможности обеспечения резервирования к ней предъявляются большие требования. Одним из важнейших требований является соблюдение минимально допустимого вертикального габарита.

Согласно [1] высота контактного провода (КП) относительно уровня головок рельсов должна быть не менее 5,75 м на перегонах и станциях, а в месте пересечения с железнодорожным переездом – 6 м. Высота подвеса КП должна быть не более 6,8 м. В искусственных сооружениях допускается снижение до 5,55 м на участках постоянного тока и 5,57 м на участках переменного тока. Конструктивная высота контактной подвески и высота подвеса несущего троса (НТ) также существенно влияют на соблюдение вертикального габарита. Ограничивающим фактором высоты НТ является соблюдение минимально допустимых расстояний до искусственных сооружений, пересекающих ж.д. пути. Дополнительно на НТ действует ограничение по минимальной длине звеньевой струны.

Соблюдение вертикального габарита контактной подвески непосредственно связано с таким параметром как вертикальные перемещения проводов. Несущий трос и контактный провод являются металлическими изделиями и в свою очередь имеют свойство расширяться или сжиматься под действием температурных изменений.

Сегодня типовые контактные подвески КС-160-3 (для участков постоянного тока 3,3 кВ) и КС-160-25 (для участков переменного тока 25 кВ промышленной частоты),

разработанные АО «Универсал-контактные сети» успешно применяются при проектировании, строительстве и эксплуатации электрифицированных железных дорог. Такая контактная подвеска применяется при скоростях движения электроподвижного состава до 160 км/ч. Классификация контактной сети КС-160 по способу натяжения проводов предоставлена на рис. 1.

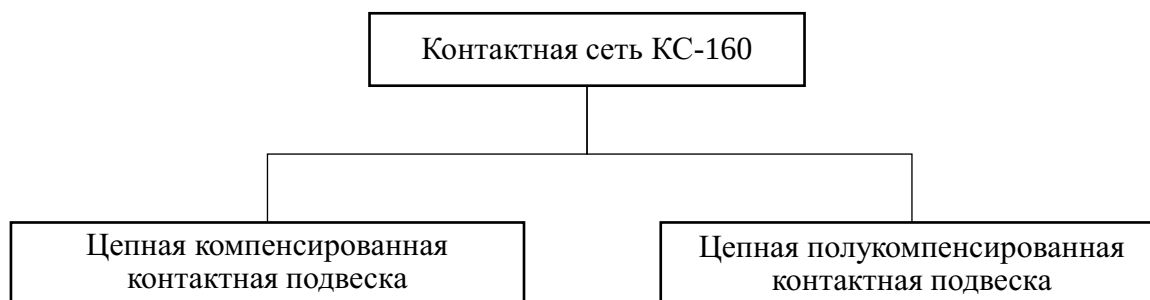


Рисунок 1 – Классификация контактной сети КС-160 по способу натяжения несущего троса и контактного провода

В цепной компенсированной контактной подвеске несущий трос и контактный провод анкеруется на анкерных опорах через узлы грузокompенсации с блочно-полиспастными компенсаторами. Такой способ натяжения проводов надежен с точки зрения как вертикальных, так и горизонтальных перемещений, в такой подвеске они минимальны, однако требует высокую точность монтажа и больших капитальных вложений в оборудование, изделия и материалы для монтажа опорных, поддерживающих конструкций, а также в провода и тросы. В цепной полукompенсированной контактной подвеске несущий трос жестко анкеруется на опоре, а контактный провод – через узлы грузокompенсации. Такой способ является более дешевым с точки зрения капитальных затрат, однако больше подвержен вертикальным и горизонтальным перемещениям, по сравнению с компенсированной подвеской. Пример анкеровок контактной подвески на анкерной опоре КС предоставлен на рис. 2.

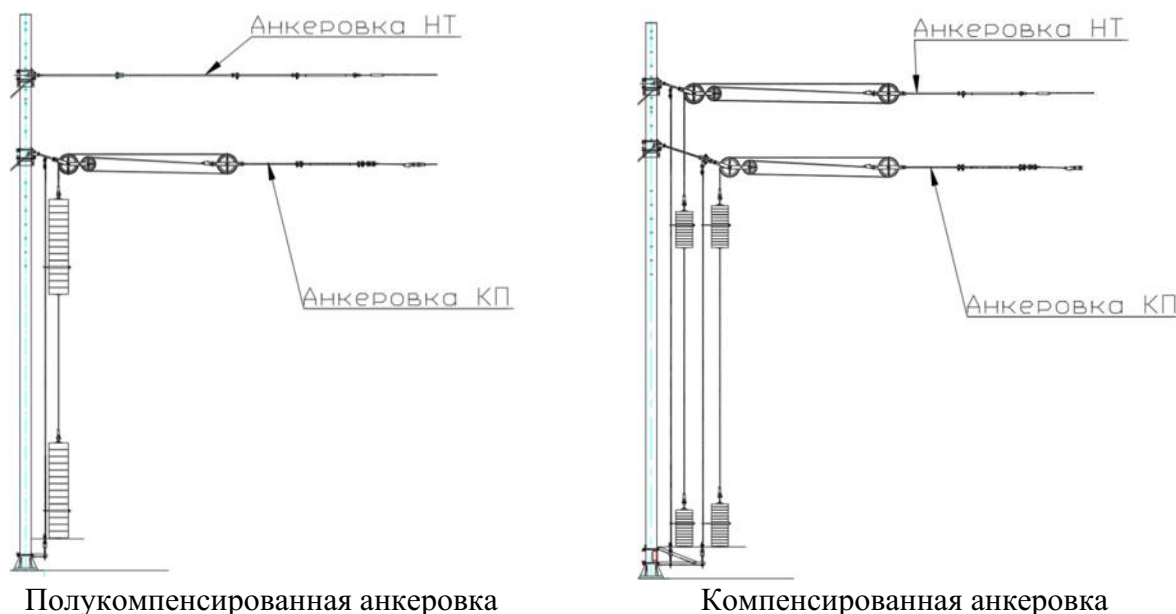


Рисунок 2 – Пример анкеровки контактных подвесок (полукompенсированной и кompенсированной) на анкерной опоре КС

В настоящее время на территориях, находящихся под юрисдикцией ОАО «РЖД», а также на различных железнодорожных участках необщего пользования в существующем положении, а также при новом проектировании, монтаже и вводе в эксплуатацию присутствует большое количество железнодорожных участков, в которых применяется цепная полукомпенсированная контактная подвеска, вертикальные температурные перемещения которой достаточно большие за счет жесткой анкеровки несущего троса. Критическими с точки зрения работы полукомпенсированной контактной подвески являются режим минимальной температуры, когда температура воздуха достигает абсолютной минимальной по [2] и режим максимальной температуры с учетом нагрева проводов от протекающего тока. В данных режимах натяжение жесткого НТ меняется, следствием чего изменяются стрелы провеса как НТ, так и КП под весом НТ, что может привести к значительным нарушениям вертикального габарита КС.

Основные механические расчеты, включая вычисления стрел провеса цепной контактной подвески, рассмотрены в работе А.В. Фрайфельда и Г.Н. Брода [3]. Авторы предлагают методику для определения натяжения несущего троса обычной полукомпенсированной контактной подвески в различных режимах работы как процент от максимального значения. Так, например для контактной подвески М-120+МФ-100 по данной методике при натяжении несущего троса 1470 даН в режиме беспровесного положения КП – натяжение НТ в режиме максимальной температуры (при +35 °С) составит 882 даН. График изменения стрелы провеса несущего троса в режиме максимальной температуры при пролете между опорами КС – 65 метров предоставлен на рис. 3. Расчеты выполнялись по методике [3].



Рисунок 3 – График изменения стрелы провеса несущего троса в режимах минимальной и максимальной температуры

Одним из направлений научных исследований в области железнодорожного транспорта стратегией развития до 2030 года [4] предусматривается использование контактной подвески КС-160 для организации тяжеловесного движения грузовых поездов в порты, а также на различных направлениях, таких как Кузбасс – Центр, Кузбасс – Северо-Запад, Кузбасс – Юг и Кузбасс – Дальний Восток, расположенных в различных температурных районах.

Тяжеловесное движение обусловлено протеканием больших токов нагрузки по проводам контактной сети. В таких условиях провода будут нагреваться до температур, близких к экстремальным в значительный период времени от общей продолжительности эксплуатации. Температура нагрева несущего троса может достигнуть, а в некоторых случаях

и превысить допустимых по [5] 100°C, что приведет к большим температурным перемещениям проводов. На данный момент типовая КС-160 разработана для максимальной температуры нагрева провода в 80 °C.

Стоит отметить, что распоряжение [6] отменяет стратегию [4], однако не отменяет планов по развитию тяжеловесного движения, увеличению веса и длины поездов, а также развитие железных дорог с максимальной скоростью движения 160 километров в час и более. Географические расположения и реальные условия эксплуатации контактной сети при достижении целей предлагаемой стратегии, подразумевает работу контактной сети в критических режимах. С ростом темпов перевозок увеличиваются и требования к проектированию новой контактной подвески.

Согласно [7] с 2022 года применение технологий BIM-моделирования при проектировании стал обязательным на объектах, финансируемых из бюджета Российской Федерации – от федеральных до муниципальных объектов вне зависимости от их стоимости. Проектирование линейных объектов, частью которых является переустройство или строительство контактной сети сегодня находится еще только на своей заре, однако все чаще в проектных институтах получают технические задания на проектирование, в которых отражена необходимость разработки BIM-модели, а [8] уже имеет требование к комплектации электронной документации.

Большое распространение при проектировании объектов ж.д. инфраструктуры с применением BIM-технологий получил программный комплекс «Топоматик Robur – Инженерные сети» с базой данных по контактной сети, разработки НПФ «Топоматик». На базе данной программы уже разработали свои «пилотные» проекты такие проектные институты, как АО «Ленгипротранс», АО «Мосгипротранс» и комплексные институты, входящие в состав АО «Росжелдорпроект». Однако, сегодня программный комплекс Robur не имеет возможности производить механические расчеты проводов контактной сети. Имитационное моделирование контактной подвески в нем представляется сплошными прямыми продольными линиями, не имеющие стрел провеса, поэтому о переходе в полноценное 3D моделирование не может идти речи. Особенно остро этот вопрос стоит при проектировании проходов контактной подвески в искусственных сооружениях. Часто в таких проектах для соблюдения вертикального габарита до УГР и до низа балок пролетного строения (или до стен тоннелей) необходимо разрабатывать специальные технические решения по снижению высоты КП или конструктивной высоты контактной подвески с обязательным расчетом стрел провеса проводов.

Подводя итог ко всему вышесказанному и учитывая тот факт, что существующие механические расчеты [3] разработаны еще в 70-х годах прошлого столетия, а подход к определению натяжения несущего троса и как следствие его стрелы провеса в процентном соотношении от максимального не учитывает реальные температурные изменения, что в свою очередь может привести к ошибкам при проектировании новых электрифицированных участков. Математическое компьютерное моделирование на основе метода конечных элементов (МКЭ) позволит усовершенствовать существующие методы расчета цепной контактной подвески и интегрировать их в BIM-моделирование. Такую модель можно создать с применением программного комплекса Ansys Workbench.

Экспериментальное имитационное моделирование выполняется для типовой полукомпенсированной контактной подвески, сечением М-120+МФ-100 и таких же граничных условий как при механическом расчете по методике [3], приведенном в качестве примера в данной статье. Длина пролета выбрана на основании [9] как наиболее тяжелый и часто встречающийся при проектировании случай. Расчетная геометрия пролета между опорами контактной сети с узлами сетки конечных элементов предоставлен на рис. 4.



Рисунок 4 – Расчетная геометрия пролета между опорами контактной сети

При проведении расчета использовалось более 200 тыс. конечных элементов, но в целях наглядности на рис. 4. приведено их меньшее количество, чем это было необходимо. К расчету принимались такие параметры как натяжение и стрела провеса несущего троса в режиме максимальной температуры. Визуализация результатов расчета стрелы провеса НТ методом конечных элементов с применением программного комплекса Ansys Workbench предоставлен на рис. 5.

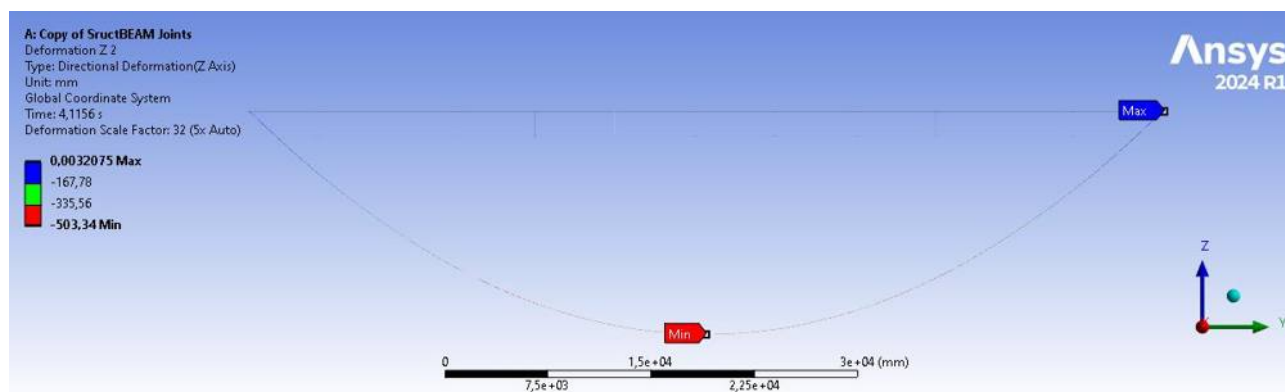


Рисунок 5 – Визуализация результатов расчета стрелы провеса несущего троса

В табл. 1 приведены сводные результаты расчетов, выполненных по методике [3] и на разработанной математической модели и их сравнение.

Таблица 1 - Результаты расчетов по методике [3] и на разработанной МКЭ модели

Параметр	Рассматриваемая методика	
	Методика [3]	МКЭ
Натяжение НТ в режиме максимальной температуры	882 даН	1103 даН
Стрела провеса НТ в режиме максимальной температуры	1,20 м	0,50 м

Результаты расчетов и их сравнение показывают, что в механических расчетах несущего троса полукомпенсированной контактной подвески М-120+МФ-100 в режиме максимальной температуры, выполненных по методике [3], натяжение провода принимается меньше, а стрела провеса соответственно больше, чем на разработанной МКЭ модели. Исходя из этого, можно предположить, что методика [3] учитывает достаточно большой (порядка 300 даН) запас по натяжению, что может привести к разработке избыточных технических решений

при проектировании контактной сети. Например, уменьшение длин пролетов, разработка нетиповых поддерживающих конструкций и т.п.

Стоит также отметить, что методика [3] достаточно трудоёмкая, а интеграция её для применения в BIM-проектировании требует достаточно много ресурсов, а МКЭ модели имеют большой функционал, возможность задавать различные условия эксплуатации КС, достаточную точность расчетов и возможность использования широким кругом специалистов.

Описанная в данной статье МКЭ модель на данный момент дорабатывается и проходит апробацию на кафедре «Электроснабжение железных дорог» Петербургского Государственного Университета Путей Сообщения императора Александра I.

Список литературы

1. ГОСТ 32679-2014 Контактная сеть железной дороги. Технические требования и методы контроля Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2015 г.
2. СП 131.13330.2020 Строительная климатология СНиП 23-01-99* (с Изменениями N 1, 2) Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2021 – 132 с.
3. Фрайфельд А.В. Проектирование контактной сети / А.В. Фрайфельд, Г.Н. Брод. – М.: Транспорт, 1991 г.
4. Распоряжение Правительства РФ от 17.06.2008 N 877-р «Об утверждении Стратегии развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года и плана мероприятий на 2008-2015 годы по ее реализации». Собрание законодательства Российской Федерации, N 29, 21.07.2008, (ч.II), ст.3537.
5. ГОСТ 32697-2019 Тросы контактной сети железной дороги несущие. Технические условия. Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2019. – 8 с.
6. Распоряжение Правительства РФ от 27.11.2021 N 3363-р «О Транспортной стратегии Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года (с изменениями на 6 ноября 2024 года)». Официальный интернет-портал правовой информации www.pravo.gov.ru, 03.12.2021, N 0001202112030006. Собрание законодательства Российской Федерации, N 50 (ч.IV), 13.12.2021, ст.8613.
7. Постановление Правительства РФ от 05.03.2021 N 331 «Об установлении случаев, при которых застройщиком, техническим заказчиком, лицом, обеспечивающим или осуществляющим подготовку обоснования инвестиций, и (или) лицом, ответственным за эксплуатацию объекта капитального строительства, обеспечиваются формирование и ведение информационной модели объекта капитального строительства (с изменениями на 20 декабря 2022 года)». Официальный интернет-портал правовой информации www.pravo.gov.ru, 10.03.2021, N 0001202103100026. Собрание законодательства Российской Федерации, N 11, 15.03.2021, ст.1823.
8. ГОСТ Р 21.101-2020 Система проектной документации для строительства (СПДС). Основные требования к проектной и рабочей документации (с Поправкой). Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2020 г.
9. Техническое указание №К-06/12 «Об ограничении максимальной длины пролёта контактной сети» утв. письмом Управления электрификации и электроснабжения ЦДИ филиал ОАО «РЖД» №ЦЭт-2/11 от 02.05.2012 г.

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА РЕСУРС МОТОРНЫХ МАСЕЛ, ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОЙ ЗАПЫЛЕННОСТИ ВОЗДУХА

*Зебо Алимова, Сухроб Пулатов,
Ташкентский государственный транспортный университет,
г. Ташкент, Республика Узбекистан*

Аннотация: исследования эксплуатационных характеристик моторных масел, работающих в двигателях при эксплуатации в условиях высокой запыленности, показывают, что моторные масла интенсивно загрязняются механическими примесями.

Владея закономерностями поведения и изменения эксплуатационных свойств моторного масла, можно более эффективно использовать его в двигателях, научно обосновывать сроки его смены. Особое значение при этом приобретают условия эксплуатации.

Целью данной работы является исследование эксплуатационных характеристик моторных масел и изучение влияния запыленности воздуха на работу деталей двигателя. С этой целью определены характеристики рабочих моторных масел SAE15W-40, отобранных с двигателя микроавтобусов JAC Sunray. Проведены лабораторные исследования и спектральные анализы масел в зависимости от наработки масла.

Учитывая все полученные нами экспериментальные данные, мы рекомендуем дополнительно ввести в моторное масло присадку, которое состоит из фосфора, серы и молибдена. По результатам лабораторных исследований при введении 3% присадку MoPS-14 в моторное масло SAE15W-40 физико-химические показатели дали положительный результат по сравнению с базовыми маслами SAE15W-40, API CI-4.

Ключевые слова: моторное масло, окисление, загрязненность, долговечность, отложения, продукты окисления, запыленность воздуха.

Введение

Ресурс моторных масел является важным эксплуатационным показателем, так как оказывает основное влияние на надежность двигателей внутреннего сгорания и зависит от их конструктивных особенностей, степени форсирования, технического состояния цилиндропоршневой группы, режимов работы, состояния системы фильтрации, герметичности масляной системы и от качества самого масла.

Важное влияние на ресурс моторных масел оказывают условия работы, которые характеризуются эксплуатационными и внешними параметрами:

- частыми пусками и прогревом двигателей при эксплуатации в холодное время;
- переменными нагрузочными, скоростными и температурными режимами;
- вибрациями, колебаниями и ударами однократного и многократного действия;
- отклонениями от нормального теплового режима работы.

Нагрузочный режим работы двигателей устанавливается в зависимости от спроектированных температурных параметров и условий эксплуатации транспортных средств.

Исследования эксплуатационных характеристик моторных масел, работающих в двигателях в условиях высокой запыленности воздуха, показывают, что моторные масла интенсивно загрязняются механическими примесями. Высокая тепловая напряженность деталей форсированных двигателей, с которыми приходится контактировать моторному маслу, и взаимодействие с прорывающимися в картер газами из камер сгорания резко ухудшают условия их работы.

Нагрузочный режим работы двигателей устанавливается в зависимости от спроектированных температурных параметров и условий эксплуатации транспортных

средств. В этом случае сохраняется оптимальный расход ресурса как машины в целом, так и смазывающего материала в частности. Увеличенные интенсивности эксплуатации приводят к значительным нагрузкам на силовую установку, что в свою очередь ведет к повышению температурных режимов ее работы, снижению технического и эксплуатационного ресурса механических систем и смазочного материала. Температурный режим работы двигателей является определяющим параметром, влияющим на ресурс применяемого смазочного материала, и оценивается по температуре охлаждающей жидкости и масла на выходе из двигателя. Оценка по тепловому параметру масла производится не на всех транспортных средствах, машинах и механизмах. Вследствие этого основным параметром оценки остается температура охлаждающей жидкости.

При эксплуатации в системе смазки происходят изменения, приводящие к нарушению работоспособности системы. Основными признаками неисправности являются перегрев двигателя, низкое давление в системе смазки, загрязненность смазочного материала и его высокий расход на угар. Нарушение работоспособности системы смазки снижает ресурс смазочного материала и является основной причиной аварийного выхода техники из строя с дальнейшей длительной невозможностью ее эксплуатации.

Снижение давления масла в системе смазки двигателя может быть вызвано недостаточным его количеством, перегрузкой или изношенностью деталей цилиндропоршневой группы, загрязненностью масляных радиаторов, нарушающих теплоотвод, неисправностью редукционных клапанов масляных насосов. В период запуска двигателя в холодный период масло при низкой температуре плохо прокачивается в системе, дольше задерживается в зазорах сопряженных деталей, что приводит к повышенному износу деталей вследствие отсутствия масляной пленки на их поверхностях. Как показывают результаты исследований, предельное значение температуры масла в подшипниках ограничивается рабочей температурой его антифрикционного слоя, которая составляет 140°C. Такой режим обеспечивается, при температуре выходящего масла от 30 до 110°C. Система смазки надежно работает при температуре масла 55–110°C. Этот диапазон температур соответствует минимальному нагреву масла в подшипниках. Резкое увеличение температуры масла в подшипниках, когда температура масла на выходе из двигателя превышает 90°C, объясняется ухудшением теплоотвода от подшипников.

Воздействие внешней среды на ресурс смазочного материала оценивается запыленностью воздуха, влажностью, резкими перепадами температур, характерными для многих районов, в которых эксплуатируется техника. Степень запыленности оценивается содержанием пыли в единице объема воздуха. Пыль, является определяющей причиной износа поршневых двигателей, поэтому ее количество в воздухе значительно влияет на их надежность. Попадая в смазочный материал является основным компонентом его загрязнения. Климатические пыле абразивные свойства Центрально-азиатского региона одной из основных характеристик отрицательно влияющих на работу двигателя внутреннего сгорания. На высоте 0,65 м над уровнем земли 66% пыли является мутной и состоит из мелкодисперсных частиц размером до 50 мкм. Работа двигателей в условиях запыленности приводит к повышению тепловых режимов эксплуатации. Процесс теплоотвода нарушается вследствие оседания пыли на агрегатах, узлах и механизмах.

Абразивные свойства климатических пылей Центральноазиатского региона одной из основных характеристик отрицательно влияющих на работу двигателя внутреннего сгорания. На высоте 0,65 м над уровнем земли 66% пыли является мутной и состоит из мелкодисперсных частиц размером до 10 мкм. В среднем, 1 кубический метр наружного воздуха при горных запыленных районах содержат 80-350 мг/м³ частицы пыли. Высокая проникающая способность мелкой пыли, которая в большинстве случаев проникает через уплотнения воздушного, масляного и топливного трактов, приводит к преждевременному старению масла, нарушая при этом работу систем двигателя. Масло фильтрующими устройствами не удастся полностью очистить масло от всех примесей, поэтому количество частиц в процессе работы

двигателя постоянно увеличивается, что приводит к резкому повышению износа деталей двигателя.

Целью данной работы является исследование эксплуатационных характеристик моторных масел и изучение влияния запыленности воздуха на работу деталей двигателя. Для решения поставленной задачи проведено экспериментальное исследование на двух пассажирских микроавтобусах JAC Sunray (HFC6601E1HDV (Бензин); HFC6601K1HDV (Дизель)), и подвергались анализам по основным показателям качества.

К техническим характеристикам моторных масел относятся вязкость, коксуемость масла, зольность, противоизносные свойства, моющие и диспергирующие свойства, антиокислительные свойства, антикоррозионные и энергосберегающие свойства, температурные показатели (температура вспышки, температура застывания), содержание механических примесей и воды.

Лабораторные физико-химические и спектральные анализы проводились согласно установленной методике. Из системы смазки каждого опытного разогретого двигателя автобусах регулярно отбирали по 150 мл. пробы масла для анализа.

Загрязнения масла (приводящее в свою очередь к образованию высоко- и низкотемпературных отложений на деталях двигателя) может вызвать:

- закоксовывание поршневых колец, их пригорание и полную потерю подвижности (заклинивание в канавках поршня);
- повышение температуры из-за ухудшения теплоотвода;
- заклинивание клапанов в направляющих втулках;
- прогар клапанов;
- уменьшение проходного сечения впускного и выпускного трактов;
- загрязнение стенок маслоприемников насосов, фильтров и масляных каналов системы смазки, дренажных отверстий в маслосъемных кольцах и поршне;
- повышение вязкости масла и коррозионный износ деталей цилиндрико-поршневой группы;
- повышенную коррозию подшипниковых сплавов и железосодержащих деталей;
- абразивное изнашивание деталей твердыми частицами загрязняющих примесей.

По результатам спектрального анализа построены графики зависимостей изменений нерастворимых механических примесей (НМП) моторного масла FANFARO VSX 15W-40 от продолжительности работы (Рис.1.).

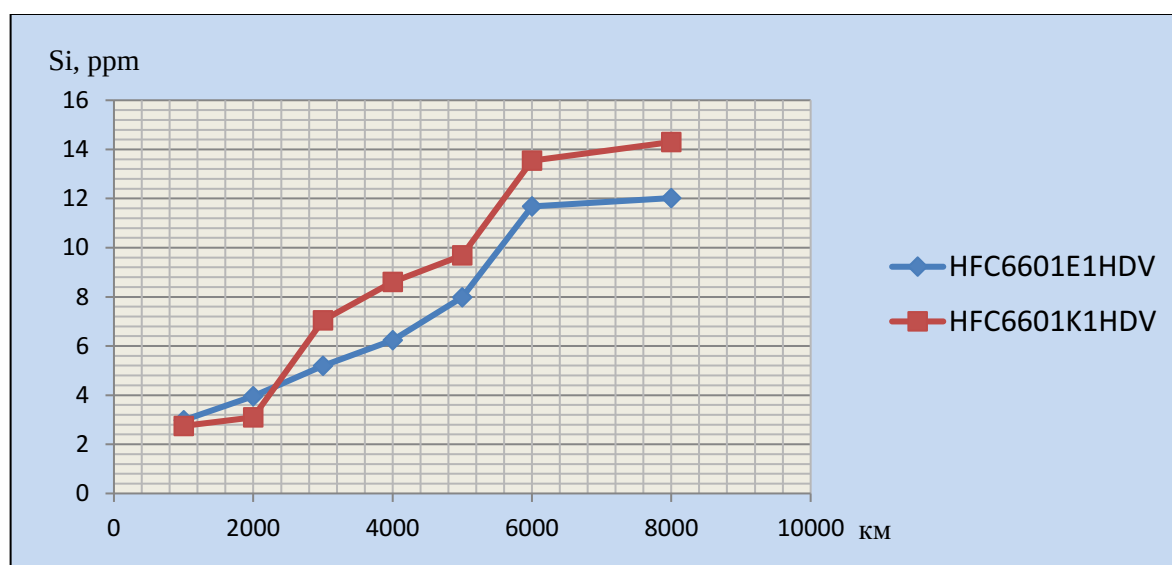


Рисунок 1 - Зависимость изменения нерастворимых механических примесей (НМП) от наработки масла

Анализ результатов исследований показывает, что за время исследований среднее значение содержания нерастворимых примесей увеличивается (рис.1). Это отрицательно влияет на надежность, экономичность и долговечность работы двигателя. Результаты показали, что при сравнительно одинаковых условиях работы автосамосвалов темп роста нерастворимых примесей были разными. Это объясняется тем, что скорость осаждения загрязняющих примесей для двигателей неодинакова.

Учитывая все полученные нами экспериментальные данные, мы рекомендуем дополнительно ввести в моторное масло присадку, которое состоит из фосфора, серы и молибдена. По результатам лабораторных исследований при введении 3% присадку MoPS-14 в моторное масло SAE15W-40 физико-химические показатели дали положительный результат по сравнению с базовыми маслами SAE15W-40.

В настоящее время исследования продолжают по определению эффективности влияния природы и концентрации многофункциональных присадок на эксплуатационные показатели моторных масел, работающих в двигателях горнотранспортном оборудовании в условиях жаркого климата и высокой запыленности воздуха.

Список литературы

1. Кириченко Н.Б. Автомобильные эксплуатационные материалы: Учебное пособие. –М.: Издательский центр «Академия» 2012.-208стр.
2. Джерихов, В. Б.Автомобильные эксплуатационные материалы: учеб. пособие. Ч. II. Масла и смазки / 2009. – 256 с.
3. Гнатченко И. И. и др. Автомобильные масла, смазки, присадки: Справочное пособие.— М.: «Издательство «Полигон», 2000.— 360 стр.
4. А.П.Сырбаков, М.А. Корчуганова. Топливо и смазочные материалы: учебное пособие / – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 159 с.
5. Алимова, З. (2020). Пути улучшения свойств смазочных материалов, применяемых в транспортных средствах. *Монография, Vneshinvestprom*.
6. Khamidullaevna, A. Z. (2022). Studies of anticorrosive properties motor oils and ways to improve. *European International Journal of Multidisciplinary Research and Management Studies*, 2(06), 6-12.
7. Алимова, З., Ниязова, Г., & Сабирова, Д. (2022). Исследование срабатывания присадок моторных масел в процессе эксплуатации двигателя. *Академические исследования в современной науке*, 1(18), 269-275.
8. Алимова, З. Х., & Даулетбаева, Х. И. (2022, September). Влияние изменения вязкостных показателей моторных масел на работу деталей двигателя. In *E Conference Zone* (pp. 37-40).
9. Hamidullayevna, A. Z., & Ismailovich, I. K. (2023). Antifriction properties of lubricants and their effect on the viscosity of oils. *European Journal of Emerging Technology and Discoveries*, 1(1), 65-68.
10. Hamidullayevna, A. Z., & Ismailovich, I. K. (2023). Improving the ability of motor oils to the effects of high temperatures. *Open Access Repository*, 4(04), 77-81.
11. Алимова, З. Х., Сабирова, Д. К., Ниязова, Г. П., & Ниязов, Х. П. (2024). Влияние загрязненности моторных масел на работу двигателя. *Научный Фокус*, 2(19), 87-91.
12. Алимова, З. Х., Сабирова, Д. К., & Ниязова, Г. П. Причины загрязнения смазочных материалов, применяемых в дизельные двигатели. *Новости образования: Исследование в XXI веке*, 533.

СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К ПОИСКУ ПОВРЕЖДЕНИЙ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ СВЯЗИ

*Антонов Михаил Сергеевич,
электромеханик по ремонту
и обслуживанию аппаратуры и устройств
связи Тайшетского регионального центра связи (РЦС-1),
г. Тайшет, Российская Федерация*

Аннотация: в статье исследуется сущность технологии электронной маркировки и трассопоиска подземных кабельных линий. Описаны принципы работы интеллектуальных маркеров «Scotchmark», методики их интеграции с системами учета и мониторинга, а также преимущества использования в условиях высокой загруженности подземными коммуникациями. Рассматриваются основные компоненты комплекса интеллектуальной маркировки. Проанализированы перспективы применения технологии в железнодорожной отрасли, в том числе ее интеграция с автоматизированными системами управления. Сделан вывод о значительном повышении точности учёта и безопасности эксплуатации подземных коммуникаций при внедрении данных решений.

Ключевые слова: электронная маркировка, кабельные линии связи, телекоммуникации, резонанс, инфраструктура, поиск, повреждения.

Введение

Железнодорожная инфраструктура представляет собой сложную систему, включающую в себя множество инженерных коммуникаций, таких как линии электроснабжения, устройства телеуправления и телесигнализации (ТУ-ТС), волоконно - оптические линии связи (ВОЛС) и кабели систем сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ). Безотказность и безопасность работы железнодорожного транспорта напрямую зависят от исправного состояния этих коммуникаций [1]. Однако подземные кабельные линии подвержены различным видам повреждений, вызванных как естественными факторами (коррозия, старение материалов, изменение геологических условий), так и внешним воздействием (строительные работы, прокладка новых трасс, механические повреждения при земляных работах).

Поиск и диагностика неисправностей подземных кабельных линий в условиях сложной железнодорожной инфраструктуры требуют применения высокоточных методов, которые обеспечивают минимальное вмешательство в эксплуатационные процессы и сокращают время на ремонтные работы. Традиционные способы идентификации трасс кабельных линий и мест их повреждений при помощи картографии и наружных опознавательных знаков, часто оказываются недостаточно эффективными из-за низкой точности, утраты меток, ошибок при составлении технической документации. Поэтому особую актуальность приобретают технологии электронной маркировки и трассопоиска, обеспечивающие точную локализацию кабельных линий и повреждений с высокой степенью надёжности.

Технология электронной маркировки подземных коммуникаций

Современные технологии трассопоиска, такие как импульсная рефлектометрия, индуктивные методы поиска, а также использование электронной маркировки, позволяют оперативно обнаружить местоположение кабелей и фиксировать места их неисправностей. Одним из инновационных решений в данной области является технология электронной маркировки, предложенная компанией «ЗМ» [2].

Смысл работы маркировки, представленной на рисунке 1, заключается в процессе зондирования, залегающего под поверхностью почвы искомого кабеля специальным прибором, который способен генерировать сигналы для определения местоположения заложенного в грунт маркера рядом с линией. Электронная метка закладывается с кабельной

линией ещё на этапе монтажа или строительства. Интеллектуальный маркер «Scotchmark» представляет собой колебательный контур в защитном кожухе разного исполнения со свойством проявления эффекта резонанса при воздействии на него сигнала определённой частоты. По этой причине нет необходимости в обеспечении маркера источником электропитания, например, батареей, а срок службы составляет порядка 30 лет под землёй. Метки различаются своими резонансными частотами в зависимости от применения на объектах в инженерных сетях [3]. На рисунке 2 представлены маркеры по цветам и отраслям использования.

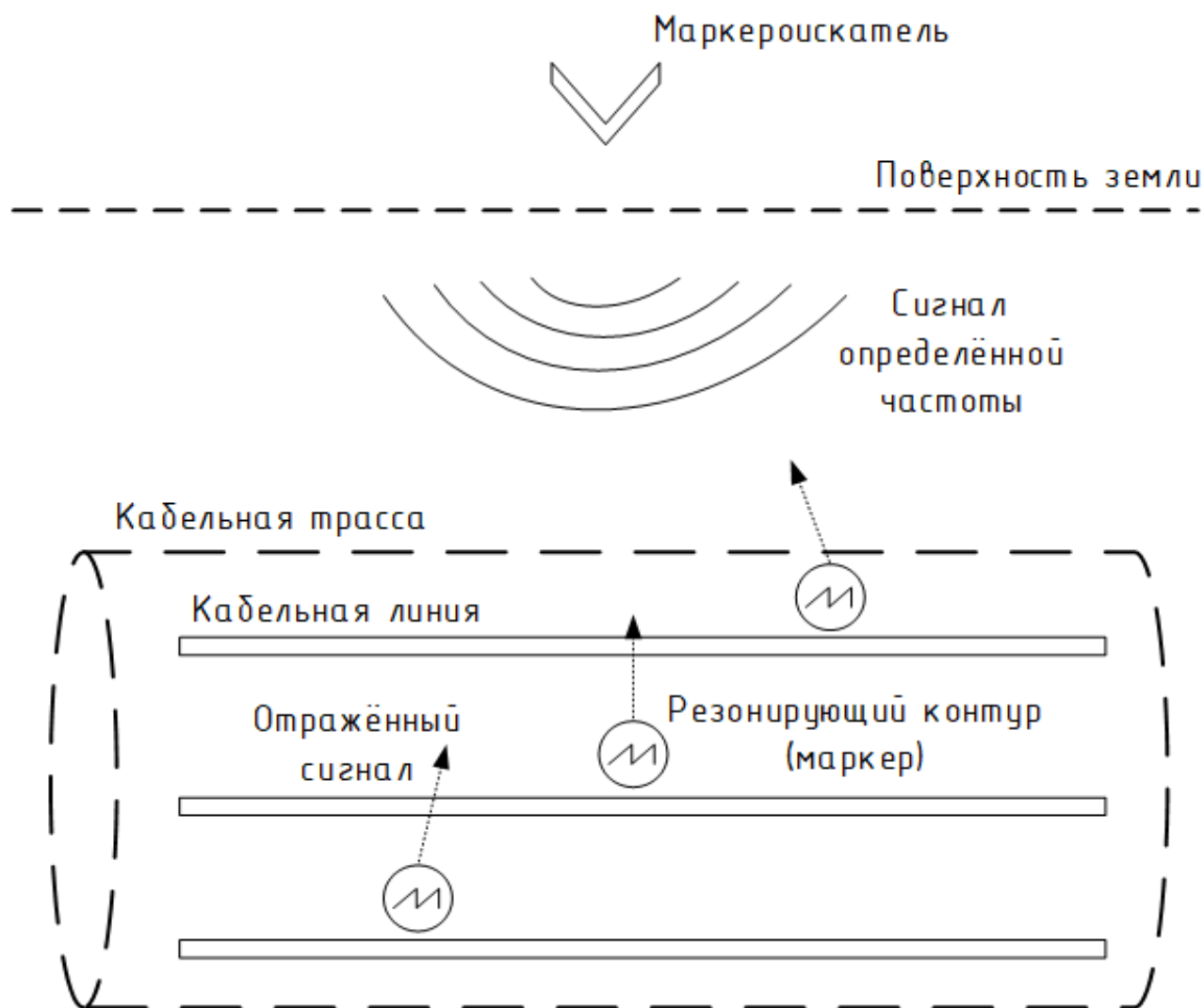


Рисунок 1 – Принцип работы технологии электронной маркировки



Рисунок 2 – Разновидности маркеров

Учёт трасс телекоммуникационных линий можно производить через автоматизированную интеллектуальную систему учёта маркируемых подземных коммуникаций (АИСУ МПК). Она предоставит возможность интеграции с глобальными навигационными системами (GPS, ГЛОНАСС), что обеспечит создание единой цифровой карты коммуникаций инфраструктуры железнодорожного транспорта. Это будет способствовать автоматизации процессов инвентаризации и учёта, а также повысит безопасность при эксплуатации объектов и узлов связи [4]. Блок – схема системы изображена на рисунке 3.



Рисунок 3 – АИСУ МПК

Несмотря на удобство и практичность мониторинга подземных коммуникаций, присущих технологии электронной маркировки и интеллектуального трассопоиска, она до сих пор не получила широкого распространения в железнодорожной отрасли. Филиалы ОАО «РЖД» в области информатизации и связи продолжают полагаться на устаревшие методы картографического учёта, визуальные метки и традиционные способы трассировки, что приводит к ряду серьезных проблем при проведении ремонтно – восстановительных работ. Такие затруднения способны угрожать безопасности движения поездов и обеспечению перевозочного процесса [5].

Преимущества интеллектуальной маркировки:

- абсолютная привязка подземных коммуникаций;
- высокая точность определения кабельной трассы;
- минимизация затрат на поиск повреждений кабелей;
- создание цифрового паспорта сети с возможностью интеграции автоматизированными системами учёта и управления.

Заключение

Технология электронной маркировки и трассопоиска является передовым решением для телекоммуникационной инфраструктуры железных дорог. Она позволяет значительно повысить точность учёта и локализации подземных кабелей, сократить время на аварийно-восстановительные работы и минимизировать риски случайного повреждения коммуникаций.

Интеграция этой технологии с цифровыми системами мониторинга и управления позволит создать единую интеллектуальную сеть, обеспечивающую безопасность и надёжность телекоммуникационных систем и сетей связи. Ведь игнорирование современных технологий в секторе железнодорожных перевозок создаст предпосылки для роста эксплуатационных затрат [6].

Список литературы

1. Евдокимова, О. Г. Поиск, локализация и ремонт повреждений кабельных линий связи / О. Г. Евдокимова, Д. В. Бычков, А. В. Хайсов // Автоматика, связь, информатика. – 2024. – № 12. – С. 15-17. – DOI 10.62994/AT.2024.12.12.003. – EDN IDAOJQ.
2. Сулим, В. П. Пометки на полях / В. П. Сулим, Г. А. Тузов // Газ России. – 2013. – № 4. – С. 58-62. – EDN RPSVET.
3. Тузов Г.А. Трассопоиск и электронная маркировка кабелей связи [Электронный ресурс] // https://psiber.ru/files/category_175/doc_c175_4.pdf (дата обращения: 02.01.2025).
4. Патент № 2762706 С1 Российская Федерация, МПК G01R 31/08. Способ электронного маркирования трассы оптоволоконного кабеля: № 2021114637: заявл. 24.05.2021; опубл. 22.12.2021 / В. А. Бурдин, Д. С. Ключев, О. В. Осипов; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики". – EDN FWBYUU.
5. Дмитриенко, Н. А. Технология трассопоиска и электронной маркировки подземных инженерных коммуникаций / Н. А. Дмитриенко, М. В. Добрянский // Молодой ученый. – 2015. – № 12(92). – С. 174-175. – EDN TXLVNR.
6. Перспективы развития сети высокоскоростных железных дорог в мире на ближайшее десятилетие / А. А. Гринемайер, И. Б. Аникин, Р. Е. Парфененко, М. Ю. Изварин // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2022. – Т. 19, № 2. – С. 259-265. – DOI 10.20295/1815-588X-2022-19-2-259-265. – EDN EDFCBX.

ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ В АВТОНОМНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВАХ

Грызунов Александр Романович, Чепиков Артём Денисович

Студенты гр. ИСТ-411

Санкт-Петербургский государственный университет

телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича,

г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Аль-Нами Башир Али

доцент Кафедра информатики и компьютерного дизайна

Санкт-Петербургский государственный университет

телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича,

г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Аннотации: Исследование посвящено применению нейронных сетей в автономных транспортных средствах, с акцентом на задачи компьютерного зрения и планирования маршрутов. Рассмотрены проблемы обработки визуальных данных и адаптации к сложным дорожным условиям. Проанализированы современные архитектуры нейронных сетей для оценки их эффективности и масштабируемости.

Ключевые слова: нейронные сети, автономные транспортные средства, компьютерное зрение, планирование маршрутов, глубокое обучение, искусственный интеллект, объединение данных сенсоров, обнаружение препятствий.

Автономные транспортные средства являются одним из ключевых направлений развития технологий будущего. Использование нейронных сетей для анализа данных с сенсоров и принятия решений значительно повышает безопасность, эффективность и комфорт передвижения.

Основными вызовами для автономных автомобилей остаются:

Надёжное распознавание объектов в условиях плохой видимости (дождь, снег), Построение маршрутов в реальном времени с учётом динамических факторов (пробки, аварии).

В таблице 1 приведены существующие решения.

Таблица 1 - Существующие решения (Плюсы и Минусы).

	Компьютерное зрение на основе камер	Использование лидаров	Объединение данных (sensor fusion):
Плюсы	Доступность, высокая детализация изображения.	Высокая точность, способность строить трёхмерные карты.	Синергия камер, лидаров и радаров.
Минусы	Зависимость от освещения и погодных условий.	Высокая стоимость, снижение эффективности при плохих погодных условиях.	Высокие вычислительные затраты.

Распознавание объектов: пешеходов, автомобилей, дорожных знаков

Одной из самых важных задач для автономных транспортных средств является распознавание объектов [1, 2]. Нейронные сети, используемые в системах компьютерного зрения, анализируют изображения с камер для выявления пешеходов, автомобилей и дорожных знаков с помощью алгоритмов классификации и локализации (рис.1).

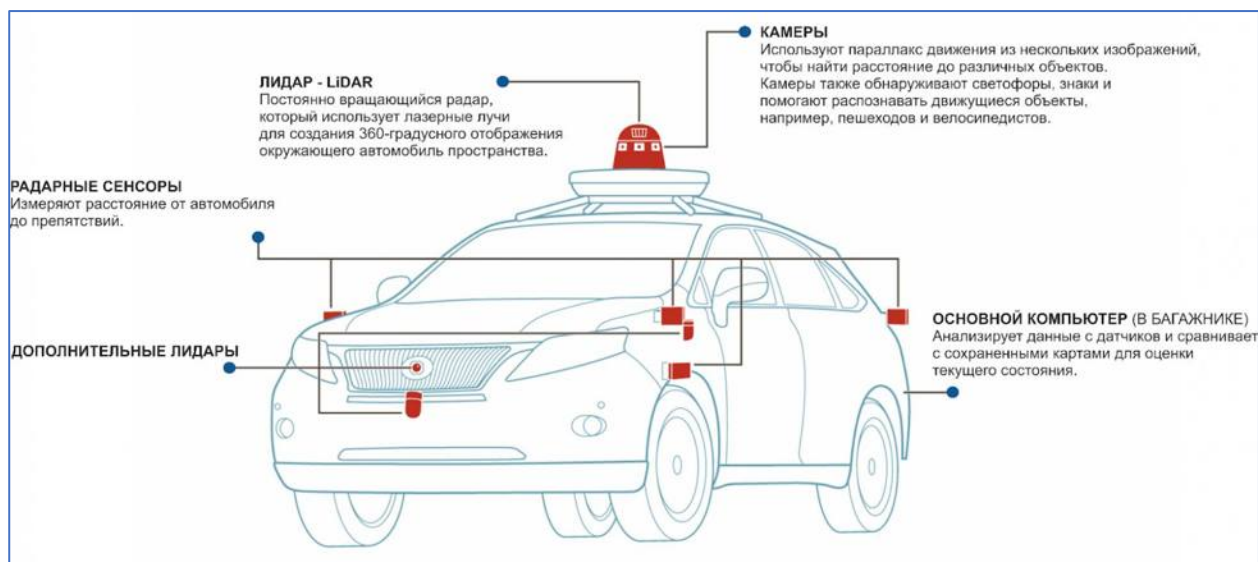


Рисунок 1 - Беспилотное авто с лидарами

Это особенно важно для предотвращения аварий и соблюдения правил дорожного движения.

Задача распознавания объектов сталкивается с рядом проблем: плохая видимость из-за изменений освещения, погодных условий и сложных сцен, где объекты могут перекрывать друг друга.

Семантическая сегментация: определение полос движения и препятствий

Семантическая сегментация - процесс разделения изображения на сегменты с назначением каждой части определённой категории. Эта технология помогает автономным автомобилям распознавать дорожные полосы, обочины и препятствия. Основные методы сегментации используют глубокие нейронные сети, такие как *U-Net* и *DeepLab*, которые обрабатывают изображение покадрово и создают карту, где каждому элементу присваивается класс. Например, полосам движения присваивается один цвет, а препятствиям, как дорожные конусы, - другой. Переменные дорожные условия, такие как стертая разметка, снег или дождь, могут затруднить распознавание объектов. Одним из решений является использование нескольких сенсоров, включая лидары и камеры. Семантическая сегментация улучшает способность автомобиля адаптироваться к сложным условиям и обеспечивает основу для безопасного планирования маршрутов [3].

Архитектуры нейронных сетей, применяемые в компьютерном зрении

Сверточные нейронные сети (CNN) - Сверточные сети играют ключевую роль в задачах компьютерного зрения для автономных автомобилей. *Faster R-CNN* и *YOLO (You Only Look Once)* применяются для распознавания объектов в реальном времени, предлагая оптимальное соотношение между скоростью работы и точностью. *MobileNet* - это облегчённая архитектура, предназначенная для использования в устройствах с ограниченными вычислительными ресурсами, таких как автомобильные камеры.

Интеграция данных с лидаров и радаров - *PointNet* разработан для работы с трёхмерными данными, полученными от лидаров. Эта архитектура эффективно обрабатывает облака точек, предоставляя информацию о расстояниях до объектов и их формах. Дополнительная интеграция данных с камер и радаров улучшает точность анализа, снижая вероятность ошибок в распознавании.

Примеры практического применения

Tesla Vision и другие системы распознавания объектов: Tesla Vision заменила лидары и радары камерами, используя исключительно камеры и глубокие нейронные сети для распознавания объектов и планирования маршрутов. Эта система демонстрирует, что подход, основанный исключительно на компьютерном зрении, может быть достаточно эффективным. Однако критики отмечают его уязвимость перед погодными условиями (рис.2).



Рисунок 2 - Расположение камер в системе Tesla Autopilot

Waymo и Cruise объединяют данные с лидаров, радаров и камер, что обеспечивает высокую точность распознавания в различных дорожных условиях [3,4]. Эти системы считаются более надёжными в ситуациях с плохой видимостью (рис.3).



Рисунок 3- В январе 2023 года, Waymo reached 1 миллион rider-only miles

Анализ работы автопилота Tesla в условиях снегопада

Общие условия испытания:

Местоположение и климат – Испытания проводились в условиях раннего снегопада, характеризующегося скользкими дорогами и ограниченной видимостью. На участках присутствовали как утрамбованный снег, так и грязь.

Используемая версия системы – Тестировалась система Full Self-Driving (FSD) от Tesla с функциями автоматического управления.

Ключевые наблюдения

1. Работа автопилота

– В условиях отсутствия чёткой дорожной разметки система сталкивалась с трудностями.

На обработанных участках (посыпанных солью) автопилот функционировал лучше, но всё равно возникали перебои, например, автопилот иногда самопроизвольно выключался.

2. Ограничения и проблемы

Распознавание линий – В снегу система не всегда могла идентифицировать разметку, из-за чего возникала путаница в выборе полосы движения.

Радар – Обнаружено снижение видимости передней камеры из-за снега, что привело к невозможности включить адаптивный круиз-контроль.

Торможение и ускорение – Замечены резкие изменения скорости вблизи других автомобилей, что увеличивает риск заноса в зимних условиях.

3. Положительные моменты

Траектория движения – Несмотря на трудности с разметкой, система уверенно следовала за впереди идущим автомобилем, ориентируясь на его поведение.

Контроль сцепления – Система эффективно использовала данные об уровне сцепления с дорогой, предотвращая значительные заносы.

4. Технические рекомендации и решения

Использование антиобледенителя для радара – Проблему с обледенением передней камеры можно устранить, обработав его поверхность специальным составом (например, NeverWet).

Режим «Shadow Mode» – Tesla использует данный режим для сбора данных о поведении автопилота и водителя. Это позволяет улучшать систему, учитывая реальные условия эксплуатации.

5. Выводы и предложения

Текущий уровень системы – Автопилот Tesla демонстрирует определённый уровень надёжности в зимних условиях, однако остаются значительные ограничения в сложных погодных условиях (мокрый снег, отсутствие разметки). Развитие технологии и накопление данных через «Shadow Mode» обещают устранение этих проблем в будущих версиях.

Перспективы – Улучшение обработки данных с камер, адаптация к различным дорожным покрытиям и погодным условиям сделают систему более безопасной и эффективной [5].

Планирование маршрутов для автономных транспортных средств

1. Основные задачи планирования маршрутов

Глобальное планирование отвечает за построение оптимального маршрута от начальной до конечной точки, принимая во внимание дорожные условия, ограничения скорости и общую эффективность. Локальное планирование сосредоточено на динамическом реагировании на изменения, включая объезд препятствий, смену полос и выполнение манёвров. Прогнозирование поведения участников движения помогает автономным автомобилям предвидеть действия других машин, пешеходов и велосипедистов, снижая вероятность аварий и повышая безопасность [6].

2. Применяемые методы и алгоритмы

В планировании маршрутов используются как подходы глубокого обучения, так и традиционные алгоритмы. Глубокое обучение с применением моделей, таких как *DDPG* и *GANs*, позволяет адаптировать маршруты к сложным сценариям на основе больших данных. Традиционные алгоритмы, например, *A** и алгоритм Дейкстры, надёжны для построения маршрутов, но менее гибки в меняющихся условиях. Часто комбинируются оба подхода для достижения баланса между скоростью расчётов и точностью.

3. Примеры решений

Waymo использует усовершенствованные алгоритмы машинного обучения для прогнозирования движения и планирования маршрутов. Тесты, проводимые компаниями Cruise и другими, показывают эффективность их подходов в сложных городских условиях. Например, система Cruise успешно справляется с плотным трафиком и сложными перекрёстками, адаптируясь в реальном времени [7].

Яндекс. Маршрутизация (рис.4) используется в коммерческих перевозках.

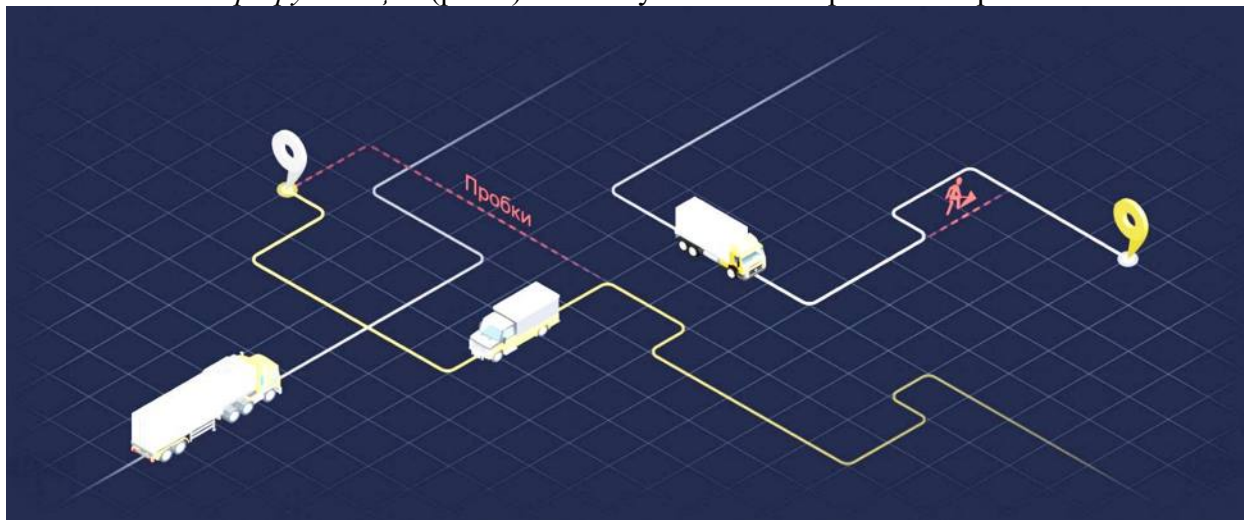


Рисунок 4 - Яндекс. Маршрутизация

Основная проблема, с которой они столкнулись - медленный расчет оптимальных маршрутов между множеством точек. Проблемы в расчетах:

- Для маршрутизации нужны матрицы расстояний и времени, которые строятся для нескольких тысяч точек.
- Учет пробочного времени увеличивает сложность: требуется расчет 13 часовых срезов, что создает огромные кубы данных.
- Изначальный алгоритм требовал 900 часов вычислений, даже с оптимизацией — один час.

Оптимизировать работу им помогли:

- Оптимизация через встречные волны.
- Иерархическая структура для запоминания «шорткатов» между городами.
- Применение алгоритмов с линейной сложностью.

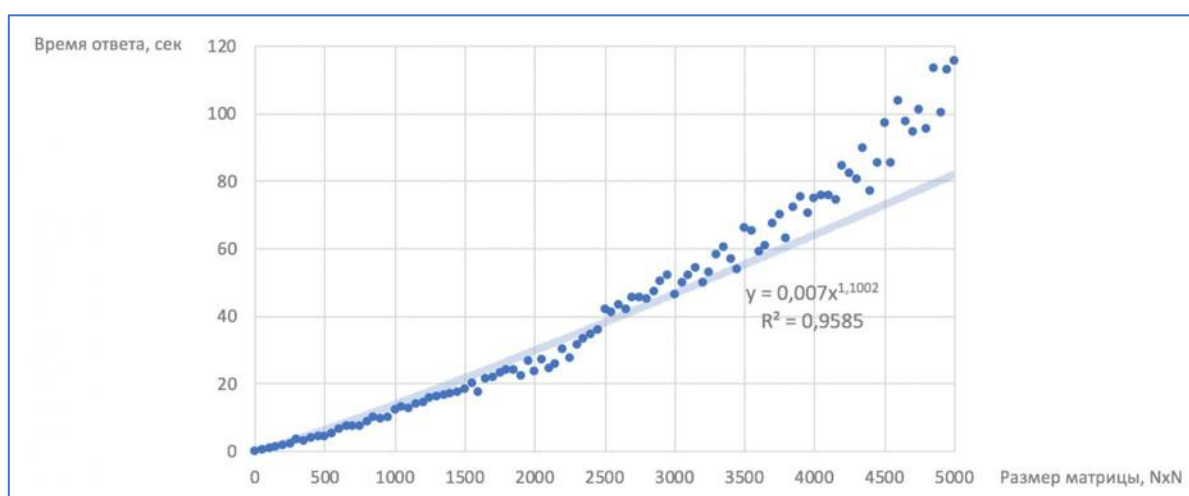


Рисунок 5 - Время вычисления одной матрицы размера N*N на одном central processing unit (CPU) с помощью алгоритма «быстрых матриц»

После всех улучшений расчет матрицы 5000x5000 стал проходить за 115 секунд. Если раньше на один большой запрос требовалось 50 ядер на полчаса, то теперь - 13 ядер на 2 минуты. Это примерно 200 000 маршрутов в секунду на ядро (рис.5). Новые алгоритмы не только решают проблемы, но и открывают возможности для масштабирования [1,5].

3. Технические вызовы

Ограничения вычислительных ресурсов - Для эффективной работы нейронных сетей требуется высокая вычислительная мощность, особенно при обработке огромных объемов данных с сенсоров. Это может привести к ограничениям в реальном времени, особенно при использовании встраиваемых систем с ограниченными ресурсами. Для решения этого вопроса необходимо разрабатывать более мощные и энергоэффективные процессоры, а также оптимизировать модели для быстрой обработки данных.

Работа в сложных погодных условиях - Нейронные сети в автономных транспортных системах могут сталкиваться с трудностями при плохой видимости или неблагоприятных погодных условиях, таких как дождь, снег или туман. Сенсоры, включая камеры и лидары, могут быть ограничены, что снижает точность распознавания объектов. Для решения этой проблемы разрабатываются методы улучшения сенсорных данных с использованием сложных алгоритмов фильтрации и интеграции различных сенсоров, что повышает надежность системы в плохую погоду [8].

1. Этические и правовые аспекты

Решения в аварийных ситуациях – автономные транспортные средства должны уметь принимать решения в чрезвычайных ситуациях. Однако создание алгоритмов для принятия решений, где возможны смертельные последствия, порождает множество этических вопросов.



Рисунок 6 - Национальная служба здравоохранения Великобритании

Например, что должен выбрать автомобиль, если избежать столкновения с пешеходом можно только за счет ущерба пассажирам? Эти вопросы требуют детальной проработки для обеспечения этической и юридической приемлемости решений (рис. 6).

Отсутствие стандартов регулирования – в разных странах пока нет унифицированных стандартов для автономных транспортных средств, что затрудняет их глобальное внедрение. Каждое государство разрабатывает собственные требования и нормы безопасности, что приводит к правовой неопределенности. Для успешного массового внедрения необходимо создать международные стандарты и согласовать юридические аспекты эксплуатации и тестирования АТС.

Мнения экспертов и регулирующих органов

1. Ограничения автопилота:

- Все системы помощи водителю требуют полного контроля со стороны человека.
- Название «автопилот» вводит в заблуждение, поскольку водители должны всегда быть готовы вмешаться.

2. Расследования NHTSA:

- Открыты дела о «фантомном торможении» и других ошибках программного обеспечения.
- Информация об авариях Tesla помечена как конфиденциальная, что затрудняет независимую проверку заявлений компании.

Будущее технологий

Квантовые вычисления - В будущем квантовые вычисления обещают повысить эффективность обработки данных и обучения нейронных сетей, используемых в АТС.

Обучение на реальных данных - Для повышения точности и надёжности работы нейронных сетей необходимо обучать АТС на данных, отражающих реальные условия дорожного движения. Это позволит улучшить прогнозирование поведения других участников движения и повысить уровень безопасности.

Совершенствование сенсорных систем - Развитие сенсорных технологий, таких как камеры, лидары и радары, повысит точность восприятия автономных транспортных средств.

Заключение

Нейронные сети в сочетании с компьютерным зрением и методами планирования маршрутов открывают новые возможности для автономных транспортных средств. Современные разработки требуют дальнейшего совершенствования технологий обработки данных и интеграции сенсоров, что в перспективе приведёт к значительному повышению безопасности и эффективности автономного транспорта.

Список литературы

1. Аль-Нами Б.А., Синюк С.В. Преимущества автоматизации транспорта в современном мире // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. XII Международной научно-технической и научно-методической конференции. В 4-х томах. Санкт-Петербург, 2023. С. 240-244.
2. Кирьян И.В., Трепалин В.А. Интеллектуальные транспортные системы видеонаблюдения: обзор литературы // Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet». [электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/intellektualnye-transportnye-sistemy-videonablyudeniya-obzor-literatury> (Дата обращения 17.01.25).
3. Al-Nami B.A. AI - The future entity // Информатика, управляющие системы, математическое и компьютерное моделирование. XV Международная научно-техническая конференция в рамках X Международного Научного форума Донецкой Народной Республики. Донецк, 2024. С. 230-234.
4. Харитонов В.П. Интеллектуальная транспортная система «Умный светофор»// Техническое творчество и изобретательство [электронный ресурс]. URL: <https://school-science.ru/9/22/44802> (Дата обращения 17.01.25)
5. Аль-Нами Б.А., Жильцов Н.А., Мясников А.А. Технологии виртуальной и дополненной реальности в разнообразных областях // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. XIII Международной научно-технической и научно-методической конференции. Санкт-Петербург, 2024. С. 493-496.
6. Герман К. «Автоматизированные системы управления транспортом: определения и преимущества» // Научные Статьи.Ру - портал для студентов и аспирантов. [электронный ресурс] . URL: nauchniestati.ru (Дата обращения 15.01.2025).
7. Аль-Нами Б.А., Жигулин Ю.А. Управление информационных систем в современном мире // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. XII Международной научно-технической и научно-методической конференции. В 4-х томах. Санкт-Петербург, 2023. С. 128-132.
8. Орехов С. Ю. Геопространственное моделирование и автоматизация системы оптимизации трамвайных сетей Калининграда // Пространственное развитие территорий : Сборник трудов VI Международной научно-практической конференции, Белгород, — 2023. — С. 235-244.

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ СХЕМ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Сафаров Абдурауф Маликович, к.т.н, доцент
Ташкентского государственного транспортного университета,
г. Ташкент, Республика Узбекистан

Сайдивалиев Саидазиз Саиданварович, ассистент
Ташкентского государственного транспортного университета,
г. Ташкент, Республика Узбекистан

Халиков Сарвар Салихджанович, ассистент
Ташкентского государственного транспортного университета,
г. Ташкент, Республика Узбекистан

Аннотация: статья посвящена анализу существующих схем возобновляемых источников энергии. Особое внимание уделено перспективам развития солнечной и ветровой энергии, с учётом последних постановлений президента о строительстве солнечных фотоэлектрических станций, в частности приведены наиболее широко используемые структуры автономных и сетевых фотоэлектрических электростанций. Интерес к разработке и внедрению нетрадиционных и возобновляемых источников энергии объясняется следующими причинами, в частности, ВИЭ: при определенных условиях эффективны в малых автономных энергосистемах, являются более экономичными и экологически чистыми; может оказаться целесообразным по другим, экологическим или социальным критериям. Так как, применение их в малых автономных энергосистемах или у отдельных потребителей может существенно повысить качество жизни населения; в более отдаленной перспективе может существенно возрасти и в глобальном масштабе, когда важная роль будет принадлежать новым энергетическим технологиям и источникам энергии. Развитие возобновляемых источников энергии зависит от многих факторов, среди которых важнейшими являются: энергетический потенциал возобновляемых источников энергии и его изменение во времени, потребности объекта в мощности и энергии, требования к надежности электроснабжения, экономические показатели системы электроснабжения. В зависимости от этих и других факторов выбирается состав и структура энергетического комплекса. По структуре современные солнечные фотоэлектрические системы имеют два вида - автономные и системы, работающие параллельно с сетью, которые наиболее полно отвечают требованиям к надежности электроснабжения.

Перечислены состав элементов и их назначение в структуре. Произведена оценка целесообразности применения конкретной схемы с учетом их преимуществ и недостатка.

Ключевые слова: производство электроэнергии, возобновляемые источники энергии, фотоэлектрические электростанции, автономная электростанция, сетевая электростанция, солнечный модуль, аккумуляторная батарея, инвертор.

Введение

Несмотря на наличие правовой базы (Закон Республики Узбекистан «О возобновляемых источниках энергии», соответствующие постановления Президента и Кабинета Министров страны), имеющийся в Узбекистане потенциал альтернативных и возобновляемых источников энергии, в частности энергия солнца и ветра, в Узбекистане все еще используется крайне незначительно [1].

Несмотря на то, что объем выполняемых исследовательских работ в стране в области энергоэффективных технологий и альтернативной энергетики, разработки новых методов получения энергии и переработки отходов в настоящее время значительны, внедрение новых

технологий происходит недостаточными темпами. Существует определенная практика перехода от стадии разработок к внедрению новых научно-технических решений. Для этих целей недостаточно выполнение только научно-исследовательских работ, опытно-конструкторских разработок [2,3,4].

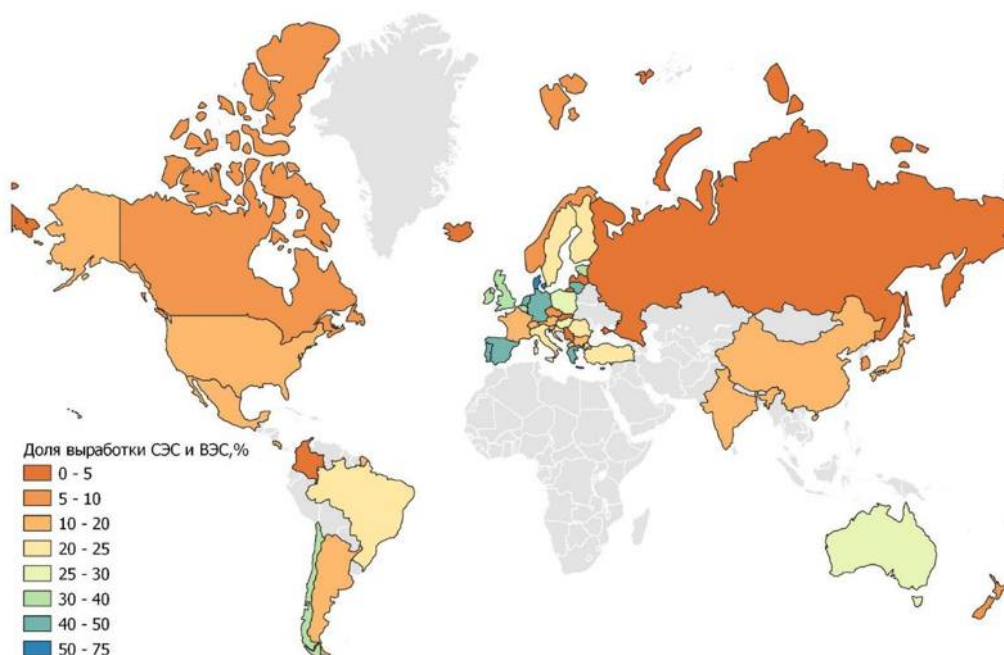
Необходимо создание демонстрационно-испытательных объектов, на которых в натуральных условиях будут представлены новые технологии и где может быть получена исчерпывающая информация относительно их технико-экономических параметров, сроков службы, проведены консультации по внедрению данных технологий в промышленное производство и конкретных условиях потребителя, предоставлена помощь в получении и использовании новых технологий и оборудования. Учитывая актуальность данного вопроса и в целях решений Указа Президента РУз «О мерах по дальнейшему развитию альтернативных источников энергии» от 1.03.2013 г. в последние десятилетия отмечается существенный рост использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ), прежде всего ветровой и солнечной энергии. Несмотря на высокую стоимость оборудования, которое производить электрическую энергию из ВИЭ, в национальных энергетических программах развитых стран мира на длительную перспективу предусмотрено существенное расширение применения солнечной и ветровой энергии. Среди многочисленных причин этого – повышение безопасности, независимость от поставщиков органического топлива, повышение устойчивости энергетики, улучшение экологии, предотвращение глобальных экологических и климатических последствий из-за расширенного использования ископаемого топлива [5,6].

Цель исследования: анализ существующих схем возобновляемых источников энергии.

Материалы исследования. Широкое использование ВИЭ обусловлено их экономической эффективностью и конкурентоспособностью с энергоисточниками на органическом топливе, благодаря отсутствия топливных затрат и выбросов вредных веществ в окружающую среду. Поэтому во многих странах мира возрастает интерес к разработке и внедрению нетрадиционных и возобновляемых источников энергии, что объясняется следующими причинами [7]:

- ВИЭ, при определенных условиях эффективны в малых автономных энергосистемах, являясь более экономичными и экологически чистыми;
- ВИЭ может оказаться целесообразным по другим, экологическим или социальным критериям. Так как, применение ВИЭ в малых автономных энергосистемах или у отдельных потребителей может существенно повысить качество жизни населения;
- ВИЭ в более отдаленной перспективе может существенно возрасти и в глобальном масштабе, когда важная роль будет принадлежать новым энергетическим технологиям и источникам энергии.

По данным Ассоциации развития возобновляемой энергетики (АРВЭ) карта глобального распределения доли выработки электроэнергии объектами солнечных электростанций (СЭС) и ветряных электростанций (ВЭС) в общем объеме выработки в 2024 году имеет следующий вид:



По итогам 2024 года наибольший объем выработки СЭС и ВЭС зафиксирован в Китае (1016 млрд кВт·ч), далее следуют США, Индия, Германия, Бразилия.

В Европейском союзе совокупный объем выработки СЭС и ВЭС за данный период составил 462 млрд кВт·ч.

Страны-лидеры по объему выработки электроэнергии СЭС и ВЭС по итогам 2024 года: Китай (1016 млрд кВт·ч), США (436,29 млрд кВт·ч), Индия (135,39 млрд кВт·ч), Германия (125,13 млрд кВт·ч), Бразилия (88,68 млрд кВт·ч) и т.д.

Современное состояние производства электроэнергии в Узбекистане требует развитие возобновляемых источников энергии, в первую очередь солнечной и ветровой для удовлетворения растущих потребностей в энергии потребителей средней и малой мощностей.

Из соответствующих постановлений правительства] следует, что научные исследования направлены на увеличение доли возобновляемых источников энергии в производстве электроэнергии до 25 ГВт, или 40 процентов от общего потребления электроэнергии в стране, к 2030 году, которые помогают развивать экологическую чистую энергетику страны. Поскольку возобновляемые источники энергии используются с перебоями, разработка эффективных решений для хранения энергии будет иметь ключевое значение для обеспечения стабильного энергоснабжения. Создание необходимой инфраструктуры, такой как солнечные электростанции, ветряные турбины и обновленная электросеть, требует значительных инвестиций, времени и технических знаний. Кроме того, получение необходимого капитала может быть затруднено, поскольку это часто сопряжено с большими первоначальными затратами и долгосрочными инвестициями до получения прибыли. Поэтому в решении данного вопроса группа Всемирного банка путем привлечения инвестиций частного сектора помогает развивать солнечную и ветровую энергетику.

В настоящее время наиболее развивающим видом электростанции, генерирующей электрическую энергию, являются солнечные фотоэлектрические станции, включающие в себя фотоэлектрические панели и другие элементы в зависимости от назначения и типа электростанции.

Анализ развития солнечных электростанций показывает, что большой интерес вызывает два вида солнечных фотоэлектрических систем – автономные и системы, работающие параллельно с сетью [8,9].

На рис 1 показана структура автономной солнечной электрической станции. Автономная солнечная электрическая станция состоит из солнечных панелей, аккумуляторных батарей, контроллера заряда – разряда и при необходимости инвертор.

От факторов таких как: состав электрической нагрузки, среднесуточное электропотребление, сезонность электропотребления, место установки модулей, система ориентации модулей на солнца и других зависят параметры солнечных электростанций.

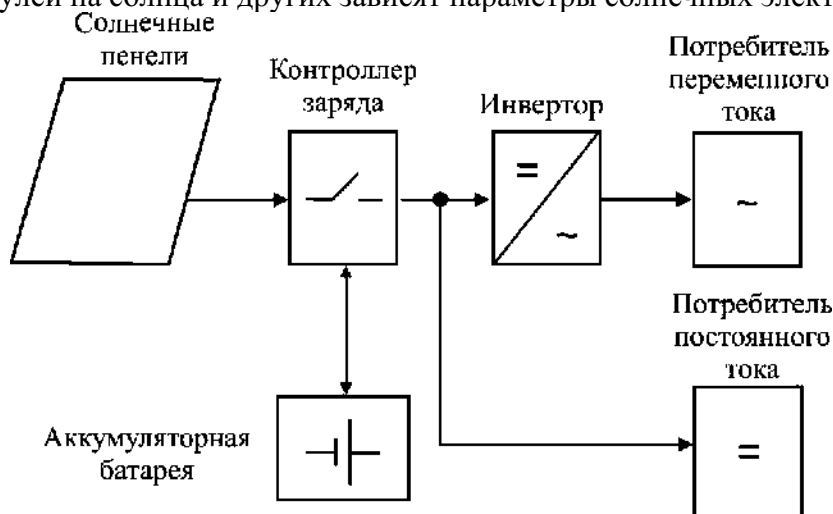


Рисунок 1 - Структура автономной солнечной электрической станции

Так как световой поток падает в ограниченное светлое время, а потребители требуют электрическую энергию в течение суток, необходимо резервировать мощность с расчетом гарантированного электроснабжения потребителя, что достигается путем увеличения установленной мощности солнечной панели и емкости аккумуляторов.

Несмотря на простоту и дешевизну автономные солнечные электрические станции имеют ряд недостатков такие как: потери энергии при малых нагрузках, ограничена возможность использования избыточной энергии, что часто приходится отключать аккумуляторные батареи, а также их замены. Однако частые замены аккумуляторных батарей приводит к увеличению финансовых вложений [10].

Применение фотоэлектрической электростанции при наличии сети позволяет избежать некоторые недостатки автономных систем. Например, сеть является большим аккумулятором со 100% КПД, который может принять все излишки энергии.

Такая система включает в себя солнечные батареи, сетевые инверторы, контроллеры, систему мониторинга, централизованную сеть и потребители электрической энергии.

На рис 2 показана структура сетевой фотоэлектрической электростанции.

Согласно структуры сетевой фотоэлектрической электростанции энергия светового потока падает на панель и на выходе солнечных батарей генерируется постоянный ток, который преобразуется сетевым инвертором в переменный ток. Параметры рабочего режима солнечной электростанции контролируются с помощью системы мониторинга. К электростанции подключена линия электропередач централизованной сети, от которой получают питания собственные потребители.

На практике широко применяют фотоэлектрические системы без аккумуляторных батарей, благодаря высокой надежности и не требующих обслуживания.

Обычно такие системы имеют КПД от 90 до 98%. В них применяются специальные инверторы, ведомые сетью, которые используют сеть для формирования опорного напряжения для их запуска и синхронизации.

При отключении центральной сети прекращается питания потребителей, из-за отсутствия напряжения на выходе инвертора. Прекращение, генерации сетевых инверторов при пропадании напряжения в сети связано также с обеспечением безопасности при проведении ремонтных работах.

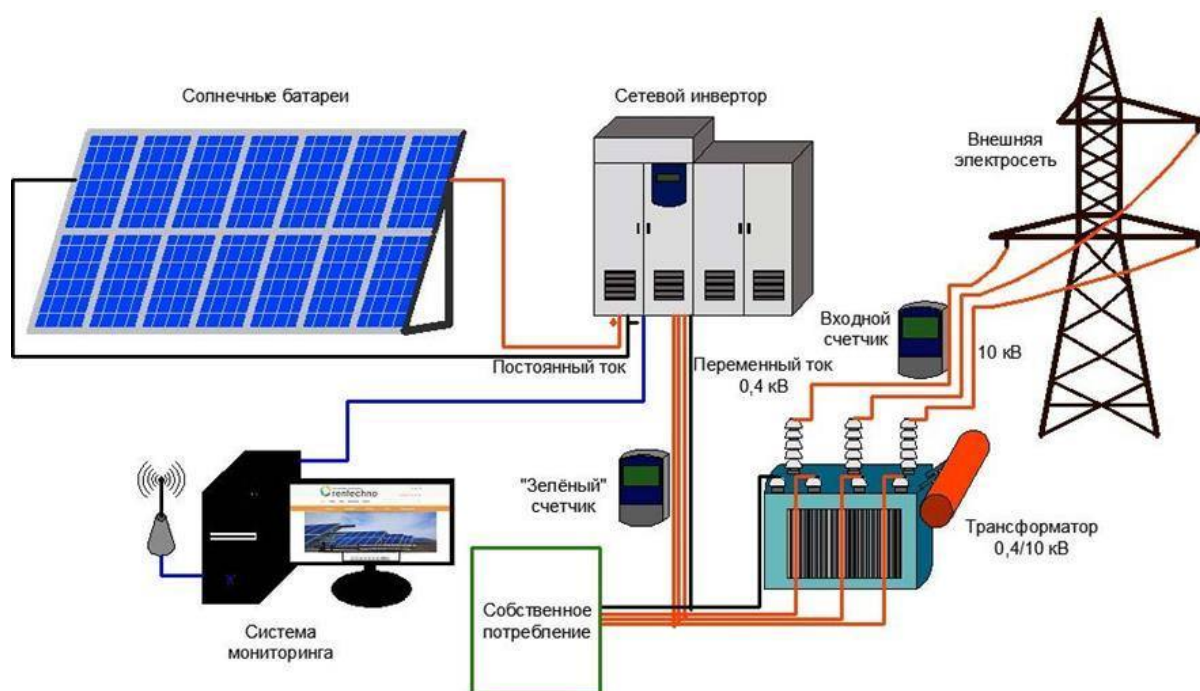


Рисунок 2 - Структура сетевой фотоэлектрической электростанции

Результаты исследования

Иногда при ненадежной электрической сети применяют фотоэлектрические системы с аккумуляторными батареями, которые позволяют создавать бесперебойного электроснабжения, но они более сложные. Несмотря на это эффективность работы аккумуляторной фотоэлектрической системы, соединенной с сетью, может быть повышена с использованием батарейного инвертора, с тремя видами построения [11]: в первом варианте электрическая энергия через фотоэлектрические модули заряжают аккумуляторные батареи, которые через контроллер передает энергию в инвертор, а от него энергия поступает в нагрузку или сеть; во втором варианте фотоэлектрические модули передают энергию на фотоэлектрический инвертор, от которого питается нагрузка, а излишки энергии направляются в сеть; в третьем варианте используются элементы выше указанные в двух вариантах.

Достоинствами систем с аккумуляторными батареями являются использования энергии солнца, при наличии сети, так и при её отключении. Недостатками являются лишние потери мощности при преобразованиях энергии в контроллере, инверторе и в аккумуляторах, а также, частая замена аккумуляторов из-за износа.

Заключение

Развитие возобновляемых источников энергии зависит от многих факторов, среди которых важнейшими являются: энергетический потенциал возобновляемых источников энергии и его изменение во времени, потребности объекта в мощности и энергии, требования к надежности электроснабжения, экономические показатели системы электроснабжения. Установлено, что в зависимости от этих и других факторов выбирается состав и структура энергетического комплекса. По структуре современные солнечные фотоэлектрических системы имеют два вида - автономные и системы, работающие параллельно с сетью, которые наиболее полно отвечают требованиям к надежности электроснабжения. Системы, работающие параллельно с сетью, могут быть построены с аккумуляторными батареями и без них.

Список литературы

1. О мерах по ускорению внедрения возобновляемых источников энергии и энергосберегающих технологий // Постановление Президента Республики Узбекистан, от 16.02.2023 г. № ПП-57.
2. Лукутин Б.В., Сурков М.А. Нетрадиционные способы производства электроэнергии. Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – 193с.
3. Роза А. Возобновляемые источники энергии. Физико-технические основы. – М.: Издательский дом МЭИ, 2010. -704с.
4. Удалов С. Возобновляемые источники энергии. Учебник. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2007.
5. Джалалов Т. А., Имамов Э. З., Муминов Р. А., Насимова Н., Нанотехнология в решении проблемы солнечной энергетики, //рес.конф. «Актуальные проблемы использования альтернативных источников энергии». — Карши, 2014. с.15–16. Исмайлов К. А., Кенжаев З. Т., Абдиреймова Г. Р., Солнечная энергетика: сегодня и завтра, //9-ой Межд.конф., Қозоғистон, г.Алматы — 2016.с.225–226.
6. Кенжаев, З. Т. Состояние и перспективы развития солнечной энергетики / З. Т. Кенжаев. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2017. — № 37 (171). — С. 6-7. — URL: <https://moluch.ru/archive/171/45649/> (дата обращения: 10.02.2025).
7. Ресурсы и эффективность использования возобновляемых источников энергии в России // П.П.Безруких, Ю.Д.Арбузов и др.- СПб.: Наука, 2002. - 314 с.
8. Uskov A.E. Avtonomnye Invertoiry solnechnykh jelektrostancij. monografija / A.E. Uskov. Krasnodar, 2011. - 119s
9. Григораш О.В. Автономные источники электроэнергии: Состояние и перспективы / О. В. Григораш, С. В. Божко, А. Ю. Попов и др. - Краснодар 2012. с. 174.
10. № DGU 47301. Safarov A.M., Sattarov X. A. Quyosh elektrostansiyasi elementlari elektr parametrlarini hisoblash uchun dasturiy ta'minot
11. Международное агентство по возобновляемым источникам энергии. Переосмысление энергии 2017. – С. 2.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПЬЕЗОГЕНЕРАТОРОВ В СБОРЕ ЭНЕРГИИ: НОВЫЕ ПОДХОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ

Смирнова Олеся Сергеевна,

*студент Приволжского государственного университета
путей сообщения (ПривГУПС),
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

Сугаков Валерий Геннадьевич,

*профессор Приволжского государственного университета
путей сообщения (ПривГУПС),
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

Аннотация: *пьезогенераторы представляют собой перспективный источник экологически чистой энергии, преобразующий механическую энергию в электрическую с помощью пьезоэлектрических материалов. В данной статье рассматриваются существующие пьезогенераторы и их принцип работы. В результате данной статьи подана заявка на «Яндекс Патенты»*

Ключевые слова: *пьезогенератор; пьезоэлемент.*

Если вы когда-либо пользовались зажигалкой, проходили медицинское ультразвуковое исследование в кабинете врача или включали газовую горелку, то использовали пьезоэлектричество. Пьезоматериалы представляют собой важную область исследований из-за их многофункциональных возможностей и потенциала для инновационных приложений.

Пьезоматериалы – это особый класс материалов, способных преобразовывать механическую энергию в электрическую и наоборот. Это явление известно как пьезоэлектрический эффект. Под воздействием механического напряжения такие материалы могут генерировать электрическое напряжение, а при приложении электрического поля изменять свои размеры и форму.

Пьезоматериалы обладают уникальной кристаллической структурой, которая обеспечивает их пьезоэлектрические свойства. Когда кристаллы подвергаются деформации – сжимаются или растягиваются, их внутреннее электрическое поле изменяется, что приводит к возникновению электрического заряда на поверхности.

С развитием технологий и науки пьезоматериалы становятся все более актуальными, особенно в области микро- и нанoeлектроники, где их использование обещает новые возможности для создания миниатюрных датчиков и актуаторов. Исследуются также новые составы и структуры, которые могут улучшить их характеристики, такие как чувствительность и диапазон рабочей температуры.

Основные свойства пьезоматериалов:

1. Пьезоэлектрический эффект: это явление, при котором материал создаёт электрическое напряжение при механическом воздействии. В обратном случае, при приложении электрического поля материал меняет свои размеры и форму (рис.1).

Пьезоэлектрический эффект применяется в электронных приборах, пьезотрансформаторах, радиофильтрах, датчиках давления, эхолотах, генераторах инфракрасных и ультразвуковых волн, акселерометрах.

2. Обратимый процесс: пьезоматериалы могут работать как преобразователи – в одном режиме они генерируют электричество, а в другом – реагируют на электрические сигналы [5].

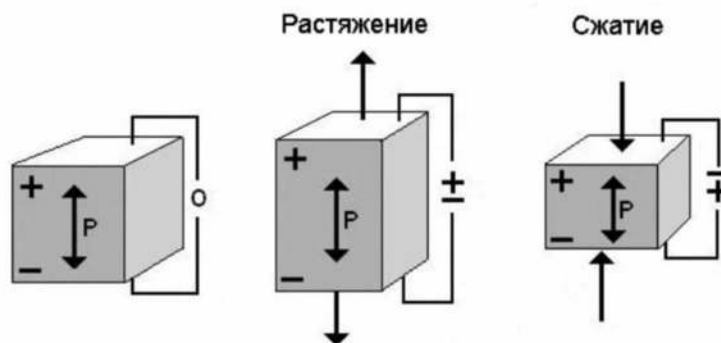


Рисунок 1 - Прямой и обратный пьезоэффект)

Виды пьезоматериалов:

1. Керамические пьезоматериалы: Наиболее популярные из них – титанат бария (BaTiO_3) и титанат свинца ($\text{Pb}(\text{ZrTi})\text{O}_3$, известный как PZT). Эти материалы имеют отличные пьезоэлектрические свойства и используются в различных приложениях.

3. Кристаллические пьезоматериалы: Натуральные кристаллы, такие как кварц, также обладают пьезоэлектрическими свойствами и используются в различных устройствах, например, в кварцевых генераторах для стабильного синхронного времени.

Основные характеристики монокристаллов при температуре 16-20°C

Материал	Плотность, $\rho \times 10^3 \text{ кг/м}^3$	Скорость звука, $C_{\text{зв}} \times 10^3 \text{ м/сек}$	Диэлектрическая проницаемость, ϵ	Пьезомодуль, $d, 10^{12} \text{ к/н}$	Тангенс угла диэлектри- ческих потерь, $\text{tg } d \times 10^2$	Коэф. электромеханической связи Кэм
Кварц	2,6	5,4	4,5	2,31	<0,5	0,095
Дегидрофосфат аммония (АДР)	1,8	5,27	21,8	24	<1	0,3
Сульфат лития	2,05	4,7	10,3	18,3	<1	0,37
Сегнетова соль	1,77	3,9	250	172	>5	0,67
Турмалин	3,26	7,15	7,5	2,5	<0,5	0,098

Основные сферы применения пьезоматериалов включают:

1. Датчики и преобразователи: используются в звуковых датчиках, микрофонах, ультразвуковых преобразователях и других устройствах, где требуется преобразование механической энергии в электрическую и наоборот.

Пьезоэлектрический датчик, измерительный преобразователь механического усилия в электрический сигнал; его действие основано на использовании пьезоэлектрического эффекта. Пьезоэлектрический датчик целесообразно применять при измерении быстроменяющегося давления; если давление меняется медленно, то возрастает погрешность преобразования из-за «стекания» электрического заряда с пластин на корпус. Основные достоинства пьезоэлектрических датчиков - их высокие динамические характеристики и способность воспринимать колебания давления с частотой от десятков Гц до десятков МГц. Применяются при тензометрических измерениях, в весовых и сортировочных (по весу) устройствах, при измерениях вибраций и деформаций и т.д.

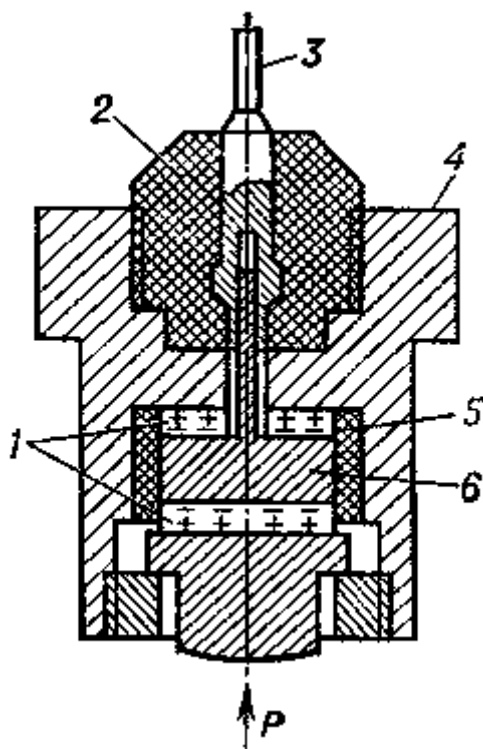


Рисунок 2 - Схема устройства пьезоэлектрического датчика давления

Устройство состоит из (Рис.2): p - измеряемое давление; 1 - пьезопластины; 2 - гайка из диэлектрика; 3 - электрический вывод; 4 - корпус (служащий вторым выводом); 5 - изолятор; 6 - металлический электрод.

2. Акустика: применяются в акустических системах и в устройствах, работающих в ультразвуковом диапазоне.

3. Актуаторы: пьезоматериалы могут использоваться в качестве актуаторов для создания точного движения, например, в оптике и прецизионных механизмах.

Пьезоактуаторы (пьезоактюаторы) – это специальные сверхпрецизионные короткоходные линейные электроприводы. Они преобразуют электрическое напряжение в небольшое, но крайне точно контролируемое линейное перемещение с высоким развиваемым усилием. В основе принципа их действия лежит обратный пьезоэлектрический эффект, то есть механическая деформация кристалла при воздействии на него электрического поля.

Главным преимуществом пьезоэлектрических актуаторов является беспрецедентная точность позиционирования – сотые и даже тысячные доли нанометра. Кроме того, они надежны, долговечны, обладают отличным быстродействием, развивают высокие ускорения и сочетают большое развиваемое усилие с компактностью. Очень важно и то, что пьезоактуаторы не имеют вращающихся и скользящих частей, не требуют смазывания и обслуживания, способны работать при низких температурах и в вакууме. Их недостатками являются небольшая длина хода, ограничивающая область их использования, и высокая цена.

4. Пьезохирургия. В хирургии используется обратный пьезоэлектрический эффект, при котором под воздействием электрического поля происходит механическое воздействие на костную ткань. Этот эффект применяется для остеотомии, то есть рассечения кости с последующей остеопластикой. Например, в челюстно-лицевой хирургии, стоматологии и пластической хирургии.

Тканевая инженерия. Пьезоэлектрические материалы используются в качестве электроактивного каркаса для восстановления и регенерации тканей. Они могут доставлять переменный электрический стимул без внешнего источника питания. Например, для восстановления нервной ткани, костей и хрящей.

5. Энергетика: пьезоматериалы применяются в энергетике для сбора энергии. Устанавливая пьезоэлектрические устройства в местах с интенсивным движением транспорта, таких как тротуары или шоссе, можно преобразовывать кинетическую энергию, генерируемую пешеходами и транспортными средствами, в полезную электрическую энергию. Эту энергию можно использовать для питания уличных фонарей, светофоров и даже зданий [4].

Также пьезоэлектрические материалы используются в напольных покрытиях для генерации энергии из шагов людей. Когда человек идёт по такому напольному покрытию, давление, создаваемое его шагами, генерирует электрический заряд в пьезоэлектрическом материале. Этот заряд может быть использован для питания малых электронных устройств и датчиков или сохранён в аккумуляторе для последующего использования.

Пьезогенератор - это устройство, которое использует пьезоэлектрический эффект для преобразования механической энергии в электрическую. Пьезоэлектрические материалы, такие как кварц или специальные полимеры, при механическом воздействии (например, сжатии, изгибе или вибрации) генерируют электрический заряд. Пьезогенераторы находят применение в различных областях, включая сенсоры, преобразователи энергии, а также в некоторых медицинских устройствах и системах мониторинга.

Основные преимущества пьезогенераторов включают их компактность, отсутствие движущихся частей и возможность работы в условиях, где другие источники энергии могут быть неудобны или невозможны.

Рассмотрим работу пьезогенератора № RU2358380

Изобретение относится к системам зажигания для двигателя внутреннего сгорания, в частности к конструкции пьезоэлектрических генераторов.

Задачей изобретения является повышение надежности и срока службы пьезоэлектрического генератора.

Задача достигается тем, что пьезоэлектрический генератор, содержащий корпус, пьезоэлементы, толкатель и устройство нагружения с приводным валом, в отличие от прототипа, содержит четыре пары пьезоэлементов, расположенных симметрично относительно друг друга, а устройство нагружения и приводной вал выполнены одной деталью, причем на поверхности приводного вала выполнены полукруглые выступы, число которых соответствует числу пар пьезоэлементов, и толкатель дополнительно содержит ролик.

Существо изобретения поясняется чертежами.

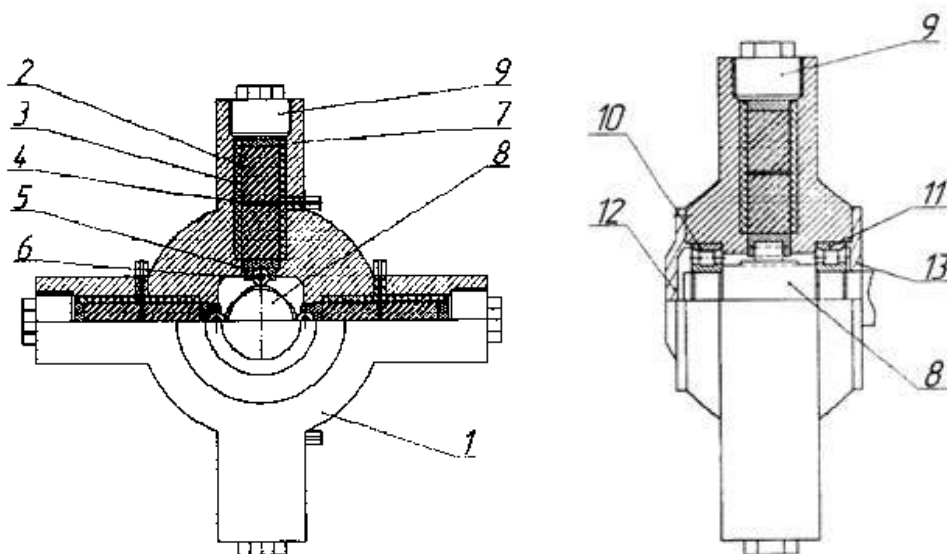


Рисунок 3 - Виды спереди и сбоку пьезоэлектрического генератора)

На рис.1 и 2 представлены соответственно виды спереди и сбоку пьезоэлектрического генератора. Пьезоэлектрический генератор содержит корпус 1, в котором установлены пьезоэлементы 2, изолированные от корпуса изоляционной прокладкой 3, между которыми расположена токосъемная металлическая пластина 4, толкатель 5 с роликом 6, металлическую пластину 7 приводного вала с нагружающим устройством 8. Пьезоэлементы 2 в корпусе 1 зажаты болтом 9 посредством металлической пластины 7. Приводный вал с нагружающим устройством 8 закреплен в корпусе 1 при помощи подшипников 10 и 11 и механически соединен с валом двигателя внутреннего сгорания (не показан). Подшипники 10 и 11 зафиксированы в корпусе 1 при помощи подшипниковых щитов 12 и 13.

Пьезоэлектрический генератор работает следующим образом.

При вращении коленвала двигателя внутреннего сгорания синхронно с ним начинает вращаться приводный вал с нагружающим устройством 8.

Полукруглые выступы набегают на ролик 6, который в свою очередь действует на толкатель 5, сжимающий пьезоэлементы 2.

В результате деформации пьезоэлементов вследствие прямого пьезоэффекта на токосъемной металлической пластине 4 появляется высокое напряжение относительно корпуса 1, которое подается на свечу зажигания двигателя внутреннего сгорания. В остальных трех парах пьезоэлементов происходят аналогичные процессы.

Каждый из полукруглых выступов в определенный момент времени находится напротив пары пьезоэлементов, что обеспечивает одновременное сжатие всех четырех пар пьезоэлементов. При необходимости число пар пьезоэлементов может быть увеличено до восьми, а его дальнейшее увеличение ограничено прочностью и массогабаритными показателями корпуса.

Благодаря тому, что передача усилия, деформирующего пьезоэлементы, осуществляется через вращающиеся элементы - ролики и приводной вал, сводится к минимуму трение контакта и исключается радиальное биение приводного вала с нагружающим устройством вследствие вибрации корпуса и что самое важное, пьезоэлементов. Это повышает надежность устройства и увеличивает его срок службы [2].

Также существуют пьезогенератор RU №2693337 (электромеханический преобразователь энергии).

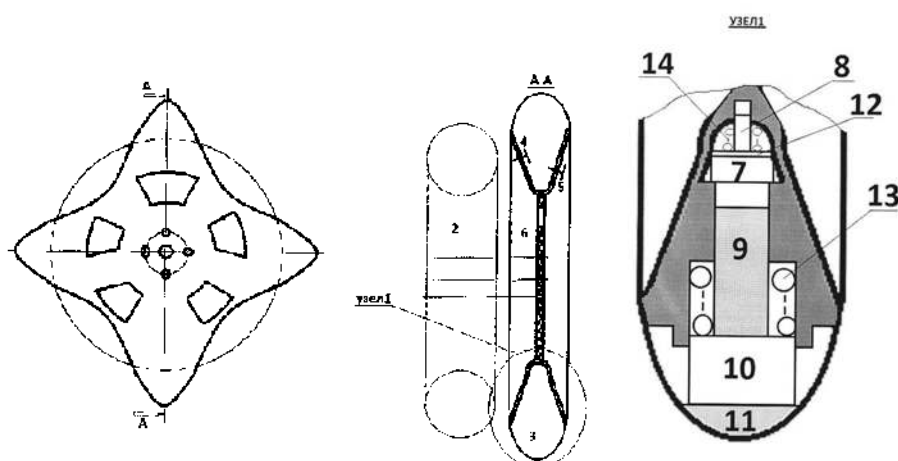


Рисунок 4 - Устройство преобразования энергии вращения колеса при движении колёсного транспортного средства

Изобретение относится к электромеханическим преобразователям энергии, а именно к преобразователям, работающим на основе применения резонансных свойств пьезоэлектрических материалов, и может быть использовано в транспортных средствах в качестве отдельного устройства закрепляемого к ступице колеса.

Изобретение может быть использовано в качестве источника переменного или постоянного тока на транспорте [1]

Пьезогенератор RU №2074328 (волновая гидроэлектростанция).

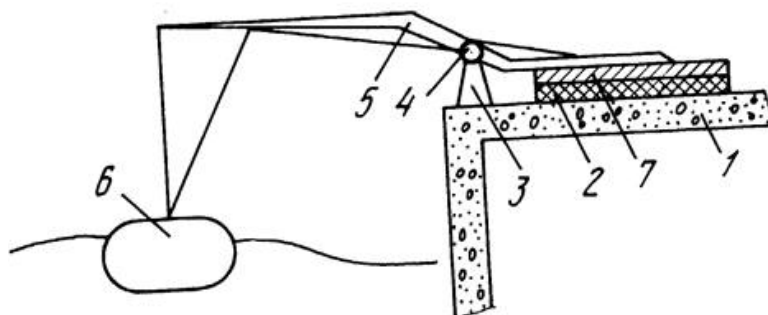


Рисунок 5- Устройство волновой гидроэлектростанции

За счет расширения диапазона изменения давления, воздействующего на пьезогенератор, изобретение позволяет увеличить его КПД в 2,5 раз. Волновая электростанция позволяет вырабатывать любое заданное напряжение с высокой точностью его регулирования, что определяется разностью применяемой элементной базы и при восьми разрядах позволяет обеспечить погрешность регулирования не более 0,004. Быстродействие определяется частотой генератора. При частоте импульсов генератора 18-20 кГц и восьмиразрядных элементах схемы установка выходного напряжения с нуля до номинального может быть осуществлена за $1,25 \times 10^{-3}$ с. При увеличении числа разрядов и быстродействия генератора точности могут быть увеличены. Для повышения мощности станции и стабильности вырабатываемого напряжения волновая секция может содержать несколько блоков, установленных рядом и работающих на общую нагрузку [3].

Рассмотренные пьезогенераторы не могут использоваться на железнодорожном транспорте. Поэтому предлагается железнодорожный генератор, который может использоваться везде, где есть рельсы. На это устройство подана заявка на изобретение (Яндекс Патенты).

Список литературы

1. Устройство преобразования энергии вращения колеса при движении колёсного транспортного средства <https://yandex.ru/patents> (дата обращения 19.12.2025).
2. ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ГЕНЕРАТОР https://yandex.ru/patents/doc/RU2358380C1_20090610 (дата обращения 19.12.2025).
3. Волновая гидроэлектростанция <https://patents.google.com/patent/RU2074328C1/ru> (дата обращения 19.12.2025).
4. Физические основы, методы исследования и практическое применение пьезоматериалов: Головин, Каплунов, Малышкина Издательство Техносфера, 2019.
5. Types, Properties and Characteristics of Piezoelectric Materials Keywords Piezoelectric Materials Published online 2022/09/01, 36 pages.

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ БОЛЬШИХ ТОКОВ

Турдибеков Камол Хамидович,
доцент кафедры электроснабжения,
Ташкентского государственного транспортного университета,
г. Ташкент, Республика Узбекистан

Мухаббат Курбанова Мамаджанова
доцент кафедры иностранных языков
Ташкентского государственного транспортного университета,
г. Ташкент, Республика Узбекистан

Абдуллаева Рухсора Собировна,
докторант кафедры электроснабжения
Ташкентского государственного транспортного университета,
г. Ташкент, Республика Узбекистан

Аннотация: модуляционные магнитные цепи преобразователей больших токов состоят из двух C – образных параллельно расположенных секций с вырезами (в виде стержневой пары) по профилю, соединенных между собой двумя ферромагнитными соединительными элементами, выполненными с прямоугольными вырезами (в виде стержневой пары) 3 и модулирующих обмоток, расположенных равномерно на каждой стержневой паре C – образных секций и соединительного элемента (см. рис. 1 и 2). Каждая секция C - образных магнитопроводов с соответствующими модулирующими обмотками и соединительным элементом с модулирующими обмотками представляют собой отдельную магнитную цепь, практически магнитно несвязанную друг с другом. Во всех трех магнитомодуляционных цепях условия создания магнитного поля практически одинаковые: модулирующее магнитное поле создается равномерно распределенными вдоль параллельных стержней намагничивающими обмотками.

Ключевые слова: математической модели, напряжения, магнитной нейтрали

Нам необходимо определить законы распределения магнитного потока в параллельных стержнях и магнитного напряжения между ними по длине стержней, т.е. необходимо разработать математические модели модуляционных магнитных цепей с учетом распределенности их электрических и магнитных параметров. Эти математические модели будут использованы при разработке общей математической модели разработанного ИДБТ и при исследовании их основных характеристик.

Для определения магнитного потока и магнитного напряжения, создаваемого распределенными обмотками с модулирующим током с МДС $f_{m1} = \frac{F_{m1}}{\alpha_m}, \left[\frac{A}{\text{рад}} \right]$ в кольцевых ферромагнитных магнитопроводах (рис. 1) составим на основании законов Кирхгофа дифференциальные уравнения для магнитного потока и магнитного напряжения для элементарного участка магнитной цепи $d\alpha$ в схеме замещения (рис.2).

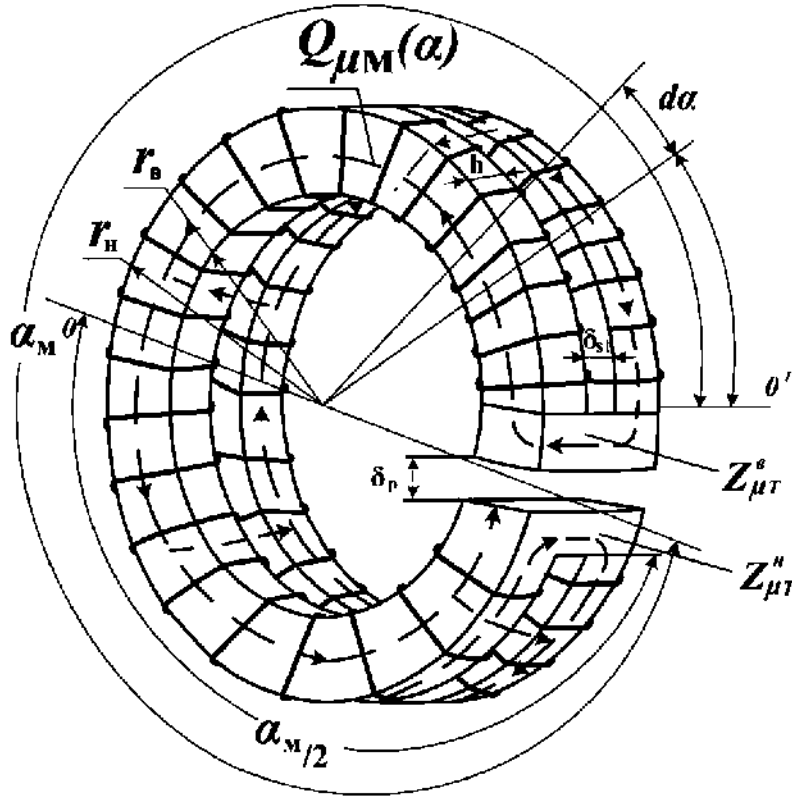


Рисунок 1 - Магнитная цепь С – образной секции с модуляционной обмоткой

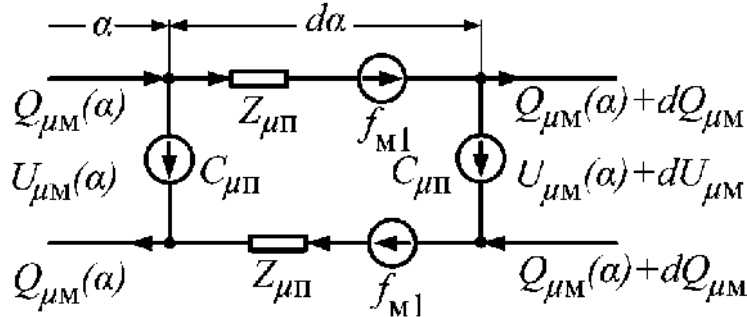


Рисунок 2 - Схема замещения элементарного участка магнитной цепи модуляционного тока $d\alpha$.

$$Q_{\mu\text{M}}(\alpha) - Q_{\mu\text{M}}(\alpha) - dQ_{\mu\text{M}}(\alpha) - U_{\mu\text{M}}(\alpha)C_{\mu\text{П}1}d\alpha = 0 \quad (1)$$

$$-U_{\mu\text{M}}(\alpha) + Z_{\mu\text{П}1}Q_{\mu\text{M}}(\alpha) + U_{\mu\text{M}}(\alpha) + dU_{\mu\text{M}}(\alpha) + Z_{\mu\text{П}1}Q_{\mu\text{M}}(\alpha)d\alpha = 2f_{\text{M}1}d\alpha \quad (2)$$

где $Q_{\mu\text{M}}(\alpha)$, $U_{\mu\text{M}}(\alpha)$ - магнитный поток в концентрических кольцевых магнитопроводах, $[Wb]$ и магнитное напряжение между ними соответственно, $[A]$, созданные МДС $f_{\text{M}1}$ распределенными обмотками с модулирующим током; α - угловая координата, по которой размешены модулирующие обмотки; $Z_{\mu\text{П}1} = \frac{1}{\mu\mu_0(r_{\text{H}}-r_{\text{B}})h_1} = \rho_{\mu\text{ср}} \frac{1}{(r_{\text{H}}-r_{\text{B}})h_1}$, $C_{\mu\text{П}1} = \mu_0 \frac{r_{\text{H}}-r_{\text{B}}}{\delta_{\text{S}1}}$, $\left[\frac{H}{m}\right]$ - погонные значения магнитных сопротивлений концентрических кольцевых магнитопроводов и магнитной емкости кольцевого нерабочего зазора $\delta_{\text{S}1}$ между ними соответственно, приходящиеся на единицу угла магнитной цепи; $\rho_{\mu\text{ср}} = \rho_{\mu\text{min}} + \frac{\rho_{\mu\text{max}} - \rho_{\mu\text{min}}}{2}$ - среднее значение удельного магнитного сопротивления магнитопровода; $\rho_{\mu\text{min}}$ и $\rho_{\mu\text{max}}$ - минимальное и максимальное значения удельного магнитного сопротивления магнитопровода, соответствующие нижнему и верхнему пределам изменения рабочей магнитной индукции; $dQ_{\mu}(\alpha)$, $dU_{\mu}(\alpha)$ - соответственно приращения магнитного потока Q_{μ} и

магнитного напряжения U_μ для элементарного участка магнитной цепи $d\alpha$. Следует отметить, что в самом первом приближении учет нелинейности основной кривой намагничивания производится с помощью $\rho_{\mu\text{ср}}$.

После сокращений имеем следующее:

$$\frac{dQ_{\mu\text{м}}(\alpha)}{d\alpha} = -U_{\mu\text{м}}(\alpha)C_{\mu\text{п1}}, \quad (3)$$

$$\frac{dU_{\mu\text{м}}(\alpha)}{d\alpha} = 2f_{\text{м1}} - 2Z_{\mu\text{п1}}Q_{\mu\text{м}}(\alpha). \quad (4)$$

Продифференцировав (3.5) и подставив в нее (3.4), получим

$$\frac{d^2U_{\mu\text{м}}(\alpha)}{d\alpha^2} = 2Z_{\mu\text{п1}}C_{\mu\text{п1}}U_{\mu\text{м}}(\alpha). \quad (5)$$

Общее решение дифференциального уравнения (5) имеет следующий вид [27, с.237]:

$$U_{\mu\text{м}}(\alpha) = A_1 e^{\gamma_1 \alpha} + A_2 e^{-\gamma_1 \alpha}, \quad (6)$$

где $\gamma_1 = \sqrt{2Z_{\mu\text{п1}}C_{\mu\text{п1}}}$ — коэффициент распространения магнитного поля по магнитной цепи, $\left[\frac{H}{m}\right]$; A_1 и A_2 — постоянные интегрирования.

Подставляя (4) в уравнение (3), получим следующее выражение для магнитного потока $Q_\mu(\alpha)$:

$$Q_{\mu\text{м}}(\alpha) = \frac{f_{\text{м1}}}{Z_{\mu\text{п1}}} - \frac{A_1 \gamma_1}{2Z_{\mu\text{п1}}} e^{\gamma_1 \alpha} + \frac{A_2 \gamma_1}{2Z_{\mu\text{п1}}} e^{-\gamma_1 \alpha}. \quad (7)$$

Постоянные интегрирования A_1 и A_2 определяются при этом, исходя из учета следующих граничных (краевых) условий:

$$U_{\mu\text{м}}(\alpha)|_{\alpha=0} = -Q_{\mu\text{м}}(\alpha)|_{\alpha=0} \cdot Z_{\mu\text{т1}}; \quad U_{\mu\text{м}}(\alpha)|_{\alpha=\alpha_{\text{м}}} = Q_{\mu\text{м}}(\alpha)|_{\alpha=\alpha_{\text{м}}} \cdot Z_{\mu\text{т1}}, \quad (8)$$

здесь $Z_{\mu\text{т1}}^{\text{в}} = Z_{\mu\text{т1}}^{\text{н}} = Z_{\mu\text{т1}}$, $\left[\frac{1}{H}\right]$ — магнитные сопротивления соответственно верхней и нижней ферромагнитных перемычек, соединяющие между собой одноименные концы С - образных секций; $\alpha_{\text{м}}$ — максимальное значение угловой координаты α .

После постановки в (8) значений магнитного напряжения в сечениях магнитной линии, соответствующие граничным условиям, получим следующую систему уравнений:

$$\begin{cases} \left(1 - \frac{\gamma_1 Z_{\mu\text{т1}}}{2Z_{\mu\text{п1}}}\right) A_1 + \left(1 + \frac{\gamma_1 Z_{\mu\text{т1}}}{2Z_{\mu\text{п1}}}\right) A_2 = -\frac{f_{\text{м1}} Z_{\mu\text{т1}}}{2Z_{\mu\text{п1}}} \\ \left(1 + \frac{\gamma_1 Z_{\mu\text{т1}}}{2Z_{\mu\text{п1}}}\right) e^{\gamma_1 \alpha_{\text{м}}} A_1 + \left(1 - \frac{\gamma_1 Z_{\mu\text{т1}}}{2Z_{\mu\text{п1}}}\right) e^{-\gamma_1 \alpha_{\text{м}}} A_2 = \frac{f_{\text{м1}} Z_{\mu\text{т1}}}{2Z_{\mu\text{п1}}} \end{cases} \quad (9)$$

Решая систему уравнений (9) относительно постоянных интегрирования A_1 и A_2 , получим

$$A_1 = \frac{f_{\text{м1}} Z_{\mu\text{т1}}}{4Z_{\mu\text{п1}} \Delta_1} e^{-\gamma_1 \alpha_{\text{м}}} - \frac{f_{\text{м1}} \gamma_1 Z_{\mu\text{т1}}^2}{8Z_{\mu\text{п1}}^2 \Delta_1} e^{-\gamma_1 \alpha_{\text{м}}} + \frac{f_{\text{м1}} Z_{\mu\text{т1}}}{4Z_{\mu\text{п1}} \Delta_1} + \frac{f_{\text{м1}} Z_{\mu\text{т1}}^2}{8Z_{\mu\text{п1}}^2 \Delta_1}, [-] \quad (10)$$

$$A_2 = -\frac{f_{\text{м1}} Z_{\mu\text{т1}}}{4Z_{\mu\text{п1}} \Delta_1} + \frac{f_{\text{м1}} \gamma_1 Z_{\mu\text{т1}}^2}{8Z_{\mu\text{п1}}^2 \Delta_1} - \frac{f_{\text{м1}} Z_{\mu\text{т1}}}{4Z_{\mu\text{п1}} \Delta_1} e^{\gamma_1 \alpha_{\text{м}}} - \frac{f_{\text{м1}} \gamma_1 Z_{\mu\text{т1}}^2}{8Z_{\mu\text{п1}}^2 \Delta_1} e^{\gamma_1 \alpha_{\text{м}}}, [-] \quad (11)$$

$$\text{где } \Delta_1 = \left(1 + \frac{\gamma_1^2 Z_{\mu\text{т1}}^2}{4Z_{\mu\text{п1}}^2}\right) sh(\gamma_1 \alpha_{\text{м}}) + \frac{\gamma_1 Z_{\mu\text{т1}}}{Z_{\mu\text{п1}}} ch(\gamma_1 \alpha_{\text{м}}), [-].$$

Поставляя найденные значения A_1 и A_2 в выражениях (6) и (7), получим следующие уравнения:

$$U_{\mu\text{м}}(\alpha) = \frac{f_{\text{м1}} Z_{\mu\text{т1}}}{2Z_{\mu\text{п1}} \Delta_1} \{sh(\gamma_1 \alpha) - sh[\gamma_1 (\alpha_{\text{м}} - \alpha)]\} + \frac{f_{\text{м1}} Z_{\mu\text{т1}}^2}{4Z_{\mu\text{п1}}^2 \Delta_1} \times \\ \times \{ch(\gamma_1 \alpha) - ch[\gamma_1 (\alpha_{\text{м}} - \alpha)]\}, \quad (12)$$

$$Q_{\mu\text{м}}(\alpha) = \frac{f_{\text{м1}}}{Z_{\mu\text{п1}}} - \frac{f_{\text{м1}} \gamma_1 Z_{\mu\text{т1}}}{4Z_{\mu\text{п1}}^2 \Delta_1} \{ch(\gamma_1 \alpha) + ch[\gamma_1 (\alpha_{\text{м}} - \alpha)]\} + \\ + \frac{f_{\text{м1}} \gamma_1^2 Z_{\mu\text{т1}}^2}{8Z_{\mu\text{п1}}^3 \Delta_1} \{sh(\gamma_1 \alpha) + sh[\gamma_1 (\alpha_{\text{м}} - \alpha)]\}. \quad (13)$$

Используя следующие формулы гиперболической тригонометрии:

$$\begin{aligned} shx \pm shy &= 2sh \left[\frac{1}{2}(x \pm y) \right] ch \left[\frac{1}{2}(x \mp y) \right], \\ chx + chy &= 2ch \left[\frac{1}{2}(x + y) \right] ch \left[\frac{1}{2}(x - y) \right], \\ chx - chy &= 2sh \left[\frac{1}{2}(x + y) \right] sh \left[\frac{1}{2}(x - y) \right] \end{aligned} \quad (14)$$

и после некоторых несложных преобразований выражения (12) и (13) перепишутся как:

$$U_{\mu m}(\alpha) = -\frac{f_{m1} Z_{\mu T1}}{Z_{\mu n1} \Delta_1} \Delta_2 sh \left[\gamma_1 \left(\frac{1}{2} \alpha_m - \alpha \right) \right], \quad (15)$$

$$Q_{\mu m}(\alpha) = \frac{f_{m1}}{Z_{\mu n1}} - \frac{f_{m1} \gamma_1 Z_{\mu T1}}{Z_{\mu n1}^2 \Delta_1} \Delta_2 ch \left[\gamma_1 \left(\frac{1}{2} \alpha_m - \alpha \right) \right]. \quad (16)$$

Обозначая $\gamma_1 \alpha_m = \beta_1, [-]$; $\Delta_2 = ch \left(\frac{1}{2} \gamma_1 \alpha_m \right) + \frac{\gamma_1 Z_{\mu T1}}{2 Z_{\mu n1}} sh \left(\frac{1}{2} \gamma_1 \alpha_m \right), [-]$,

$k_{T1} = \frac{Z_{\mu T1}}{Z_{\mu n1} \alpha_m}, [-]$; $\alpha^* = \frac{\alpha}{\alpha_m}$ переходя к относительным единицам имеем:

$$U_{\mu m}(\alpha^*) = -F_{m1} \frac{k_{T1}}{\Delta_1} \Delta_2 sh \left[\beta_1 \left(\frac{1}{2} - \alpha^* \right) \right], \quad (17)$$

$$Q_{\mu m}(\alpha^*) = \frac{F_{m1}}{Z_{\mu}} \left\{ 1 - \frac{\beta_1 k_{T1}}{\Delta_1} \Delta_2 ch \left[\beta_1 \left(\frac{1}{2} - \alpha^* \right) \right] \right\}. \quad (18)$$

На рис 3 и 4 приведены кривые зависимости $U_{\mu m}^*(\alpha^*) = f(\alpha^*)$ и $Q_{\mu m}^*(\alpha^*) = f(\alpha^*)$ в относительных единицах при разных значениях β_1 ,

где $U_{\mu m}^* = \frac{U_{\mu}(\alpha^*)}{U_{\mu}(0)}$ и $Q_{\mu m}^* = \frac{Q_{\mu}(\alpha^*)}{Q_{\mu}(\frac{1}{2})}$. Обработка экспериментальных данных осуществлена с использованием компьютера.

Анализ полученных выражений магнитного напряжения и магнитного потока модуляционной магнитной цепи преобразователя и его кривых показывает, что магнитное напряжение вдоль магнитной цепи распределено нелинейно и меняет свой знак в точке магнитной нейтрали, а магнитный поток непостоянен и имеет максимальное значение в точке магнитной нейтрали, причем при увеличении коэффициента затухания магнитного потока β нелинейность распределения магнитного напряжения и непостоянства магнитного потока по длине магнитной цепи возрастает.

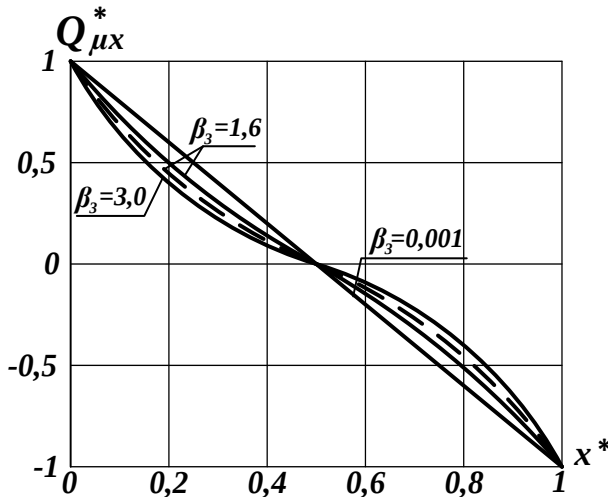


Рисунок 3 - Кривые зависимости $U_{\mu m}^*(\alpha^*) = f(\alpha^*)$ в относительных единицах при разных значениях β_1

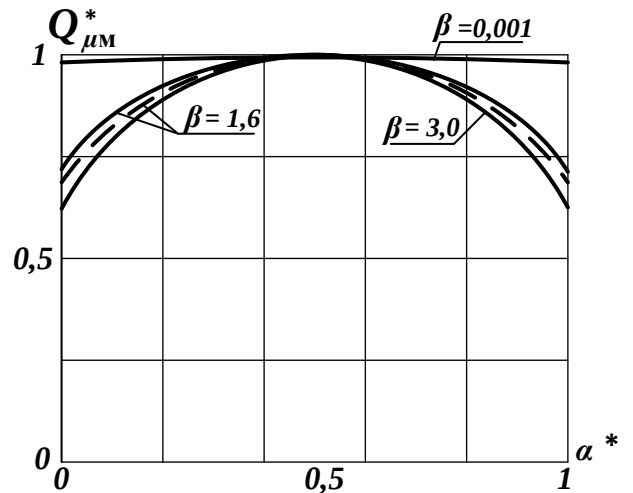


Рисунок 4 - Кривые зависимости $Q_{\mu m}^*(\alpha^*) = f(\alpha^*)$ в относительных единицах при разных значениях β_1 : сплошные – расчетные, пунктирная – экспериментальная

Напряженность модуляционного магнитного поля в С - образном магнитопроводе определяется как:

$$H_M = \frac{1}{\alpha_M} Z_{\mu\pi 1} \int_0^{\alpha_M} Q_\mu(\alpha) d\alpha = f_{M1} \left[1 - \frac{k_{T1}}{\Delta_1} \Delta_2 \text{sh} \left(\frac{1}{2} \beta_1 \right) \right]. \quad (18)$$

Выражения (15) - (19) являются математическими моделями магнитных цепей с модуляционными обмотками С - образных секций преобразователя больших токов.

Теперь находим аналитические выражения магнитного напряжения и магнитного потока магнитной цепи ферромагнитного соединительного элемента с модуляционной обмоткой (рис.5). Для этой цепи начало координат удобнее всего отсчитывать от центрального сечения магнитной системы, считая при этом магнитная и геометрическая нейтраль совпадают, т.е. $Z_{\mu t}^l = Z_{\mu t}^n = Z_{\mu t 2}$, здесь $Z_{\mu t 2}^l$ и $Z_{\mu t 2}^n$ – магнитные сопротивления соответственно левого и правого торцевых частей ферромагнитного соединительного элемента.

Изменения магнитных потоков и магнитных напряжений, составленных на основании законов Кирхгофа, на соответствующих элементарных участках магнитной линии длинами dx_1 и dx_2 , соответственно равны:

$$\begin{cases} \frac{dQ_{\mu\mathbf{M}}(x_1)}{dx_1} = -U_{\mu\mathbf{M}}(x_1)C_{\mu\Pi 2}, \\ \frac{dU_{\mu\mathbf{M}}(x_1)}{dx_1} = 2f_{\mathbf{M}2} - 2Z_{\mu\Pi 2}Q_{\mu\mathbf{M}}(x_1), \end{cases} \quad (20)$$

$$\begin{cases} \frac{dQ_{\mu\mathbf{M}}(x_2)}{d(x_2)} = -U_{\mu\mathbf{M}}(x_2)C_{\mu\Pi 2}, \\ \frac{dU_{\mu\mathbf{M}}(x_2)}{d(x_2)} = 2f_{\mathbf{M}2} - 2Z_{\mu\Pi 2}Q_{\mu\mathbf{M}}(x_2), \end{cases} \quad (21)$$

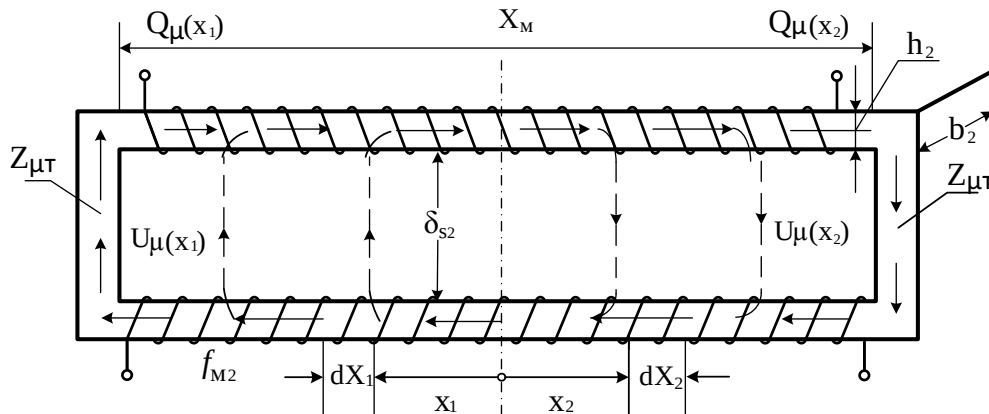


Рисунок 5 - Магнитная цепь ферромагнитного соединительного элемента с модуляционной обмоткой

$Z_{\mu n2} = \frac{1}{\mu \mu_0 b h_2}$, $C_{\mu n2} = \mu_0 \frac{b}{\delta_{s2}}$ – погонные значения магнитных сопротивлений концентрических кольцевых магнитопроводов и магнитной емкости кольцевого нерабочего зазора δ_{s2} , приходящиеся на единицу длины магнитной цепи; $f_{m2} = \frac{F_{m2}}{X_m}$ – погонное значение МДС F_m .

Общие решения дифференциальных уравнений (20) и (21) соответственно имеют следующий вид:

$$U_{\mu\text{M}}(x_1) = A_1 e^{\gamma_2 x_1} + A_2 e^{-\gamma_2 x_1}, \quad (22)$$

$$Q_{\mu\text{M}}(x_1) = \frac{f_{\text{M}2}}{Z_{\text{u}\Pi 2}} - \frac{\gamma_2}{2Z_{\text{u}\Pi 2}} A_1 e^{\gamma_2 x_1} + \frac{\gamma_2}{2Z_{\text{u}\Pi 2}} A_2 e^{-\gamma_2 x_1}, \quad (23)$$

$$U_{u_M}(x_2) = A_3 e^{\gamma_2 x_2} + A_4 e^{-\gamma_2 x_2}, \quad (24)$$

$$Q_{\mu M}(x_2) = \frac{f_{M2}}{Z_{\mu M2}} - \frac{\gamma_2}{2Z_{\mu M2}} A_3 e^{\gamma_2 x_2} + \frac{\gamma_2}{2Z_{\mu M2}} A_4 e^{-\gamma_2 x_2}, \quad (25)$$

где $\gamma_2 = \sqrt{2Z_{\mu\Pi 2}C_{\mu\Pi 2}}$.

Постоянные интегрирования A_1 и A_2 находятся из следующих граничных условий:

$$U_{\mu M}(x_1) \Big|_{x_1=0} = 0; \quad U_{\mu M}(x_1) \Big|_{x_1=0,5X_M} = Q_{\mu M}(x_1) \Big|_{x_1=0,5X_M} Z_{\mu T2}, \quad (26)$$

а постоянные интегрирования A_3 и A_4 – из: $U_{\mu M}(x_2) \Big|_{x_2=0} = 0;$

$$U_{\mu M}(x_2) \Big|_{x_2=0,5X_M} = Q_{\mu M}(x_2) \Big|_{x_2=0,5X_M} Z_{\mu T2}. \quad (27)$$

Подставляя найденные значения A_1, A_2, A_3 и A_4 в соответствующие уравнения (22) – (25) получим аналитические выражения магнитных напряжений и магнитных потоков на соответствующих рабочих участках магнитной цепи с модуляционной обмоткой:

$$U_{\mu M}(x_1) = f_{M2} \frac{k_{T2} X_M \operatorname{sh}(0,5\gamma_2 x_1)}{\Delta_3}, \quad (28)$$

где $\Delta_3 = 2\operatorname{sh}(0,5\beta_2) + \frac{\beta_2 k_{T2}}{2} \operatorname{ch}(0,5\beta_2); \quad \beta_2 = \gamma_2 X_M; \quad k_{T2} = \frac{Z_{\mu T2}}{Z_{\mu \Pi 1} X_M}, [-].$

$$Q_{\mu M}(x_1) = \frac{f_{M2}}{Z_{\mu \Pi 2}} \left\{ 1 - \frac{\gamma_2 X_M k_{T2} \operatorname{ch}(0,5\gamma_2 x_1)}{4\Delta_3} \right\}, \quad (29)$$

$$U_{\mu M}(x_2) = f_{M2} \frac{k_{T2} X_M \operatorname{sh}(0,5\gamma_2 x_2)}{\Delta_3}, \quad (30)$$

$$Q_{\mu M}(x_2) = \frac{f_{M2}}{Z_{\mu \Pi 2}} \left\{ 1 - \frac{\gamma_2 X_M k_{T2} \operatorname{ch}(0,5\gamma_2 x_2)}{4\Delta_3} \right\}. \quad (31)$$

Переходя к относительным единицам, имеем:

$$U_{\mu M}(x_1^*) = F_{M2} \frac{k_{T2} \operatorname{sh}(0,5\beta_2 x_1^*)}{\Delta_3}, \quad (32)$$

$$Q_{\mu M}(x_1^*) = \frac{f_{M2}}{Z_{\mu \Pi 2}} \left[1 - \frac{\beta_2 k_{T2} \operatorname{ch}(0,5\beta_2 x_1^*)}{4\Delta_3} \right], \quad (33)$$

$$U_{\mu}(x_2^*) = F_{M2} \frac{k_{T2} \operatorname{sh}(0,5\beta_2 x_2^*)}{\Delta_3}, \quad (34)$$

$$Q_{\mu M}(x_2^*) = \frac{f_{M2}}{Z_{\mu \Pi 2}} \left[1 - \frac{\beta_2 k_{T2} \operatorname{ch}(\beta_2 x_2^*)}{\Delta_3} \right]. \quad (35)$$

Следует отметить, что кривые, построенные на основе выражений (32) – (33), совпадают с кривыми, приведенными на рис.3 и 4.

Напряженности модуляционного магнитного поля на соответствующих участках ферромагнитного соединительного элемента находятся как:

$$H_M(x_1) = \frac{1}{0,5X_M} Z_{\mu \Pi 2} \int_0^{0,5X_M} Q_{\mu}(x_1) dx_1 = f_{M2} \left[1 - \frac{k_{T2}}{\Delta_3} \operatorname{sh}(0,5X_M) \right], \quad (36)$$

$$H_M(x_2) = \frac{1}{0,5X_M} Z_{\mu \Pi 2} \int_0^{0,5X_M} Q_{\mu}(x_2) dx_2 = f_{M2} \left[1 - \frac{k_{T2}}{\Delta_3} \operatorname{sh}(0,5X_M) \right]. \quad (37)$$

Выражения (28) - (37) являются математическими моделями магнитных цепей с модуляционными обмотками ферромагнитного соединительного элемента преобразователя больших токов.

Список литературы

1. Амиров С.Ф., Хушбоков Б.Х., Сафаров А.М., Шойимов Й.Ю. Вопросы измерения больших токов на железнодорожном транспорте // Вестник ТашИИТ. – Ташкент, 2006. - №2. – С. 88-97.
2. Почаевец В.С, Автоматизированные системы управления устройствами электроснабжения железных дорог. Учебник. – Москва: Маршрут, 2003. – 318 с.
3. Казаков М.К., Джикаев Г.В., Хисамова Л.И. Аналого-цифровой измеритель больших постоянных токов//Электротехника. - Москва, №5, 2001. – С. 43 – 49.
4. Дмитриенко И.Е., Алексеев В.М. Измерения в системах железнодорожной автоматики и телемеханики Москва: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2011. – 216 с.
5. Абакумов А.А. Преобразователи магнитных полей для систем управления: автореф. дис. канд. техн. наук. – Уфа: УАИ, 1991. – 19 с.
6. Komolbek Turdibekov*, Dilshod Rustamov, Sarvar Xalikov. Digital protection of electrical equipment in railway transport. E3S Web Conf. Volume 461, 2023 Rudenko International

Conference “Methodological Problems in Reliability Study of Large Energy Systems“ (RSES 2023).
<https://doi.org/10.1051/e3sconf/202346101064>

7. Алиев И.И. Справочник по электротехнике и электрооборудованию (5-е изд., испр.)/ Серия «Справочники». – Ростов н/Д: Феникс, 2004. - 480 с.

8. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники // Электрические цепи. – Москва: Гардарики, 2006. – 701 с.

9. Амиров С.Ф., Суллийев А.Х., Балгаев Н.Е. Краткий обзор методов расчета магнитных цепей с распределенными параметрами // Проблемы энерго- и ресурсосбережения. – Ташкент, 2010. – № 1/2. – С. 195-202.

10.S. Amirov, K. Turdibekov D. Rustamov, S/ Saydivaliev. Mathematical models of magnetic circuits of high currents induction sensors for electric power supply systems devices of electric transport july 2023 e3s web ofconferences 401(3) doi:10.1051/e3sconf/202340102036

11.Плакс А.В. Системы управления электрическим подвижным составом. Москва: Маршрут, 2005. -360 с.

12.S. Amirov, K. Turdibekov D. Rustamov, S/ Saydivaliev. Mathematical models of magnetic circuits of high currents induction sensors for electric power supply systems devices of electric transport july 2023 e3s web ofconferences 401(3) doi:10.1051/e3sconf/202340102036

РАЗВИТИЕ ДИСПЕТЧЕРСКОГО КОНТРОЛЯ СИСТЕМ ЖАТ

Фогель Александр Львович,
доцент кафедры «Техника и технологии
железнодорожного транспорта»
Нижегородского института путей сообщения -
филиала ПривГУПС, к.т.н., с.н.с.
г. Нижний Новгород, Российская Федерация

Богданов Михаил Юрьевич,
студент 5 курса кафедры «Техника и технологии
железнодорожного транспорта»
Нижегородского института путей сообщения -
филиала ПривГУПС
г. Нижний Новгород, Российская Федерация

Аннотация: в статье рассмотрены новые возможности реализации диспетчерского контроля перегонных и станционных систем ЖАТ. Обоснованы варианты использования в комплексах АПК-ДК функциональных и принципиальных электрических схем, обеспечивающих необходимый объём, скорость измерений передачи информации. Показано, что на основе роста объёма и качества получаемых исходных данных и применения современных и алгоритмов повышается оперативность и достоверность определения технического состояния объекта.

Ключевые слова: диспетчерский контроль, участок, устройства съёма информации.

Российские железные дороги находятся в процессе постоянного увеличения скорости и интенсивности движения поездов. Следовательно, возрастают требования к устройствам, обеспечивающим безопасность движения и способным повысить качество контроля. Совершенствование технического обслуживания устройств ЖАТ играет ключевую роль в обеспечении стабильности и эффективности перевозок. Технические средства автоматики и телемеханики оказывают значительное влияние на экономические показатели всех служб железнодорожного транспорта и общую прибыльность работы железнодорожной сети. Поэтому развитие этого направления является приоритетным в совершенствовании работы Компании.

Большое внимание уделяется снижению эксплуатационных расходов, что приводит к необходимости модернизации. Техническое перевооружение предполагает создание и внедрение новых систем и устройств ЖАТ, удовлетворяющих современным требованиям.

Обновление и дальнейшее совершенствование устройств автоматики и телемеханики создаст возможности для:

- повышения безопасности движения поездов за счет внедрения современных технологий, обладающих функциями диагностики и самодиагностики, а также логического контроля действий операторов и обслуживающего персонала, что позволит минимизировать влияние «человеческого фактора»;
- уменьшения эксплуатационных затрат во всех сферах за счет оптимизации управления движением поездов и повышения уровня его централизации;
- сокращения расходов на обслуживание средств ЖАТ и снижения затрат на энергоснабжение за счет увеличения использования микропроцессорных систем;
- повышения производительности труда, прежде всего, за счет применения необслуживаемых и малообслуживаемых систем и устройств ЖАТ.

Особое внимание уделяется развитию систем автоматики и телемеханики, являющихся базовым звеном информационно-управляющих систем. Принята обширная программа

обновления устройств СЦБ, замены устаревших релейных устройств. Однако новые релейные устройства уже не могут дать качественный скачок в развитии устройств железнодорожной автоматики. Кроме того, в централизации релейного типа имеется значительное количество элементов, отказ которых приводит к выходу из строя практически всей системы. Попытки дублировать или резервировать такие элементы существенных положительных результатов не дают, а обеспечивать надежность этих систем достаточно трудоемко. В настоящее время на сети железных дорог производится постоянное совершенствование перевозочного процесса и управления им на базе использования микропроцессорных систем и цифровых средств связи. [1,2].

Микропроцессорные системы повышают уровень безопасности, занимают значительно меньше площади, потребляют меньше электроэнергии, уменьшают объем строительно-монтажных работ и снижают эксплуатационные расходы. Развитие микропроцессорных технических средств за последние 10 лет открыло широкие возможности коренного переоснащения отрасли железнодорожной автоматики и телемеханики.

Одним из средств, повышающих качество эксплуатации систем и устройств железнодорожной автоматики и телемеханики, является Аппаратно-программный комплекс диспетчерского контроля (АПК-ДК) [3,7].

АПК-ДК выполняет функции технического диагностирования и мониторинга и предназначен для централизованного контроля, диагностики и регистрации технического состояния устройств ЖАТ, а также предоставляет возможность производить сбор, обработку, хранение и отображение данных о состоянии контролируемых объектов в режиме реального времени. Данные по состоянию устройств проходят логическую обработку, и могут быть представлены как в текущем времени так в архивном режиме.

Система диспетчерского контроля АПК-ДК разрабатывалась по заданию ЦШ МПС РФ кафедрой «Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте» Петербургского Государственного Университета Путей Сообщения (ПГУПС) и рекомендована к применению на сети дорог Российской Федерации. Система АПК-ДК осуществляет контроль и диагностику технического состояния устройств ЖАТ на перегонах и станциях (как отдельных элементов, так и системы в целом), позволяет выявлять предотказные состояния, анализировать причины некачественной работы и автоматизировать поиск отказов устройств СЦБ, т.е. обеспечивает возможность перехода на ремонтно-восстановительную технологию обслуживания, в том числе позволяет собирать статистику. Это является технической базой для перехода на совершенно новый режим обслуживания технических средств, значительно снижающий трудозатраты [4,5].

АПК-ДК – это трехуровневая система диспетчерского контроля, пользователями которой могут являться работники служб перевозок всех уровней, работники вагонного хозяйства, хозяйства энергоснабжения, хозяйства автоматики и телемеханики и других служб. Это достигается включением в единую сеть данной системы в качестве линейных объектов устройств электрической централизации автоблокировки, пунктов контроля состояния подвижного состава на ходу поезда (ДИСК, КТСМ), систем энергоснабжения, устройств оповещения.

Развитие систем АПК-ДК продолжается в трех направлениях:

- расширение функций интеллектуальной обработки информации в подсистеме оперативного управления движением;
- расширение функций интеллектуальной обработки информации в подсистеме автоматизации технологических процессов ШЧ;

Аппаратно-программный комплекс диспетчерского контроля АПК-ДК предназначен для централизованного контроля, диагностики и регистрации состояния устройств железнодорожной автоматики и телемеханики (свободности/занятости блок-участков, главных и приемоотправочных путей промежуточных станций, показаний входных и

выходных светофоров, информации об установленном направлении, состоянии переездов и температуре буксовых узлов).

АПК-ДК (ООО «КИТ») на полигоне Горьковской железной дороги строится по иерархическому принципу и включает в себя 2 уровня. Структура системы АПК-ДК представлена на рисунке 1 [6,8]

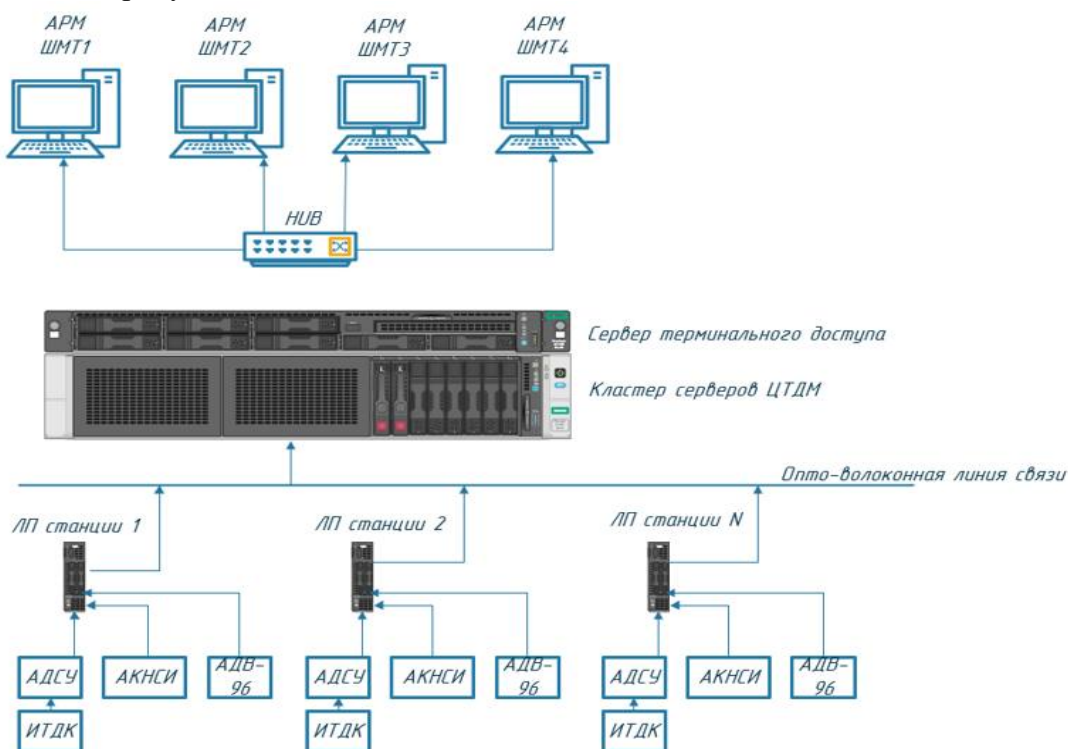


Рисунок 1 - Функциональная схема АПК-ДК

Подсистема нижнего уровня состоит из специализированных контроллеров, обеспечивающих съем и первичную обработку информации, получаемой от устройств ЖАТ. Подсистема второго (верхнего) уровня состоит из технических средств АРМов технологов центра диагностики и мониторинга устройств СЦБ, сервера терминального доступа для диспетчерского аппарата службы Ш и дополнительных рабочих мест (ШЛ, ШМ, Ш), работников отделения дороги и других пользователей.

АПК-ДК обеспечивает следующие функциональные возможности:

- сбор дискретной и аналоговой информации о состоянии объектов контроля, ее первичная обработка аппаратурой нижнего уровня и передача на верхние уровни;
- прием, хранение, архивирование, обработка и отображение на АРМах поступившей информации от устройств нижнего уровня;
- обмен информацией на всех уровнях с микропроцессорными системами ЖАТ (МПЦ, РПЦ, ДЦ, ДК);
- выявление нештатных технологических ситуаций;
- автоматизация технологии обслуживания устройств СЦБ;
- самодиагностика работы технических средств АПК-ДК. Ведение протоколов состояния устройств АПК-ДК, каналов связи;
- увеличения числа контролируемых объектов, организация новых АРМов путем подключения дополнительных технических средств;
- подключение к внешним информационно-управляющим системам и поддержка протоколов обмена, например к автоматизированной системе организации управления перевозками (АСОУП);
- получение твердых копий протоколов и отчетов.

В состав аппаратуры нижнего уровня входят:

- автомат диагностики сигнальной установки АДСУ-24/16,
- устройство согласования с линией (УСЛ),
- селектор частоты – демодулятор (СЧД),
- устройство контроля тональных рельсовых цепей (УКТРЦ),
- блок расширения контролируемых пунктов (БРКП),
- шкаф для размещения аппаратуры АПК-ДК.

Съём дискретных и аналоговых данных с сигнальных точек и шкафов переездов производится автоматами диагностики сигнальных установок. Выбор несущей частоты устанавливаемых устройств представлен в структурной схеме распределения частот на первом листе чертежей в Приложении. Для уменьшения влияния помех в кабельной сети на передачу данных и уменьшения затухания несущей частоты из-за увеличения дальности передачи данных следует распределять несущие частоты от большей к меньшей по мере увеличения расстояния от контролируемого объекта до линейного пункта. Таким образом самым близким взята частота f_{30} (4224 кГц). Внешний вид устройства представлен на рисунке 2



Рисунок 2 - Автомат диагностики сигнальной установки

Автомат диагностики сигнальной установки АДСУ-24/16 предназначен для контроля функционирования устройств автоматической блокировки и автоматической переездной сигнализации. АДСУ-24/16 обеспечивает съём, кодирование и передачу информации о текущем состоянии контролируемых устройств в концентратор линейного пункта ЛПД АПК-ДК (СТДМ) по многоканальной линии с частотным уплотнением каналов. В качестве физической среды передачи данных может быть использована линия двойного снижения напряжения (линия ДСН) или выделенная линия. АДСУ-24/16 обеспечивает:

- съём информации со свободных контактов шестнадцати реле релейного шкафа автоблокировки или переездной сигнализации;
- измерение величины постоянного или действующего значения переменного напряжения синусоидальной формы в шестнадцати контрольных точках в системах кодовой автоблокировки;
- измерение величины действующего значения импульсов напряжения (тока с помощью ИТДК) полученных в результате амплитудной манипуляции постоянного или переменного напряжения частотой (25 ± 1) Гц, (50 ± 1) Гц или (75 ± 1) Гц кодовой

последовательностью, формируемой кодовыми путевыми трансмиттерами КПТШ-5, КПТШ-7, КПТШ-10 и их модификациями;

- при обнаружении импульсов переменного или постоянного напряжения - измерение временных параметров элементов цикла кодовой последовательности, определение её кода («З», «Ж», «КЖ») и типа путевого трансмиттера её сформировавшего;

- опрос до восьми автономных устройств измерения тока в собственной сети, организованной на последовательном интерфейсе RS-485;

- формирование информационной посылки в виде циклического последовательного кода;

- передачу информации на станцию по цепи ДСН способом фазовой манипуляции на несущих частотах с 1 по 30.

АДСУ-24/16 формирует на клеммах линии передачи данных выходной синусоидальный сигнал, который манипулируем фазовыми послылками последовательного циклического кода в соответствии с текущим состоянием контактных и измерительных входов и содержит в своем составе: [9,10]

- шестнадцать гальванически развязанных каналов измерения среднеквадратического значения напряжения постоянного или переменного тока;

- шестнадцать каналов контроля целостности цепи типа «сухой контакт реле» (далее – контактные датчики);

- восемь автономных модулей измерения среднеквадратического значения тока;

- гальванически развязанный интерфейс стандарта RS-485 для организации сети автономных устройств измерения;

- гальванически развязанный интерфейс согласования с линией передачи данных (линией ДСН).

Список литературы

1. Типовые материалы для проектирования 410726 – ТМП Система диспетчерского контроля и диагностики устройств железнодорожной автоматики и телемеханики АПК-ДК. Альбом 1 Система АПК-ДК ООО «КИТ» 2007г.

2. Типовые материалы для проектирования 410726 – ТМП Система диспетчерского контроля и диагностики устройств железнодорожной автоматики и телемеханики АПК-ДК. Альбом 2 Система АПК-ДК «МГП ИМСАТ» 2007г

3. АПК-ДК. Руководство по эксплуатации. Утверждено главным инженером Департамента автоматики и телемеханики ОАО «РЖД», 2007.

4. Кайнов В.М. Развитие систем ЖАТ и совершенствование технологии обслуживания. Автоматика, связь и информатика. 2006г. №11.

5. Балувев Н.Н. На пути инноваций. Автоматика, связь и информатика. 2011г. №1.

6. Гавзов Д.В., Дрейман О.К., Кононов В.А., Никитин А.Б; под общей редакцией проф. Сапожникова В.В. Системы диспетчерской централизации: -М.:Издательство «Маршрут», 2002г.

7. Федорчук А.Е., Сепетый А.А., Иванченко В.Н. Новые информационные технологии: Автоматизация технического диагностирования и мониторинга устройств ЖАТ. Ростов-на-Дону, 2008г.

8. Чухонин В.М., Б.Л.Горбунов., Бакалов С.П., Падалко А.С. Аппарат-но-программный комплекс диспетчерского контроля. Наука и транспорт. 2009г. №9

9. Рогачева И.Л. Эксплуатация и надежность систем электрической централизации нового поколения. 2005г.

10. Пахомова Н. Развивать технологию диагностики и мониторинга. Автоматика, связь и информатика. 2011г. №3.

ОБОРУДОВАНИЕ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ СТАНЦИИ ПРОЕКТА МЦД СОВРЕМЕННЫМИ СИСТЕМАМИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕНТРАЛИЗАЦИИ

Фогель Александр Львович,
доцент кафедры «Техника и технологии
железнодорожного транспорта»
Нижегородского института путей сообщения -
филиала ПривГУПС, к.т.н., с.н.с.
г. Нижний Новгород, Российская Федерация

Кривов Максим Юрьевич,
студент 5 курса кафедры «Техника и технологии
железнодорожного транспорта»
Нижегородского института путей сообщения -
филиала ПривГУПС
г. Нижний Новгород, Российская Федерация

Аннотация: в статье рассмотрен проект оборудования промежуточной станции, входящий в состав проекта Московские центральные диаметры (МЦД) современными системами электрической централизации. Рассмотрены вопросы изменения путевого развития станции, оборудование станции современными высокопроизводительными системами электрической централизации. Показано, что предлагаемые изменения позволят повысить безопасность движения поездов, безопасность пассажиров и существенно повысить качество обслуживания.

Ключевые слова: электрическая централизация, станция, безопасность движения, устройства управления.

Рассматриваемая станция в ближайшем будущем войдёт в состав перспективного проекта под названием Московские центральные диаметры (МЦД). Существенно возросшие скорости движения поездов и значительно увеличившийся пассажиропоток ставят задачи обновления станции той, какой эта станция.

Название проекта «Московские центральные диаметры» (МЦД) было определено в рамках единой концепции наземного железнодорожного транспорта и по аналогии с проектом «Московское центральное кольцо» (МЦК). На МЦД реализованы все пассажирские сервисы и услуги, которые доступны пассажирам МЦК и столичного метрополитена. В том числе разработана единая билетная система и единая навигационная система. Аббревиатура «МЦД» отражает в себе особенности диаметрального движения нового вида городского транспорта, она была выбрана совместным решением Правительства Москвы, Правительства Московской области и ОАО «РЖД» должна войти в проект МЦД [1].

В рамках проекта МЦД планируется запустить пять сквозных маршрутов. Движение по первым двум маршрутам МЦД было запущено 21 ноября 2019 года. Всего на двух диаметрах расположены 62 станции, с некоторых из них можно сделать пересадку на метро, Московское центральное кольцо, другие диаметры. 17 августа 2023 года был запущен новый маршрут наземного метро – МЦД-3 «Ленинградско-Казанский», а 9 сентября 2023 года – МЦД-4 «Калужско-Нижегородский». С запуском третьего и четвертого диаметра количество станций наземного метро возросло до 136.

Подвижной состав на первых двух диаметрах обновлен на 100%. Здесь ходят поезда «Иволга», ЭП2Д, «Аэроэкспресс». На маршруте «Одинцово – Окружная» в режиме МЦД курсируют поезда «Аэроэкспресс». На третьем диаметре курсируют, в том числе,

современные «Иволги 3.0», ЭП2Д. Полностью парк поездов на МЦД-3 планируется обновить до конца 2024 года. На четвертом диаметре пассажиров перевозят, в том числе, современные поезда ЭП2ДМ. Полностью парк поездов на четвертом диаметре планируется обновить до конца 2025 года.

Московский транспорт неустанно развивается, и на очереди – пятый Московский центральный диаметр МЦД-5. Его появление значительно облегчит жизнь многим москвичам и гостям столицы, создав новые удобные маршруты передвижения. Независимо от выбранного маршрута, МЦД-5 станет важным шагом в развитии транспортной системы Москвы, обеспечивая более комфортное и быстрое перемещение по городу.

МЦД 5 находится на этапе проектирования и при его запуске могут возникнуть проблемы, если всё останется так, как есть сейчас. Основные проблемы, существующие на данный момент следующие:

- Три, удалённые стрелки от поста ЭЦ марки 1/18 с непрерывной поверхностью катания, то есть с переводным сердечником.

- Неудобное путевое развитие.

- Требуется обновления системы электрической централизации.

Подробнее остановимся на этих проблемах. Стрелки находятся слишком далеко от поста ЭЦ и в случае малейшего отказа, только 10-15 минут займёт времени, чтобы добраться до них, это может привести к большим задержкам поездов. Движение поездов на станции очень интенсивное, интервал между поездами 5-10 минут, как и на всём Ярославском направлении. Оно считается самым загруженным [2].

Отсюда вытекает вторая проблема. Станция располагается сразу после крупной внеклассной станции. Под неудобным путевым развитием подразумевается то, что с предыдущей станции по перегону идёт три главных пути, а на рассматриваемой станции они сходятся в два и далее снова расходятся в три главных пути до следующей станции. Релейная централизация, эксплуатируемая на этих станциях, морально устарела, и установленная более 30 лет тому назад уже себя исчерпала.

После запуска МЦД существующий сейчас технологический перерыв с 11:07 до 12:50 пропадёт, так как график движения поездов будет как в метро. Народное название существующих МЦД – наземное метро. И график технического процесса можно будет делать только по ночам. Стрелки марки 1/18 сложны в обслуживании и подвержены постоянному вмешательству посторонних лиц, а так как находятся они достаточно далеко, это станет большой проблемой и будет приводить к длительным задержкам поездов, что очевидно недопустимо. Учитывая, что поездов станет в разы больше, два главных пути не выдержит необходимый большой поток поездов, и устаревшая система релейной централизация будет периодически сбоить [2,3].

Поэтому для устранения отмеченных выше недостатков предлагаются следующие решения данных проблем.

Стрелки марки 1/18 2/2С; 4/4С; 28/28С убираются а, вместо них ближе к посту ЭЦ устанавливаются спаренные стрелки 10/12; 14/16; 18/20.

Создаётся третий главный путь на станции, в результате соединения существующего второго перегонного пути с предыдущей станции, с не действующим в настоящее время путём, который начинается от стрелки 4/4С. В этом случае входные светофоры изменят своё положение, и граница станции будет начинаться перед установленной шестой стрелкой. Ранее до строительства третьего перегонного пути граница станции была перед стрелкой номер шесть, а потом после того, как появились три стрелки марки 1/18, размер станции увеличился. Москва и московская область должны быть связаны проектом МЦД, что даст возможность в разы быстрее, чем сейчас добираться до Москвы и обратно. Поэтому стрелки 1/18 2/2С; 4/4С; 28/28С были временным решением, а с запуском проекта МЦД требуется расширять станцию, так как поездов и пассажиров станет кратно больше.

В нечётной горловине станции планируется также соединить второй перегонный путь с третьим путём станции у выходного сигнала ЧЗ. Тогда добавится одна стрелка номер три, а стрелка 9/9СО станет спаренной 9/11. Стрелка 11 станет 13. На станции появится 3 главный путь. Для таких преобразований есть все возможности. Платформа на существующем сейчас втором главном пути расширится и станет платформой, как для второго, так и для третьего главных путей. [5,6]

Не менее важным в проекте реконструкции станции является замена существующей электрической централизации на современную микропроцессорную централизацию, например МПЦ Ebilos-950 или аналогичную по параметрам. Работу системы электрической централизации рассмотрим на примере оборудования главного хода чётной горловины станции.

До недавнего времени на железных дорогах России применялись только централизации стрелок и сигналов, использующие в качестве основной элементной базы реле электромагнитного типа. Автоматизация технологических процессов управления движением поездов на станциях и перегонах оставалась в значительной степени консервативной в отношении применения компьютерных технологий [4,7].

Надо иметь в виду, что технические решения и средства для такой централизации разрабатывались в 60-х - 80-х годах прошлого века и к настоящему моменту устарели. Релейная элементная база, как средство построения электрической централизации, практически себя исчерпала. Попытки придания новых качественных показателей и расширения функций электрической централизации ведут к увеличению количества реле, потребляемой электроэнергии, затрат на эксплуатационное обслуживание, объемов проектных и монтажных работ. Переход от релейной централизации к микропроцессорной не является данью моде. Это объективная необходимость обновления всего технологического процесса управления перевозками и работой структурных подразделений железнодорожного транспорта на основе применения информационных технологий. Здесь сразу проявляются преимущества МПЦ.

Управление устройствами, включенными в МПЦ, осуществляется с АРМ ДСП, устроенного на базе типовой ПЭВМ. Работа устройств МПЦ контролируется по отображению состояния объектов на дисплее АРМ ДСП. Управление объектами осуществляется дежурным по станции с помощью клавиатуры и мыши АРМ ДСП.

Диагностика объектов МПЦ (концентраторов, состоянии петли связи) и контроль их технических параметров осуществляются с помощью АРМ электромеханика (АРМ ШН). Этот же АРМ позволяет анализировать протокол действий дежурного по станции и результаты работы МПЦ.

ЦП состоит из двух компьютеров, обеспечивающих логику действия МПЦ и требований безопасности. Один компьютер постоянно находится в работе, второй – в горячем резерве. Т.к. передача информации с основного компьютера на резервный компьютер осуществляется непрерывно, включение его в работу, в случае выхода из строя основного, происходит без остановки работы МПЦ. Оба компьютера связаны через петли связи с концентраторами связи, соединенными с ОК. При переключении компьютеров происходит автоматическая коммутация петель связи. Главная цель ЦП состоит в обработке данных, чтобы предотвратить выполнение опасных команд от системы управления. ЦП обеспечивает:

- трансформацию команд от системы управления в приказы, которые безопасным образом передаются стрелкам, сигналам и другим устройствам;
- замыкание объектов в маршруте;
- автоматическое и искусственное размыкание маршрутов;
- другие функции централизации.

Релейная аппаратура размещается на типовых стативах в релейном помещении поста МПЦ, в горловинах – в модулях контейнерного типа. Релейная часть оборудования – это РЦ,

кодирование, увязки с блокировкой по каждому пути прилегающих перегонов, увязки с другими релейными устройствами и системами.

Основной и резервный компьютеры ЦП через модемы и петли связи последовательно связаны с концентраторами связи, размещенными в модулях и/или на центральном посту. Система связи построена таким образом, что при обрыве кабеля петли связи в одном месте информация продолжает поступать на каждый концентратор с разных направлений. Одна петля связи может быть выполнена посредством одной четверки медного кабеля или одной пары волокон оптического кабеля.

В МПЦ с децентрализованным размещением оборудования модули МОК) устанавливаются в горловинах станции в местах, наиболее приближенных к напольным объектам. В МОК располагаются концентраторы связи, ОК, релейная часть аппаратуры РЦ, кодирования, обдувки стрелок, увязки с переездами и другими устройствами, и системами, а также устройства электроснабжения.

Система объектного контроля ОК является частью системы МПЦ. Данная система осуществляет взаимодействие между компьютерной частью централизации с релейными устройствами и напольным оборудованием. Модули ОК делятся на следующие типы: сигнальный; стрелочный и релейный. Модули ОК МПЦ позволяют использовать отечественные РЦ, светофоры, электроприводы, другие напольные устройства СЦБ и реле и дают возможность осуществлять увязки со всеми существующими системами АБ и ПАБ, переездной сигнализации, кодирования РЦ, САУТ, очистки и другими системами. На рисунке 1 представлена структурная схема МПЦ.

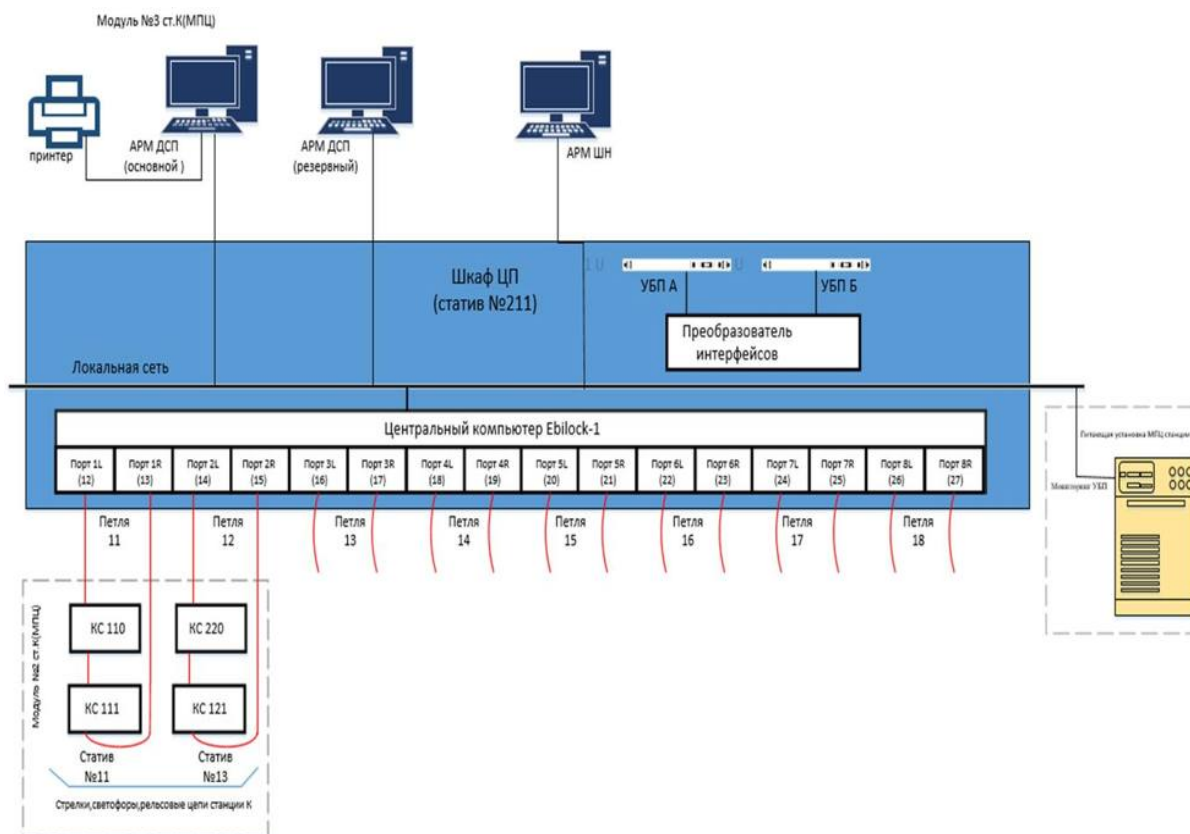


Рисунок 1 - Структурная схема МПЦ

Здесь сразу проявляются преимущества МПЦ. Микропроцессорная централизация служит удобным связующим звеном между источниками получения первичной информации (подвижной состав, объекты СЦБ и др.) и системами управления перевозочным процессом более высокого уровня, позволяя обойтись без дополнительных надстроек, которые были бы нужны при использовании электрической централизации на базе реле.

Перечень объектов централизации является важнейшим документом и требует особого внимания при его составлении. Целью создания этого документа является определение интерфейсных реле, перечень информационных входов, краткое описание их назначения, распределение интерфейсных реле и входов по платам ОК. Кроме того, перечень объектов централизации определяет распределение всех контроллеров по концентраторам и петлям связи. Перечень объектов централизации состоит из следующих разделов: Распределение ОК по стативам; перечень стрелок; перечень светофоров; распределение светофоров по ОК; перечень интерфейсных реле; распределение выходов ОК; перечень входов ОК; распределение входов ОК.

Распределение объектных контроллеров по стативам выполняется в виде таблицы 1. Заполнение таблицы производится после определения конфигурации петель связи, распределения стрелок, светофоров, входов ОК и интерфейсных реле по ОК.

Таблица 1 -Распределение объектных контроллеров

Станция «П»			
	Статив 11	Статив 12	Статив 13
0	Св.2Ч		Св.М12
1	Рел. Св.2Ч		Св.М14
2	Св.1Ч		Стр.14/16
3	Рел. Св.1Ч		Стр.18/20
4	Св.М2		Св.Н1
5	Св.М4		Св.Н2
6	Стр.2/4		
7			
0	Св.М6	Источник питания светофоров PSU-61	Св.3Ч
1	Св.М8+М10		Рел. Св.3Ч
2	Стр.6/8		
3	Стр.10/12		
4	Рел.Кодирование	Источник питания стрелок PSU-51	
5			Св.Н3
6			
7			

При комплектации шкафов ОК следует учитывать, что на двух крайних или двух средних местах не рекомендуется располагать контроллеры с большим количеством коммутационных клемм (ОК спаренных стрелок, ОК с большим количеством сигнальных показаний и двух-нитевых ламп, релейные светофоры с тремя платами SRC). В тех случаях, когда невозможно избежать такого распределения ОК, для входов используют двухъярусные клеммы, делая при этом примечание на соответствующем листе чертежа.

Выбор различных устройств сигнализации централизации и блокировки зависит главным образом от его потребности к пропускной и провозной способности участка, станции, для освоения заданного объема перевозок. В связи с этим эффективность следует определять только для тех устройств, для которых необходимо обеспечивать потребную пропускную способность. Комплексная оценка основных экономических (денежных) и натуральных показателей позволяет определить эффективность применения этих устройств конкретных условиях эксплуатации. Одним из основных условий эффективности внедрения новой техники на участках и станциях является комплектное оборудование перегонов и станций.

Список литературы

1. Московские центральные диаметры - крупнейший транспортный проект Москвы и Подмосковья. [Электронный ресурс] URL: https://stroimsk.ru/moskovskie-tsentralnye-diametry-stroi_msk (дата обращения 26.01.2025).
2. Кононов В.А. Основы проектирования электрической централизации промежуточных станций – Москва, 2003 г. – 306с.
3. Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации. Утверждены МПС России 26.05.2000 г., ЦРБ-756 (редакция от 03.07.2001 г., с изменениями от 09.03.2004 г.). с. 66.
4. Алешин В. Н. Этапы создания и внедрения МПЦ EbiLock-950 // Автоматика, связь и информатика. – 2005, №12
5. Методические указания по проектированию устройств автоматики, телемеханики и связи на железнодорожном транспорте И-320-08 – Проектирование схематических планов станций, оборудованных устройствами ЭЦ – Москва, 2010
6. Типовые материалы для проектирования 410803-ТМП – Схемы маршрутно-релейной централизации МРЦ-10 (альбомы 1-6) - Москва, 2013
7. Лекута Г. Ф. Техническое обслуживание МПЦ EbiLock-950 // Автоматика, связь и информатика (АСИ). – 2004, №8.

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К УЧЕТУ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Шибаета Олеся Вячеславовна,

*магистрант института интегрированных форм обучения
Дальневосточного государственного университета путей сообщения (ДВГУПС),
г. Хабаровск, Российская Федерация*

Малышева Ольга Александровна,

*доцент кафедры электротехники, электроники и электромеханики
Дальневосточного государственного университета
путей сообщения (ДВГУПС), доцент, к.т.н.*

Аннотация: *электроэнергия является важным и основным источником энергии всех жизненноважных процессов, происходящих в современном мире. С увеличением потребления электроэнергии и ростом числа электрических устройств, возникает необходимость в более эффективных и точных системах учета потребления электроэнергии. В этом контексте интеллектуальные системы учета электроэнергии (ИСУЭ) представляют собой важный шаг вперед, обеспечивая автоматизированный сбор, обработку и анализ данных о потреблении электрической энергии. Применение этих систем на железнодорожном транспорте и не только способствует повышению точности учета, но и позволяют оптимизировать потребление ресурсов, что особенно актуально в условиях глобальных вызовов, связанных с изменением климата и истощением природных ресурсов.*

Ключевые слова: *энергосбережение, учет электроэнергии, интеллектуальная система учета, приборы учета, эффективность.*

Современные технологии учета электроэнергии включают в себя использование интеллектуальных систем, которые представляют собой комплексные решения для мониторинга и управления потреблением электроэнергии. Эти системы позволяют значительно повысить точность учета и сократить затраты на его осуществление. Аналитические данные показывают, что мировой рынок интеллектуальных счетчиков вырастет с 11,4 миллиарда долларов в 2023 году до 15,2 миллиарда долларов к 2026 году, что подтверждает тенденцию роста интереса к подобным решениям [1].

В России также наблюдается активное внедрение интеллектуальных систем учета, что находит отражение в проектах, реализуемых различными энергетическими компаниями. Например, Дальневосточная энергетическая компания (ПАО «ДЭК») внедрила более 200 тыс. интеллектуальных приборов учета, что позволило существенно сократить потери электроэнергии на 4% и уменьшить количество неплатежей за потребленные ресурсы на 3% [5]. Этот опыт подтверждает, что переход к умным счетчикам способствует улучшению общей эффективности энергосистемы.

Современные и перспективные технологии повышения энергоэффективности электрических сетей на железнодорожном транспорте связаны с внедрением новой техники и технологий, совершенствованием эксплуатации сетей и развитием оперативно-технологического управления сетями. На рис. 1 представлена схема трех основных направлений повышения энергоэффективности электрических сетей.

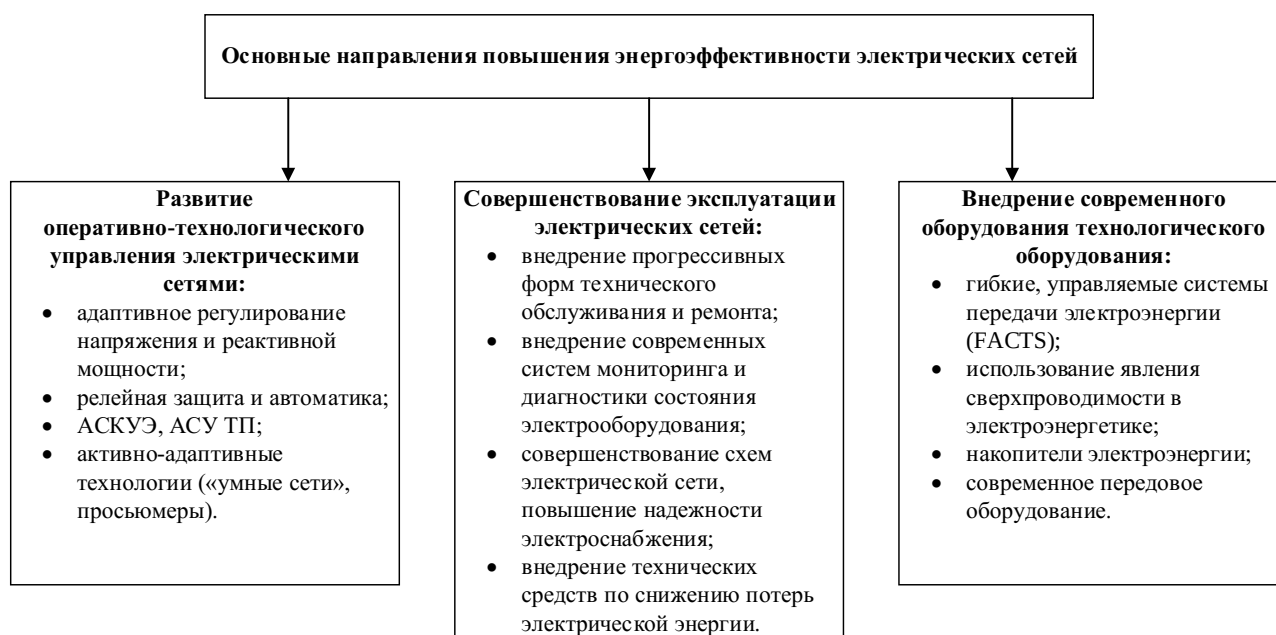


Рисунок 1 – Основные направления повышения энергоэффективности электрических сетей

Применительно к электрическим сетям железнодорожного транспорта повышение эффективности использования электрической энергии связано со снижением потерь и повышением ее качества.

Для повышения качества и снижения потерь электрической энергии в электроэнергетических системах необходимо внедрение новых современных технологий, совершенствование, модернизация и замена устаревших. На рис. 2 представлены современные технологии, способствующие повышению качества электрической энергии и снижению ее потерь в электроэнергетических системах.



Рисунок 2 – Технологии повышения качества и снижение потерь электрической энергии

Электроснабжения стационарных железнодорожных потребителей является сложным динамическим процессом, поэтому для системы управления необходимы сложные алгоритмы и методы.

Существует централизованное управление – это управление системой электроснабжения, при которой происходит сбор, обработка и передача большого объема информации о работе энергосистемы и ее элементов в одном (централизованном) месте. Данное обстоятельство является огромным недостатком централизованного управления энергосистемой.

В связи с этим, некоторые специалисты и авторы, учитывая недостатки централизованного управления, совершенствуют и применяют метод управления ситуацией, или ситуационный метод. В основу этого метода вошли такие понятия как ситуация, классификация ситуаций и преобразование ситуаций. На рис. 3 схематично отображена работа ситуационного управления. Но, как показала практика, и этот подход имеет недостатки, а именно из-за получения средних характеристик режима из-за ограниченного числа сценариев управления.

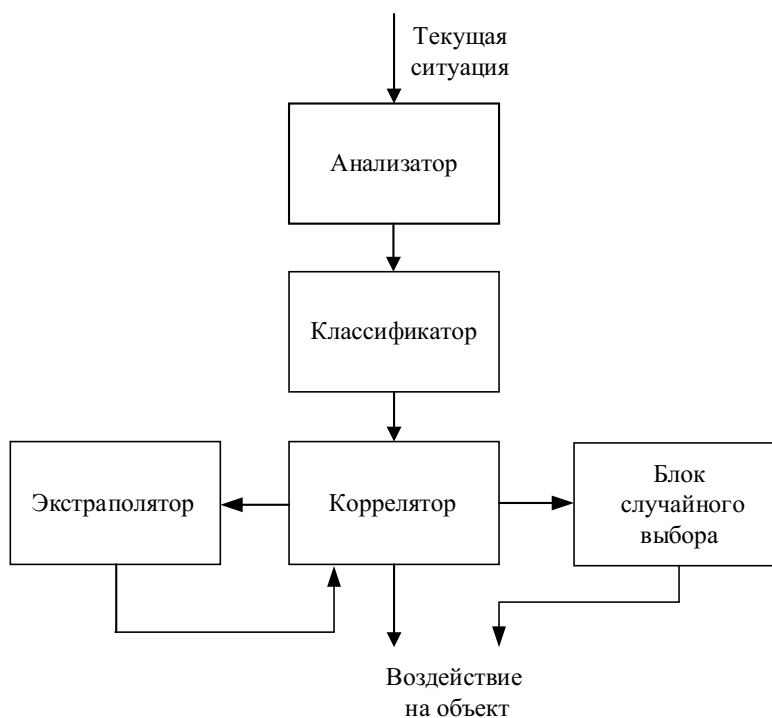


Рисунок 3 - Схема ситуационного управления

В железнодорожных электрических сетях для повышения эффективности использования электрической энергии необходимо снизить потери электроэнергии и улучшить ее качество. В связи с тем, что местные потребители электроэнергии чаще всего включены в систему электроснабжения с различными источниками энергии, это могут быть и дизельные генераторы, возобновляемые источники, накопители и т.д., то главной задачей становится необходимость обеспечения таких комплексов современными интеллектуальными системами с перспективой включения их в глобальную интеллектуальную систему управления всей энергетикой.

Вопросы использования современных технологий в электрических сетях железнодорожного транспорта нашли отражение в нормативных документах, определяющих перспективы развития отрасли: в энергетической стратегии ОАО «РЖД» на период до 2015 г. и на перспективу до 2030 г. и в стратегических направлениях научно-технического развития ОАО «РЖД» [6].

Одной из ключевых особенностей современных технологий является использование беспроводной передачи данных. Эти системы позволяют значительно упростить процессы мониторинга и анализа потребления электроэнергии. Беспроводные технологии обеспечивают удобную и быструю передачу данных от счетчиков к центральным системам обработки, что

делает процесс учета более управляемым и надежным [3]. Применение таких технологий также стало возможным благодаря успешному законодательному регулированию, которое вступило в силу с 1 июля 2020 года и инициировало переход к интеллектуальному учету электроэнергии в России [4].

Сложность в развитии интеллектуального учета - реализация безопасного, надежного обмена данными от измерительных комплексов к центру сбора и обработки. Также на эту проблему оказывает влияние и расстояние передачи информации. Из-за дорогостоящих капиталовложений в более качественные системы, на сегодняшний день нет единого подхода к системам передачи данных, а дешевые системы не могут обеспечить качество и безопасность данных. На рис. 4 изображена структура современных технологий передачи данных в системах учета электроэнергии.



Рисунок 4 – Технологии передачи данных в системах учета электроэнергии

Опыт внедрения в сетях железных дорог показал, что наиболее универсальным и перспективным типом канала связи является канал GSM. GSM-технология, работающая на платформе второго поколения мобильной связи, занимает важное место в системах учета. Передача данных в данной системе осуществляется через сотовую сеть, что позволяет наладить двустороннюю связь между прибором учета и диспетчерским сервером. GSM обеспечивает передачу управляющих команд и данных о потреблении. Наличие мобильного соединения дает возможность использовать систему на удаленных и труднодоступных территориях, что расширяет ее применение в особенностях электроснабжения железнодорожных потребителей. Кроме того, благодаря низким затратам на обслуживание, GSM является экономически выгодным выбором для множества компаний.

Интеллектуальные системы учета обеспечивают ряд преимуществ по сравнению с традиционными методами. Среди них: снижение затрат на сбор показаний, повышенная точность расчетов и возможность оперативного выявления фактов безучетного потребления электроэнергии. Данные системы не только оптимизируют процессы учета, но и способствуют управлению энергопотреблением на уровне потребителей. Это важно в условиях растущего интереса к рациональному использованию ресурсов и необходимости перехода к устойчивой энергетике [2].

Успешное внедрение интеллектуальных систем учета электроэнергии требует комплексного подхода, включающего выбор подходящих решений, обучение пользователей и настройку инфраструктуры [5]. После реализации пилотных проектов видно, что использование таких технологий позволяет минимизировать технологические потери и повысить надежность энергетических поставок. Важно отметить, что сбалансированное сочетание инновационных технологий и человеческого фактора, включая обучение

операторов и пользователей, имеет решающее значение для достижения поставленных целей по оптимизации учета электроэнергии.

На фоне глобальных изменений и стремления к цифровизации, интеллектуальные системы учета электроэнергии становятся важной частью энергетической инфраструктуры. Их способность собирать и анализировать данные в реальном времени открывает новые горизонты для управления энергоресурсами, а также способствует более разумному потреблению энергии. Это особенно значимо в свете глобальных условий изменения климата и необходимости устойчивого развития [1].

Таким образом, применение современных технологий учета электроэнергии представляет собой не только ответ на текущие вызовы, но и шаг к будущему, где энергоэффективность и устойчивость будут находиться в центре внимания как энергетических компаний, так и потребителей.

Список литературы

1. Современные системы учета электроэнергии. - [электронный ресурс] // Отраслевой электротехнический портал marketelectro.ru. – Режим доступа: <https://marketelectro.ru/node/sovremennyye-sistemy-ucheta-elektroenergii> (дата обращения 27.01.2025).
2. Выбор системы интеллектуального учета электроэнергии: от счетчика до ПО. - [электронный ресурс] // yaenergetik.ru - Режим доступа: <https://yaenergetik.ru/blog/vybora-sistemy-intellektualnogo-ucheta-elektroenergii> (дата обращения 27.01.2025).
3. Неуступов Е. О. Современные системы учета электрической энергии.- [электронный ресурс] // Вестник науки и образования. 2021. №8-1 (111). – Режим доступа: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennyye-sistemy-ucheta-elektricheskoy-energii> дата обращения 10.12.2024).
4. Путеводитель по интеллектуальному учёту электроэнергии в России (для энергетиков и потребителей). - [электронный ресурс] // habr.com - Режим доступа: <https://habr.com/ru/articles/510112/> (дата обращения 27.01.2025).
5. Учет электроэнергии: от умных счетчиков до честных расчетов. - [электронный ресурс] // cometa.ru - Режим доступа: <https://cometa.ru/blog/detail/uchet-elektroenergii-ot-umnykh-schetchikov-do-chestnykh-raschetov> (дата обращения 27.01.2025).
6. Энергетическая стратегия ОАО "РЖД" до 2015 года и на перспективу до 2030 года. - [электронный ресурс] // rzd.ru - Режим доступа: <https://www.rzd.ru/ru/9284/page/3102?accessible=true&id=45144&ysclid=m6x4dtdcwu2745201123> (дата обращения 27.01.2025).

СЕКЦИЯ 5. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ. ЗНАЧЕНИЕ ТРАНСПОРТА В РЕАЛИЗАЦИИ ЗАДАЧ СТРАТЕГИИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ НА ОСНОВЕ ИХ МОДЕЛЬНЫХ РАЗЛИЧИЙ

Абдурашидов Искандарбек Журъат угли

*г. Ташкентский государственный транспортный университет,
Ташкент, Узбекистан*

Мирзалиев Санжар Махаматжон угли

*г. Ташкентский государственный экономический университет,
Ташкент, Узбекистан*

Ибрахимов Каримжон Исмаилович

*г. Ташкентский государственный транспортный университет,
Ташкент, Узбекистан*

Аннотация: *обеспокоенность мирового экономического сообщества увеличением объемов выбросов парниковых газов в атмосферу, одним из основных источников которого является автотранспортный, повлекло неуклонное увеличение из года в год популярности электромобилей. В отличие от транспорта, работающего на продуктах переработки ископаемого топлива, электромобилям для движения требуется электроэнергия, которая вырабатывается из различных возобновляемых источников и, как следствие, - снижается загрязнение атмосферы выхлопами от сгорания продуктов нефтепереработки.*

Поэтому в настоящее время весьма актуальна тема увеличения доли электромобилей в общей массе автотранспорта и от выбора модели средства передвижения нового поколения, зависит срок его эффективного и комфортного использования.

В данной статье приводится сравнительный анализ эксплуатационных характеристик различных моделей электромобилей, созданных в разных странах для получения как можно более полной информации заинтересованным лицам по данному вопросу.

Ключевые слова: *электромобиль, запас хода, аккумуляторная батарея, емкость аккумулятора, техническая характеристика.*

Цель исследования. *Провести анализ эксплуатационных характеристик различных моделей электромобилей.*

Методология и методы исследования. *В процессе анализа были использованы методы сравнения, аналогии, эксперимента.*

Результаты и научная новизна. *Полученные в процессе сравнения параметров эксплуатации разных моделей электромобилей результаты представляют научную новизну в плане доступа широкого круга потребителей к сведениям о ходовых характеристиках транспорта нового вида и его популяризации.*

Введение

На фоне заботы об уменьшении загрязнения окружающей среды выхлопными газами, создающими парниковый эффект в атмосфере, в мире наблюдается рост числа электромобилей на дорогах. К тому же немаловажным стимулирующим фактором является рост цен на нефть. Сегодня каждый 10-й автомобиль на дорогах мира – электрический [31],

что подтверждает текущую актуальность рассмотрения темы эксплуатационных характеристик разных моделей авто нового типа.

Среди преимуществ транспорта инновационного вида можно выделить следующие показатели [31]:

- отсутствие выброса выхлопных газов-источников загрязнения окружающей среды;
- высокую энергоэффективность; - достаточно простое устройство управления;
- низкий уровень шума от двигателя; - быстрый разгон и набор скорости движения.

Часть штатов США и европейских стран с 2030 по 2035 годы планируют отказаться от продаж автотранспортных средств с двигателями внутреннего сгорания (ДВС). В связи с этим наблюдается рост автоконцернов, которые занимаются выпуском электрокаров.

Как показывают данные исследования рынка электрокаров в России, наша страна значительно отстает от остального мира в освоении электромобилей: «уровень развития российского рынка электромобильности в настоящий момент соответствует уровню Китая, Европы и США 7–10-летней давности» [1]. Но, в тоже время, рынок электрокаров у нас в стране демонстрирует динамичное развитие. По итогам 2023 г. в России было продано 14 тыс. новых электромобилей, что в 4,7 раза больше, чем в 2022 г. [1]. Благодаря этому отечественный автопарк нового типа достиг отметки в 37,8 тыс. единиц в прошлом году, «продемонстрировав совокупный среднегодовой темп роста в 134,8% (2015–2023 гг.)» [1]. За два первых месяца 2024 г. было реализовано 3 390 электромобилей, что в 3,7 раза больше, чем за аналогичный период 2023 г. [1]. При этом доля электрокаров в общем автопарке страны в 2023 г. составила всего 0,08% [1]. В США, Европе и Китае такой уровень по автотранспорту нового типа в общей массе автомобилей всех типов был характерен для 2014 г. В 2023 г. этот показатель за рубежом заметно вырос и составил в Китае 4,9% (наибольший уровень), в Европе - 2,4%, в США - 1,3% [1].

Если говорить более подробно о природе этого инновационного вида транспорта, то электромобиль представляет собой «транспортное средство, приводимое в движение одним или несколькими электродвигателями, работающими от независимого источника энергии» [12].

Классификация электромобилей дифференцируется по нескольким параметрам [31]:

- По назначению:
 - пассажирский;
 - грузовой; семейный;
 - скоростной; прочие виды (трициклы, микроэлектромобили и т.д.).
- По виду двигателя с электрическим приводом:
 - гибридный (HEV);
 - плагин-гибридный (PHEV) или подключаемые гибриды;
 - последовательные (REEV) с увеличенным запасом хода;
 - «чистые электромобили» (BEV);
 - электромобили на топливных элементах (FCEV),двигающиеся за счет преобразования водорода в электроэнергию.
- В зависимости от химического состава батарей:
 - никель-цинковые;
 - литий-полимерные;
 - литий-ионные (в т.ч. NCM);
 - никель-металл-гибридные;
 - никель-кадмиевые;
 - свинцово-кислотные;
 - литий-железо-фосфатные (LFP) и др.

Методы

Теоретический анализ: В 2023 г. в марочной структуре парка легковых электромобилей в России лидировал Nissan (38% от общего объема в 2023 г.) На втором месте

- Tesla (12,7%), на третьем - Mitsubishi (7,4%). В пятерку марок-лидеров также вошли немецкие Porsche и Volkswagen (4,7 и 4,2% соответственно) [1]. В марочной структуре за февраль 2024 г. лидировал китайский Zeekr с долей 51% от всех проданных электромобилей (972 шт.). За ним следовали Evolute (167), Volkswagen (154), «Москвич» (107), Tesla (67) [1].

Согласно данным обновленного отчета «Парк электрокаров и гибридов в России», подготовленного экспертами агентства «АВТОСТАТ», по состоянию на 1 июля 2024 года в России насчитывается 90 тысяч единиц электротранспорта: электрокаров и подключаемых гибридов [27], что на 57,3 тысяч единиц больше показателя 2023 года, когда было продано 32,7 тысяч [28]. Наглядно информация представлена ниже на рис. 1:

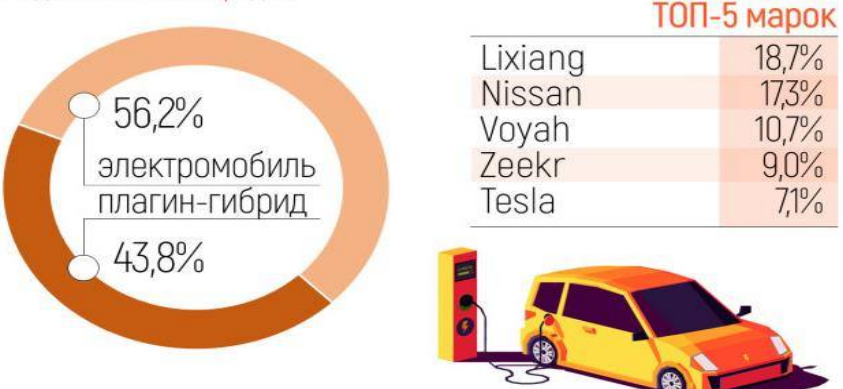


Рисунок 1 - Парк электромобилей и гибридов в России на 1 июля 2024 года

По сравнению с 2023 годом в России изменилась и структура рынка электромобилей. 56,2% от их общего числа составляют электромобили (Battery Electric Vehicle – BEV). Это транспорт на аккумуляторных источниках питания, в которых для передвижения используется только электрическая силовая установка. Пример таких авто - Nissan Leaf, Zeekr 001, Evolute i-PRO, «Москвич 3е» или модели Tesla [9]. Остаток в 43,8% составляют подключаемые гибриды или плагин-гибриды (PHEV). Это автомобили, в которых для зарядки аккумуляторов используется не только электродвигатель или ДВС, но и внешние источники питания. То есть такие машины можно подключать к уличным зарядным терминалам или даже бытовым розеткам для пополнения запаса энергии в батареях (как пример - Toyota Prius, Chevrolet Volt, модели Lixiang, Voyah, Chery и др.) [27].

В этом году в марочной структуре российского парка электрокаров и плагин-гибридов лидером стал китайский премиум-бренд Lixiang с долей авторынка в 18,7% от общего объема продаваемых электромобилей (рис. 1). На втором месте японский Nissan (17,3%). Далее - китайские премиальные марки Voyah и Zeekr (10,7% и 9% соответственно). В конце списка наиболее продаваемых электромобилей - американская Tesla (7,1%) [27].

За год произошло видовое изменение электропарка. Если в 2023 году самыми популярными были авто С-класса, то сейчас лидерство захватил сегмент SUV (внедорожники) [29] (рис. 2).

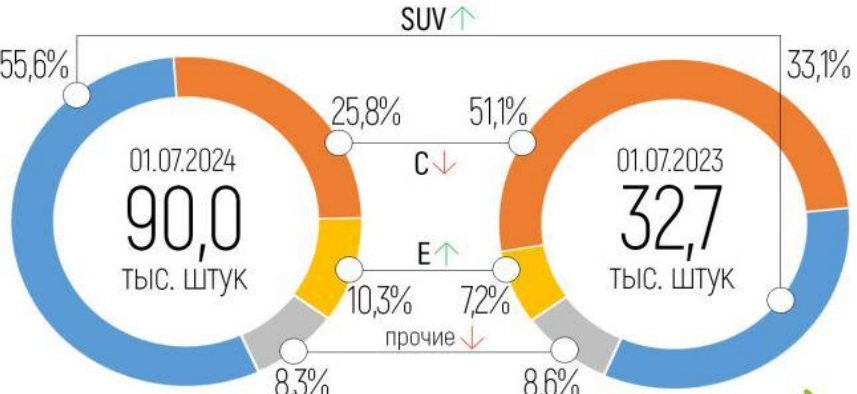


Рисунок 2 - Парк электромобилей в России по сегментам (2024 г.)

Методика: Представленный обзор рынка электромобилей свидетельствует о достаточном разнообразии моделей этого еще пока малораспространенного в России вида автотранспорта и не специалисту трудно разобраться, чем та или иная модель этого инновационного средства передвижения отличается от другой. Для сравнительного анализа было отобрано несколько разных моделей популярных в России электромобилей китайского производства с разным типом двигателя. На основании данных об их ходовых характеристиках и тестовых испытаний произведен сравнительный анализ их эксплуатационных характеристик.

Экспериментальная часть: для понимания различий эксплуатационных характеристик электромобилей, отличающихся моделями и техническими параметрами, представим анализируемую информацию в виде таблицы (таблица 1). Информация в полном объеме доступна на сайтах официальных российских дилеров и специализированных сайтах об электромобилях.

Таблица 1 - Обзор эксплуатационных характеристик электромобилей разных моделей

Страна производителе ля	Модель электромоб иля	Вид двигателя (запас хода)	Мощност ь, л. с.	Скоро сть, тах км/ч	Разгон до 100 км/ч, сек.	Цена, тыс. руб.
Китай	Lixiang L7	Гибрид (два электромотора, и ДВС) (1135-1185км)	360 кВт (449 л.с.)	180	5,3	от 5000
Китай	Zeekr 001	Электродвигате ль (двойная батарея) (620км)	400 кВт (789 л.с.)	200	6,98	от 6204
Китай	Voyah FREE EVR Sport Edition	Гибрид (время зарядки батареи — 5,7 ч.; объем бака-56 л.)	360 кВт (490 л.с.)	200	4,8	5890

Представленная в таблице информация говорит о том, что китайские производители работают по пути совершенствования энергетической установки автомобиля нового типа. В таблице присутствуют модели и только с электрическим двигателем, и двигателем гибридного типа. Причем модернизация двигателя для увеличения его мощности и запаса хода направлена на использование двойной батареи не только в электроустановке, но и ее гибридной комплектации.

Модель наиболее популярного в 2024 году в продажах в России электромобиля Lixiang L7 [22] привлекает покупателя своей ценой, самой низкой среди представленных автомобилей. Движение обеспечивают два электромотора на передней и задней оси общей мощностью 449 л. с. Благодаря этому машина разгоняется до 100 км/ч всего за 5, 3 секунды [14]. Одного заряда аккумулятора хватает, чтобы этот SUV-мобиль проехал 190-240 км [14]. Главной особенностью Li L7 является «последовательная гибридная силовая установка. Её особенность заключается в том, что двигатель внутреннего сгорания под капотом Li выполняет роль генератора. Он не связан с колёсами напрямую, а снабжает энергией тяговый аккумулятор и электромоторы.» [14]. Благодаря такой особенности гибридной силовой

установки машина может продолжать движение, пока в топливном баке есть бензин на расстояние в 1135-1185 км.

Также в Li Auto L7 присутствует однокамерная пневматическая подвеска, дающая возможность регуляции жесткости амортизаторов и система автопилота. Ходовая часть производится в Китае компанией Xincheng Power, сертифицированным производителем моторов BMW. Но, кроме этого, стоит упомянуть о комфорте для водителя и пассажиров в этой модели. В наличии просторный кожаный салон, который можно превратить в спальное место, а также «три 15,7-дюймовые цветные HD-экраны с разрешением 3К с одновременной трансляцией и панорамная 7.3.4 аудиосистема» [22], в качестве кинозала и центра мобильных приложений, а также панорамная аудиосистема.

Zeekr 001 [17] двигается за счет наличия двух электродвигателей (заднего и переднего), комфорт в поездке обеспечивает полностью автоматическая система пневматической подвески. В открытом доступе в интернете представлены данные экспертов о состоянии модели после 320 тысяч км пробега [13], которые говорят о том, что в целом, заявленные производителями возможности и характеристики электромобиля отвечают требованиям: «После тщательного осмотра и исследований химического состава, на кузове не обнаружили признаков коррозии; ключевые элементы подвески отлично сохранились; у тормозной системы нет существенного износа; емкость тяговой батареи снизилась до 91% (у машин Tesla с аналогичным пробегом деградация – 12%); расход энергии составил 15,5 кВтч/100км (+0,9 кВтч/100км); разгон до 100 км/ч – 6,98 секунды (+0,08 секунды); салон сохранился без видимых изменений; из минусов – отдельные резиновые элементы шасси пришли в негодность» [13].

Китайский электромобиль VOYAH FREE EVR SPORT EDITION представляет собой гибрид с увеличенным запасом хода [25], в котором совмещены ДВС и электроустановка. Эта модель, произведенная в 2024 году, относится к классу полноприводных внедорожников, оснащена автоматической системой пневматической подвески и практически ничем не уступает лидеру продаж. Эта пятиместная машина с багажником в 560 л. также обеспечивает комфортную езду, как и предыдущие модели. Она оборудована бесключевым доступом, системой питания внешних устройств для комфортных условий отдыха. В наличии подогрев руля, наружных зеркал, комфортное остекление, электропривод люка и крышки багажника [25].

Для электромобилей также актуальна необходимость обеспечения пожарной безопасности. В этом случае, «для защиты от теплового разгона и последующего воспламенения аккумуляторной батареи производители каждую аккумуляторную ячейку оснащают небольшим электронным блоком и датчиком температуры. Электронные блоки следят за токами заряда/разряда и за температурой каждой ячейки. При повышении температуры электрическая цепь разрывается, и все опасные химические процессы в ячейке останавливаются. При продолжении процесса дальше в ячейке плавится пористый сепаратор, полностью перекрывающий движение ионов между электродами.» [19]. К тому же используются альтернативные материалы для изготовления аккумуляторов, расширяющие температурные пределы эксплуатации.

Результаты и выводы

Таким образом, для сравнительного анализа эксплуатационных характеристик электромобилей в статье рассмотрены три разные популярные в России модели средств передвижения нового типа. Представленные модели китайского производства, несмотря на различие в строении ходовой установки, имеют схожие технические характеристики, как силовой части, так объема аккумуляторной батареи, а также обустройство салона для комфортного времяпровождения водителя и пассажиров. Анализ параметров эксплуатации показывает, что электромобили представляются перспективным видом наземного транспорта, который постоянно совершенствуется в своем развитии и оснащении.

В заключении следует отметить, что у нас в стране электротранспорт медленно наполняет рынок автомобилей «из-за высокой цены по сравнению с транспортом на традиционном топливе, низкого уровня развития зарядной инфраструктуры на большей части территории страны, а также ограниченного запаса хода у электромобилей» [26].

Список литературы

1. Анализ российского рынка электромобилей. Часть 2. 2024 г. // Strategy Partners:
2. Абдурашидов И.Ж., Мирзалиев С.М. Summary analysis and comparison of performance characteristics of various electric vehicle models using the example of the Russian and Uzbekistan markets // Journal of Transport. 2024. Т. 1, №4. С. 14–20.
3. Абдурашидов И. Ж., Алимарданов Р. А. Сравнительный анализ испытательных циклов WLTP и CLTC для легковых электромобилей: особенности проведения замеров и унификация показателей // Research Focus. 2024. Т. 3, №12. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.14544927>.
4. Абдурашидов И.Ж., Алимарданов Р.А. Исследование эффективности испытаний автомобильных тормозов // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2021. 12(93).
5. Абдурашидов И.Ж., Алимарданов Р.А. Исследование эффективности испытаний автомобильных тормозов // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2021. 12(93).
6. Абдурашидов И.Ж., Ибрахимов К.И. Влияние условий эксплуатации автомобилей-самосвалов на их ресурс работы // Международная научно-практическая конференция «Цифровые технологии, инновационные идеи и перспективы их применения в сфере производства». Т. 2. 2021. С. 32–36.
7. Абдурашидов И.Ж., Кульмухамедов Д.Р., Мирзарахимов Ш.Ш. Дополнительное устройство ANDAR для автосигнализации автотранспортных средств // Республиканская научно-практическая конференция "Формирование навыков научного и практического творчества выпускников техникума при подготовке к высшему образованию", Ташкент. 2022. № 1. С. 72–74.
8. Абдурашидов И.Ж., Тургунов Д.Ш. Транспорт воситаларининг тузулиши ва назарияси фанини ўқитишнинг ўзига хос услуги // Республиканская научно-практическая конференция "Формирование навыков научного и практического творчества выпускников техникума при подготовке к высшему образованию", Ташкент. 2022. № 1. С. 95–98.
9. Abdurashidov I.Z., Sharifbaeva, K.Y. Research on the efficiency of different energy sources for electric vehicle charging // International Conference on Thermal Engineering. 2024. 1(1).
10. Абдураззакова Д. А., Абдурашидов И. Ж., Алимарданов Р. А. Цифровые приложения в преподавании технических дисциплин // Интернаука: электрон. научн. журн. – 2022. – №. 2. – С. 225.
11. Абдурахимов Л.Х., Абдурашидов И.Ж. Анализ системы старт-стоп современных автомобилей // Республиканская научно-практическая конференция "Формирование навыков научного и практического творчества выпускников техникума при подготовке к высшему образованию", Ташкент. 2022. № 1. С. 94–95.
12. Alimardanov Ravshanjon, Ibotov Ilyos, Abdurashidov Iskandarbek. A theoretical study of adaptation of the engine control system in autotractor machines switched from diesel to compressed natural gas // Universum: технические науки. 2023. №2-5 (107).
13. Бобылев Д. Zeekr 001 разобрали после 320 тысяч км. Изучаем результаты // ELECTROCARS [сайт]. <https://electrocars.ru/news/zeekr-001-razobrali-posle-320-tysyach-km-izuchaem-rezultaty/>
14. Бобылев Д. Lixiang в прицеле: в чём разница между моделями Li7, Li8, Li9 и какую лучше выбрать вам? // ELECTROCARS [сайт]. <https://electrocars.ru/articles/lixiang-v-pritsele-v-chem-raznitsa-mezhdu-modelyami-li7-li8-li9-i-kakuyu-luchshe-vybrat-vam/>
15. Ёкубжонов С.Г., Ибрахимов К.И., Абдурашидов И.Ж., Мирзаев М.М. Испытания автомобиля-самосвала МАЗ в условиях жаркого климата // Республиканская научно-

практическая конференция «Жамоат хавфсизлигини таъминловчи бўлинмаларда хайдовчиларнинг касбий тайёргарлигини ошириш муаммолари». Т. 1. № 1. 2021. С. 211–216.

16. Едгоров Ж.Н., Алимарданов Р.А., Абдурашидов И.Ж., Кодиров М.Ф. Анализ поломок и неисправностей автобусов ИСУЗУ эксплуатируемых в городе Ташкенте // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2022. 9(102). С. 14-17.

17. ZEEKR 001 // Официальный сайт российского дилера. <https://zeekr-avto.ru/models/001> (дата обращения: 22.09.2024).

18. Исмаев А.А., Абдурашидов И.Ж., Ёкубжонов С.Г., Анализ неисправностей тормозной системы автобусов ISUZU в процессе эксплуатации. // Научно-методический журнал проблемы науки № 5 (64), 2021., С. 18-20.

19. Канонин Ю. Н., Лыщик А. В. Пожарная опасность электромобилей // Бюллетень результатов научных исследований. 2023. Вып. 1. С. 38–51

20. Кульмухамедов, Д.Р., Абдурашидов И.Ж. Научные основы повышения эффективности автотранспортных средств в условиях жаркого климата // 113-я международная научно-техническая конференция «Техническое регулирование в области автотранспортных средств». — Москва: Автополигон, 7 декабря 2022 года. — Московская обл., РФ.

21. Кульмухамедов Ж.Р., Хикматов Р.С., Саидумаров А.Р., Абдурашидов И.Ж. Эффективная мощность и момент двигателя в функции температуры окружающей среды // Научный журнал транспортных средств и дорог, 2023 №2. С. 43-50.

22. Lixiang LiXiang L7 — купить по цене от 5 млн руб // Официальный сайт российского дилера. <https://li-motors.ru/models/li-7#rec581246653> (дата обращения: 22.09.2024).

23. Мирзалиев С.М., Шарипов К.А. Modeling and simulation of hydraulic load sensing proportional valve PVG32. // Сборник трудов 104-й международной научно-технической конференции на тему «Опыт создания и эксплуатации автомобильного транспорта в условиях жаркого климата». — Ташкент, 2018. — С. 121-129.

24. Мирзалиев С.М., Шарипов К.А., Иноятходжаев Ж.Ш. Перспективы развития автомобилей на возобновляемых источниках энергии. // Международная конференция на тему «Современные технологии электромобилей с применением новых источников энергии». — Ташкент, 2019. — С. 26-29

25. Новый VOYAH FREE EVR SPORT EDITION в наличии в Новосибирске // Официальный сайт российского дилера. <https://voyah.ru/cars/new/voyah/free-evr-sport-edition/n3188067> (дата обращения: 22.09.2024).

26. Развитие электротранспорта потребует увеличения электрогенерации на 4,8 КВтч / Под ред. Аналитического центра при Правительстве Российской Федерации // Энергетические тренды. 2022. выпуск № 110. [Электронный документ]. https://ac.gov.ru/uploads/2Publications/energo/2022/Energo_110_kratk_z.pdf.

27. Тимерханов А. В России зарегистрировано 90 тысяч электрокаров и гибридов // АВТОСТАТ [сайт]. <https://www.autostat.ru/infographics/58435/>

28. Тимерханов А. Парк электрокаров и гибридов в России: ТОП-5 марок // АВТОСТАТ [сайт]. <https://www.autostat.ru/infographics/55588/>

29. Тимерханов А. Сегмент SUV захватил лидерство в парке электрокаров и гибридов // АВТОСТАТ [сайт]. <https://www.autostat.ru/infographics/58503/>.

30. Tajibaev Abdunabi, Alimardanov Ravshanjon, Abdurashidov Iskandarbek. Study of failures of Isuzu buses operated in the city of Tashkent // Universum: технические науки. 2023. №3-4 (108).

31. Червова Н. В. Рынок электромобилей: этапы, тенденции и перспективы развития // «Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. 2023. № 7. С. 252-255.

32. Шарифбаева Х.Я., Абдурашидов И.Ж. Перспективы использования мобильных технологий в образовательном процессе // Вестник науки и образования. 2021. №17-2 (120). С. 85-87.

33. Шарифбаева Х.Я., Абдурашидов И.Ж. Опыт подготовки преподавателей технических дисциплин в ведущих вузах мира // Вестник науки и образования. 2021. №7(110). С. 27-29.
34. Шарифбаева Х.Я., Абдурашидов И.Ж., Алимарданов Р.А. Возможности и перспективы развития мобильных технологий в высшем техническом образовании // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2022. 1(94).
35. Sharifbaeva K. et al. Formation of methodical competence of special subjects teachers in technical universities // AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing, 2022. – Т. 2432. – №. 1.
36. Sharifbaeva K.Y., Abdurashidov I.Z., Alimardanov R.A. Training of road construction engineers // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2022. 1(94).
37. Шарифбаева Х. Я., Абдурашидов И. Ж. У. Общесметодическая подготовка преподавателей специальных дисциплин в технических вузах // Вестник науки и образования. – 2020. – №. 23-3 (101). – С. 49-51.
38. Шарифбаева Х. Я., Абдурашидова М. Ж. Интегрирование в образование стратегии формирования STEM-компетенций: комплексный анализ от начальной до высшей школы // Экономика и социум. 2024. №1 (116). – С. 1673-1683.
39. Шарифбаева Х.Я., Абдурашидова М.Ж. Применение ИИ для персонализации обучения студентов вузов // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2024. 11(128).

ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ В РЕСПУБЛИКЕ УЗБЕКИСТАН

*Алиев Обиджона Туйчиевича, доцент
Ташкентского государственного транспортного университета,
г. Ташкент, Республика Узбекистан*

*Кабулова Сарвиноз Рустам кизи, магистрант
Ташкентского государственного транспортного университета,
г. Ташкент, Республика Узбекистан*

Аннотация: транспортная отрасль Узбекистана имеет долгую историю, с древних времен люди улучшали свой образ жизни, развивались торговые пути, караванные пути и современные транспортные средства. Транспортная отрасль является основной частью инфраструктуры нашей страны, включая автомобильный, железнодорожный, воздушный и общественный транспорт. В статье представлена общая информация об истории проникновения транспортной отрасли в Республику Узбекистан, формировании транспортной отрасли в стране, вагонах, автомобилях, а также метро и самолетах, производимых любым транспортным предприятием в Ташкенте. И в настоящее время транспортная отрасль, которая является буквально корнями и венами нашей все более развивающейся цифровой экономики в нашей стране, из года в год развивается как отрасль, отвечающая требованиям времени. Нестабильность геополитической ситуации в мире, взаимные внутренние конфликты в странах Ближнего Востока оказывают влияние на транспортный оборот в широком смысле. В такой сложной ситуации решение транспортных вопросов остается неизвестным. Развитие транспортной отрасли в широком смысле связано с ростом экономики страны и удовлетворением потребностей населения в передвижении. Именно поэтому для того, чтобы транспортная отрасль хорошо развивалась, мы должны прежде всего обратиться к истории.

У нашего народа есть поговорка: «Без истории нет будущего». Транспорт - это не отрасль, появившаяся сегодня или вчера; история его формирования уходит корнями в далекое прошлое. С древних времен люди, стремясь улучшить свой образ жизни, развить торговлю и построить страну, прокладывали дороги, строили мосты и стремились к удобным средствам передвижения, чтобы их пункты назначения были близки. Эта потребность человека потребовала изобретения железных дорог, мостов, поездов, машин, водных и воздушных судов. В географии транспорта различают сухопутный (автомобильный, железнодорожный, трубопроводный), воздушный и водный (речной, морской) транспорт.

К второй половине XIX века Центральная Азия, обладая бесчисленными преимуществами с геополитической, геоэкономической и геостратегической точек зрения, стала одним из регионов, на которые смотрели различные внешнеполитические силы. Российская империя, с одной стороны, и британский империализм, с другой, были одним из мест столкновения интересов двух великих политических сил. Одним словом, к середине XIX века Центральная Азия стала объектом экономических и военно-политических интересов не только России, но и Британской империи. Влияние России в регионе было особенно сильным по сравнению с другими странами. Однако дороги, соединяющие Среднюю Азию и Россию, были чрезвычайно трудными. Например, в 70-х годах XIX века для перевозки грузов из Оренбурга в Ташкент требовалось 90-100 дней, а из Ташкента в Москву и Нижний Новгород караван должен был путешествовать 5-6 месяцев. Во внутренних районах страны грузы перевозились очень дорого и медленно.

Грузы из Ташкента в Коканд доставлялись на верблюдах за 5 дней, на повозках за 7-10 дней, из Ташкента в Самарканд на повозках и верблюдах за 9 дней, а из Ташкента в Бухару за

15-20 дней. Поэтому соединение этих территорий с европейской частью метрополии железной дорогой было возведено в ранг стратегической задачи. Для преодоления трудностей грузоперевозок в то время были начаты исследовательские и проектные работы по определению оптимальных маршрутов для железнодорожной сети в Центральной Азии. В частности, специальная правительственная экспедиция предложила построить ближайший железнодорожный маршрут из Оренбурга в Ташкент через пустыни Каракумы, доказав его приемлемость с точки зрения транспортных расходов и безопасности. Через некоторое время, то есть в первой половине 80-х годов XIX века, железная дорога началась с Каспийского моря, достигнув Кызыл-Арвата и Ашхабада, а затем Чарджоу, а в 1888 году - Самарканда. К - годам прошлого века в системе железных дорог Средней Азии начались работы по реконструкции.

Построен ряд новых линий, таких как Амударья-Термез (1925 год), Термез-Джаркурган, Фергана-Кызыл-Кия (1926 год), Андижан-Тентаксай (1927 год), Джаркурган-Душанбе, Душанбе-Янгибазар, Асака-Шахрихан, Карасу-Ош, Джалалабад-Кук-Орех (1928-1932 годы), Канибадам-Шуроб (1933 год), Учкурган-Ташкумир (1935 год), Ташкент-Ангрен (1941-1945 годы), Соллар-Баррадж (1947 год), Чарджоу-Кунград (1957 год), Навои-Учкудук, Сырдарья-Джизак (1962 год), Келес-Узбекистан (1966 год), Баррадж-Ходжикент (1967 год), Суперфосфат-Кашкадарья (1970 год), Термез-Кургантепа (1974 год), Найманкуль-Нукус (1975 год), Нукус-Чимбай (1980 С 1971 года начались работы по электрификации железнодорожных линий Ташкентского железнодорожного узла, движущихся по пригородным направлениям.

В период бывшего Советского Союза железные дороги в Средней Азии объединяли Узбекистан, Туркменистан, Таджикистан и частично Кыргызстан. Его центр находится в Ташкенте. После обретения Республикой Узбекистан независимости 7 ноября 1994 года Среднеазиатские железные дороги были расформированы и образована государственно-акционерная железнодорожная компания "Узбекистон темир йуллари." С этого года в транспортной системе независимого Узбекистана открылась новая страница. В 1971 году началась электрификация пригородных линий Ташкентского железнодорожного узла, с 1990 года грузовые и пассажирские перевозки осуществлялись с помощью электровозов. Электрифицировано более 300 километров железных дорог. Были запущены электровозы ВЛ-60, ВЛ-80 и электропоезда ER9E [1,2].

Таблица - Показатели железных дорог Узбекистана по состоянию на 1 января 2021 года

Общая протяженность железных дорог	7 400 километр
Численность рабочих - сотрудников	89 больше тысячи
Протяженность электрифицированных железных дорог в годы независимости	2334.4 километр
Объем грузооборота	23.6 млрд т-км
Перевозка груза	96 миллион тонн
Пассажирская перевозка	6.3 миллион
Пассажирооборот	1 795 миллион километр

Слово "гражданская авиация" в Узбекистане развивалось на протяжении многих лет и представляет собой сложную систему, включающую как международные, так и внутренние авиаперевозки. Гражданская авиация играла важную роль в экономике Узбекистана и международных отношениях. К 1923 году в Республике Узбекистан была заложена основа строительства "гражданской авиации." 12 мая 1924 года были зарегистрированы первые авиапассажиры Узбекистана. Тогда был выполнен первый пассажирский рейс по маршруту Ташкент - Пишпек - Алматы. Уже в 1925 году самолёты доставляли врачей и медикаменты в районы, где были распространены инфекционные заболевания, а в 1930 году начались первые работы по применению авиации в сельском хозяйстве. 12 ноября 1924 года открылись мастерские по ремонту авиатехники[2]. Из оборудования того времени у них было два станка, два станка и медный цех. Впервые 8 августа 1930 года Москва и Ташкент были соединены

воздушным мостом. Первый рейс Москва-Ташкент-Москва был выполнен на самолете К-4, созданном харьковскими конструкторами. В те годы был создан Ташкентский аэропорт (то есть Южный аэродром). В то время авиация служила только государственным нуждам. В 1940 году наши летчики перевезли около 50 тысяч пассажиров. Самолёт, летящий в небе, стал символом времени. 20 ноября 1941 года в Ташкент прибыл первый эшелон авиационного завода имени В.П. Чкалова, эвакуированный из Химки под Москвой. Через сорок дней завод начал выдавать продукцию для фронта. 7 января 1942 года команда TAZICH выпустила первый военный транспортный самолёт Ли-2. В годы войны самолёт заслужил всеобщее признание, выполняя функции транспортного и десантного тягача. Кроме того, на Ли-2 будут установлены бомбардировщики и скорострельные пулеметы. После этого он мог непосредственно участвовать в боевых действиях. Ташкентские авиастроители отправили в действующую армию 2258 самолетов.

После войны возникла большая потребность в гражданских пассажирских самолётах. В производстве таких машин ташкентские самолетостроители имели небольшой опыт. Уже в 1943 году заводу было поручено изготовить десять пассажирских самолетов. На очереди появилась еще одна крылатая машина - тяжелый самолет Ан-12. По сути, это было продолжением единого процесса "Ан." Самолёт имел 4 двигателя мощностью 4000 лошадиных сил, дальность полёта 3400 км, крейсерскую скорость 600 км/ч. Самолёт отличался высокой надежностью и хорошими эксплуатационными характеристиками. Производство Ан-12 было прекращено в 1972 году, но до сих пор широко используется во многих странах мира. В 1946 году во время государственных испытаний на новом самолёте Ил-12 был выполнен беспилотный полет Москва-Ташкент на расстояние 2820 км. В 1947 году самолёт был принят на обслуживание в Узбекистане[3].

В начале пятидесятых годов Ташкентскому авиапредприятию было поручено производство самолета Ил-14. Это был самый сложный в то время современный пассажирский самолёт, способный выполнять международные рейсы. В 1958 году аэропорт "Ташкент" получил статус международного аэропорта I класса. В 1960 году в парк Управления гражданской авиации Узбекистана был добавлен и введен в эксплуатацию самолет Ил-18. В 1965 году Ташкентский авиационный завод начал выпускать знаменитый "Антей," транспортный гигант "Ан-22." Длина самолёта 58 м, ширина крыльев 64 м, коммерческая нагрузка 60 тонн, дальность полёта 5500 км, 4 двигателя мощностью 12000 лошадиных сил, два мощных киля - всё это произвело большое впечатление на специалистов многих ведущих авиационных фирм. "Антей" стал замечательным достижением ташкентских авиастроителей. В 1970-х годах Ташкентский международный аэропорт стал одним из самых пассажирских аэропортов и крупнейшим аэропортом. 28 января 1992 года Указом Президента Республики Узбекистан была создана Национальная авиакомпания "Узбекистон хаво йуллари" (Uzbekistan Airways), и в том же году Национальная авиакомпания совершила первый международный рейс в Лондон на самолете Ил-62 под кодом НУ. Uzbekistan Airways расширила свои международные и внутренние рейсы, превратив Ташкент в центр воздушного транспорта Центральной Азии.

Также в 2000-х годах появились и другие частные авиакомпании. 16 июня 1993 года в парке национальной авиакомпании появился первый самолёт западного производства А310, взятый в финансовый лизинг. Указом Президента Республики Узбекистан от 31 мая 1995 года No УП-1160 "Об образовании Ташкентского государственного авиационного института" в 1956 году был создан Авиационный факультет Ташкентского государственного технического университета имени Абу Райхана Беруни, на базе Ташкентского филиала Киевского института инженеров гражданской авиации был создан Ташкентский государственный авиационный институт, где было подготовлено более 40 000 специалистов для авиационной промышленности Узбекистана. В 1996 году на заводе в Сиэтле был собран первый Boeing-767 для Национальной авиакомпании Узбекистана. В условиях перехода к рыночным отношениям в апреле 1996 года на базе авиационного объединения было создано государственно-

акционерное общество "Ташкентское авиационное производственное объединение имени В. П. Чкалова"[4].

В 1997-1998 годах начался процесс разгосударствления НАК: были созданы три предприятия с правами юридического лица, включающие летно-авиационно-технические комплексы - международная авиакомпания, эксплуатирующая самолеты "Боинг-767," А-310 и RJ-85; региональная авиакомпания с парком Ил-86, Ту-154, Як-40, Ан-24, Ил-114; грузовая авиакомпания, эксплуатирующая самолеты Ил-76 и Ан-12. За прошедший короткий период НАК стала одной из ведущих авиакомпаний в Центральноазиатском регионе. Практическое обеспечение нефтяной независимости Республики Узбекистан существенно способствовало повышению рейтинга НАК на мировом рынке авиационных услуг. Согласно Указу Президента Республики Узбекистан от 27 ноября 2018 года No УП-5584 "О мерах по коренному совершенствованию гражданской авиации Республики Узбекистан" в структуру гражданской авиации Узбекистана входят[5]:

- Агентство гражданской авиации при Министерстве транспорта Республики Узбекистан;

- АО "Uzbekistan Airways";
- ООО "Uzbekistan Airways Technics";
- АО "Uzbekistan Airports";
- АО "Uzbekistan Helicopters";
- АО "Авиакомпания НУМО";
- ООО "Кетринг";
- ООО "Учебно-тренировочный центр."

В развитии гражданской авиации в Республике Узбекистан укрепляются новые аэропорты и международные связи с эффективной транспортной системой. Этот транспортный сектор вносит значительный вклад в экономику Узбекистана и способствует развитию туризма, торговли и инвестиций страны.

В мире насчитывается более двухсот городов с общественным транспортом под названием метро. Его история началась раньше, чем у автобусов, троллейбусов, трамваев и даже автомобилей. У англичан оно называется Underground, в Америке - Subway, у немцев - U-Bahn (Undergroundbahn), у французов - Metropolitan, а у нас - метро. Первая линия метро длиной 6 км была построена в Лондоне и введена в эксплуатацию 10 января 1863 года. Строительство осуществляла компания "Metropolitan Railways" (англ. "Столичные железные дороги"). Именно от этого названия происходит термин "метрополитен," который в настоящее время используется во многих странах. Первоначально на первой линии метро в Лондоне поезда тянули паровозы, а к 1890 году они перешли на электрическую тягу[6].

Первое метро на Земле начало функционировать в Лондоне в 1863 году. Во второй половине XIX века железная дорога завоевала общественное признание и одобрение благодаря удобству перевозки грузов и пассажиров во многих странах мира. Поэтому идея английского адвоката Чарльза Пирсона о внедрении железнодорожного транспорта, курсирующего по городу, была хорошо воспринята многими. Идея была реализована в чрезвычайно короткие сроки для своего времени.

К 1890 году метро перешло на электрическую тягу. После Лондона метро начало действовать в Нью-Йорке (1868), Чикаго (1892), Будапеште (1896), Глазго (1896), Вене (1898), Париже (1900), Бостоне (1901), Барселоне (1924), Афинах (1925). Среди стран СНГ первое метро было запущено в Москве в 1935 году. Таким образом, 26 сентября 1967 года было принято постановление правительства Узбекистана No 495 "О проектировании и строительстве метрополитена в Ташкенте." Ташкентский городской совет приступил к действиям по выделению земельного участка под трассу метро и объекты его строительства (рис. 1). В первую очередь был создан институт "Ташметропроект" под руководством ведущего специалиста Масариддина Холмуродова. Главным инженером проекта Московско-Ташкентского метрополитена был назначен Георгий Иванович Оганесов [7].



Рисунок 1 - Строительство первого метрополитена в нашей стране

Одновременно с проектными работами началась подготовка к строительству. Территории, через которые должно было пройти метро, были очищены от различных сооружений и подземных конструкций. Средства были выделены из республиканского бюджета на освобождение территорий, проектирование и земляные работы. Было решено начать строительство метро с Чиланзарской линии, поскольку этот район, возведенный после землетрясения 1966 года, был очень плотно заселен (300 тысяч человек), и каждое утро тысячи людей отправлялись на производственные предприятия и в учебные заведения в центре города, а после работы возвращались домой, что создавало беспрецедентные заторы в общественном транспорте. В 1972 году начались основные строительные работы. Ташкентское метро получило статус объекта №1. Первый в мире поезд появился в 1804 году. Он смог перевезти 25 тонн железного материала и 70 человек на расстояние 10 миль (16 километров). Железнодорожный транспорт представляет собой комбинацию поездов и железнодорожных систем, по которым осуществляется перевозка пассажиров и грузов с помощью специально предназначенных для движения по рельсам колесных транспортных средств. Самые древние поезда состояли из конных повозок, двигавшихся по деревянным направляющим.

Поезда появились в Узбекистане в конце XIX века. Российская империя в 1870-х годах наладила железнодорожное сообщение с Центральной Азией. В 1880 году началось строительство железнодорожной линии между Самаркандом и Ташкентом. С 1920-х годов железнодорожная сеть в Узбекистане стала быстро развиваться. Развитие железнодорожной сети осуществлялось в основном для развития промышленности и сельского хозяйства, а также для эффективной перевозки грузов и пассажиров между различными регионами. В период Советского Союза, во время развития хлопковой промышленности, в Узбекистане возросло значение поездов и железнодорожного транспорта.

В настоящее время общая протяженность линий метрополитена составляет 39 км: Чиланзарская линия - 16 км, Узбекстанская линия - 14 км, Юнусабадская линия - 9 км, Наземная кольцевая линия - 11 км, Сергелийская линия - 7,1 км. Ежедневный пассажиропоток составляет 400 тысяч человек, годовой - 120 млн. Метрополитен имеет 4 линии, 43 станции, общую протяженность сети 59,5 км и парк из 59 электропоездов (рис. 2).

Возникновение и развитие транспортной отрасли в нашей стране неразрывно связано с подъёмом экономики и социально-культурной жизни республики. Автомобиль - это сила и средство, которое несёт на своих плечах не груз страны, а её экономику, и ведёт к прогрессу. Сегодня без автомобиля в любом государстве остановится движение крови в его артериях. Автомобили, одно из величайших изобретений человечества, начали поступать в Туркестанский край, считавшийся в то время отдалённой окраиной Царской России, начиная с первой четверти XX века. Сначала легковые автомобили, произведенные в различных европейских странах, преимущественно в Германии, Франции и США, а затем автобусы и грузовые автомобили принесли неоценимые преимущества местному населению, которое

издавна использовало гужевой транспорт, верблюдов и тому подобное для перевозки грузов и пассажиров[8,9].



Рисунок 2 - Карта Ташкентского метрополитена в 2025 году

Автомобили благодаря своей мощности, грузоподъемности, особенно скорости и способности передвигаться по любым дорогам, по которым ездят повозки, начали доказывать свою способность производить революционные изменения в жизни людей и общества. Можно сказать, что настоящий период развития автомобильного транспорта в нашей стране начался с 1921 года. В соответствии с экономической политикой того времени, основанной на общегосударственной собственности, автомобильный транспорт страны также был преобразован в государственную собственность, и для управления им сначала решением Совета труда и обороны при правительстве Туркестанской Автономной Республики была создана Центральная автосекция. В ее состав входили 40 легковых и 15 грузовых автомобилей зарубежного производства, а также 30 непригодных для использования автомобилей в качестве запасных частей. На данное предприятие возлагалось руководство автотранспортной отраслью страны. Это объединение, несмотря на его скромное материальное положение, можно назвать первым в стране автопредприятием. В 1937 году в Ташкенте появились первые 3 такси: это были легковые автомобили марки М-1 ("Эмка") производства Горьковского автозавода в России. В 1939 году республика получила еще 34 таких такси-мотора. Восемь из них были отправлены в Фергану. Регулярные пассажирские автобусные перевозки в Узбекистане впервые были запущены в 1906 году по маршруту Скобелев - Горчаков (современная Фергана - Маргилан). В Ташкенте автобусы начали обслуживать пассажиров с 1910 года, когда в новой части города по трем маршрутам курсировали 8 восьмиместных и 1 сорокаместный автомобиль немецкого производства. Однако услугами этих автобусов клиенты чаще пользовались для прогулок и отдыха. Массовые перевозки пассажиров автобусами начались позже, в 1926 году. В том же году вновь созданное акционерное общество "Узавтопромторг" открыло свои отделения в пяти городах Узбекистана. В Ташкенте

и Самарканде по 21 автобусу, в Термезе - 16, в Андижане - 8, в Бухаре - 7 автобусов марок "Форд" и "Штейер" начали обслуживать пассажиров на 12 междугородних и внутригородских маршрутах общей протяженностью 541,5 км. В Ташкенте было четыре автобусных маршрута. Самыми оживленными из них были маршруты железнодорожный вокзал - Урда, нынешний проспект Амира Темура - Шуртепа (Луначарское шоссе). Развитие автомобильного транспорта Узбекистана непрерывно продолжалось и во второй половине XX века, количество автомобилей всех типов и категорий стремительно увеличивалось, совершенствовались возможности технической эксплуатации, укреплялась производственно-техническая база. По состоянию на 1 января 2006 года в республике действовало 2575 автобусных маршрутов, из которых 244 - городские и пригородные, 400 - междугородные, 868 - специальные маршрутные такси, 51 - междугородные маршрутные такси. В среднем ежедневно на городских и пригородных маршрутах пассажиров обслуживали 3800 автобусов, 7000 микроавтобусов, 9250 автомобилей "Дамас" и других малых автобусов различных марок, а на междугородних маршрутах - 1245 автобусов и 663 микроавтобуса. Кардинально изменились марки и модели автобусов, микроавтобусов, легковых такси, грузовых автомобилей и всех видов специальных автомобилей. В настоящее время большинство легковых автомобилей и микроавтобусов в нашей Республике, а также почти все автобусы среднего класса являются автомобилями, произведенными в Узбекистане. В странах бывшего Союза и входившем в его состав Узбекистане, поскольку автотранспортные средства являлись исключительно государственной собственностью, их объединяли в автопредприятия и автохозяйства различного размера, проводя политику их постоянного укрупнения. Для постоянно растущих и укрупняющихся автотранспортных хозяйств требовалось создание специальной производственно-технической базы - гаражей и гаражных хозяйств для своевременного и качественного технического обслуживания автомобилей, ремонта неисправных, обеспечения необходимыми горюче-смазочными материалами и запасными частями, организации безопасного хранения автомобилей. Возникла задача создания таких автотранспортных хозяйств, подготовки высококвалифицированных специалистов с современными знаниями для формирования и управления производственными процессами в них. Вопросы подготовки водителей для автомобильного транспорта, специалистов различных профессий для технического обслуживания и ремонта автомобилей изначально также представляли собой сложные проблемы. Только с конца 1917 года были созданы и начали функционировать специальные технические профессиональные училища, специальные курсы и учебно-тренировочные мастерские, учреждения фабрично-заводского обучения (ФЗО) [10].

Заключение

В настоящее время в нашей стране ведется последовательная работа по созданию эффективной транспортной системы в железнодорожной, автомобильной, авиационной и метрополитена отраслях, строительству новых аэропортов, открытию различных маршрутов, модернизации транспортной сферы и улучшению существующей инфраструктуры. Эти отрасли вносят большой вклад в экономику Узбекистана и способствуют развитию туризма, торговли и инвестиций страны, а также служат повышению транспортно-логистического потенциала.

Список литературы

1. Хулькар Хотамбоева. АО "Узбекистон темир йуллари," Республика Узбекистан, г. Ташкент, 100060., 2021 г. L.V.Mirotin. *Transportnaya logistika*. М.: Ekzamen, 2003.-512str.
2. История развития гражданской авиации в Узбекистане [сайт]. [In Russian: The history of the development of civil aviation in Uzbekistan]. Available at: <https://tashtrans.uz/2017/05/23/istoriya-razvitiya-grazhdanskoj-aviacii-vuzbekistane/>.
3. Указ Президента Республики Узбекистан УП-5584 от 27 ноября 2018 г. «О мерах по кардинальному совершенствованию гражданской авиации Республики Узбекистан. [In Russian: Decree of the President of the Republic of Uzbekistan UP-5584 of November 27, 2018 "On

measures to radically improve the civil aviation of the Republic of Uzbekistan". Available at: <https://lex.uz/docs/4082764>.

4. Федеральная авиационная администрация [FAM]. Доступ к системам управления безопасностью для воздушных операторов (АС 120-92), 22 июня, США; 2006 год.

5. Ташкентский метрополитен: книга-альбом/ Составители: Ш. Тураходжаев и др. Ответственные редакторы: О. Худойкулов и др. Ташкент: "Маънавият," 2017-272с.

6. Ўзбекистон тарихи: Олий ўқув юртларининг барча бакалаврият йўналишлари (тарих йўналишидан ташқари) учун дарслик/Қ. Усманов, М. Содиков, С. Бурхонова; Министерство высшего и среднего специального образования Республики Узбекистан.- Г.: "ИУФЛСОД-МОУЯ," 2006, 520 с.

7. "География транспорта" А.А.Исаев Ташкент "Мумтоз" 2019 г.

8. Маматов Х., Турдиев Ю., Кодирхонов М. Основы конструкции и теории автомобилей. Ташкент. "Учитель" 1982 г.

9. ПП-4397 от 19.07.2019 г. "О дополнительных мерах по ускоренному развитию автомобильной промышленности Республики Узбекистан" // Национальная база данных законодательства, 19.07.2019 г., № 07/19/4397/3449; 31.12.2020 г., № 07/20/4938/1680 <https://lex.uz/ru/docs/4429732>.

10. Фролов Н. О., Елькин Е. М. Новый способ управления осью светового пучка прожектора локомотива в кривых участках пути // Транспорт Урала. – 2020. – № 4 (67). – С. 68–74.

РЕИНЖИНИРИНГ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ КАК СПОСОБ АДАПТАЦИИ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ К ЗАДАЧАМ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

*Астрыкова Евгения Сергеевна,
магистрант факультета экономики и бизнес-технологий
Белорусского государственного университета транспорта (БелГУТ),
г. Гомель, Республика Беларусь*

Аннотация: в статье анализируется роль реинжиниринга бизнес-процессов в адаптации транспортной инфраструктуры к задачам устойчивого развития. Рассматриваются ключевые этапы реинжиниринга и его влияние на эффективность транспортных процессов в условиях внедрения современных технологий. Особое внимание уделено экологическим, экономическим и социальным аспектам устойчивости, а также применению цифровых технологий для повышения эффективности и устойчивости транспортной системы. Сделан вывод о важности интеграции реинжиниринга в рамках государственной программы «Транспортный комплекс» Республики Беларусь для достижения целей устойчивого развития отрасли.

Ключевые слова: реинжиниринг бизнес-процессов, транспортная инфраструктура, устойчивое развитие, экологические технологии, цифровизация, автоматизация, искусственный интеллект, интернет вещей, Государственная программа «Транспортный комплекс», инновации в транспорте.

Устойчивое развитие становится ключевым приоритетом для транспортной отрасли, учитывая её значительное влияние на окружающую среду, экономику и общество. В современных условиях возрастающей урбанизации и глобальных экологических вызовов транспортная инфраструктура сталкивается с необходимостью адаптации к новым требованиям. Это требует поиска решений, которые позволят не только повысить её эффективность, но и снизить негативное воздействие на окружающую среду.

Реинжиниринг бизнес-процессов представляет собой перспективный подход к трансформации существующих систем управления транспортной инфраструктурой. Он позволяет оптимизировать процессы, интегрировать современные технологии и обеспечить выполнение задач, поставленных стратегиями устойчивого развития [1-6].

Цель данной статьи заключается в анализе роли реинжиниринга бизнес-процессов в адаптации транспортной инфраструктуры к задачам устойчивого развития. В статье рассматриваются теоретические основы реинжиниринга, ключевые проблемы транспортной отрасли, а также примеры успешного внедрения решений, направленных на повышение экологической и экономической эффективности.

Принципы устойчивого развития основаны на трёх ключевых аспектах: экологическом, экономическом и социальном.

Экологический аспект предполагает минимизацию негативного воздействия транспортной инфраструктуры на окружающую среду через снижение выбросов, улучшение энергоэффективности и переход на экологически чистые виды топлива.

Экономический аспект направлен на повышение эффективности использования ресурсов, снижение издержек и обеспечение устойчивого роста.

Социальный аспект акцентирует внимание на повышении безопасности и доступности транспортных услуг для населения.

Влияние этих принципов на транспортную инфраструктуру выражается в необходимости её адаптации к требованиям зелёной экономики и устойчивого развития территорий.

Реинжиниринг бизнес-процессов представляет собой радикальный пересмотр и фундаментальное переосмысление существующих процессов для достижения значительных

улучшений в ключевых показателях эффективности: стоимости, качестве, скорости и гибкости. Основные этапы реинжиниринга включают:

- Идентификацию и анализ текущих процессов.
- Выявление проблем и «узких мест» в существующей системе.
- Построение новой модели бизнес-процессов с использованием инновационных технологий.
- Тестирование и внедрение изменений с последующим мониторингом и корректировкой.

Эти этапы позволяют трансформировать устаревшие подходы, обеспечивая адаптацию к современным вызовам и требованиям устойчивого развития.

Реинжиниринг бизнес-процессов и устойчивое развитие имеют общую цель – повышение эффективности при одновременном снижении негативного воздействия на окружающую среду и улучшении качества жизни общества. Реинжиниринг позволяет внедрять инновационные подходы и технологии, которые соответствуют принципам устойчивого развития. Например, оптимизация логистических цепочек способствует снижению углеродного следа, а цифровизация транспортных процессов – повышению прозрачности и скорости обслуживания. Таким образом, реинжиниринг становится неотъемлемым инструментом для реализации стратегий устойчивого развития в транспортной отрасли.

Транспортная инфраструктура в современном мире сталкивается с рядом серьёзных вызовов, обусловленных необходимостью достижения устойчивого развития. Экологические вызовы включают рост объёма выбросов парниковых газов, потребление невозобновляемых ресурсов и деградацию природных экосистем в результате строительства и эксплуатации транспортных объектов. Социальные вызовы связаны с увеличением уровня урбанизации, ростом потребности в безопасных и доступных транспортных услугах, а также с необходимостью повышения качества жизни населения. Экономические вызовы включают высокую стоимость содержания и модернизации инфраструктуры, а также растущее давление на бюджеты как частных, так и государственных организаций, ответственных за развитие транспортной отрасли.

Традиционные бизнес-процессы транспортной отрасли зачастую характеризуются высокой степенью фрагментации, бюрократизацией и недостаточной интеграцией современных технологий. Это приводит к значительным потерям времени, ресурсов и снижению общей эффективности системы. Существующие процессы не всегда способны оперативно реагировать на изменения рыночных условий и внешние вызовы, что ограничивает их адаптационный потенциал. Также выявляется недостаток взаимосвязи между различными участниками транспортной экосистемы, что затрудняет реализацию комплексных проектов по улучшению экологической и социальной устойчивости.

В условиях глобальных изменений в экономике, экологии и обществе требуется переход к инновационным подходам управления транспортной инфраструктурой. Такой переход предполагает применение принципов реинжиниринга, что включает в себя автоматизацию процессов, внедрение цифровых технологий, повышение прозрачности управления и развитие интеграции между различными элементами транспортной системы. Эти изменения позволяют не только повысить адаптивность отрасли, но и создать условия для её устойчивого развития. Трансформация управления является ключевым шагом к снижению углеродного следа, улучшению качества обслуживания и повышению экономической эффективности всей транспортной инфраструктуры.

Основная цель реинжиниринга в контексте устойчивого развития — это преобразование транспортной инфраструктуры таким образом, чтобы она могла эффективно справляться с вызовами современности, включая экологические, экономические и социальные аспекты. Среди ключевых задач можно выделить:

- Повышение энергоэффективности и снижение углеродного следа транспорта.

- Создание интегрированных систем управления для повышения прозрачности и оптимизации процессов.
- Ускорение внедрения инновационных технологий, обеспечивающих более устойчивую эксплуатацию инфраструктуры.
- Поддержание баланса между экономическими выгодами и экологической безопасностью.

Реинжиниринг бизнес-процессов в транспортной отрасли невозможен без использования современных инструментов и технологий. Цифровизация играет ключевую роль, позволяя интегрировать большие объёмы данных и обеспечивать их аналитическую обработку в режиме реального времени. Автоматизация процессов снижает зависимость от человеческого фактора и повышает общую эффективность работы. Применение искусственного интеллекта и машинного обучения позволяет прогнозировать потребности, оптимизировать маршруты и управлять ресурсами. Кроме того, технологии интернета вещей (IoT) используются для мониторинга состояния инфраструктуры и транспорта, что способствует своевременному выявлению и устранению проблем.

Реинжиниринг бизнес-процессов требует значительных финансовых вложений, что может стать серьёзным барьером для его внедрения. Необходимость модернизации инфраструктуры, закупки нового оборудования и разработки программного обеспечения создаёт высокую нагрузку на бюджеты компаний и государственных организаций. Организационные сложности включают сопротивление изменениям со стороны сотрудников, отсутствие согласованности между различными подразделениями и необходимость перестройки корпоративной культуры для принятия инновационных подходов.

Для успешного проведения реинжиниринга транспортной инфраструктуры требуется наличие квалифицированных специалистов, обладающих знаниями в области современных технологий, управления проектами и анализа данных. Однако нехватка таких кадров остаётся одной из ключевых проблем. Помимо этого, внедрение инновационных решений, таких как искусственный интеллект, автоматизация и IoT, требует значительных затрат времени и ресурсов на их адаптацию к существующей системе [2, 5].

Минимизация рисков реинжиниринга достигается за счёт комплексного подхода к планированию и реализации проектов. Одним из ключевых элементов является проведение детального анализа текущего состояния инфраструктуры и идентификация потенциальных угроз. Также важно инвестировать в обучение сотрудников и привлечение внешних экспертов для управления проектами. Использование поэтапного внедрения изменений позволяет снизить вероятность сбоев и минимизировать возможные потери. В дополнение к этому, разработка резервных планов и регулярный мониторинг ключевых показателей эффективности способствуют успешному управлению рисками.

В рамках реинжиниринга бизнес-процессов, постановление Совета Министров Республики Беларусь от 23 марта 2021 года № 165 «О Государственной программе «Транспортный комплекс» на 2021–2025 годы» представляет собой важный документ, который непосредственно влияет на улучшение транспортной инфраструктуры страны. Рассмотрим результаты анализа данного положения с точки зрения реинжиниринга [1].

Цель Государственной программы – обеспечение устойчивой мобильности и удовлетворение потребности экономики в эффективных транспортных услугах – напрямую связана с принципами устойчивого развития. В рамках реинжиниринга бизнес-процессов эти цели могут быть достигнуты через внедрение инновационных технологий, улучшение управленческих практик и интеграцию экологически безопасных решений. Реинжиниринг может способствовать оптимизации процессов, что позволит не только повысить эффективность, но и снизить воздействие на окружающую среду, например, через более рациональное использование энергетических ресурсов и внедрение «зелёных» технологий.

Каждая из подпрограмм в рамках государственной программы может быть значительно улучшена с помощью реинжиниринга. Например, подпрограмма 1 «Железнодорожный

транспорт» предполагает развитие инфраструктуры и обновление подвижного состава, что открывает возможности для внедрения цифровых технологий управления и автоматизации процессов на железных дорогах. Внедрение таких технологий, как системы управления движением на основе данных в реальном времени, может значительно улучшить логистику, повысить безопасность и снизить эксплуатационные расходы. В реинжиниринге это соответствует этапу анализа текущих процессов и внедрения инновационных решений.

Подпрограмма 2 «Автомобильный, городской электрический транспорт и метрополитен» фокусируется на повышении доступности и качества транспортных услуг. В данном контексте реинжиниринг может включать внедрение интегрированных систем управления трафиком, что позволит значительно улучшить пассажиропотоки и безопасность на дорогах и в метрополитенах. Применение аналитики больших данных и систем искусственного интеллекта поможет оптимизировать маршруты и улучшить прогнозирование трафика.

Подпрограмма 5 «Обеспечение функционирования системы транспортного комплекса» ставит задачи повышения научного потенциала и общего обеспечения функционирования транспортной системы. Это открывает возможности для внедрения научных исследований и разработок, направленных на улучшение бизнес-процессов через инновационные методы, такие как интеллектуальные системы управления инфраструктурой, которые могут быть внедрены в рамках реинжиниринга.

Одним из ключевых аспектов государственной программы являются целевые показатели, такие как рост экспорта транспортных услуг, увеличение грузооборота и пассажирооборота. Реинжиниринг бизнес-процессов может существенно повлиять на достижение этих показателей. Оптимизация логистических процессов, улучшение качества обслуживания пассажиров и снижение издержек могут непосредственно способствовать росту этих показателей.

К примеру, рост грузооборота и повышение пассажирооборота до 120–130% от уровня 2020 года можно достичь через оптимизацию работы транспортных компаний, автоматизацию процессов и использование новых цифровых технологий. Внедрение современных систем управления транспортом и логистическими процессами, а также улучшение планирования и организации перевозок через реинжиниринг могут значительно повысить эти показатели [4].

Методика расчета целевых показателей, представленных в приложениях к постановлению, ориентирована на мониторинг и оценку эффективности работы транспортного комплекса. Реинжиниринг бизнес-процессов требует создания системы, которая будет эффективно собирать и анализировать данные о состоянии транспортной инфраструктуры. Это включает в себя использование аналитических систем и инструментов для отслеживания ключевых показателей, таких как время доставки, безопасность, энергоэффективность и удовлетворенность пользователей услугами.

Постоянный мониторинг и адаптация бизнес-процессов в реальном времени помогут повысить гибкость системы, что позволит лучше реагировать на изменения внешней среды и запросы пользователей, а также соответствовать целям устойчивого развития.

Сопоставление целевых показателей программы с индикаторами Целей устойчивого развития показывает высокую степень их соответствия. Например, увеличение доли экологически чистых видов транспорта, оптимизация маршрутов и повышение энергоэффективности напрямую связаны с достижением таких целей, как устойчивый город и улучшение качества жизни. Реинжиниринг может быть ключевым инструментом для реализации этих целей через внедрение инновационных решений, которые способствуют снижению углеродного следа и улучшению качества транспортных услуг для населения.

На основании положения о Государственной программе «Транспортный комплекс» на 2021–2025 годы и возможностей, которые открывает реинжиниринг бизнес-процессов, можно предложить несколько ключевых рекомендаций для реализации и улучшения программы в будущие годы:

1. Внедрение цифровых технологий и автоматизация процессов.

Рекомендуется активно внедрять цифровизацию всех аспектов транспортной инфраструктуры, что позволит повысить эффективность и безопасность. Реинжиниринг процессов в рамках подпрограмм, например, «Железнодорожный транспорт» или «Автомобильный и городской электрический транспорт», должен включать:

- Разработку и внедрение интеллектуальных систем управления трафиком и пассажиропотоками.
- Создание централизованных платформ для мониторинга и управления состоянием транспортной инфраструктуры в реальном времени, что позволит оптимизировать маршруты и повысить эффективность использования ресурсов.
- Разработка и внедрение электронных билетов, систем автоматической оплаты и цифровых платформ для отслеживания транспорта и грузов.

2. Интеграция данных и использование аналитики.

Необходимо создать единую платформу для интеграции данных всех видов транспорта и организации транспортных услуг, что позволит:

- Повышать прозрачность управления и принятия решений, улучшать прогнозирование потребностей в перевозках.
- Оптимизировать логистику и маршруты, снизить углеродный след и улучшить экосистему транспортной инфраструктуры.
- Использовать аналитику больших данных для анализа и прогнозирования пассажиропотоков, грузооборота и других ключевых показателей.

3. Устойчивое развитие и «зелёные» технологии.

Для достижения целей устойчивого развития и снижения экологического воздействия рекомендуется акцентировать внимание на «зелёных» технологиях и экологических инициативах:

- Повышение энергоэффективности на всех уровнях транспортной инфраструктуры, включая использование альтернативных и экологически чистых видов топлива (например, электрические автобусы и поезда, водородные технологии).
- Внедрение систем мониторинга выбросов и энергопотребления для оптимизации работы транспорта и инфраструктуры с целью сокращения углеродного следа.
- Разработка и внедрение технологий, направленных на снижение загрязнения воздуха, воды и почвы.

4. Повышение безопасности и качества услуг.

Для обеспечения устойчивого роста и повышения качества жизни граждан следует рекомендовать:

- Реинжиниринг процессов безопасности, включая внедрение современных систем видеонаблюдения, анализа данных с датчиков, а также использование технологий искусственного интеллекта для предсказания и предотвращения инцидентов.
- Создание интегрированных сервисов для повышения доступности и безопасности пассажиров, включая улучшение условий для людей с ограниченными возможностями.
- Интеграция транспортных услуг с другими видами общественного сервиса, что улучшит доступность и удобство перемещений по городам и между ними.

5. Оптимизация затрат и повышение операционной эффективности.

Для повышения экономической эффективности транспортной отрасли, снижение издержек и более рационального использования ресурсов рекомендуется:

- Оптимизация планирования и управления грузоперевозками с применением цифровых технологий, таких как системы управления цепочками поставок и маршрутами.
- Внедрение механизмов автоматического управления и мониторинга состояния транспортных средств и инфраструктуры, что позволит снизить затраты на техническое обслуживание и эксплуатацию.

- Использование моделей прогнозирования для определения оптимальных затрат на модернизацию и расширение транспортной инфраструктуры, а также для более точной оценки потребностей в финансировании.

6. Развитие человеческих ресурсов и корпоративной культуры.

Для успешной реализации реинжиниринга важно обеспечить развитие человеческих ресурсов и адаптацию корпоративной культуры:

- Инвестировать в обучение и переподготовку специалистов, способных управлять современными технологиями и процессами в рамках реинжиниринга.
- Внедрение гибких организационных структур и методов управления проектами, которые будут поддерживать инновации и гибкость в изменяющихся условиях рынка.
- Развитие корпоративной культуры, ориентированной на инновации, адаптивность и устойчивое развитие, что позволит сотрудникам более эффективно принимать и внедрять изменения.

7. Финансирование и привлечение частных инвестиций.

Реинжиниринг требует значительных финансовых вложений. Для этого можно предложить:

- Разработку механизма привлечения частных инвестиций и сотрудничества с частным сектором для реализации инновационных проектов.
- Разработка финансовых инструментов, таких как государственно-частное партнерство (ГЧП), для реализации инфраструктурных проектов с привлечением частных средств.
- Применение моделей государственно-частного партнерства для инвестиций в экологически чистые и энергоэффективные проекты.

8. Мониторинг и оценка эффективности.

Для успешной реализации программы необходимо внедрить систему мониторинга и регулярной оценки эффективности реализуемых мероприятий:

- Проведение регулярных проверок достижения целевых показателей программы, в том числе связанных с устойчивым развитием, улучшением качества транспортных услуг и снижением воздействия на окружающую среду.
- Разработка системы управления рисками и планирования для оперативной корректировки мероприятий в случае возникновения проблем или изменений внешней среды.

Таким образом, реинжиниринг бизнес-процессов в рамках реализации государственной программы позволит не только повысить эффективность транспортной инфраструктуры, но и существенно продвинуться в достижении целей устойчивого развития, что будет способствовать улучшению качества жизни граждан и укреплению экономики страны.

Список литературы

1. Государственная программа «Транспортный комплекс на 2021 – 2025 годы» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=C22100165> – Дата доступа: 25.12.2024.
2. Крюкова, А.А. Инструменты цифровой экономики / А.А. Крюкова, Ю.А. Михаленко // КНЖ. – 2017. – № 3 (20). – С. 108–111.
3. Куприяновский, В.П. Когнитивно-информационные технологии в цифровой экономике // Современные информационные технологии и ИТ-образование / В.П. Куприяновский, С.Н. Евтушенко, О.Н. Дунаев и др. – 2017. – Т. 13, № 1. – С. 74 – 96.
4. Национальный статистический комитет Республики Беларусь. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.belstat.gov.by/uploadbelstat/upload-belstat-excel/Oficial_statistika/2021/osn_pokas_vnech_torg_tovarov2021-1.xlsx. – Дата доступа: 25.12.2024.

5. Сивицкий, Д.А. Анализ опыта и перспектив применения искусственных нейронных сетей на железнодорожном транспорте // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. – 2021. – № 2 (57). – С. 33–41.

6. Хэ, Гучжэни. Реинжиниринг бизнес-процессов предприятия / Гучжэни Хэ. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. – 2022. – № 17 (412). – С. 124-127. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/412/90770/> – Дата доступа: 30.12.2024.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СХЕМЫ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ С ЦЕЛЬЮ ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОБЛЕМНЫХ МЕСТ (НА ПРИМЕРЕ ПЕРЕКРЕСТКА УЛ. РОДИОНОВОЙ И УЛ. ФРУКТОВОЙ В Г. НИЖНЕМ НОВГОРОДЕ)

*Афиногенов Иван Дмитриевич,
студент Факультета управления и социально-технических сервисов
Нижегородского государственного педагогического университета им. К. Минина,
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

*Мальцева Светлана Михайловна,
доцент кафедры общеобразовательных и профессиональных дисциплин
НИПС филиала-ПривГУПС, доцент, к.ф.н.,
г. Нижний Новгород, Российская Федерация;
доцент кафедры философии и теологии
Нижегородского государственного педагогического университета им. К. Минина,
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

Аннотация: данная статья ориентирована и посвящена исследованию и поиску возможных вариантов совершенствования и оптимизация дорожного движения. Рассматриваются возникновение проблем на дороге и их сущность. Производится анализ существующих решений проблемных зон дорожного движения на примере города Нижний Новгород, а также выбор лучшего из вариантов, исходя из экономическо-финансовой составляющей. Исследование подчёркивает необходимость использования имитационного моделирования для воссоздания реальной ситуации на дороге в программе, а также острую проблему загруженности дорожных потоков, что негативно сказывается на логистических поставках.

Ключевые слова: дорожное движение, транспорт, грузоперевозки, пассажироперевозки, доставка, моделирование, светофор.

Введение. Дорожное движение играет важнейшую роль в современном образе жизни каждого человека, оказывая значительное влияние на экономическое развитие и социальные процессы городов. С ростом количества автомобильного транспорта проблемы, связанные с дорожным движением, становятся все более актуальными. Заторы и аварии – это лишь некоторые из вызовов, с которыми сталкиваются современные города [8].

Согласно статистике, количество дорожно-транспортных происшествий продолжает расти [5], что подчеркивает необходимость разработки эффективных мер по улучшению ситуации на дорогах. В условиях ограниченных ресурсов и растущих требований к транспортной инфраструктуре важно не только выявлять ее проблемные места, но и разрабатывать решения для оптимизации движения в них.

Изложение основного материала исследования. Наземный транспорт, безусловно, является самым популярным видом транспорта в мире. Он выигрывает у воздушных видов транспорта, а также и водных, однако не является однозначно более эффективным. Начнем с определения сущности наземного транспорта и причин того, что именно он все-таки является «кровеносной системой» любого города.

Безусловно, если смотреть глазами обычно гражданина любого города, то намного проще доехать из точки А в точку Б на личном или общественном транспорте, чем приобретать собственный вертолёт или же справляться по реке. Это очевидно экономнее и доступнее, однако если смотреть глазами логистической компании, то ситуация становится иной.

Если рассматривать минусы, то к самыми очевидным можно отнести:

Скорость. Наземная доставка медленная. Хотя скорость доставки наземным транспортом в последние годы стала заметно более высокой, наземная доставка все равно занимает в среднем от 3 до 7 рабочих дней в зависимости от расстояния. Поэтому в тех случаях, когда скорость доставки критически важна, наземная доставка не подходит [6].

Безопасность. Наземная доставка более уязвима с точки зрения безопасности. Все посылки, отправляемые по воздуху, обязательно проверяют, а посылки, перевозимые наземным транспортом, тщательной проверке содержимого не подлежат. Вследствие этого наземную доставку могут использовать для пересылки незаконных или опасных предметов. Еще одна проблема заключается в том, что посылки из грузовика легче украсть, особенно если он делает много остановок в пути.

Однако есть и очевидные плюсы, которые делают наземный вид транспорта самым популярным вариантом для грузоперевозок во всем мире:

Экономичность. Наземная доставка экономична. В большинстве случаев доставка наземным транспортом – гораздо более доступный вариант, чем доставка по воздуху, по целому ряду причин, таких как меньшие расходы на персонал (грузовику нужен только один водитель, а самолету – целый экипаж), стоимость автомобильного топлива по сравнению с авиационным намного ниже.

Доступность. Наземным транспортом можно отправить практически все, что угодно. У авиадоставки есть масса ограничений, обусловленных в основном соображениями безопасности. Их налагает Международная ассоциация воздушного транспорта (IATA), поэтому самовольно отменить ограничения перевозчики не могут. У доставки наземным транспортом ограничений гораздо меньше: перевозить по земле обычно можно все, что не запрещено законом. Кроме того, грузовики гораздо лучше подходят для транспортировки громоздких или тяжелых предметов, чем самолеты [9].

Анализируя это, становится очевидно, что, несмотря на недостатки наземных пассажиро-грузовых перевозок, преимущества намного весомей, что и делает наземный транспорт самым оптимальным среди альтернатив.

Рассмотрев преимущества и недостатки наземного транспорта в целом, хочется глубже погрузиться в возможные проблемы и рассмотреть ситуацию именно в городе, где и проживают основные потребители товаров, которые перевозят, а также люди, которые нуждаются в оптимальной работе транспорта, чтобы успевать всюду.

Чтобы выявить проблемы дорожного движения в целом, нужно понимать, что оно из себя представляет. **Дорожное движение** – это движение на дорогах, которое осуществляется участниками дорожного движения, то есть лицами, являющимися либо водителями, либо пассажирами, либо пешеходами. В связи с тем, что оно осуществляется участниками дорожного движения, то проблемы могут возникать просто из-за человеческого фактора, на который повлиять почти или вовсе невозможно. Например:

- **Беспорядочное движение водителей.**

Кто-то реагирует очень быстро, другой, наоборот, медлит. В итоге на дороге возникает каша из машин.

- **Неправильная оценка возможности ускорения.**

Водители чрезмерно ускоряются, чтобы не допустить перестроения машин из соседних рядов.

- **Повышенный риск столкновений.**

Причинами столкновений могут быть усталость водителей, нарушение правил дорожного движения, плохая видимость и погодные условия

Однако, так же есть проблемы, которые могут быть решены благодаря вмешательству Центра Организации Дорожного Движения с оптимальными варианты перенаправления дорожных потоков или же изменению фаз работы светофоров. Такими проблемами являются:

- **Пробки и заторы**

Устаревшее строение городской улично-дорожной сети приводит к тому, что даже незначительное количество автомобилей стоит в заторах.

- **Проблемы с организацией движения**

Неоптимальное направление дорожных потоков и несоответствующее время работы фаз светофоров, которое не учитывает рост интенсивности движения.

Резюмируя, можно сделать вывод, что дорожное движение требует некой оптимизации в тех аспектах, на которые минимально влияет человеческий фактор.

Изучение возможных проблемных участков дороги. Дорожная ситуация в городе Нижний Новгород оставляет желать лучшего [2, 3]. Если где-то что-то ремонтируют или расширяют, значит в другом месте вновь случится транспортный коллапс. Нагорная часть города на момент написания данной статьи особенно подвержена пробкам, в частности из-за строительства метро и перекрытия площади Свободы, а также неоптимальной организации работы светофоров.

Если отталкивать от опросов, который производил NN.ru, то можно выделить множество мест, которые вызывают раздражение и недовольство у участников дорожного движения. Из них можно выделить [1, 4].

- **Перекресток ул. Алексеевской и ул. Звездинок**

Недовольство вызвано в связи с строительством новой станции метро «Площадь Свободы» и «Сенной», что вызвало сужение улицы Звездина и увеличение транспортного трафика, который был вызван перенаправлением общественного транспорта [4].

- **Перекресток ул. Родионовой и ул. Фруктовой**

В связи с гигантским потоком транспорта по ул. Родионова и несовершенной работой светофоров, можно часто столкнуться с довольно продолжительными пробками, что не позволяет своевременно попасть людям в нужные им места, а также усложняет выезд с ул. Фруктовой на Родионова [4].

В данной статье именно этот перекресток был выбран авторами как иллюстрация возможности найти оптимальные вариации решения проблемы дорожного движения именно на этом участке.

Для оптимизации дорожного движения на перекрестке ул. Родионовой и ул. Фруктовой нужно рассмотреть, какие вообще есть варианты оптимизации в современных реалиях.

- **Изменение схем движения.**

Это может быть сделано на перекрёстках, аварийно-опасных участках дорог, в местах пешеходных переходов, парковки, проведения работ, скопления заторов, на маршрутах общественного транспорта и т. д.

- **Применение интеллектуальных транспортных систем.**

В них внедряют технологии искусственного интеллекта. Они непрерывно анализируют информацию с детекторов транспорта, комплексов видеонаблюдения, метеостанций и других элементов ИТС, выявляют дорожные инциденты, изменения в состоянии покрытия и информируют об этом дорожные службы и участников движения.

- **Использование цветной дорожной разметки.**

Согласно Правилам дорожного движения РФ, на автомобильных дорогах кроме белого цвета можно применять разметку жёлтого, чёрного, синего, красного, зелёного и оранжевого цветов [6].

- **Применение «умного» светофора.**

Для него используют адаптивное управление. Вместе с дорожными контролерами информацию о ситуации на дорогах собирают детекторы транспорта (датчики движения), видеокамеры и другие устройства. Благодаря полученной информации оптимизируется движение транспортных и пешеходных потоков [4].

- **Использование имитационного моделирования.**

Оно позволяет прогнозировать и определять основные параметры транспортной сети, такие как интенсивность движения, объёмы пассажиро- и грузоперевозок, средняя скорость движения.

Изучив все возможные вариации оптимизации, был сделан вывод, что самым оптимальным вариантом является имитационное моделирование моделирования. Для этого были созданы две модели в среде Anylogic [7], так как данная программа обладает богатой библиотекой компонентов для воссоздания дорожной ситуации, в сравнение с аналогами (**PySCeS, Simio, MATLAB/Simulink**). Для наглядности рассмотрим дорожную ситуацию на перекрестке ул Родионовой и ул Фруктовой, на котором движения оптимизированно по данным ЦОДД (рис 1).



Рисунок 1 - Проблемная зона выезда с ул. Фруктовой

Красным кругом выделена проблема - зона выезда с ул. Фруктовой. Ситуацию можно решить благодаря изменению фаз светофоров, а именно подобрать более оптимальное время зеленого и красного света (уменьшение красного сигнала на 3 секунды и увеличить зеленый на 2 секунды). На рисунке 2 изображен результат изменения и наглядно видно, что затора на ул. Фруктовой нет.



Рисунок 2 - Устранение затора в зоне выезда с ул. Фруктовой

Отталкиваясь от результатов (рис. 3, рис. 4), которые были получены благодаря имитационному моделированию, можно сделать вывод, что на данный момент перекресток требует изменения работы фазы светофоров, так как это является основной проблемой появления пробок и заторов на выезде с ул. Фруктовой на ул. Родионова, что и признаёт ЦОДД и предлагает свои новые фазы работы.

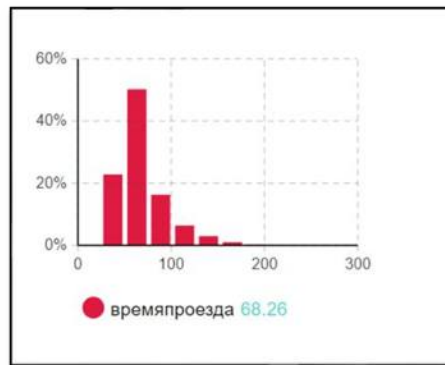


Рисунок 3 - График времени проезда до регулировки светофоров

Сравнивая две модели, мы понимаем, что данный график работ решает нашу насущную проблему, однако не до конца и сами пробки стали меньше, но не пропали вовсе.

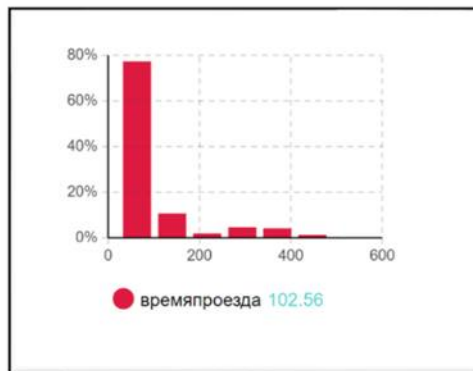


Рисунок 4 - График времени проезда после регулировки светофоров

Таким образом, произведенные расчеты позволили найти оптимальные фазы работы светофоров, можно оптимизировать движения транспортного трафика и решить проблему с затором на выезде ул. Фруктовой на ул. Родионовой

Выводы. Подводя окончательной итог, можно сделать вывод, что современные технологии помогают решать проблемы с дорожными проблемами в городе, и одно из этих решений это имитационное моделирование, которое позволяет «просимулировать» все возможные вариации изменений на любом участке дороге без финансовых затрат и работ, что помогает не допустить проблем в логистике и транспортировке пассажиров и грузов. Нельзя забывать, что остро стоит вопрос комплексного подхода к обеспечению безопасности дорожного движения, который включает как законодательные меры, так и образовательные программы, технические решения и активное участие общества, а также особенного подхода к решению проблем транспортной загрузки, включая модернизацию инфраструктуры, улучшение общественного транспорта и внедрение новых технологий.

Список литературы

1. Бурмистрова Д. «Кошмар почти все рабочие дни». Народный рейтинг самых раздражающих дорожных мест нагорной части Нижнего // NN.ru. - URL: https://www.nn.ru/text/transport/2023/09/13/72699569/?utm_source=vk&utm_medium=social&utm_campaign=nn (дата обращения: 28.12.2024).
2. Дорожное движение// Большая Российская энциклопедия:- URL: <https://bigenc.ru/c/dorozhnoe-dvizhenie-66f66d> (дата обращения: 28.10.2024).
3. Карта мест концентрации дорожно-транспортных происшествий в Нижнем Новгороде за 2023 год. — URL: <https://codd-nnov.ru/avarijnye-uchastki-ulicz-nizhnego-novgoroda/> (дата обращения: 10.02.2025).

4. Клеблеева А. Новые решения в организации дорожного движения / Аделя Клеблеева// догинфо — URL: <https://dorinfo.ru/stat/analitika/novye-resheniya-v-organizatsii-dorozhnogo-dvizheniya/> (дата обращения: 27.12.2024).
5. Коротаев Д. В ГИБДД подсчитали число аварий в РФ с начала года / Дмитрий Коротаев // Известие. — URL: <https://iz.ru/1774703/2024-10-15/v-gibdd-podschitali-chislo-avarii-v-rf-s-nachala-goda> (дата обращения: 10.01.2025).
6. Плюсы и минусы наземной доставки // Postage Maker:- URL: <https://www.postagemaker.com/publications/327-plyusy-i-minusy-nazemnoj-dostavki> (дата обращения: 28.10.2024).).
7. Создание дороги. Документация AnyLogic // Anylogic:- URL: <https://anylogic.help/ru/tutorials/road-traffic/1-drawing-road.html> (дата обращения: 23.10.2024)..
8. Ударенцева, Е.Н. Система обеспечения безопасности дорожного движения в современной России // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. - 2021. - № 1. - С. 129-134.
9. Ульянов В.И Перспективные пути решения проблем транспортной загрузки в крупнейших городах России» // Транспортное дело России. - 2020. - № 8. - С. 58-63.

ОЦЕНКА ЭКОНОМИИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РАСХОДОВ ПРИ РАЦИОНАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ МЕСТНОЙ РАБОТЫ ГРУЗОВОЙ СТАНЦИИ

Галанина Елена Германовна,

доцент кафедры «Общеобразовательные и профессиональные дисциплины»

Приволжский государственный университет путей сообщения

Нижегородский институт путей сообщения

доцент, к.э.н.,

г. Нижний Новгород, Российская Федерация

Аннотация: в статье проведен расчет экономии эксплуатационных расходов в случае, если на грузовой станции имеется необходимость увеличить количество маневровых локомотивов на 0,5 единиц в виду увеличения грузовой работы. Получить экономию эксплуатационных расходов, возможно в результате рациональной организации местной работы.

Ключевые слова: эксплуатационные расходы, маневровый локомотив, объём грузовой работы, затраты локомотиво-часов.

Грузовая станция - сложная система взаимодействующих друг с другом транспортных объектов-парков станции, сортировочных устройств, грузового двора, контейнерного терминала, специализированных площадок для тяжеловесных и других грузов, железнодорожных путей необщего пользования. Грузовые станции предназначены для переработки вагонопотоков и выполнения грузовых операции. На этих станциях начинается и заканчивается перевозочный процесс. Главные задачи грузовой станции - своевременное выполнение планов погрузки, выгрузки и перевалки грузов в условиях наиболее рационального использования технических и транспортных средств разных видов транспорта.

На станции выполняются технические, коммерческие и грузовые операции: операции по приему, отправлению и пропуску грузовых поездов, техническое обслуживание и коммерческий осмотр местных вагонов и групп вагонов, расформирование, подборка и подача вагонов на грузовые фронты, взвешивание вагонов, уборка, формирование и отправление вагонов со станции.

Оптимальное число маневровых локомотивов для грузовых станций определяем, исходя из условия обеспечения своевременной переработки, с учетом неравномерного прибытия (отправления) вагонов и производства грузовых операций (погрузка, выгрузка), а также времени ожидания производства маневровых передвижений при подаче и уборке вагонов к фронтам погрузки - выгрузки на путях общего пользования, грузовом дворе и подъездных путях, обслуживаемых локомотивами станций.

Расчет экономии эксплуатационных расходов за счет рациональной организации местной работы, использованием дополнительно 0,5 единиц маневрового локомотива.

Расходы на маневровую работу определяются, исходя из стоимости маневрового локомотиво-часа. Расходы на маневровую работу определяются с помощью следующей формулы (1):

$$\mathcal{E}_{\text{ман}} = \sum Mt \times e_{\text{ман}}, \quad (1)$$

Где $\sum Mt$ - суммарные затраты локомотиво-часов маневровых локомотивов в сутки;

$e_{\text{ман}}$ - единичная расходная ставка на один маневровый локомотив-час, (руб.). (По состоянию на 1 ноября 2023г. $e_{\text{ман}}=1698$ руб.)

Суммарные затраты локомотиво-часов маневровых локомотивов определяют по формуле (2):

$$\sum Mt = T_{\text{лок}} \times M_{\text{ман}}, \quad (2)$$

Где $T_{\text{лок}}$ - время работы локомотива в течение суток, (ч.);

$M_{\text{ман}1}$ - число работающих маневровых локомотивов в сутки после рационализации.

$M_{\text{ман}1,5}$ - число работающих маневровых локомотивов в сутки до рационализации (1,5-получено средним расчетом, за основу взяты все локомотивы, привлекаемые к маневровой работе на рассматриваемом участке).

$$\mathcal{E}_{\text{ман}1} = 24 * 1 * 1698 = 40,7 \text{ (тыс. руб./мес.)}$$

$$\mathcal{E}_{\text{ман}1,5} = 24 * 1,5 * 1698 = 61,13 \text{ (тыс. руб./мес.)}$$

Расходы по фонду оплаты труда состоят из расходов на заработную плату и начислений на заработную плату, которые являются страховыми взносами в фонды обязательного страхования и обеспечения (в Пенсионный фонд – 22%, в Фонд социального страхования – 29%, в фонды обязательного медицинского страхования – 5,1% и страховые взносы на страхование профессиональных рисков и профессиональных заболеваний – 0,7%; итого 30,7%).

Расходы на фонд оплаты труда, тыс. руб., рассчитываются по формуле (3):

$$\mathcal{E}_{\text{ФОТ}} = \mathcal{E}_{\text{ФЗП}} + \mathcal{E}_{\text{сн}}, \quad (3)$$

Где $\mathcal{E}_{\text{ФЗП}}$ - суммарные расходы по фонду заработной платы, (тыс. руб.);

$\mathcal{E}_{\text{сн}}$ - суммарные начисления на фонд заработной платы, тыс. руб.

Сумму начислений на фонд заработной платы, тыс. руб. определяют по формуле (4):

$$\mathcal{E}_{\text{сн}} = \mathcal{E}_{\text{ФЗП}} * 0,307, \quad (4)$$

Суммарные расходы по фонду заработной платы, тыс. руб. рассчитываются исходя из месячного фонда заработной платы (5):

$$\mathcal{E}_{\text{ФЗП}} = T * 169,2/2 * K * k_{\text{косв.р}}, \quad (5)$$

где T - часовая тарифная ставка для соответствующей штатной должности;

169,2 - среднемесячное количество часов работы (данные на ноябрь 2023г);

K - количество штатных единиц;

$k_{\text{косв.р}}$ - коэффициент, учитывающий долю заработной платы с начислениями в общем объеме эксплуатационных расходов станции. $k_{\text{косв.р}} = 1,238$.

При расчете среднемесячной зарплаты должны быть учтены следующие доплаты и премии:

а) доплата за работу в праздничные дни в размере 2,2% от тарифной ставки или сдельного заработка;

б) доплата за работу в ночное время с 22 до 6 ч, т.е. за 8 ч. Размер данной доплаты 20 % от тарифной ставки соответствующего работника;

в) надбавка за класс квалификации машинистам 20% из расчета месячной тарифной ставки;

г) выплата вознаграждения за выслугу лет в размере 15% от месячной тарифной ставки;

Таким образом, расходы на фонд оплаты труда будут выглядеть следующим образом:

Машинисты маневрового локомотива:

$$T = 152,4 \text{ (руб.)}$$

$$\mathcal{E}_{\text{ФЗП}} = 152,4 * 169,2/2 * 5 * 1,238 = 79,81 \text{ (тыс. руб./мес)}$$

$$\mathcal{E}_{\text{сн}} = 79,81 * 0,307 = 24,5 \text{ (тыс. руб./мес)}$$

$$\mathcal{E}_{\text{ФОТ}} = 79,81 + 24,5 = 104,31 \text{ (тыс. руб./мес)}$$

Составители поездов:

$$T = 101,04 \text{ (руб.)}$$

$$\mathcal{E}_{\text{ФЗП}} = 101,04 * 169,2/2 * 5 * 1,238 = 52,91 \text{ (тыс. руб./мес)}$$

$$\mathcal{E}_{\text{сн}} = 52,91 * 0,307 = 16,24 \text{ (тыс. руб./мес)}$$

$$\mathcal{E}_{\text{ФОТ}} = 52,91 + 16,24 = 69,15 \text{ (тыс. руб./мес)}$$

После завершения в 2026 г. инвестиционного проекта по станции Глазов (строительство завода ООО «Глазовский фанерный завод»), планируется увеличение объема грузовой работы на $\approx 30000 \text{ т/мес} = 15 \text{ ваг/сут.}$

Экономический эффект от введения 0,5 единиц маневрового локомотива планируется достичь за счет услуг, оказываемых ОАО «РЖД» для ООО «Глазовский фанерный завод»:

- Аренда вагона;

- Подача и уборка вагонов на пути необщего пользования силами ОАО «РЖД»,

таким образом рассчитываем экономию эксплуатационных расходов на станции Глазов.

Количество вагонов, отправленных со станции с ООО «Глазовский фанерный завод» в месяц, рассчитывается по формуле (6):

$$N_{\text{ваг}} = \frac{q}{R_{\text{ваг}}}, \quad (6)$$

Где, $N_{\text{ваг}}$ – количество вагонов;

q – количество тонн груза/мес. (30000т).

$R_{\text{ваг}}$ – Грузоподъемность, т/ваг.

$$N_{\text{ваг}} = \frac{30000}{40} = 750 \text{ ваг/мес}$$

$$N_{\text{ваг/сут}} \approx 25$$

Маршрут следования вагонов со станции Глазов преимущественно в радиусе 500км, таким образом оборот вагона определяется по формуле: (7):

$$O_{\text{в}} = (T_{\text{погр}} + T_{\text{гр}} + T_{\text{выгр}} + T_{\text{пор}}) * C_{\text{а}} \quad (7)$$

Где, $T_{\text{погр}}$ – Время на погрузку вагонов, сут;

$T_{\text{гр}}$ – Срок доставки в груженом рейсе, сут;

$T_{\text{выгр}}$ – Время на выгрузку вагонов, сут;

$T_{\text{пор}}$ – Срок доставки в порожнем рейсе, сут;

$C_{\text{а}}$ – цена аренды одного вагона контейнера в сутки, руб (1400 руб/сут).

$$O_{\text{в}} = (2 + 6 + 2 + 6) * 1400 = 22400,00 \text{ руб.}$$

$$Э_{\text{ман0,5}} = 24 * 0,5 * 1698 = 20,37 \text{ (тыс. руб).}$$

Общие затраты на отправку железнодорожным транспортом вагонов со станции Глазов определяются по формуле (8):

$$P_{\text{о}} = C_{\text{о}} + C_{\text{жд}} + C_{\text{подачи}} + C_{\text{уборки}}, \quad (8)$$

Где, $C_{\text{о}}$ – расчет ставки оперирования, руб;

$C_{\text{жд}}$ – железнодорожный тариф, руб;

$C_{\text{подачи}}$ – стоимость подачи и уборки вагонов на станции Глазов, руб;

$C_{\text{уборки}}$ – стоимость подачи и уборки вагонов на станции Глазов, руб;

$S_{\text{пор}}$ – Пробег вагонов в порожнем состоянии, руб.

$$C_{\text{оп}} = 22400 + 10398 = 32798 \text{ руб.}$$

$$P_{\text{о}} = 32798 + 20244 + 360,4 + 360,4 = 53762,8 \text{ руб.}$$

Стоимость одной отправки 25ваг = 53762,8 руб.

Для выведения суммарной экономии эксплуатационных расходов, сведем результаты расчетов в итоговую таблицу (табл.1)

Таблица 1- Экономия эксплуатационных расходов

Натуральные показатели	Единичные расходные ставки на измеритель, (руб./сут)	Величина показателей (сут)	Расход (тыс.руб)	Доход (тыс.руб)
1	2	3	4	5
Суммарное время работы маневровых локомотивов	2,037	30	61,11	-
Расходы на фонд оплаты труда машинистам маневрового локомотива	3,477	30	104,31	-
Расходы на фонд оплаты труда составителям поездов	2,305	30	69,15	-
Оплата услуг ОАО «РЖД» заводом ООО «Глазовский фанерный завод»	53762,8	30		123923,25
Итого:		30	234,57	123923,25
Экономия за мес, тыс. руб.				123688,68
Экономия за год, тыс. руб.				45146368,2

По выполненным расчетам получено, что увеличение 0.5 единиц маневровых локомотивов окупается в первый месяц.

Список литературы

1. Инструкция по сигнализации на железнодорожном транспорте Российской Федерации. Утверждена приказом Минтранса России № 162 от 04.06.2012 г.
2. Инструкция по движению поездов и маневровой работе на железнодорожном транспорте Российской Федерации. Утверждена приказом Минтранса России № 162 от 04.06.2012 г.
3. ОАО «РЖД», Нормы времени на маневровые работы, выполняемые на железнодорожных станциях ОАО «РЖД», нормативы численности бригад маневровых локомотивов, Москва, 2006.
4. Методические указания по расчету норм времени на маневровые работы, выполняемые на железнодорожном транспорте. - М.: МПС, 2008. - 84 с.
5. Инструктивные указания по организации вагонопотоков на железных дорогах ОАО «РЖД», утвержденные ОАО «РЖД». – М.:2018. – 527 с.

МЕХАНИЗМЫ ВНЕДРЕНИЯ «ЗЕЛЁНОЙ» ПРОМЫШЛЕННОЙ ПОЛИТИКИ НА ПРИМЕРЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ОТРАСЛИ

Гараева Анна Сергеевна,

магистрант экономического факультета

МГУ имени М.В. Ломоносова,

г. Москва, Российская Федерация

***Аннотация:** в работе исследуются особенности и перспективы внедрения «зелёной» промышленной политики в России на примере железнодорожной отрасли. Для этого рассматривается ключевой механизм реализации такой политики - концепция наилучших доступных технологий (НДТ). Значительное внимание уделено результатам внедрения НДТ в ОАО «РЖД», включая снижение углеродоёмкости деятельности компании, переход на более экологичные виды топлива, использование возобновляемых источников энергии, автоматизацию экологического контроля и разработку специализированного каталога «зелёных» технологий (Гринбук). Работа подчёркивает важность интеграции экологических стандартов для обеспечения устойчивого развития отрасли.*

***Ключевые слова:** «зеленая» промышленная политика, железнодорожная отрасль, наилучшие доступные технологии, НДТ, ОАО «РЖД», энергоэффективность.*

Введение

В XXI веке «зелёная» экономика стала популярной концепцией не только у научного сообщества, но также среди политических и экономических деятелей. В государственной политике большинства стран закреплены меры, способствующие сокращению углеродного следа, повышению энергоэффективности и переходу к экономике замкнутого цикла. Все это является важными составляющими «зелёного» курса. Однако сейчас всё чаще, преимущественно в зарубежной, но также и в российской литературе, публикуются материалы о «зелёной» или экологической промышленной политике (green industrial policy).

«Зелёная» промышленная политика является важным инструментом в достижении устойчивого развития, которая направлена на сокращение негативного воздействия на окружающую среду и повышение ресурсоэффективности промышленных предприятий. Она предполагает интеграцию «зелёных» инициатив в производственные процессы, благодаря которым происходит снижение выбросов CO₂ в атмосферу, уменьшение объёмов отходов и их повторное использование, переходу на более экологичные источники энергии и др. Подобные меры становятся особенно актуальными в условиях усиливающегося международного внимания к проблемам изменения климата и сохранения экосистем.

В России такой тип политики находится на стадии развития. Данная работа освещает механизмы реализации «зелёной» промышленной политики на примере российской железнодорожной отрасли. Этот сектор является значимым, так как отличается низкой углеродоёмкостью по сравнению с другими видами транспорта и обладает большим потенциалом для внедрения экологических инициатив. В условиях глобальной нестабильности и ограниченности ресурсов изучение механизмов важно для понимания, каким образом «зелёная» промышленная политика способствует решению традиционного конфликта между экономическим развитием и экологической устойчивостью.

«Зелёная» промышленная политика – новый тренд

Ранее промышленная политика воспринималась экономистами как запретная тема. Эта разновидность экономических мер при упоминании сразу ассоциировалась с излишним государственным вмешательством государства в экономику, предоставлением «избранным» отраслям субсидий и других мер поддержки, введением необоснованных протекционистских мер, которые способствовали разрушению торговых отношений. Однако такое мнение

научных деятелей не останавливало государственных политиков от ее применения на практике, причем довольно часто и успешно.

В последнее время наблюдается ренессанс интереса к изучению и переосмыслению промышленной политики, наиболее часто - с акцентом на экологическую составляющую [6, С.470]. Термин «зелёная промышленная политика» был сформулирован западным научным сообществом и имеет множество трактовок. Согласно одной из них, современная «зелёная» промышленная политика определяется как комплекс государственных мер, нацеленных на ускорение структурной трансформации промышленности в направлении высокопроизводительной, ресурсоэффективной и низкоуглеродной экономики [5, С.11]. Примеры успешной реализации «зелёной» промышленной политики можно наблюдать в странах Европейского союза, где комплексные меры направлены на сокращение выбросов и поддержку устойчивого производства.

В России концепция «зелёной» промышленной политики находится на стадии активного развития и поддержки со стороны государства. Одним из её центральных элементов является концепция наилучших доступных технологий (НДТ). НДТ представляют собой совокупность технологических, технических и управленческих решений, которые позволяют предприятиям минимизировать воздействие на окружающую среду, повышать ресурсоэффективность и снижать углеродоемкость выпускаемой продукции [2, С.53]. Система НДТ, утверждённая в России в рамках федерального законодательства, начала внедряться с 2019 года и сейчас охватывает ключевые отрасли России.

Для получения предприятием комплексного экологического разрешения (КЭР) необходимо, чтобы деятельность предприятия соответствовала стандартам из информационно-технического справочника (ИТС НДТ). Он представляет собой официальный документ, который содержит систематизированные данные по определенным отраслям, представляющие собой описание технологий, методов, способов и др. [3, С.86-87]. В ИТС НДТ можно найти численные показатели эмиссий загрязняющих веществ, ресурсной эффективности и прочие стандарты.

Внедрение НДТ и других «зелёных» механизмов в ОАО «РЖД»

В качестве рассмотрения внедрения механизмов «зелёной» промышленной политики выбрана железнодорожная отрасль, а именно деятельность компании-естественного монополиста ОАО «РЖД», которая является одним из лидеров «зелёной» экономики.

Как уже отмечалось, железнодорожный транспорт не является экологически проблемной отраслью в нашей стране. Согласно опубликованной Экологической стратегии ОАО «РЖД» до 2030 года [4], доля компании в суммарных показателях загрязнения окружающей среды на территории России составляет менее 1%, а выбросов парниковых газов – менее 2%. Данные показатели снижались регулярно на протяжении 20 лет [1, С.153]. Такие цифры во многом достигнуты благодаря высокой степени электрификации железнодорожного транспорта и автоматизации процессов. А также из-за увеличения использования возобновляемых источников энергии (ВЭИ) и низкоуглеродных видов топлива для тяги поездов. Помимо всего перечисленного, компания вкладывала большие ресурсы на оптимизацию работы существующей транспортной инфраструктуры. Важная часть общей стратегии – снижение издержек от износа рельсов и подвижного состава и применение «зелёных» технологий, которые способствовали вторичному использованию материалов. В связи с этим, железные дороги считаются одними из менее углеродоёмких и более «зелёных» видов транспорта, в отличие от авиа или автомобильных перевозок.

Предполагается, что работа в этом направлении не будет остановлена и до 2030 года постепенно произойдет смена топливных систем у автономных локомотивов с дизеля на природный газ, а также будут внедряться водородные топливные элементы в пассажирских поездах. Расширение внедрения ВЭИ означает, что все больше объектов железнодорожной инфраструктуры по типу вокзалов и железнодорожных переездов будут использовать гибридные источники электростанции или малые солнечные электростанции. Особенно это

актуально на юге России, где климат позволяет внедрять такие инициативы круглогодично. Целевой показатель – сократить к этому времени на 30% углеродоёмкость деятельности компании.

Для более четкого учета фактических показателей и их сравнения с нормативными значениями в рамках Экологической стратегии компания стремится к автоматизации подсчетов, разрабатывая единую автоматизированную систему производственного экологического контроля.

Отдельная глава Экологической стратегии компании содержит информация о внедрении НДТ в деятельность подразделений ОАО «РЖД», перечисление регулирующих нормативно-правовых документов в этой области, реализованные и планируемые мероприятия. В соответствии с законодательством в области охраны окружающей среды, компания внедряет НДТ в своей деятельности для минимизации ущерба природе. Холдинг «РЖД» в своих заявлениях подчеркивает, что уже с 2017 года применяет специальный каталог – Гринбук ОАО «РЖД» - в котором указан перечень экологических технологий и стандартов к материалам, сооружению и оборудованию [4]. Указанные в каталоге характеристики способствуют снижению негативного воздействия на окружающую среду при строительстве, ремонте и обновлении объектов, принадлежащих компании.

Гринбук ОАО «РЖД» ежегодно обновляется и учитывает изменения в ИТС НДТ, применимые к железнодорожной отрасли. На данный момент он содержит 56 используемых в деятельности компании технологий, из которых:

- 28 технологий направлены на очистку сточных вод от загрязнений;
- 13 технологий используются на обезвреживание отходов различных классов;
- 7 технологий применяются к очистке воздуха от загрязняющих выбросов в атмосферу;
- 5 технологий практикуются в области восстановления почв от нефтепродуктов;
- 3 технологии связаны с шумоподавлением звуков.

Однако в то же время, для максимальной реализации потенциала отрасли необходимы значительные инвестиции в модернизацию инфраструктуры, внедрение инновационных технологий и повышение энергоэффективности. Уже сейчас определены мероприятия, которые будут направлены на то, чтобы компания ОАО «РЖД» еще больше внедряла НДТ в свою деятельность:

- для снижения загрязнений атмосферы предполагается оптимизация производственных и технологических процессов в области перехода к низкоуглеродным видам топлива (природный газ, водородные топливные элементы) и внедрения установок, которые способствуют более эффективному очищению выбросов. Современные системы фильтрации воздуха обладает высокой эффективности в улавливании загрязняющих частиц и других вредных элементов, находящихся в атмосфере в результате движения поездов или строительных, ремонтных работ. Более того, холдинг внедряет программы, направленные на мониторинг и контроль за выбросами загрязняющих веществ в реальном времени, что упрощает принятие решений о корректировке производственных процессов;

- для рационального использования водных ресурсов и очищения сточных вод от загрязнения будут внедряться технологии, способствующие более эффективному разделению сточных вод и сокращению объемов их образования на предприятиях, а также улучшенной системе сокращения потребления воды. Данный этап включает установку современных систем фильтров и использование биологических методов очистки, благодаря чему загрязнённая вода перерабатывается с минимальным воздействием на природные экосистемы. Кроме того, компания активно разрабатывает программы по использованию замкнутых циклов водоснабжения, что позволяет существенно сократить потребление природной воды;

- для развития принципов циркулярной экономики будут использованы технологии, которые направлены на сокращение образования отходов, улучшение технологий утилизации или обезвреживания, а также вторичным использованием их на производстве в других филиалах. Особое внимание уделяется совершенствованию систем сортировки и вторичной

переработки промышленных отходов. Результатом этих мероприятий может стать снижение объёма отправляемых на полигоны отходов;

- для сокращения шума предполагается внедрение технологий, которые способны подавлять шум непосредственно рядом с источником или на пути распространения звука в районах, находящихся рядом с железнодорожным транспортом. Для решения этой проблемы ОАО «РЖД» сейчас использует инновационные шумозащитные экраны, позволяющие снизить степень шума вдоль железнодорожных путей вблизи жилых зон. Однако данная технология не обеспечивает полной шумоизоляции, поэтому ведется работа по разработке новых материалов и технологий для рельсов и подвижного состава, которые будут способны уменьшить шум при движении железнодорожного транспорта.

Анализ Экологической стратегии за ОАО «РЖД» до 2030 года показал пример успешного внедрения НДТ и других «зелёных» инициатив в деятельность компаний промышленного сектора. На протяжении нескольких лет холдинг опирается на ИТС НДТ и разрабатывает собственные экологические стандарты, благодаря чему достигаются значимые результаты в области минимизации негативного воздействия на окружающую среду: снижается объем выбросов CO₂, повышается ресурсо- и энергоэффективность. Однако для достижения максимального эффекта от «зелёной» промышленной политики требуется дальнейшее развитие нормативно-правовой базы и увеличение инвестиций в исследования и модернизацию технологий, чтобы дальше оставаться на лидирующих позициях среди транспортной компании по показателям, связанным с экологией.

Заключение

Таким образом, «зелёная» промышленная политика является сравнительно новой концепцией, однако она может стать инструментом для структурной трансформации промышленности в направлении повышения экологической и ресурсной эффективности ключевых отраслей. Пример ОАО «РЖД» демонстрирует, что внедрение экологических технологий, разработка специализированных «зелёных» стандартов и использование НДТ могут существенно минимизировать воздействие на окружающую среду даже в таких масштабных и технологически сложных отраслях промышленности.

Однако для реализации полного потенциала необходимы дальнейшие инвестиции в исследования и разработки, совершенствование законодательной базы, а также стимулирование частных и государственных инициатив. «Зелёная» промышленная политика – новый тренд, и сейчас все больше обращается внимание на внедрение такого типа политики повсеместно в производственные процессы. Улучшения в сборе данных и ужесточение мер отчетности представляют возможность в дальнейшем провести количественный анализ социально-эколого-экономических эффектов от реализации «зелёной» промышленной политики на практике.

Список литературы

1. Машуков А.А. Наилучшие доступные технологии для решения экологических проблем предприятий железнодорожного транспорта // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. — 2012. — № 2 — С.152-158.
2. Скобелев Д. О. Зеленый баланс: бизнес, технологии, право. Зеленая промышленная политика, экологическая промышленная политика и инновации // Business Excellence. — 2025. — № 1 — С.52-57.
3. Скобелев Д.О. Экологическая промышленная политика: основные направления и принципы становления в России // Вестник Московского университета. Серия 6. Экономика. — 2019. — № 4. — С. 78-94.
4. Экологическая стратегия ОАО «РЖД» до 2030 года и перспективу до 2035 года (утверждена протоколом заседания правления ОАО «РЖД» от 12.07.2022 г. N 44).

5. Altenburg T., Assmann, C. Green Industrial Policy. Concept, Policies, Country Experiences. Geneva, Bonn: UN Environment; German. – 2017.
6. Rodrik D. Green industrial policy // Oxford Review of Economic Policy. 2014. Vol. 30. Iss. 3. P. 469–491.

СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ ООО «БАЙКАЛ-ИНЖИНИРИНГ» С ПОЗИЦИИ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ МАЛОЙ АВИАЦИИ НА ПРИМЕРЕ ПРОЕКТА БАЙКАЛ ЛМС-901

*Егорова Виктория Константиновна,
магистрант Санкт-Петербургского государственного
университета гражданской авиации
имени Главного маршала авиации А.А. Новикова*

*Бородулина Светлана Анатольевна,
доктор экономических наук, профессор
заведующая кафедрой «Экономики»
Санкт-Петербургского государственного университета гражданской авиации
имени Главного маршала авиации А.А. Новикова*

Аннотация: проект Байкал ЛМС-901 представляет собой новую главу в российской авиации, призванную заменить легендарный Ан-2 – один из самых известных и долго служивших самолетов отечественного производства. ЛМС-901, разрабатываемый компанией ООО «Байкал Инжиниринг», обещает стать более современной, эффективной и безопасной альтернативой для выполнения аналогичных задач в сельской авиации, транспортировке и других специфических областях, где до сих пор широко используется «кукурузник».

Ключевые слова: отечественная авиация, малая авиация, инновационная замена.

Annotation: the Baikal LMS-901 project represents a new chapter in Russian aviation, designed to replace the legendary An-2, one of the most famous and long-serving aircraft of domestic production. The LMS-901, being developed by Baikal Engineering LLC, promises to become a more modern, efficient and safe alternative for performing similar tasks in rural aviation, transportation and other specific areas where this aircraft is still widely used.

Keywords: domestic aviation, small aircraft, innovative replacement.

К числу приоритетных задач пространственного развития территорий РФ относится развитие транспорта, расширение межрегиональных экономических связей, что позволит достичь цели улучшения качества жизни населения в отдаленных районах, Арктической зоне России и новых регионов страны. Формирование сбалансированной системы пространственного развития для достижения национальных целей, поиск оптимальных форм территориальной организации экономики, развитие инфраструктурных объектов в числе прочих, транспортной сферы, отражены как актуальные в Стратегии пространственного развития Российской Федерации. Достижение поставленных в стратегии целей предполагает развитие рынка транспортных услуг, а в случае отдаленных территорий – активного развития авиаперевозок. Развитие воздушных перевозок в отдаленных районах определяется наличием как авиатранспортной и смежной инфраструктуры, так и наличием воздушных судов требуемых форматов технической годности и характеристик. В настоящее время уделяется большое внимание вопросам импортозамещения в сфере авиастроения, как обеспечивающего сектора рынка авиаперевозок. Развитие собственных авиастроительных предприятий позволит развиваться рынку воздушных перевозок в отдаленных районах страны. Стратегия развития таких организаций должна быть нацелена на быстрое освоение актуальных продуктов для авиатранспортной сферы и изыскание возможностей оптимизации производственных параметров.

Так, в исследовании выполнен стратегический анализ компании «Байкал-Инжиниринг» с помощью методики SPACE [1], основанной на официальной финансовой отчетности [2], позволяющий оценить ее состояние, результаты которого представлены в таблице 1.

Таблица 1 — Методика SPACE ООО «Байкал-Инжиниринг»

Определение конкурентного преимущества фирмы (CA)			
Факторы	Оценка факторов		
Доля рынка	Малая	3	Большая
Качество продукта	Низкое	4	Высокое
Стадия жизненного цикла продукта	Поздняя	6	Ранняя
Цикл замены продукта	Переменный	4	Фиксированный
Приверженность потребителей	Низкая	5	Высокая
Использование производственных мощностей у конкурентов	Минимальное	3	Максимальное
Технологическое know-how	Малое	1	Большое
Степень вертикальной интеграции	Низкая	2	Высокая
Среднее значение		3,5	
Факторы, определяющие финансовое положение фирмы (FS)			
Факторы	Оценка факторов		
Отдача на вложения	Низкая	5	Высокая
Финансовый рычаг	Несбалансированный	1	Сбалансированный
Ликвидность	Несбалансированная	3	Сбалансированная
Степень удовлетворения потребности в капитале	Низкая	2	Высокая
Поток платежей в пользу фирмы	Малый	1	Большой
Выход с рынка	Сложный	4	Легкий
Рискованность бизнеса	Высокая	2	Низкая
Оборачиваемость запасов	Медленная	5	Быстрая
Среднее значение		2,88	
Определение "привлекательности" отрасли (IS)			
Факторы	Оценка факторов		
Потенциал роста	Низкий	6	Высокий
Потенциальная прибыльность	Низкий	5	Высокая
Финансовая стабильность	Низкая	2	Высокая
Технологическое know-how	Простое	2	Сложное
Использование ресурсов	Неэффективное	4	Эффективное
Капиталоемкость	Высокая	3	Низкая
Выход на рынок	Легкий	5	Сложный
Производительность (использование ресурсов)	Низкая	4	Высокая
Среднее значение		3,88	
Факторы, определяющие стабильность среды (ES)			
Факторы	Оценка факторов		
Технологические изменения	Большие	3	Малые
Темп инфляции	Высокий	2	Низкий
Вариация спроса	Большая	1	Малая
Разброс цен конкурирующих продуктов	Большой	4	Малый
Барьеры (ограничения) для вхождения на рынок	Малые	5	Большие
Давление конкурентов	Высокое	4	Низкое
Спрос	Эластичный	5	Неэластичный
Среднее значение		3,42	

Анализ выявил следующие показатели, имеющие исключительно хорошие значения:

- чистые активы превышают уставный капитал, при этом за анализируемый период (31.12.19–31.12.23) наблюдалось увеличение чистых активов;
- за 2023 год получена прибыль от продаж (1 347 тыс. руб.), более того наблюдалась положительная динамика по сравнению с предшествующим годом (+412 тыс. руб.);
- прибыль от финансово-хозяйственной деятельности за 2023 год составила 844 тыс. руб. (+421 тыс. руб. по сравнению с предшествующим годом).

В ходе анализа были получены следующие показатели, *неудовлетворительно* характеризующие финансовое положение и результаты деятельности организации:

- низкая величина собственного капитала относительно общей величины активов (0,04%);
- по состоянию на 31.12.2023 значение коэффициента обеспеченности собственными оборотными средствами, равное -0,6, является не соответствующим норме;
- недостаточная рентабельность активов (1,9% за 2023 год).

С критической стороны финансовое положение организации характеризуют следующие показатели:

- коэффициент текущей (общей) ликвидности значительно ниже нормы;
- коэффициент абсолютной ликвидности существенно ниже нормативного значения;
- коэффициент покрытия инвестиций значительно ниже нормы (доля собственного капитала и долгосрочных обязательств в общей сумме капитала организации составляет 4% (нормальное значение для данной отрасли: не менее 70%).

По результатам расчетов для ООО «Байкал-Инжиниринг» можно сделать вывод о существующей вероятности банкротства. Однако следует обратить внимание на то, что полученные выводы нельзя признать безоговорочно достоверными – на них влияют различные факторы, в том числе экономические условия той страны, где организация осуществляет свою деятельность.

По методике SPACE-анализа определен вектор оптимальной стратегии для предприятия с конкурентной позицией (рисунок 1). Эта позиция характерна для привлекательных отраслей в сравнительно нестабильном окружении.

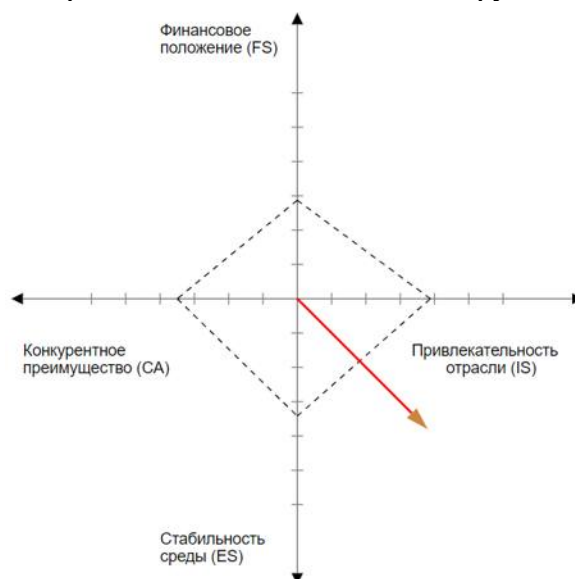


Рисунок 1 - Диаграмма метода SPACE анализа

В рамках заданного вектора выработаны следующие рекомендуемые стратегии:

1. Аккумуляция дополнительных финансовых ресурсов для усиления рыночного потенциала. ООО «Байкал-Инжиниринг» может привлекать дополнительные средства через выпуск корпоративных облигаций или привлечение инвесторов для финансирования новых проектов и расширения производства.

2. Расширение и/или корректировка ассортимента выпускаемой продукции. Например, следует предусмотреть в проекте ЛМС-901 возможность убрать подкосы, сформировать убирающиеся шасси, что позволит сделать аэродинамику самолета эффективнее и эксплуатацию экономичнее.

4. Инвестирование в повышение производительности. Внедрение инновационных технологий, таких как автоматизация производства с использованием роботизированных комплексов и систем управления на базе искусственного интеллекта, которые позволят увеличить производственные мощности и сократить время на производство самолетов.

5. Сокращение издержек может быть достигнуто путем оптимизации логистики. Также можно пересмотреть контракты с поставщиками ресурсов для получения более выгодных условий и уменьшения себестоимости продукции.

Анализ ассортимента продукции воздушных судов в условиях импортозамещения в рамках формирования стратегии развития ООО «Байкал-Инжиниринг» выявил следующее. Самолет Ан-2, спроектированный в 1947 году в КБ ОКБ Антонова, стал неотъемлемой частью советской и российской авиации, и является таким и по сей день. Этот биплан с поршневым двигателем предназначен для взлетов и посадок с коротких площадок, что позволяет ему эффективно работать в горных районах, лесах, болотах и сельском хозяйстве, для транспортировки людей и грузов. В общей сложности было построено более 18 тысяч этих самолетов, и многие из них продолжают эксплуатироваться до сих пор. Однако, несмотря на свою долгую и успешную службу, Ан-2 давно морально и технически устарел. Сложность в обслуживании, высокие эксплуатационные расходы и низкая эффективность по сравнению с современными самолетами привели к тому, что уже несколько лет назад возникла необходимость разработки его замены.

ЛМС-901 является легким многоцелевым самолётом, разработанным для выполнения схожих задач с Ан-2, но с улучшенными характеристиками и современной технологической начинкой. Его создание стало ответом на вызовы, стоящие перед российской авиацией, и потребности в эффективных воздушных судах для работы в труднодоступных и удаленных районах. Его преимуществом с точки зрения производительности и экономичности является турбовинтовой двигатель, который значительно улучшает экономию топлива и общую эффективность по сравнению с поршневыми двигателями Ан-2. Помимо этого, ЛМС-901 разработан для удобства пилота и пассажиров, с современным оборудованием и улучшенной эргономикой. Это значительно повышает безопасность полетов, особенно при работе в сложных условиях. Как и Ан-2, Байкал ЛМС-901 предназначен для разнообразных задач: перевозки грузов и людей, выполнения сельскохозяйственных работ, патрулирования, а также для перевозки медицинских бригад и доставки гуманитарных грузов в отдаленные районы. В его разработке заинтересованы также и спортсмены-парашютисты [3].

Однако новый лёгкий самолёт сложно назвать бюджетным. Разработчик утверждает, что его стоимость составит 260 миллионов рублей, что эквивалентно 0,3 миллиона долларов за одно пассажирское место. Наличие подкосов и неубирающегося шасси на данном моноплане приведёт к значительному увеличению аэродинамического сопротивления, что делает достижение высокой топливной эффективности практически невозможным. Для того чтобы решить эту проблему, можно обратиться к принципам проектирования самолёта САМ-10, разработанного в 1930-х годах. В частности, можно отказаться от использования подкосов под крылом и предусмотреть возможность уборки шасси. Это позволит сделать аэродинамику «Байкала» более чистой, снизить сопротивление воздуха и, как следствие, увеличить скорость.

Также в настоящее время отсутствуют препятствия для проведения испытаний и сертификации двигателей, функционирующих на пропан-бутане, стоимость которого

примерно в два раза ниже стоимости авиационного керосина. Это может привести к снижению стоимости авиабилетов. Стоит отметить, что в России уже существует авиационное сконденсированное топливо (АСКТ), представляющее собой смесь пропан-бутана, предназначенную для использования в авиационных двигателях. Специалисты авиационной отрасли подчёркивают, что данное топливо будет наиболее экономически выгодным для малой авиации, включая самолёты типа Ан-2. Среди преимуществ АСКТ можно выделить более высокую удельную теплоту сгорания по сравнению с авиационным керосином, что позволяет увеличить дальность полёта при одинаковом запасе топлива. Кроме того, использование АСКТ приводит к меньшему образованию нагара, что способствует увеличению срока службы двигателей. Преимущества АСКТ перед ТС-1 следующие:

- повышенная энергоёмкость;
- повышенный ресурс;
- экологичность;
- безопасность;
- низкая стоимость.

Если проанализировать географию аэропортов с количеством обслуженных пассажиров 1 миллион и больше, представленную на рисунке 2, то можно заметить необходимость в перевозках у районов Крайнего Севера и Дальнего Востока [4]. ЛМС-901 имеет стратегическое значение для российской авиации на фоне растущих потребностей в воздушном транспорте в таких труднодоступных регионах страны.

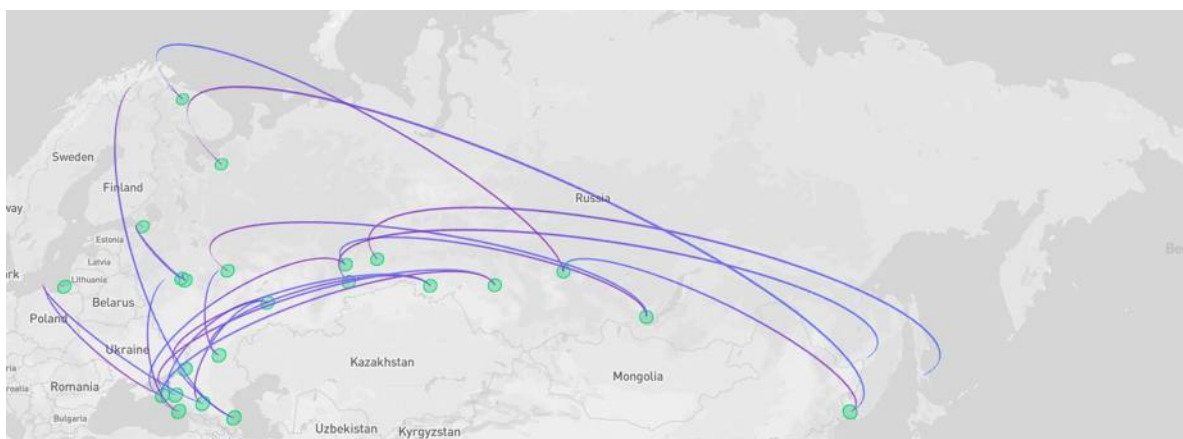


Рисунок 2 – География расположения аэропортов с количеством обслуженных пассажиров более 1 миллиона за 2022 год

Кинематическая вязкость АСКТ при -50 градусах такая же, как у керосина при +60, что облегчает запуск двигателя даже в условиях экстремально низких температур [5], так что сертификация данного топлива сможет расширить географию полетов самолета ЛМС-901.

Запуск в массовое производство легкого многоцелевого самолета ЛМС-901 «Байкал» – один самых ожидаемых проектов в сфере отечественной авиации, а между тем, на ЛМС-901 сильно рассчитывают многие авиакомпании, так что срыв производства может привести к коллапсу малой авиации в России.

Таким образом, правительству РФ следует обратить внимание на экономическое положение компании ООО «Байкал-Инжиниринг», так как рассмотренный выше проект импортозамещения поддерживает отечественную авиационную промышленность, создавая новые рабочие места и содействуя развитию современных технологий. Байкал ЛМС-901 является важным шагом в направлении возрождения малой авиации в России и расширяет возможности для местных перевозок, что также способствует социально-экономическому развитию удаленных территорий.

Список литературы

1. «Методы научных исследований»: Методические указания по выполнению курсового проекта / СПб ГУГА. С.-Петербург, 2024.
2. Официальный сайт Государственного информационного ресурса бухгалтерской (финансовой) отчетности [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://bo.nalog.ru/> свободный, (дата обращения 15.10.2024)
3. Гомберг А.А. Легкий многоцелевой самолет ЛМС-901 «Байкал» - премьера МАКС 2021// Воздушно-космическая сфера. 2021. №3. С.64-69.
4. Официальный сайт Федерального агентства воздушного транспорта [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.favt.ru/>, свободный, (дата обращения 03.11.2024)
5. Немчиков М.Л. Альтернативные ГСМ: тексты лекций. - М.: МГТУ ГА, 2015. – 40 с

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕКУЩЕГО СОДЕРЖАНИЯ ПУТИ НА СТАРОГОДНИХ МАТЕРИАЛАХ

*Исайчикова Дарья Константиновна,
студентка Нижегородского института путей сообщения – филиала ПривГУПС,
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

*Галанина Елена Германовна,
доцент кафедры общеобразовательные и профессиональные дисциплины
Приволжский государственный университет путей сообщения
Нижегородский институт путей сообщения
доцент, к.э.н.*

Аннотация: в статье рассчитаны затраты по элементам текущего содержания верхнего строения пути, дана оценка экономической эффективности использования старогодних и новых материалов. Отдельно проведены расчеты по укладке рамного рельса и по замене рельсовой плети. Сделан вывод, что использовать старогодние материалы выгоднее.

Ключевые слова: эффективность, цена, старогодние, новые материалы, текущие содержание, верхнее строение пути, сроки использования.

Грузовые станции, являясь важнейшим звеном перевозочного конвейера, обеспечивают зарождение и погашение грузопотоков и по существу определяют эффективность переработки этих грузопотоков.

Целью исследования является оценка эффективности текущего содержания пути на старогодних материалах.

За последние четыре года объем погрузки на объекте исследования (станции) вырос с 467 до 627 вагонов в среднем в сутки, производительность труда возросла в 1,5 раза. По итогам 1 квартала 2024 года общая погрузка по станции составила 3820,2 тыс. тонн, что на 7,9% выше уровня прошлого года. Оборот вагона за этот период вырос на 7,5% по сравнению с прошлогодним показателем, производительность труда увеличилась на 8,7%, рост заработной платы составил 34,6%.

Такими объемами отгрузки не может похвалиться, пожалуй, ни одна другая станция Горьковской железной дороги. Только за последние семь лет станция увеличила этот показатель почти в пять раз. И динамика эта продолжится.

Текущие содержание пути позволяет отсрочить капитальный ремонт, своевременно исправлять дефекты, возникающие при эксплуатации.

В таблице 1 и 2 указаны цены материалов верхнего строения пути новых и старогодних при укладке рельсовой плети и при укладке рамного рельса на 1 единицу измерения.

Таблица 1- Цены на элементы МВСП рельсовой плети, руб

Наименование	Единица измерения	Код	Цена с/г материала	Цена нового материала
Рельс 2 группы годности	м	006	1.140,06	70.158,00
Железобетонная шпала	шт	796	420,39	2.960,00
Подкладки КБ	т	168	57.926,86	107.818,0
Болт закладной	т	168	15.266,04	102.947,57
Болт клеммный	т	168	16.679,09	108.989,48
Клемма	шт	796	18,09	139.204,0
Шайба 2-х витковая	кг	166	25,11	134.730,0
Втулка	тшт	798	953,02	8.864,01
Скоба	шт	796	1,85	9,69
Прокладка ЦП-328	тшт	798	24.391,00	214.001,28

Таблица 2- Цены на элементы МВСП рамного рельса, руб

Наименование материала	Единица измерения	Код	Цена с/г материала	Цена нового материала
Ремкомплект 2768	шт	796	17.661,08	260.310,36
Деревянный брус	шт	796	817,97	6.480,212
Стрелочные башмаки	шт	796	1.219,74	4.691,30
Подкладки ДО	т	168	13.059,63	97.822,0
Костыли	т	168	10.945,76	85.642,34
Шурупы	кг	166	22,06	67,78
Тяга 2МОТ	шт	796	534,56	7.916,36
Тяга 1МОТ	шт	796	701,37	8.713,93
Болты стыковые	т	168	22.322,47	114.885,77
Клеммы	т	168	21.613,65	139.204,0
Болты клеммные	т	168	16.679,09	108.989,48
Шайба 2-х витковая	кг	166	25,11	134.730,0
Втулка	тшт	798	935,02	8.864,01
Скоба	шт	796	1,85	9,69
Накладки 6-ти дырные	кг	166	65.596,50	131.193,0

Как видно из приведенной информации, цены существенно отличаются.

При выполнении работы по укладке рамного рельса использовалась технико-нормировочная карта №4.11/1, норма времени 13,5, измеритель 1 рамный рельс (смена рамного рельса с острием и башмаками (полустрелки) стрелочный перевод типа Р65 маркой 1/11 (брусья деревянные))

Грузонапряженность данного участка составляет – 5 т.брутто

Установленная скорость движения грузовых - 25 км/ч;

Графиковое движение поездов – 13 грузовых

Род балласта – щебень

Срок эксплуатации старогоднего материала составил - 4 месяца, а срок эксплуатации нового материала составил – 3 года.

В таблице 3 приведена разница по эксплуатационным расходам по укладке рамного рельса.

Таблица 3 - Разница в стоимости укладки на старогодних и новых МВСП для укладки рамного рельса, руб

Наименование МВСП	Старогодний	Новый	Разница
Ремкомплект 2768	17 661,08	260 310,36	242 649,28
Деревянный брус	17 995,40	142 564,68	124 569,28
Стрелочные башмаки	5 074,11	75 060,80	69 986,69
Подкладки ДО	114,04	4 495,90	4 381,86
Костыли	23,70	976,33	952,63
Шурупы	225,33	3 643,85	3 418,52
Накладки 6-ти дырные	1 470,67	15 480,77	14 010,10
Тяга 2МОТ	534,56	7 916,36	7 381,80
Тяга 1МОТ	701,37	8 713,93	8 012,56
Болты стыковые	41,73	1 130,47	1 088,74
Клеммы	40,73	1 380,90	1 340,17
Болты клеммные	23,93	823,08	799,15
Шайба 2-х витковая	9,16	258,68	249,52
Втулка	14,96 Р	141,83 Р	126,87
Скоба	29,50	155,04	125,54
Итого:	43 960,27	522 076,65	478 116,38

Срок эксплуатации новых материалов три года, старых материалов четыре месяц, но несмотря на существенную разницу в сроках старогодние материалы использовать выгоднее. В течение трех лет, девять раз произойдет смена старогодних материалов. Но учитывая стоимость $9 \cdot 43\,960,27 = 395\,642,43$ рублей, разница в сумме с новым составит **126 434,22** рубля.

При выполнении работы по замене рельсовой плети использовалась технико-нормировочная карта №3.143/4, норма времени 98, измеритель 1 км.

Грузонапряженность данного участка составляет - 22,10 т.брутто;

Установленная скорость движения грузовых - 80 км/ч;

Род балласта – щебень;

Графиковое движение поездов – 18 грузовых;

Срок эксплуатации на старогодних материалах составил - 8 лет, а на новых материалах – 10 лет.

Таблица 4 – Разница в стоимости укладки на старогодних и новых МВСП для укладки рельсовой плети, руб

Наименование МВСП	Старогодний	Новый	Разница
Рельс 2 группы годности	712 537,50	2 615 621,78	1 903 084,28
Железобетонная шпала	712 537,50	3 700 000,00	2 987 462,50
Подкладки КБ	57 930,18	1 886 815,00	1 828 884,82
Болт закладной с гайкой	11 036,58	391 715,50	380 678,92
Болт клеммный с гайкой	7 478,91	257 215,17	249 736,26
Клемма	17 185,50	431 532,40	414 346,90
Шайба 2-х витковая	2 862,54	80 838,00	77 975,46
Втулка	4 675,10	44 320,05	39 644,95
Скоба	1 757,50	48 450,00	46 692,50
Прокладка ЦП-328	60 977,50	535 003,20	474 025,70
Итого:	1 588 978,81	9 991 511,10	8 402 532,29

Разница в стоимости составляет почти 8,5 миллионов рублей.

Общая стоимость укладки старогодней плети со скреплением составила 1.401.928,85 рублей со сроком эксплуатации 8 лет и 9.991.511,10 рублей на новых материалах со сроком эксплуатации 10 лет.

Таким образом, сопоставив полученные стоимости и узнав срок эксплуатации материалов верхнего строения пути сделан вывод, что использовать материалы на старогодних материалах выгоднее.

Список литературы

1. Устав железнодорожного транспорта Российской Федерации. – М.:2021 г.
2. Технологический процесс работы станции Зелецино Горьковской железной дороги.
3. Экономика транспорта / Под ред. Е. В. Будриной. М.: Юрайт. 2024. 391 с.
4. ОАО РЖД Верховых Г.В. №2540/р от 14.12.2016г. Инструкция по обеспечению безопасности движения поездов при производстве путевых работ, Москва;
5. ОАО РЖД от 29.12.2012г. №2788р Инструкция по устройству, укладке, содержанию и ремонту бесстыкового пути, Москва;
6. ОАО РЖД от 14.11.2016г. №2288/р Инструкция по текущему содержанию железнодорожного пути, Москва;
7. ОАО РЖД от 12.01.2014г. №380р Инструкция по ведению шпального хозяйства с железобетонными и деревянными шпалами, Москва;
8. ОАО РЖД Верховых Г.В. от 22.11.2016г. №2370р Распоряжение об утверждении инструкции по применению старогодних материалов верхнего строения пути, Москва.
9. Протокол комиссии ОАО «РЖД» по ценам от 28.03.2024г. № 5 ОАО ПМХ «Тагильская сталь» на 2024год.
10. Протокол комиссии ОАО «РЖД» по ценам от 13.03.2024г. № 4 ОАО «Трансвудсервис», с 01.01.2024г.
11. РЖДС, ЦЗ с 01.07.2024 по 01.12.2024 г.г.
12. Протокол комиссии ОАО «РЖД» по ценам от 28.06.2024г. № 9 ОАО ПМХ «Тагильская сталь», на 3кв 2024год.

РАЗВИТИЕ УСЛУГ ИНФРАСТРУКТУРЫ ОАО РЖД

Круглова Ольга Валентиновна,

доцент кафедры «Общеобразовательные и профессиональные дисциплины»
НИПС - филиала ФГБОУ ВО «Приволжский государственный университет путей
сообщения», доцент, к.э.н.,
г. Нижний Новгород, Российская Федерация

Аннотация: в статье проведен анализ услуг инфраструктуры ОАО «Российские железные дороги», показатели доходности услуг за 5 лет, представлены мероприятия по повышению доходности услуг.

Ключевые слова: перевозки; устойчивое развитие; экономическая эффективность, услуга.

Ведущей компанией по оказанию железнодорожных услуг не только на внутреннем, но и международном рынке является ОАО «Российские железные дороги». Компания, несмотря на санкции, стабильно развивается и обеспечивает транспортное обслуживание не только физических, но и юридических лиц.

ОАО «РЖД» занимает стратегическое положение в транспортной системе Российской Федерации, являясь монополистом именно в железнодорожной системе, оказывая значительное влияние на многие аспекты социально-экономического развития страны [2].

Главные цели деятельности общества – обеспечение потребностей государства, юридических и физических лиц в железнодорожных перевозках, работах и услугах, оказываемых железнодорожным транспортом, а также извлечение прибыли.

ОАО «РЖД» оказывает полный спектр услуг в сферах, указанных на рисунке 1.



Рисунок 1 - Основные виды деятельности ОАО «РЖД»

В таблице 1 представлены показатели основной деятельности компании.

Таблица 1 - Показатели основной деятельности ОАО «РЖД» [4]

Год	2018	2019	2020	2021	2022*	2023	Изменение 2023/2018
Объемные показатели							
Грузооборот, млрд ткм	3 304,8	3 305,0	3 221,0	3 320,3	3 300,4	3 274,8	-30,00
Пассажирооборот, млрд пасс.-км	129,4	133,4	78,1	104,3	122,8	136,3	6,90
Финансовые показатели (млрд рублей)							
Доходы всего	1 798,4	1 848,1	1 813,1	1 963,2	-	2 609,7	811,30
Расходы всего	1 657,6	1 681,9	1 695,7	1 808,6	-	2 237,0	579,40
Прибыль всего	140,8	166,3	117,3	155,0	-	372,7	231,90
Прибыль до налогообложения	56,8	98,2	4,4	27,9	-	161,1	104,30
Чистая прибыль	18,4	53,5	0,3	18,8	-	118,3	99,90

*Раскрытие информации за 2022 год ограничено на основании постановления Правительства Российской Федерации от 12 марта 2022 г. № 351 [1]

Грузооборот компании за 6 лет снизился на 30 млрд ткм. При этом наблюдается рост основных финансовых результатов: доходов, расходов, прибыли, прибыли до налогообложения, чистой прибыли.

Погрузка на сети РЖД в 2023 г. составила 1 млрд 232,3 млн тонн, что на 0,2% меньше, чем за предыдущий год. Структура погрузки по видам грузов представлена на рисунке 2.

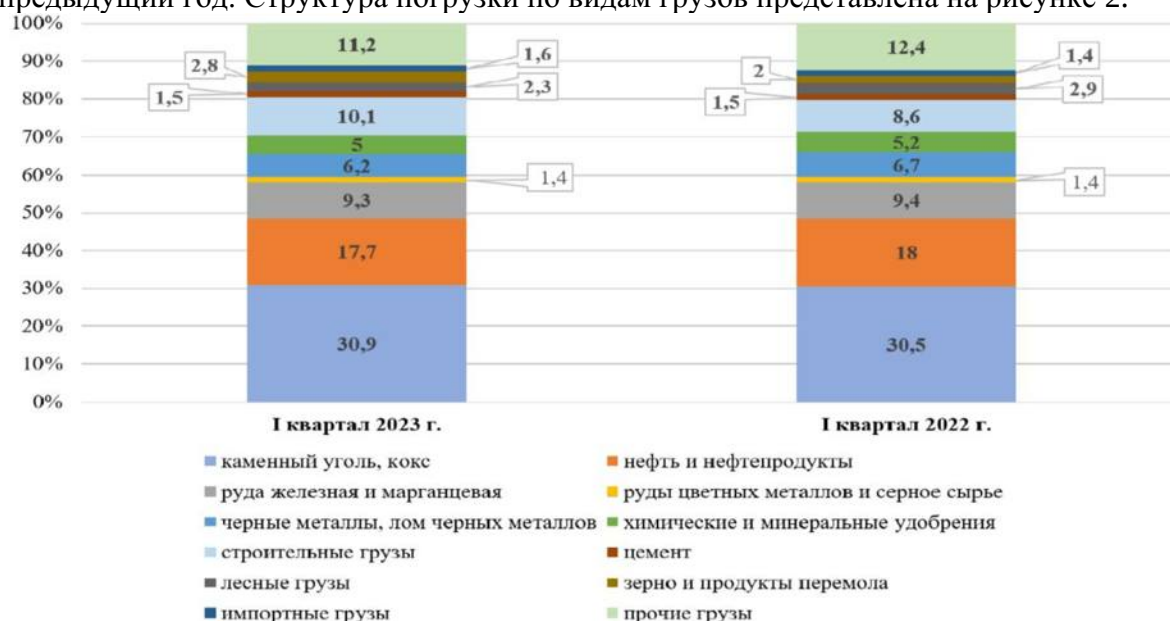


Рисунок 2- Структура погрузки по видам грузов на железнодорожном транспорте [3]

За последний год железными дорогами было погружено различное количество грузов от природно-ископаемых ресурсов (лес, каменный уголь и т.д.) до производственных товаров.

Наибольший рост погрузки по итогам 2023 года был зафиксирован на Забайкальской железной дороге (+14,2%), Дальневосточной железной дороге (+5,1%) и Горьковской железной дороге (+2,6%) [30].

В структуре доходов ОАО «РЖД» в период 2018-2023 гг. наибольшую долю занимают грузовые перевозки (83% в 2023). Незначительные доли у доходов от прочих видов деятельности (10% в 2023), предоставления услуг инфраструктуры (5% в 2023), пассажирских перевозок (2% в 2023). Рассмотрим структуру доходов ОАО «РЖД» (таблица 2).

Таблица 2 - Структура доходов ОАО «РЖД», %

Наименование	2018	2019	2020	2021	2023
Доходы всего	100	100	100	100	100
грузовые перевозки	81	81	82	82	83
предоставление услуг инфраструктуры	6	6	5	5	5
пассажирские перевозки	1	2	1	2	2
доходы от прочих видов деятельности	12	11	11	11	10

Величина доходов от предоставления услуг инфраструктуры также увеличились с 105,6 млрд рублей в 2018 г. до 132,8 млрд рублей в 2023 г. Следует отметить, что в данной категории в период 2018-2023 гг. наблюдается превышение расходов от предоставления услуг инфраструктуры над доходами. Подробнее в таблице 3.

Таблица 3 - Доходы и расходы от предоставления услуг инфраструктуры ОАО «РЖД»

Показатель	2018	2019	2020	2021	2023
Доходы от предоставления услуг инфраструктуры	105,6	110,6	96,5	106,7	132,8
Расходы от предоставления услуг инфраструктуры	114,6	122,3	123,5	140,4	194,3
Убыток от предоставления услуг инфраструктуры	-9	-11,7	-27	-33,7	-61,5

Рассчитанный показатель прибыли демонстрирует отрицательную разницу между доходами и расходами, то есть с 2018 г. компания получает убыток от деятельности по предоставлению услуг инфраструктуры.

Уровень рентабельности позволяет оценить долгосрочное благополучие компании, т.е. способность компании генерировать достаточную прибыль для инвестиций.

Это еще раз доказывает, что ОАО «Российские железные дороги» занимает весомое значение в России и в мировом транспортном секторе. Грузооборот компании за 6 лет снизился на 30 млрд ткм. При этом наблюдается рост основных финансовых результатов: доходов, расходов, прибыли, прибыли до налогообложения, чистой прибыли.

Услуги по использованию инфраструктуры оказываются на основании заключаемого владельцем инфраструктуры и перевозчиком публичного договора об оказании услуг по использованию инфраструктуры.

Финансовые показатели ОАО «РЖД» демонстрируют стабильный рост доходов и прибыли, несмотря на временные снижения в 2020 году. Это свидетельствует о том, что компания успешно адаптируется к изменениям на рынке и продолжает наращивать свою финансовую устойчивость. В структуре доходов ОАО «РЖД» в период 2018-2023 гг. наибольшую долю занимают грузовые перевозки (83% в 2023). Показатели рентабельности принимают отрицательные значения и в динамике снижаются.

На основе проведенного анализа выявлено, что грузооборот компании за 6 лет снизился на 30 млрд ткм. При этом рассчитанные показатели рентабельности принимают отрицательные значения и в динамике снижаются, можно отметить, что деятельность ОАО «РЖД» по предоставлению услуг инфраструктуры неэффективна. В условиях современного рынка повышение доходности от оказания услуг инфраструктуры становится одной из ключевых задач для компаний, работающих в сфере железнодорожного транспорта.

Одним из мероприятий по повышению доходности от оказания услуг инфраструктуры компании можно предложить дифференциацию и специализацию инфраструктуры для движения преимущественно пассажирских и грузовых поездов.

Эти мероприятия преимущественно для пассажирских и грузовых перевозок представляют собой стратегический подход, направленные на совершенствование работы железнодорожной сети и повышение эффективности транспортных операций.

Ключевым преимуществом данных мероприятий является обеспечение стабильной работы каждой из систем. Разделение путей для пассажирских и грузовых поездов исключает возможность задержки грузовых составов из-за пассажирских, что позволяет поддерживать стабильное расписание и минимизировать простои. Это особенно важно для грузовых перевозок, где каждая минута задержки может привести к значительным экономическим потерям.

Специализация инфраструктуры также способствует повышению скорости и надежности доставки грузов. Грузовые поезда могут двигаться с более высокой скоростью и по более предсказуемому графику, что снижает время в пути и улучшает общую эффективность логистической цепочки. Это особенно актуально для компаний, работающих в сфере электронной коммерции, где требуется быстрая и надежная доставка товаров.

Для пассажирских перевозок данный подход также имеет свои преимущества. Улучшение инфраструктуры позволяет ускорить движение пассажирских поездов и повысить их привлекательность для пассажиров. Пассажиры получают возможность путешествовать быстрее и комфортнее, что способствует увеличению пассажиропотока и доходов от пассажирских перевозок.

Важным аспектом является возможность применения дифференцированных норм в содержании инфраструктуры. Специализированные линии могут быть адаптированы под конкретные потребности пассажирских или грузовых перевозок, что позволяет оптимизировать расходы на содержание и модернизацию путей. Например, пассажирские линии могут быть оборудованы для высокоскоростного движения, обеспечивая высокий уровень безопасности и комфорта для пассажиров.

Исходя из вышеизложенного, можно предложить, что разделение и специализация инфраструктуры для движения пассажирских и грузовых поездов может стать перспективным направлением развития железнодорожной отрасли. Это позволит обеспечить стабильную работу систем, повысит скорость и надежность доставки грузов, ускорит пассажирские перевозки и позволит применять дифференцированные нормы в содержании инфраструктуры, что, в конечном итоге, будет способствовать повышению общей эффективности и конкурентоспособности железнодорожного транспорта.

Для повышения доходности от оказания услуг инфраструктуры в ОАО «РЖД» можно рассмотреть развитие дополнительных услуг, а именно расширение спектра услуг, таких как контейнерные перевозки, логистические консультации, аренда складских помещений.

Для контейнерных перевозок использование систем управления перевозками с набором инструментов для оптимизации процесса является ключевым фактором для повышения эффективности и снижения затрат.

Системы управления перевозками позволяют в реальном времени отслеживать местоположение контейнеров на всем протяжении маршрута, с автоматическим планированием маршрутов с учетом загруженности транспортных средств и расписания.

Системы управления перевозками предоставляют инструменты для контроля и анализа затрат и контроля бюджетов на различные виды перевозок и логистические операции. Автоматизация документооборота упрощает и ускоряет процессы, связанные с оформлением и сопровождением транспортных документов, включая:

- снижение времени доставки и затрат;
- экономия денежных средств на топливо, обслуживание и персонал;
- повышение качества обслуживания;
- прозрачность отчетности.

В области логистических консультаций можно предложить, управленческий консалтинг по таким вопросам, как проектирование складских площадей, инженерия

стеллажного оборудования. Логистический консалтинг позволит оптимизировать некоторые области логистики компании.

Для аренды складских помещений предлагаются высокомеханизированные складские комплексы с железнодорожными и автомобильными подъездными путями, мостовыми электрокранами и современными техническими средствами.

Реализация мероприятий возможна только при условии соответствующего развития информационных технологий (ИТ), обеспечивающих эффективность бизнеса ОАО «РЖД» и способствующих снижению операционных издержек и повышению доходности от оказания услуг инфраструктуры.

Применение информационных технологий позволит создать единое информационное пространство для грузовых и пассажирских перевозок, что позволит увеличить доходность перевозок, сократить время доставки, транспортные расходы.

Применение информационных технологий будет способствовать созданию цифровой модели бизнеса, направленную на:

- создание полной согласованности управления движением, инфраструктурой и исполнение технологических операций;
- организацию бизнеса в режиме онлайн, т.е. будет возможность использовать систему мониторинга и беспроводных датчиков, что обеспечит оперативность и актуальность информации для быстрого принятия решений в области управления движением и инфраструктурой;
- управление сервисами, а именно инфраструктурой, движением и технологическими операциями с целью планирования движения и обслуживания инфраструктуры.

Все эти мероприятия дадут возможность компании повысить эффективность своей деятельности и укрепить позиции на рынке, стать технологическим лидером и партнером государства в вопросах построения цифровой экономики.

Список литературы

1. Постановление Правительства Российской Федерации от 12.03.2022 г. № 351 (в редакции Постановления Правительства Российской Федерации от 24.11.2022 № 2131). [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://government.ru/docs/all/139763/>
2. Долгосрочная программа развития ОАО «РЖД» до 2025 года. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://company.rzd.ru/ru/9353/page/105104?id=1359>
3. Министерство транспорта РФ // Месячная динамика пассажирооборота транспорта общего пользования в I квартале 2021 – 2023 годов. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://mintrans.gov.ru/storage/app/media/files/bulluten_1kv2023.pdf
4. Обзор компании «РЖД» . [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://company.rzd.ru/ru/9394/page/103290?id=17206&accessible=true>

РОЛЬ/ВЛИЯНИЕ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ В РАЗВИТИИ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

Латыпов Айрат Фирдинатович,
аспирант

*Казанского государственного архитектурно-строительного университета
г. Казань, Российская Федерация*

Аннотация: развитие сельских территорий является одним из приоритетов государственной политики в РФ. Одним из ключевых факторов для достижения этой цели является развитие транспортной инфраструктуры в регионах. В исследовании был рассмотрен вклад транспортной инфраструктуры в развитие сельских территорий, дан ее оценочный прогноз, а также изучены вопросы влияния автомобильной дороги Р-239 на развитие связности регионов и предложены направления ее развития с учетом ее экономико-географического положения.

Ключевые слова: транспортная инфраструктура, сельские территории, автомобильная дорога, социально-экономическое развитие

Введение

Актуальность темы исследования. Развитие сельских территорий, повышение их аграрного потенциала и сопутствующих отраслей промышленности, повышение качества жизни населения, их населяющих, предъявляет серьезные требования к развитию транспортной инфраструктуры. В связи с этим в исследовании рассматривается влияние дороги федерального значения, проходящей через сельские районы, на социально-экономическое развитие данных территорий

Цель и задачи исследования.

- рассмотрение вклада транспортной инфраструктуры в развитие регионов;
- прогноз эффектов от развития транспортной инфраструктуры на сельских территориях;
- изучение вклада автодороги Р-239 в развитие связности регионов и агломераций Республики Татарстан;
- предложение направлений развития автодороги Р-239 и оценка ее потенциала с учетом ее экономико-географического положения.

Объект исследования: автомобильная дорога Р-239.

Предмет исследования: роль транспортной инфраструктуры на развитие сельских территорий.

Материалы и данные:

В работе используются общенаучные методы (индукция, дедукция, анализ). Информационной базой исследования послужили официальные статистические данные, научные труды по теме исследования, общедоступные материалы из сети Интернет.

Вопросы влияния транспортной инфраструктуры на социально-экономическое развитие сельских территорий, теоретические и методологические аспекты работы опираются на труды Н.В. Капустиной [1], Е.Д. Арефьева, О.Э. Кичигина [2], В.В. Крутикова, А.В. Бойкова, С.О. Валова [3], О. Скворцова [4], К.В. Янкова [5], Е.Л. Золотаревой, А.А. Золоторева, М.С. Бормотова [6].

Результаты

Развитость транспортной инфраструктуры государства является одним из важнейших факторов, влияющих на его социально-экономическое развитие. Одной из наиболее значимых показателей, характеризующим состояние транспортной инфраструктуры, является состояние сети автомобильных дорог. По состоянию на 2023 год в РФ протяженность автомобильных

дорог достигла показателя 1579290,8 км при плотности автомобильных дорог общего пользования с твердым покрытием равной 66 км на 1000 кв.км. (при удельном весе автодорог с твердым покрытием составляющей 71,2%) [7]. На первый взгляд ситуация представляется благополучной – например, в США плотность автомобильных дорог находится в районе 65 км на 1000 кв.км. Однако, в отличие от развитых стран, в РФ наблюдается существенная диспропорция в доступности сельских территорий к сети транспортных магистралей. По некоторым данным, в стране около 10% населения (14 млн. чел.), проживающих преимущественно в сельской местности, не имеют круглогодичного доступа к транспортным коммуникациям [8]. Такая ситуация оказывает негативное влияние на освоение территорий, развитие аграрного потенциала и сопутствующих отраслей промышленности, поскольку именно доступность качественной транспортной инфраструктуры выступает залогом комплексного и устойчивого развития сельских территорий. На государственном уровне отмечается необходимость развития транспортных сетей и коммуникаций в сельской местности с целью обеспечения экономического роста аграрного сектора и улучшения качества жизни сельского населения [9].

Транспортная инфраструктура сельских территорий опирается на две составные части: одна обеспечивает пассажирский поток (представляет собой дороги преимущественно с твердым асфальтовым покрытием) и грузовой подотрасли, реализующей задачи транспортировки сырья и продукции агропромышленного сектора (основой которой служат дороги с гравийно-грунтовым покрытием).

Спецификой сельской дорожной инфраструктуры является наличие дорог с низкой интенсивностью движения, которые требуют отдельного нормативного регулирования с целью обеспечения максимальной транспортной доступности путем снижения требований к капиталовложениям и правилам эксплуатации подобных дорог. В то же время, с целью сохранения связности территорий, должен обеспечиваться всесезонный транспортный трафик до дорог регионального и федерального значения с твердым покрытием.

В свете реализации целей государственной стратегии развития сельских коммуникаций представляется актуальным исследовать влияние транспортной инфраструктуры на развитие сельских территорий на примере объекта автомобильной дороги Р-239 Казань - Оренбург - граница с Республикой Казахстан.

Автомобильная трасса Р-239 представляет собой дорогу федерального значения протяженностью около 872 км с твердым асфальтовым покрытием. Большая часть автодороги имеет всего 2 полосы движения, однако продолжается работа по повышению категории дороги с локальным доведением числа полос до 4 (2 в каждом направлении) в наиболее загруженных точках. По пути следования трассы расположено 46 автозаправочных станций, 2 стационарных поста дорожно-патрульной службы, имеются сервисные станции техобслуживания автомобилей и мотели для ночевки и отдыха водителей. Трасса Р-239 обеспечивает связность городов Казань, Чистополь, Альметьевск, Бугульма, Бавлы, Оренбург, Соль-Илецк, Акбулак и проходит через территории Лаишевского, Алексеевского, Чистопольского, Новошешминского, Альметьевского, Бугульминского, Бавлинского районов Республики Татарстан, а также Оренбургской области [10]. Потенциал автодороги Р-239 определяется ее экономико-географическим положением (рис. 1).

Из представленной на рис. 1 схемы можно отметить следующие особенности автодороги Р-239, которые характеризуют ее роль в развитии сельских территорий:

- проходя по территории Республики Татарстан, трасса играет роль составного звена транспортного каркаса региона, соединяющего несколько муниципальных образований и их центров (Казань, Чистополь, Альметьевск, Бугульма, Бавлы). В зоне ее влияния находятся крупные объекты промышленности, а также промышленные парки и кластеры республики;

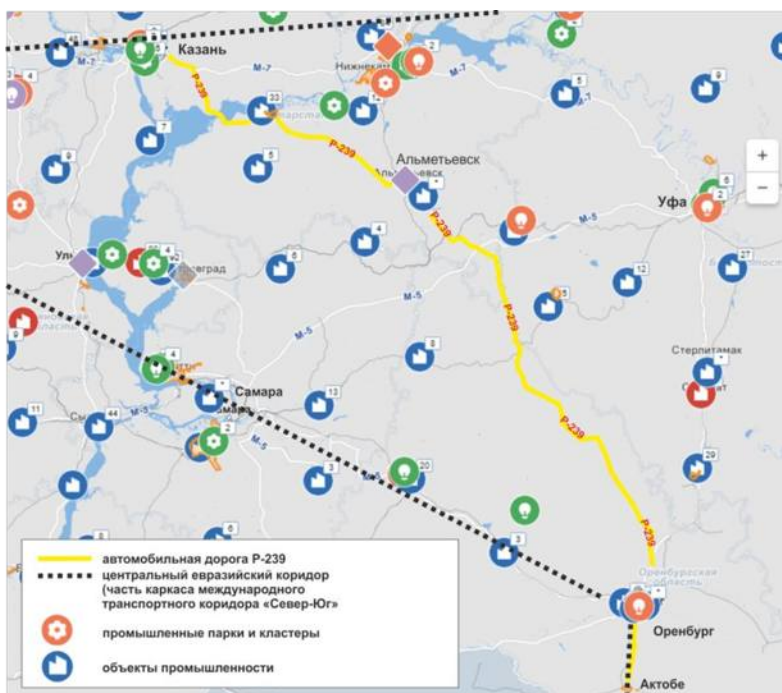


Рисунок 1 - Расположение автомобильной дороги Р-239 (источник – составлено автором на основе [11, 12])

- автодорога Р-239, пересекаясь с трассой М-5, соединяющей г. Самара и г. Уфа, усиливает связность между этими крупными населенными пунктами и позволяет серьезно увеличить плотность дорожной сети в прилегающей сельской местности;
- по пути следования трассы Р-239 располагаются культурные, исторические и природные достопримечательности, которые имеют потенциал развития в качестве туристических и санаторно-курортных объектов;
- автодорога Р-239 является связующим звеном между двумя опорными пунктами центрального евразийского транспортного коридора (г. Казань, г. Оренбург), относящихся к международному транспортному коридору «Север-Юг».

Заключение

Перечисленные особенности автомобильной дороги Р-239 определяют ее двойственное значение – и как инфраструктурного проекта, позволяющем увеличить связность транспортной сети в Республике Татарстан и соседних регионах, что будет способствовать социально-экономическому развитию прилегающих к трассе сельских территорий и муниципальных образований, и как части каркаса международного транспортного коридора «Север-Юг».

Однако для реализации имеющегося потенциала автомобильной дороги Р-239 требуется:

- развитие дорог низкой интенсивности на сельских территориях с целью обеспечения связности с муниципальными, региональными, промышленными и культурными центрами территорий. Выполнение данной задачи будет способствовать подъему аграрного хозяйства за счет обеспечения транспортного доступа к местам производства, улучшению качества жизни и уменьшению оттока населения из сельской местности, развитию культурного и оздоровительного туризма. В совокупности эти меры способны существенно повысить экономический потенциал сельских территорий и способствовать социально-экономическому росту регионов;
- увеличение пропускной способности автомобильной дороги Р-239 с доведением количества полос движения до 4 на всем протяжении трассы. Это приведет к росту не только региональных, но и международных перевозок, а также позволит пустить часть транспортного трафика международного транспортного коридора «Север-Юг» по автомобильной дороге Р-

239. Организация прямого транспортного коридора из стран Южной Азии через территорию Республики Татарстан до г. Казани, способен оказать синергетический эффект на социально-экономическое развитие региона и сельских территорий, связанный с минимизацией транспортных издержек, увеличением скорости доставки товаров, сырья и продукции агропромышленного сектора.

Можно заключить, что автомобильная дорога Р-239 имеет дальнейший потенциал развития и при комплексном развитии сети прилегающих дорог низкой интенсивности может явиться одним из факторов, влияющим на реализацию экономического потенциала сельских территорий Республики Татарстан, а также прилегающих регионов.

Список литературы

1. Капустина Н. В. Влияние транспортной инфраструктуры на социально-экономическое развитие сельской местности / Н. В. Капустина // Вестник Евразийской Науки. – 2023. – Т. 15. – № S5. – С. 14.
2. Арефьев Е. Д. Роль транспортной инфраструктуры в социально-экономическом развитии регионов / Е. Д. Арефьев, О. Э. Кичигин. – Текст : электронный. – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», 2019. – С. 9-11. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42507944> (дата обращения: 29.01.2025).
3. Крутикова В. В. Транспортная инфраструктура сельских территорий как элемент комплексного развития / В. В. Крутикова, А. В. Бойков, С. О. Валов. – Текст : электронный // Наука и образование. – 2021. – Т. 4. – № 4. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47987363> (дата обращения: 31.01.2025).
4. Скворцов О. Особенности нормативного регулирования дорог с низкой интенсивностью движения. / Скворцов О. – Текст : электронный. – URL: <https://rodosnpp.ru/media/prezidium/prezident/statiy/normativnoe.pdf> (дата обращения: 28.05.2025).
5. Вадимович Я. К. Проблема транспортной доступности населенных пунктов в федеральных документах стратегического планирования / Я. К. Вадимович // Проблемы развития территории. – 2021. – Т. 25. – № 6. – С. 118-130.
6. Золотарева Е. Л. Роль транспортной инфраструктуры в социально-экономическом развитии региона / Е. Л. Золотарева, А. А. Золотарев, М. С. Бормотов. – Текст : электронный. – Курский государственный университет, 2024. – С. 99-103. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=65652156> (дата обращения: 31.01.2025).
7. Протяженность автомобильных дорог общего пользования по субъектам Российской Федерации за 2023 год. – URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Prot_avtodor_obsch_2023.xlsx (дата обращения: 28.01.2025). – Текст : электронный.
8. Янков, К. В. Проблема транспортной доступности населенных пунктов в федеральных документах стратегического планирования / К. В. Янков // Проблемы Развития Территории. – 2021. – Т. 25. – № 6. – С. 118-130.
9. Об утверждении Стратегии устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2030 года от 02 февраля 2015 - docs.cntd.ru. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/420251273> (дата обращения: 30.01.2025). – Текст : электронный.
10. Трасса Р-239 «Оренбургский тракт» — состояние дороги, протяженность, информация, особенности, инфраструктура. – URL: <https://zen.ati.su/article/2022/04/27/trassa-r-239-orenburgskij-trakt-sostojanie-dorogi-protjazhennost-informatsija-osobennosti-infrastruktura-913743/> (дата обращения: 28.01.2025). – Текст : электронный.

11. Атлас промышленности. – URL: <https://gisp.gov.ru/gisip/#/sections/map/53.122334,54.233878/7/parks:wkWBHC;prom:wkBB?lng=ru> (дата обращения: 31.01.2025). – Текст : электронный.
12. Международный транспортный коридор «Север — Юг»: инвестиционные решения и мягкая инфраструктура / Текст : электронный. – URL: https://eabr.org/upload/iblock/a2b/EDB_2022_Report-2_INSTC_rus.pdf (дата обращения: 29.01.2024).

РАЗРАБОТКА СТРАТЕГИИ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

*Лахметкина Наталья Юрьевна,
доцент кафедры логистических транспортных систем и технологий
Российского университета транспорта, доцент, к.т.н.,
г. Москва, Российская Федерация*

Аннотация: в условиях глобальных экономических и технологических преобразований цифровая трансформация стимулирует непрерывный поток инноваций, является главным двигателем научно-технического прогресса, движущей силой национальных экономик. В статье сформулирована актуальность разработки и принципы формирования стратегии цифровой трансформации транспортно-логистической инфраструктуры.

Ключевые слова: транспортный коридор, цифровая трансформация, транспортно-логистическая инфраструктура, принцип, стратегия.

В большинстве отраслей мировой экономики процессы трансформации и внедрение инновационных технологий осуществляются стремительными темпами. Цифровая трансформация является главным двигателем научно-технического прогресса (НТП) и играет определяющую роль в становлении хозяйственных связей между странами, стимулируя непрерывный поток технологических изменений.

В условиях безальтернативных приоритетов зарубежных технологий именно новые подходы к разработке и реализации стратегии цифровой трансформации могут обеспечить качественное инновационное развитие технологической составляющей транспортно-логистической инфраструктуры и устойчивый рост ее конкурентоспособности. Актуальность разработки стратегии цифровой трансформации инфраструктуры транспортно-логистического комплекса РФ обусловлена следующими факторами:

1) Цифровая трансформация и инновационное развитие инфраструктурных отраслей способствует росту национальной экономики и повышению ее конкурентоспособности на мировом рынке.

2) Положительная динамика роста в развитии стран с постиндустриальным типом экономики в существенной мере определяется НТП.

3) Современные геополитические вызовы требуют повышенного внимания к вопросам совершенствования транспортно-логистической инфраструктуры.

4) Усиление позиции России возможно в рамках международных транспортных коридоров за счет реализации ее транзитного потенциала, развитие которого невозможно без использования цифровых инструментов.

5) Экспорт большинства развитых стран увеличивается благодаря активной торговле не только высокотехнологичной продукцией, но и инновационными цифровыми технологиями и услугами глобальной транспортно-логистической инфраструктуры.

6) Создание цифровых экосистем в транспортно-логистической области стало общемировым трендом. К ним можно отнести цифровые технологии, обеспечивающие электронный обмен данными и электронный документооборот, «бесшовную грузовую логистику» товаропотоков, системы слежения и идентификации товаров, подвижного состава и объектов инфраструктуры, цифровые двойники, технологии применения искусственного интеллекта, блокчейн и т.д.

7) Необходимо комплексное формирование стратегии цифровой трансформации транспортно-логистической инфраструктуры, обеспечивающей востребованность российским бизнесом, и разработка научно-обоснованного подхода к решению задач привлечения частных инвестиций в инновационное развитие инфраструктурных отраслей.

Транспортно-логистическая инфраструктура представляет собой комплекс взаимосвязанных и взаимозависимых объектов, обеспечивающих эффективное движение грузов в рамках транспортных коридоров национальной или международной транспортной системы. Национальные транспортные коридоры базируются на инфраструктуре Единой опорной транспортной сети страны. Единая опорная сеть" - сбалансированная и связанная транспортная сеть, объединяющая в себе важнейшие объекты транспортной инфраструктуры для всех видов транспорта и обеспечивающая функциональное единство транспортной системы, устойчивую взаимосвязь и пространственное развитие крупнейших населенных пунктов, экономических центров, основных минерально-сырьевых и производственных зон, геостратегических территорий, объектов культурного наследия Российской Федерации, наиболее востребованных объектов туризма и рекреационных районов [1]. Международные транспортные коридоры формируются интеграцией национальных транспортных коридоров сопредельных государств, имеют геополитическое и геоэкономическое значение, обслуживают торговые потоки, обеспечивают транзитные перевозки.

Развитие транспортно-логистической инфраструктуры нацелено на обеспечение бесперебойных и экономически эффективных перевозок для выхода российских предприятий и организаций на зарубежные рынки, увеличения объемов транзита грузов между Азией и Европой по территории Российской Федерации, роста экспорта транспортных услуг с вовлечением перспективных крупных экономических центров.

Транзитная инфраструктура должна быть конкурентоспособна на мировом рынке экспорта транспортно-логистических услуг и аккумулировать передовые технические и технологические достижения в сфере транспорта и цифровых технологий. Россия в силу своего уникального географического положения на трансконтинентальных направлениях основных грузопотоков имеет реальную возможность создания мощного конкурентоспособного транзитного потенциала. На текущий момент времени недостаточное технологическое развитие обуславливают низкую конкурентоспособность отечественной транспортно-логистической системы при интеграции ее в глобальное транспортно-логистическое пространство.

Основой модернизации транспортно-логистической инфраструктуры должно стать инновационное развитие с внедрением интегрированных цифровых технологий управления перевозочным процессом и логистики. Объективна также необходимость обеспечения ее конкурентоспособности на территории России в условиях экономических санкций и изоляции от мировых процессов глобального научно-технического и инновационного развития [2, 3].

Задачи развития транспортно-логистической инфраструктуры РФ в условиях цифровой трансформации поставлены в таких масштабных государственных стратегических документах, как:

- Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2024 № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года»;
- Распоряжение Правительства Российской Федерации от 20.05.2023 г. № 1315-р «Концепция технологического развития на период до 2023 года».
- Распоряжение Правительства Российской Федерации от 03.11.2023 г. № 3097-р «Стратегическое направление в области цифровой трансформации транспортной отрасли Российской Федерации до 2030 года».
- Распоряжение Правительства Российской Федерации от 27 ноября 2021 года №3363-р "Об утверждении Транспортной стратегии Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года".
- Распоряжение от 30 сентября 2018 года №2101-р. Комплексный план модернизации и расширения магистральной инфраструктуры на период до 2024 года разработан в соответствии с Указом Президента России от 7 мая 2018 года №204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года».

Очевидно, что на данном этапе развития, России крайне необходима научно-обоснованная и эффективная стратегия цифровой трансформации транспортно-логистической инфраструктуры. Такая стратегия, как вектор развития транспортно-логистической системы страны, должна учитывать характерные особенности отрасли и придерживаться определенных принципов ее формирования, которые необходимо учитывать при принятии управленческих решений. При определении и систематизации этих принципов необходимо исходить из того, что механизм цифровой трансформации транспортно-логистической инфраструктуры должен обеспечивать эффективную деятельность всех структурных звеньев внедрения и одобрения цифровых технологий: государственных управленческих структур, науки, общества, бизнеса и производства [4].

Основные принципы формирования стратегии цифровой трансформации транспортно-логистической инфраструктуры сформулированы ниже:

1) Повышение глобальной конкурентоспособности транспортно-логистического комплекса России: преемственность, адаптивность и адекватность инновационных стратегических программ развития инфраструктуры и соответствие их современному уровню глобального научно-технического прогресса и новейшим мировым технологиям.

2) Повышение эффективности государственного регулирования цифровой трансформации транспортно-логистической отрасли, основанное на системе стратегического планирования: совершенствование и внедрение новых методов стратегического управления цифровой трансформацией с учетом передового зарубежного опыта и инноваций в технике, технологиях и в промышленности, которые будут учитывать особенности развития транспортно-логистической отрасли в России.

3) Эффективное сочетание государственного регулирования и рыночных механизмов, прямой и косвенной поддержки научно-технической и инновационной деятельности.

4) Выбор приоритетных проектов цифровой трансформации транспортно-логистической инфраструктуры с последующей разработкой федеральных и отраслевых технологических инновационных платформ, как универсального инструмента взаимодействия бизнеса и государства при реализации этих проектов.

5) Гибкость стратегии цифровой трансформации транспортного комплекса России, выраженная своевременной корректировкой достижений и направлений развития цифровой трансформации. Стратегия разрабатывается на длительный период в постоянно меняющихся условиях неопределенности и воздействия на ее формирование внешних и внутренних факторов и множества альтернатив. Все эти факторы динамично меняются в процессе реализации стратегии, поэтому требуются актуальные корректировки принятых стратегических решений.

6) Единство федеральной, отраслевых и региональных политик, основанное на единстве образования, науки, бизнеса и производства: выделение стратегических ориентиров и приоритетов развития цифрового развития транспортно-логистической инфраструктуры по результатам новейших исследований и в соответствии с целевыми программами развития национальной экономики; разработка региональных стратегий развития транспортно-логистической инфраструктуры и согласование федеральных программ с планами по развитию регионов; постоянная координация программ развития инфраструктуры на всех уровнях управления при решении любых вопросов и по всем видам деятельности.

7) Реализация системного подхода к повышению инвестиционной привлекательности цифровой трансформации транспортного комплекса. Стратегия должна стать инструментом государственной инвестиционной политики, то есть, руководящим документом стратегического управления, который обеспечит эффективную межведомственную координацию в вопросах привлечения инвестиций и повысит доверие инвесторов.

8) Повышение популярности и престижности цифрового и инновационного предпринимательства в обществе: бизнес должен быть заинтересован работать в условиях цивилизованной инновационной конкуренции, быть под защитой государства и получать

долгосрочные преимущества на рынке за реализацию проектов цифровой трансформации в соответствующей сфере деятельности.

9) Ресурсное и организационно-экономическое обеспечение, а также научно-методическое сопровождение цифровой трансформации транспортно-логистического комплекса: постоянное использование результатов современных наукоемких технологических достижений и прогрессивных инновационных решений; привлечение к разработке и реализации стратегий цифровой трансформации профессиональных и общепризнанных специалистов высокой квалификации; разработка и реализация эффективной методики оценки эффективности прогнозирования и планирования цифровизации.

10) Формирование спроса на цифровые инновации в транспортно-логистической отрасли. Отраслевая наука должна концентрироваться на организационных инновациях, обеспечивающих внедрение достижений науки и техники, ориентируя научные организации на достижения коммерческого и социального эффекта разработок, промышленность - на постоянное обновление продукции и применяемых технологий, совершенствование производства, организации труда и управления на основе использования этих разработок, а органы власти и гражданского общества - на развитие массовой инновационной активности. Инфраструктурные отрасли, в свою очередь, должны формировать спрос на инновации и развиваться за счет преобладающего использования отечественной продукции машиностроения, металлургии, химической промышленности и др.

11) Качественное изменение транспортно-логистического комплекса России. Стратегия развития транспортного комплекса является производной стратегии экономического развития России. При таком подходе необходимо производить расчет как прямых, так и косвенных экономических эффектов в долгосрочном периоде, оценивая совокупный макроэкономический эффект.

12) Непрерывная оценка эффективности цифровой трансформации транспортно-логистической инфраструктуры на всех промежуточных этапах и по завершению проектов на стадии их жизненного цикла.

Цифровая трансформация транспортно-логистической инфраструктуры с учетом вышеперечисленных принципов должна быть реализована при законодательной поддержке, реализации актуальных программ НИОКР, инвестиционных стратегий, использовании методики Форсайта, при обязательной оценке и учете влияния факторов изменения внешней среды и интересов потребителей услуг транспортно-логистического комплекса [5-7].

К основным мероприятиям цифровой трансформации транспортно-логистической инфраструктуры относятся:

1) Разработка плана модернизации устаревающих объектов транспортно-логистической инфраструктуры, поскольку при существующем уровне износа инфраструктуры невозможно увеличение производительности труда и интеграция в глобальную транспортную инфраструктуру.

2) Увеличение пропускной способности национальных транспортных коридоров в направлении морских портов и пограничных переходов Восточного полигона, комплексное развитие Байкало-Амурской и Транссибирской магистралей.

3) Развитие сети скоростных и высокоскоростных железнодорожных магистралей как ядра инновационного развития железных дорог.

4) Разработка плана замещения импортного программного обеспечения на отечественное для эксплуатации подвижного состава и объектов транспортно-логистической инфраструктуры.

5) Освоение производства подвижного состава современного образца, увеличение ходовых скоростей, повышение износостойкости и отказоустойчивости.

6) Внедрение инструментов "бесшовной логистики": электронный документооборот, интеллектуальные системы управления перевозочным процессом, адаптивное управление в условиях применения цифровых технологий.

7) Комплексная интеграция интеллектуальных коммуникационных технологий управления перевозочным процессом и транспортно-логистической инфраструктурой с целью снижения операционных издержек и повышения надежности перевозок.

8) Развитие средств автоматизированного движения транспортных средств, с целью повышения безопасности движения, уменьшения стоимости жизненного цикла транспортного средства, снижения количества выбросов вредных веществ в окружающую среду и импортозависимости.

9) Развитие технологий сервиса, технической поддержки транспортно-логистической инфраструктуры и транспортных средств, увеличение межремонтных сроков эксплуатации транспортной инфраструктуры, повышение надежности и эффективности функционирования транспорта.

10) Модернизация транспортно-логистической инфраструктуры, в том числе терминалов, грузовых дворов, логистических центров в целях повышения качества предоставляемых услуг.

11) Внедрение современных систем мониторинга состояния транспортно-логистической инфраструктуры.

12) Разработка новых маршрутов, в том числе мультимодальных.

13) Разработка и реализация комплексной программы развития международных транспортных коридоров.

Постепенная реализация рассмотренных мероприятий цифровой трансформации транспортно-логистической инфраструктуры позволит значительно повысить существующий уровень развития транспортно-логистической отрасли, обеспечить внедрение инновационных технологий, реализовать устойчивое развитие и выход на лидирующие позиции России в глобальной транспортно-логистической системе. Кроме того, в современных условиях, усложненных геополитическими ограничениями и высокими политическими, экономическими и технологическими рисками, формирование стратегии цифровой трансформации транспортно-логистической инфраструктуры необходимо осуществлять с учетом многосценарности ее развития. Стратегия должна разрабатываться с учетом нелинейности инновационных циклов и представлять собой непрерывный целенаправленный, объективный, динамичный, и сбалансированный процесс, ориентированный на качественно новое синергетическое состояние транспортно-логистической системы страны.

Список литературы

1. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 27 ноября 2021 года №3363-р "Об утверждении Транспортной стратегии Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года". - [электронный ресурс] // Официальный сайт Министерства транспорта Российской Федерации. - Режим доступа: <https://mintrans.gov.ru/documents/8/11577> (дата обращения 25.12.2024).

2. Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2024 № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года». - [электронный ресурс] // Официальный сайт Президента России. - Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/50542> (дата обращения 25.12.2024).

3. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 20.05.2023 г. № 1315-р «Концепция технологического развития на период до 2023 года». - [электронный ресурс] // Официальный сайт Правительства России. - Режим доступа: <http://government.ru/docs/all/147621/> (дата обращения 19.11.2024).

4. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 03.11.2023 г. № 3097-р «Стратегическое направление в области цифровой трансформации транспортной отрасли Российской Федерации до 2030 года». - [электронный ресурс] // Официальный сайт Правительства России. - Режим доступа: <http://government.ru/docs/all/150354/> (дата обращения 19.11.2024).

5. Алиева З.М., Магомадова М.М., Разина И.С. Цифровая трансформация и цифровая экономика: исследование основных технологий и их характеристик // Региональные проблемы преобразования экономики. – 2024. – № 5 (163), С. 151-158.
6. Аннагулыева А. Влияние цифровой трансформации на развитие глобальной и региональной экономики в условиях цифровой экономики // Академическая публицистика. – 2024. – № 12-2, С. 133-137.
7. Дурдыева Ш.Б. Цифровая инфраструктура: основа для цифровой трансформации и инноваций // Символ науки: международный научный журнал. – 2024. Т. 1. – № 3-2, С. 71-72.

СТРАТЕГИЯ УВЕЛИЧЕНИЕ ТРАНЗИТНОГО ПОТОКА ПРИВОЛЖСКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

*Липчанская Наталья Геннадьевна,
преподаватель первой квалификационной категории
Саратовского филиала ФГБОУ ВО «Приволжский государственный
университет путей сообщения»,
г. Саратов, Российская Федерация*

Аннотация: в статье рассмотрен инновационный проект Приволжской железной дороги по строительству западного обхода Саратовского железнодорожного узла с усилением участка Липовский – Курдюм для увеличения провозной и пропускной способности международного транспортного коридора «Север – Юг».

Ключевые слова: международный транспортный коридор, этапы реконструкции и строительства, пропускная способность, грузовые потоки.

В настоящее время основной объем грузовых и пассажирских перевозок в Российской Федерации осуществляется посредством железнодорожного транспорта. На его долю приходится более 2/3 грузооборота и почти 1/2 пассажирооборота нашей страны.

Одним из ключевых показателей стабильности российской экономики являются грузовые перевозки по железной дороге. В результате введения санкций странами Западной Европы в отношении нашей страны в начале 2022 г. произошло пересмотрение основных направлений грузопотоков. Благодаря перестройке логистики часть грузов, которые ранее направлялись через балтийские порты в Европу, устремились в южные и дальневосточные порты, а затем на Ближний Восток и в Азию (рисунок 1) [1-3].



Рисунок 1 - Международный транспортный коридор «Север – Юг»

Тема поддержки железных дорог России стала важнейшей в контексте текущей политической и экономической обстановки государства, т.к. было озвучено ранее ОАО «РЖД» выполняют ключевые функции основного грузоперевозчика в РФ, обеспечивая у нас до 85% от общего объема грузоперевозок. Особенно заметно увеличение грузопотоков в восточном направлении.

При этом значительно возросла роль международных транспортных коридоров (далее – МТК), так как они играют стратегическую роль в формировании мощной транспортной инфраструктуры между странами, способствуя укреплению международного сотрудничества и развитию экономических, научно-технических и культурных связей. МТК являются важным слагаемым в стимулировании взаимодействия и развития международных отношений.

Под воздействием санкций в 2022–2023 годов произошли значительные изменения в логистике и направлениях грузоперевозок в России. Произошла переориентация перевозок основных видов экспортных грузов на восточное и южное направления. Особое внимание в международной торговле сейчас и в ближайшие десятилетия будет уделяться МТК «Север – Юг» и МТК «Северный морской путь», так как именно они обеспечивают логистические цепочки, связывающие нас со странами Азиатско-Тихоокеанского региона и Ближнего Востока. В свою очередь, при развитии новых экономических международных связей со странами Востока необходимо развивать и самодостаточный внутренний рынок, который будет опираться на собственные ресурсы нашей страны [1].

МТК «Север – Юг» – международный транспортный коридор (рисунок 2), который способен обеспечить транспортировку грузов между государствами Северо-Западной Европы, северной и европейской части России со странами Каспийского бассейна, Персидского залива, Центральной, Южной и Юго-Восточной Азии благодаря использованию российской транспортной инфраструктуры.

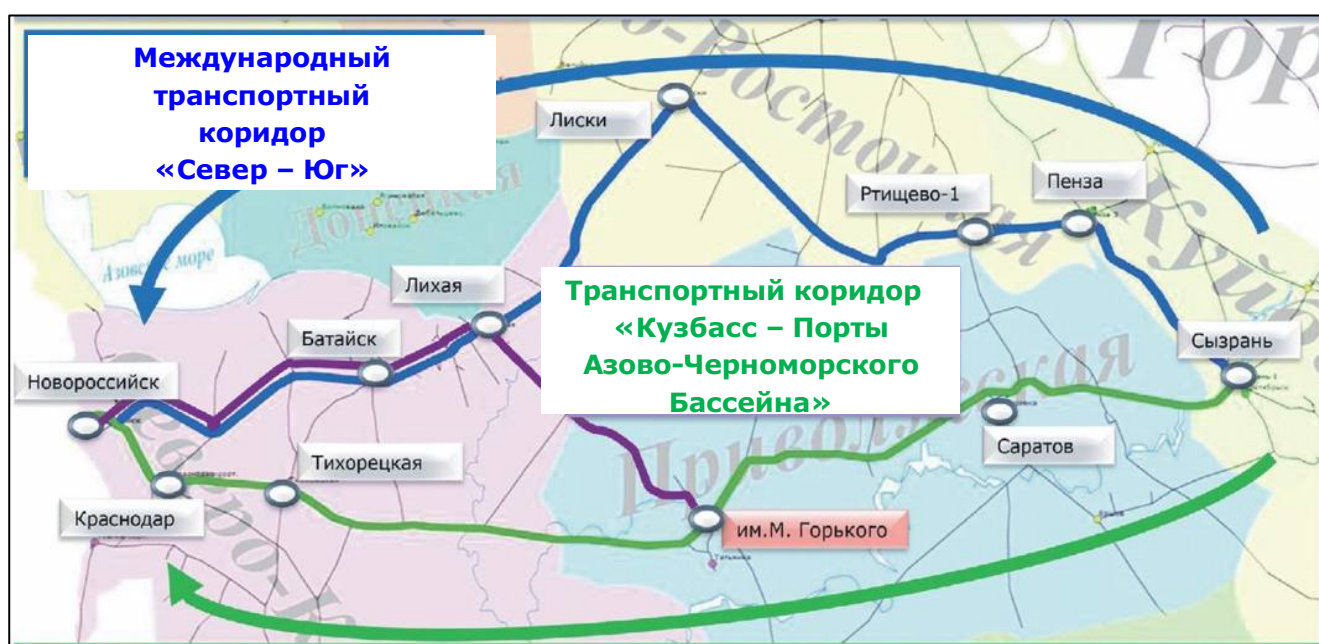


Рисунок 2 - Транспортные коридоры по Приволжской железной дороге

Идея создания МТК «Север – Юг», открытого в 2002 г., заключалась в обеспечении наиболее короткого пути в сравнении с морским транспортом через Суэцкий канал из России и стран восточной части Балтийского моря и СНГ до Ирана, Индии и стран Персидского залива. Большая доля этого МТК проходит по территории нашей страны. Его протяженность составляет более 7 тыс. км. Сухопутная часть коридора составляет около 3 тыс. км. Ведущей веткой транспортного маршрута на территории России является железнодорожное

Реализация проекта осуществляется по 11-ти отдельно выделенным этапам строительства. Проектными решениями предусмотрено выполнение работ по укладке 44,7 км верхнего строения пути с электрификацией вновь уложенных путей и съездов, укладка 96 комплекта стрелочных переводов, строительство 12-ти искусственных сооружений, общий объем земляных работ составит 21 млн. м³. Финансирование проекта осуществляется за счет собственных средств ОАО «РЖД».

Выполнение строительно-монтажных работ по данному проекту начато с 2021 года. На объектах задействовано 1609 человек и 399 единиц техники.

По этапу 4 (Реконструкция станции Курдюм) в текущем году завершены работы по строительству путепровода, железнодорожного моста, по удлинению 3-х водопропускных труб, выполняются работы по отсыпке земляного полотна (выполнено на 87 %), установке опор контактной сети и прокладке кабеля СЦБ, уложено рельсошпальной решетки на 23 %, укладка стрелочных переводов на 65%.

По 5 этапу (Реконструкция станции Ивановский со строительством нового парка) – выполняются земляные работы (выполнено на 60%), монтажные работы по строительству железнодорожного путепровода и водопропускным трубам, укладке кабеля СЦБ и установке опор контактной сети, начаты работы по укладке верхнего строения пути.

По 6 этапу (Строительство новой двухпутной электрифицированной железнодорожной линии на участке ст. Курдюм – ст. Ивановский (рисунок 4) – выполняются земляные работы (выполнение 72%), развернуты работы по строительству трёх железнодорожных мостов, двух железнодорожных путепроводов, укладке кабеля СЦБ и установке опор контактной сети, работы по 23 водопропускным трубам завершены, продолжаются работы на четырёх водопропускных трубах, уложено рельсо-шпальной решетки на 23 %.



Рисунок – 4 Строительство новой двухпутной железнодорожной линии

По 7 этапу (Реконструкция станции Татищево) отсыпка земляного полотна выполнена на 91%, уложено рельсошпальной решетки на 49%, выполняются работы по установке опор контактной сети.

По 8 этапу (Строительство соединительного пути от новой линии до станции Татищево) – выполнен демонтаж опор линий электропередач, монтаж водопропускной трубы,

по путепроводу на ПК 8171 завершена установка свай, опор и пролетных строений, земляные работы выполнены на 85%, укладка кабеля СЦБ на 16 %.

По техническому перевооружению участка Липовский - Курдюм основные работы по путевой части завершены, также завершены работы по 6 мостам и 2-м водопропускным трубам, завершаются работы по установке опор контактной сети, прокладке кабеля и монтажу оборудования СЦБ. После реализации объекта планируется создание ориентировочно 120 дополнительных рабочих мест [2].

Согласно прогнозу Минэкономразвития России, к 2035 г. грузопоток по МТК «Север-Юг» должен возрасти с 19,5 млн. тонн (в 2022г.) до 100 млн. тонн (в 2035 г.), т.е. более чем в 5 раз.

Развитие евразийских транспортных артерий - один из ключевых ресурсов современной российской экономики, что обусловлено трансконтинентальным географическим положением России и растущей интенсивностью экономического взаимодействия [5].

Как дальневосточные, так и западные участки МТК Российской Федерации являются примерами транспортных объектов (рисунок 5), потребность в реализации цифровых технологий при организации перевозочного процесса на которых устойчиво нарастает. Эта потребность продиктована с одной стороны назначением этих МТК, состоящим в максимизации эффективности перевозочного процесса, обеспечивающего сокращение рисков и транспортных издержек, сохранность груза и соблюдение сроков доставки, а с другой - в технологической ориентации этих МТК почти исключительно на обеспечение транзитных грузоперевозок в порты.

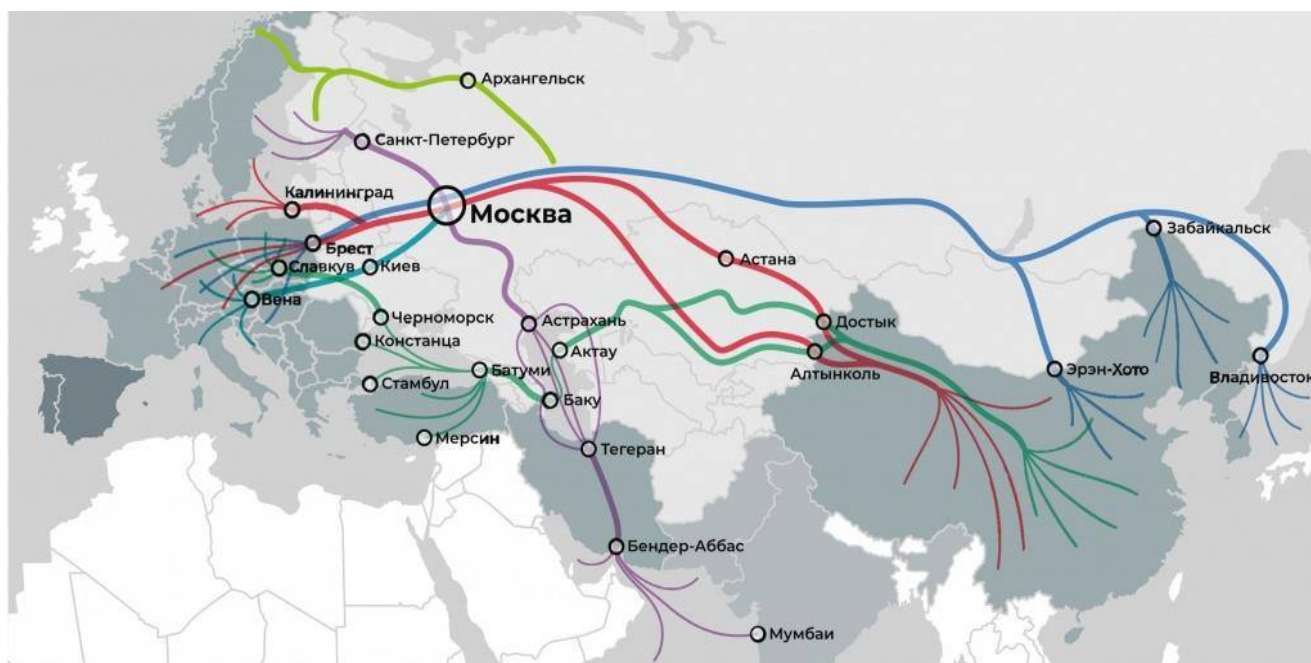


Рисунок 5 - Основные направления международных транспортных коридоров (МТК)

Неоспоримо важной целью для России становится обеспечение высокой проходимости грузовых потоков по МТК. Этот стремительный поток товаров и грузов, ввозимых и выводимых от нас в «дружественные» страны, станет катализатором экономического прогресса, благодаря росту экспорта и импорта, приведет к существенному увеличению эффективности и производительности железнодорожных перевозок на данном направлении, а также будет стимулировать динамичное развитие экономики нашей страны.

Список литературы

1. Задера С.Н., Тихонов С.П. Почему большинство грузов по Севморпути до сих пор идет в западном направлении [Электронный ресурс] // «Российская газета»: газета, выпуск от 22.05.2023 №110 (9055) рублика «Власть». URL: <https://rg.ru/2023/05/22/pochemu-bolshinstvo-gruzov-po-sevmorputi-do-sih-por-idet-v-zapadnom-napravlenii.html> (дата обращения 20.01.2025).
2. Приволжская железная дорога / Инвестиционные проекты. - [Электронный ресурс] // URL: <https://privzd.rzd.ru/ru/4580/page/103290?id=20303> (дата обращения 22.01.2025).
3. Швецова А.Е. Минэк ожидает увеличения грузопотока по коридору «Север – Юг» на 35% в этом году [Электронный ресурс] // «Ведомости»: газета, выпуск от 03.05.2023 рублика «Бизнес». URL: <https://www.vedomosti.ru/business/news/2023/05/03/973648-uvelicheniya-gruzopotoka-koridoru-sever-yug> (дата обращения 20.01.2025).
4. Скорлыгина Н.А. Грузы поехали в Иран [Электронный ресурс] // «Коммерсант»: газета, выпуск от 05.06.2023 №98/П рублика «Рынок грузовых перевозок» (дата обращения 23.01.2025).
5. Россия и БРИКС строят логистику будущего/ Международный транспортный коридор Балтика-Индийский океан: данные, карты, прогнозы. URL: <https://1520international.com/content/2024/iyul-2024/the-north-south-corridor-how-russia-and-the-brics-are-shaping-eurasia-s-global-logistics/> (дата обращения 24.01.2025).

АНАЛИЗ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ РАЗВИТИЯ РЫНКА НИЗКОБЮДЖЕТНЫХ АВИАПЕРЕВОЗОК В РОССИИ

Манько Марина Юрьевна,
студентка 3-го курса
Факультета экономики, управления и права
Санкт-Петербургского государственного
университета гражданской авиации
имени Главного маршала авиации А.А. Новикова (СПбГУ ГА)
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Тихомирова Татьяна Анатольевна,
Старший преподаватель кафедры Экономики
Санкт-Петербургского государственного
университета гражданской авиации
имени Главного маршала авиации А.А. Новикова (СПбГУ ГА)
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Аннотация: цель настоящего исследования состоит в определении основных факторов, оказывающих влияние на функционирование авиаперевозчиков на рынке низкобюджетных перевозок. Результатом работы стало определение внутренних факторов для деятельности авиакомпаний – лоукостеров, внешних, а также макроэкономических факторов.

Ключевые слова: воздушный транспорт, низкобюджетные перевозки, рынок авиаперевозок.

Перевозки воздушным транспортом, как элемент транспортной составляющей, играют важную роль в обеспечении мобильности населения, перевозок грузов, а, следовательно, развитии национальной экономики. В последние годы со стороны потребителей наблюдается значительный рост интереса к низкобюджетным авиаперевозкам, что связано с экономической ситуацией в стране и политическими изменениями вокруг нее, а также с изменением потребительских предпочтений населения. Итогом этого стал тот факт, что низкобюджетные авиакомпании (лоукостеры) в настоящее время становятся важными игроками на рынке авиаперевозок, предлагая более доступные тарифы и разнообразные маршруты, что позволяет большему числу людей путешествовать как внутри страны, так и за ее пределами.

Рынок низкобюджетных авиаперевозок в России последние годы активно демонстрирует положительную динамику. Начиная с 2014 года можно наблюдать и увеличение интереса к лоукост-авиакомпаниям со стороны как потребителей (потенциальных пассажиров и грузоотправителей), так и государства, что объясняется ростом спроса на доступные авиаперевозки и изменением потребительских предпочтений и возможностей, когда речь идет об экономии собственных средств. Хотя по данным средств массовой информации в 2023-2024 годах рост цен на билеты у лоукостеров превысил «темпы роста стоимости перевозки у традиционных авиакомпаний, что связано с множеством факторов, включая инфляцию и колебания валютных курсов» [1].

Лидером низкобюджетных перевозок в России является авиакомпания «Победа». В условиях растущей конкуренции со стороны других авиакомпаний и изменяющихся экономических реалий, исследование успешных бизнес-моделей лоукостера и стратегий их развития становится особенно актуальным, поэтому формирование системы факторов, влияющих на развитие низкобюджетных авиаперевозок можно на начальном этапе рассмотреть, проанализировав результаты деятельности данной авиакомпании.

Изменения, происходящие на рынке, в первую очередь коснулись структурной трансформации стандартов обслуживания и предложений для клиентов, а также тарификации на дополнительные виды услуг. У лоукостеров появляются новые дополнительные возможности получения доходов, такие как оплата возможности выбора места, оплату багажа и услуги питания onboard. Эта модель позволяет компаниям, таким как, например, Авиакомпания «Победа», не только привлекать новую аудиторию, но и повышать свою экономическую эффективность.

История и текущее положение авиакомпании «Победа» на рынке пассажирских авиаперевозок в России во многом обусловлена рыночной стратегией, выбранной еще на этапе создания компании в 2014 году. Стратегия компании «Победа» предполагает значительное расширение пассажиропотока - средний прогноз на 2028 год по мнению аналитиков в диапазоне 55-65 миллионов пассажиров в разы превышает значения доковидного периода (в 2019 году было перевезено 10,3 миллиона пассажиров).

При этом можно отметить, что даже в период ковидных ограничений средний процент занятости пассажирских кресел всегда превышал 92%, что является еще одним доказательством того, что данная бизнес – модель является востребованной со стороны пользователей (рис.1).



Рисунок 1 - Динамика показателя занятости пассажирских кресел на рейсах а/к «Победа», %.

Факторами успеха «Победы» можно назвать создание общей эффективной стратегии, основывающейся на дифференцированном позиционировании себя на рынке. «Победа» фактически является единственной бюджетной авиакомпанией в России. Потенциальные потребители сейчас воспринимают компанию только как бюджетного перевозчика, который делает упор на доступность и простоту услуг, что привлекает новую аудиторию пассажиров.

Исходя из этого можно сказать, что отличительной особенностью авиакомпании «Победа» в контексте рыночного предложения является то, что авиаперевозчик предлагает услуги авиаперевозки пассажиров по самым низким рыночным ценам для конкретного потребителя за счет удешевления стоимости конечного продукта. Это позволяет компании оставаться конкурентоспособной на фоне постоянно растущей конкуренции с другими российскими авиаперевозчиками.

Авиакомпания «Победа» продолжает укрепляет свои позиции на рынке, ориентируясь не только на авиационные услуги, но и на создание мощной неавиационной базы, где компания активно развивает сеть собственных магазинов - дискаунтеров.

От расширения спектра услуг и формирования тарифной системы их продажи как в сфере авиационной, так и неавиационной деятельности напрямую зависят финансовые

результаты работы авиакомпании, а также показатели ее эффективности. Верное позиционирование авиакомпании как бюджетного перевозчика дает возможность ввести гибкие ценовые решения и запускать разнообразные рекламные кампании, что также способствует увеличению уровня узнаваемости бренда [2].

В 2023 году авиакомпания продемонстрировала значительный успех, несмотря на экономическую нестабильность в стране и мире, данные успехи подтверждаются рядом финансовых показателей, таких как рост доходов, валовой прибыли и прибыли от продаж, а также сопоставление темпов роста доходов и себестоимости (рис.2). Данный факт позволяет компании занимать прочные позиции на рынке низкобюджетных авиаперевозок.

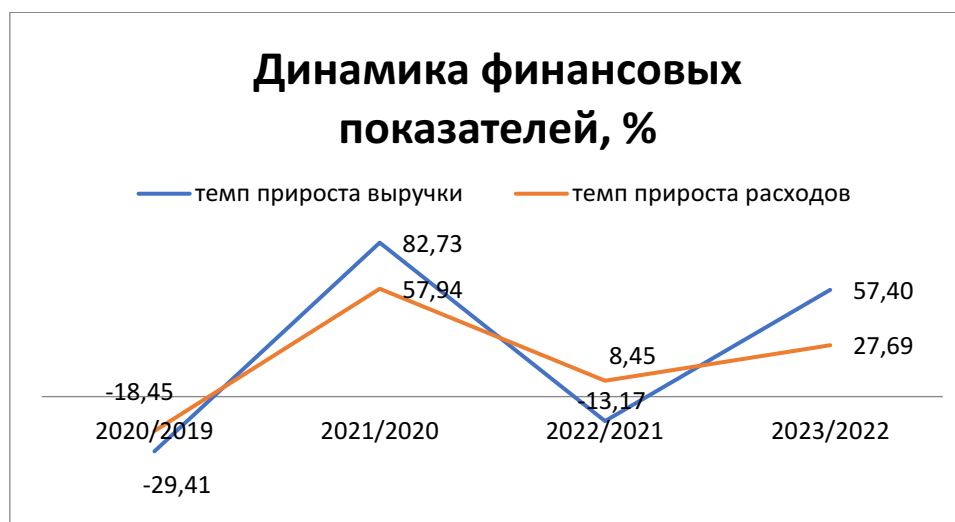


Рисунок 2 - Темпы изменений финансовых показателей деятельности авиакомпании

Выручка «Победы» в 2023 году составила 92,4 миллиарда рублей, что в полтора раза больше, чем в предыдущем году. Несмотря на то, что себестоимость производства возросла на 27,98% до 84,7 миллиардов рублей, авиакомпания демонстрирует способность улучшать финансовые результаты даже в сложных условиях [3]. Из графика динамики можно также сделать вывод, что результативность деятельности авиакомпании больше зависит от внешних факторов (данные за 2020 и 2022 годов значительно ниже показателей предыдущих периодов). В целом можно сказать, что на деятельность авиакомпании могут влиять и макроэкономические факторы, по которым оценивается характер развития национальной экономики.

Анализ конкурентов и сравнение с ними дает возможность оценить конкурентные преимущества авиакомпании «Победа» по уровню экономической эффективности и показателей, характеризующих ее финансовое состояние. Сравнительный финансовый анализ с другими авиакомпаниями показывает, что «Победа» занимает лидирующие позиции не только по объему перевозок, но и по уровню операционной эффективности (табл.1) [4]. Это служит подтверждением того, что компания не только выдерживает давление со стороны конкурентов, но и демонстрирует устойчивый финансовый рост.

Экономическая ситуация в стране накладывает свои отпечатки на финансовые результаты авиакомпании. Однако «Победа» смогла преодолеть многие трудности, связанные с повышением цен на топливо и общими экономическими рисками, благодаря продуманной финансовой стратегии и управлению рисками. Способность компании адаптироваться и использовать новые возможности для роста позволяет «Победе» эффективно конкурировать на рынке низкобюджетных авиаперевозок. Компанией в свое время была разработана целая система контроля за расходами и управления качеством обслуживания, что также способствовало повышению прибыли от продаж. Реализация программ по повышению

лояльности клиентов и внедрение новых технологий управления делают бизнес-модели компании более привлекательными для инвесторов и партнеров.

Таблица 1 – Сравнительная оценка показателей эффективности и оценки финансового состояния ООО «Авиакомпания «Победа» за 2022-2023гг.

Показатель	Для а/к «Победа»		Среднеотраслевые значения*	
	2022г	2023г	2022г	2023г
Рентабельность продаж, %	-16,8	5,26	-1,9	-2,02
Рентабельность активов, %	9,07	13,2	9,05	6,37
Рентабельность собственного капитала, %	198	82,9	43	23,1
Коэффициент абсолютной ликвидности	1,96	2,05	0,39	0,28
Коэффициент текущей ликвидности	2,61	2,93	1,23	1,21
Коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами	-2,82	-1,47	-0,74	-1,5
Коэффициент автономии (финансовой независимости)	0,09	0,2	0,29	0,3

*По данным экспертных оценок согласно отчетности 25 авиакомпаний – лидеров по объему перевозок [4, 5]

Таким образом, результаты производственной деятельности и финансовая устойчивость «Победы» подтверждают тот факт, что компания смогла выйти на рынок с одной из самых низких ценовых стратегий, сохраняя при этом высокие стандарты качества обслуживания и в рамках успешной реализации стратегии лоукостеров.

Для описания полной картины рынка низкобюджетных авиаперевозок необходимо выявить и оценить возможные внешние риски со стороны макроэкономических показателей, от которых может зависеть результаты дальнейшего развития данного сегмента рынка авиаперевозок.

Анализ деятельности показывает, что на основании внутренних факторов, воздействующих на деятельность лоукостеров, можно сформировать перечень внешних факторов.

Развитие низкобюджетных перевозок связано не только с возможностями самих лоукостеров, но и возрастающей ролью государственных мер поддержки. Государство активно способствует развитию сектора бюджетных авиаперевозок в России.

Основными механизмами являются:

- прямые и косвенные субсидии. Например, программа, помогающая покрыть расходы населения на авиабилеты на Дальний Восток, в Крым и Калининград.
- государство оплачивает авиакомпаниям часть расходов на топливо, особенно в районах с ограниченным доступом к запасам топлива.
- доступ к региональным аэропортам. Региональные аэропорты играют важную роль в продвижении бюджетных авиакомпаний. Аэропорты, например, Краснодар или Сочи, часто сотрудничают с «Победой», помогая авиакомпании снизить затраты.
- регулирование тарифов и требований к перевозке. Легализация «безбагажных» тарифов позволила российским лоукостерам предлагать минимальные цены на авиабилеты.
- изменение требований к предоставлению сервиса (например, ограничение компенсаций за задержку рейсов по причине форс-мажора).

Рост числа низкобюджетных перевозок может зависеть от макроэкономических факторов, сложившихся в условиях санкционной политики недружественных стран. К таким факторам можно отнести:

- размер ВВП;
- официальный уровень инфляции;
- численность и доходы населения, уровень подвижности населения.

Таким образом, помимо факторов, которые напрямую влияют на уровень перевозок, можно сделать вывод и том, что ряд макроэкономических показателей могут оказывать косвенное влияние на результаты деятельности авиакомпаний – лоукостеров.

Список литературы

1. А.Р. Муштат, Е.В. Белякова РАЗВИТИЕ НИЗКОБЮДЖЕТНЫХ ПАССАЖИРСКИХ АВИАПЕРЕВОЗОК В РОССИИ // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2020. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-nizkobyudzhethnyh-passazhirskih-aviaperevozok-v-rossii> (дата обращения 01.02.2025).
2. Янковая А.А., Сливинский Д.В. ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ КОНКУРЕНТНЫХ ПРЕИМУЩЕСТВ УПРАВЛЕНИЯ НЕАВИАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ ООО «АВИАКОМПАНИЯ «ПОБЕДА» // Экономика и бизнес: теория и практика. 2023. №8 (102). [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-formirovaniya-konkurentnyh-preimuschestv-upravleniya-neaviatsionnoy-deyatelnostyu-ooo-aviakompaniya-pobeda> (дата обращения 10.12.2024).
3. «Победа» в 2023 году получила рекордную чистую прибыль в 21,3 млрд рублей. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://www.interfax.ru/business/953109> (дата обращения 01.02.2025).
4. Финансовая отчетность ООО "АВИАКОМПАНИЯ «ПОБЕДА» за 2022 и 2023гг. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://www.testfirm.ru/result/9705001313_ooo-aviakompaniya-pobeda (дата обращения 10.12.2024).
5. Официальный сайт Федерального агентства воздушного транспорта (РосАвиация). [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://favt.gov.ru/deyatelnost-vozдушnye-perevozki/> (дата обращения 01.02.2025).

МОРСКОЙ ТРАНСПОРТ И ЛОГИСТИКА КАК ФАКТОР РАЗВИТИЯ ТОРГОВЛИ

Мигуля Иван Петрович,
магистрант факультета транспорта и логистики
Приазовского государственного технического университета
г. Мариуполь, ДНР, Российская Федерация

Макаренко Марина Васильевна,
профессор кафедры управления водным транспортом, порты и транспортные терминалы
Приазовского государственного технического университета, профессор, д.э.н.

Онищенко Владислав Викторович,
доцент кафедры управления водным транспортом, порты и транспортные терминалы
Приазовского государственного технического университета, к.э.н.

Аннотация: за последнее десятилетие международные торговые соглашения и региональные инициативы по торговой интеграции значительно снизили тарифные барьеры в торговле. Однако существенные барьеры в торговле остаются. Эти оставшиеся барьеры часто называют «нетарифными барьерами». Во многих двусторонних и многосторонних переговорах также предпринимаются попытки снизить эти барьеры, но это оказывается гораздо сложнее, чем снижение импортных и других тарифов. Причина этого в том, что ряд этих так называемых нетарифных барьеров тесно связан с основным каналом международной торговли, а именно логистикой и международными перевозками, а также нефискальным государственным надзором за международным перемещением товаров.

Ключевые слова: морской транспорт, морская логистика, международная торговля, эффективность порта, транспортные мощности.

Морские перевозки всегда были связаны с развитием торговли, поэтому в исследованиях рассматриваются совместно друг с другом. Так, например, торговые дома мира - Glencore, Cargill, Vitol, Trafigura, ADM, Noble Group, Louis Dreyfus, Bunge, а также Koch, Gunvar, Mercuria, Wilmar International, Arcadia, Mabanaft - контролируют большую часть мирового флота навалочных грузов, в основном через долгосрочные и краткосрочные чартерные контракты. Однако в середине 19 века морские перевозки также стали самостоятельным видом бизнеса. Появление парового двигателя принесло надежность и предсказуемость, намного превосходящие то, что могли предложить парусные суда. Однако это разделение судоходства и торговли принесло множество новых проблем. Одна из проблем, которая до сих пор обсуждается, - это исключение из картельного законодательства линейного судоходства, которое берет свое начало в начале 20-го века. В Европе и США эти исключения были отменены только недавно.

Еще одна тема, которая горячо обсуждалась среди морских исследователей, - это то, как судоходство и порты способствуют торговле. Возможно, самым большим сторонником этой идеи была Конференция ООН по торговле и развитию. Эта инициатива ООН началась в 1964 году с целью предоставить менее развитым странам независимую роль в торговле и транспорте. В 1960-е и 1970-е годы был издан Кодекс поведения линейных конференций. Этот Кодекс поведения был типичным инструментом для закрепления взаимосвязи между торговлей и транспортом. Например, одно из положений гласило, что транспортным компаниям из двух стран, осуществляющих торговлю, должно быть разрешено перевозить равные части товаров и оставлять их ограниченный объем для перевозки третьими сторонами. Эта идея позже стала известна как правило 40/40/20. Подразумеваемый результат этого правила состоял в том, что любая страна, осуществляющая торговлю, должна была таким

образом формировать свои собственные транспортные мощности, чтобы перевозить выделенные 40 процентов своей собственной доли торговли.

Упрощение процедур торговли развилось из небольшой идеи о возможности перемещения товаров между странами через порты в гораздо более серьезную концепцию, охватывающую общую торговую среду в странах и между странами. В результате упрощение процедур торговли больше не определяется простой возможностью перемещения товаров.

Рассмотрим связь между морскими перевозками и торговлей, путем изучения того, в какой степени судоходство в настоящее время все еще является посредником в торговле. Для этой цели кратко представим теорию об упрощении процедур торговли в судоходстве и управлении портами.

Родоначальником теории о взаимосвязи торговли и судоходства в морской экономике считают автора Купмансу Т. [1], который провел анализ морской торговли и рынков судоходства. Он также ввел понятие о том, что морская торговля неэластична к ценам в судоходстве. Далее Тинберген Дж. в поиске источников цикличности в судоходстве предложил идею об определении спроса на судоходство измерением фактического тоннажа, перевозимого судами. Таким источником была торговля, хотя судоходство также создает свою собственную цикличность.

В более поздних исследованиях и публикациях взаимосвязь между торговлей и транспортировкой была более подробно рассмотрена, и элемент транспортных расходов был введен в качестве переменной в классические торговые модели. Классический подход к моделированию глобальных двусторонних торговых моделей – это гравитационная модель. Такая модель обычно связывает двусторонние торговые потоки с национальным доходом, населением и расстоянием.

Различные авторы пытались проанализировать более сложные функции расходов на (морскую) транспортировку, чтобы лучше понять, в какой степени высокие транспортные расходы являются определяющим фактором (т. е. барьером) торговли. Кларк Х. и др. рассматривают функцию морского транспорта, которая включает определяющие факторы, такие как расстояния, специфические требования к продукту (включая стоимость), общий объем торговли на маршруте (для представления возрастающей отдачи от масштаба), технологические инновации, антиконкурентную практику и качество портовой и грузовой инфраструктуры. Они обнаружили, что эффективность морского порта является важным фактором транспортных расходов. Из своего анализа они также делают вывод, что транспортные издержки являются потенциальным препятствием для торговли и должны учитываться политиками. Арвис Дж. Ф. и др. [2] также анализируют торговые издержки, которые являются следствием модели двусторонней международной торговли.

Мнение о том, что порты играют важную роль в содействии торговле, высказывалось годами. Например, Ангелопулус Дж. И др. [3] анализируют взаимодействие между портами и развитием торговли. Они отмечают, что стремление стран следовать стратегии роста, ориентированной на экспорт, привело к сокращению государственных расходов на порты и реформе портов, что имело как отрицательные, так и положительные последствия. С одной стороны, порты стали более эффективными, в основном благодаря привлечению международных операторов, в то время как с другой стороны, либерализация во многих странах привела к крупным программам увольнений для портовых рабочих. Авторы утверждают, что эффективность портовых операций – не единственный значимый показатель, но следует учитывать весь экономический контекст порта: конкурентную среду, доступную инфраструктуру по суше и то, как правительство или портовое управление пытаются возместить часть расходов на реформу порта (в том числе за счет увольнения портовых рабочих) за счет других сторон.

Уилсон Дж.С. и др. рассматривают эффективность порта в более широкой структуре из четырех показателей для упрощения процедур торговли:

- эффективность порта;

- таможенная среда;
- регуляторная среда;
- инфраструктура сферы услуг.

Эффективность порта является мерой качества транспортной инфраструктуры. Таможенная среда измеряет прямые таможенные расходы и прозрачность таможни. Регуляторная среда измеряет подход страны к регулированию и инфраструктуре сектора услуг, измеряет качество национальных уровней обслуживания бизнеса.

Большая часть этой концептуализации упрощения торговли очень привязана к местоположению или стране. Моделирование торговых потоков с помощью гравитационных моделей также довольно однобоко в том смысле, что потоки объясняются переменными, представляющими страны-экспортеры и страны-импортеры по отдельности. Единственной переменной, которая представляет отношения между странами, обычно являются транспортные расходы. В результате вклад в упрощение торговли связи между любой парой стран-экспортеров и стран-импортеров явно не указан в большей части специализированной литературы.

Исключением является работа Хумелс Д. и др. [4], в которой исследуется эффект сокращения торговли рыночной властью судоходных компаний. Их работа подтверждает разницу в том, как судоходные компании относятся к развивающимся и развитым странам с точки зрения транспортных цен. Другими словами, судоходные линии по-разному ведут себя в разных частях мира в зависимости от стоимости продукта, высоких импортных и экспортных пошлин и отсутствия конкуренции на торговом пути. Продолжая эту мысль, можно предположить, что часть неблагоприятного отношения судоходных линий к развивающимся странам распространяется и на развитые страны. Так, например, импорт свежих фруктов из Южной Америки в Европу через порт Роттердама. Это классическая торговля CIF, когда экспортеры заказывают транспорт. Судоходные линии, по-видимому, очень мало инвестируют в своих местных линейных агентов в Южной Америке, что приводит к большому объему физической бумажной работы. Затем документы отправляются принимающим сторонам в Европе, которые не могут воспользоваться более высоким уровнем оцифровки, который судоходные линии обычно предлагают в Европе.² Это приводит к переносу некоторых неэффективностей с одной стороны торгового пути на другую сторону торгового пути.

Международная торговля состоит из коммерческих сделок между покупателями и продавцами. Они могут быть совершенно незнакомыми друг другу людьми или частью одного предприятия. Для коммерческой сделки это не имеет большого значения, поскольку во многих случаях даже дочерние компании должны торговать друг с другом так, как будто они являются отдельными компаниями. Это называется торговлей на условиях вытянутой руки, и она имеет в первую очередь фискальную подоплеку: налоговые органы как в странах импорта, так и в странах экспорта требуют сделки, в которой стоимость продукта устанавливается в рыночных условиях.

Коммерческая сделка определяет спецификацию товаров, цену и количество товаров. Сделка обычно также содержит соглашение о том, кто берет на себя ответственность за отгрузку товара. Для этой цели Международная торговая палата установила некоторые стандартные торговые термины, которые разделяют обязанности по транспортировке, владению и страхованию между покупателем и продавцом. Эти торговые термины называются Инкотермс. В настоящее время существует 11 Инкотермс, которые варьируются от одной крайности, когда продавец заботится обо всем (поставка с оплатой пошлины), до другой крайности, когда покупатель заботится обо всем (франко-завод). Важными промежуточными точками, где может происходить передача ответственности, являются морские порты в международной транспортной цепочке.

Второй важный вопрос в международных торговых сделках – это связь между поставкой и оплатой. В международном контексте, где стороны могут не знать и не доверять

друг другу, оплата и доставка должны происходить более или менее одновременно. Международный транспортный оператор играет важную роль в этом механизме. Это работает так: морской транспортный оператор может заявить, что товары были приняты на борт судна, подписав так называемую коносаментную накладную (B/L). Это доказательство того, что транспортировка осуществляется, и что оплата может быть переведена. Копия коносамента, таким образом, передается в банк продавца, который отправляет ее в банк покупателя, который затем переводит платеж от имени покупателя. В результате этого механизма коносамент также является товарораспорядительным документом, который дает держателю права на груз. Это значительно облегчает торговлю товарами, находящимися в пути.

В случаях, когда покупатель и продавец являются частью одного и того же предприятия, этот процесс можно упростить. В таких случаях используется упрощенная версия коносамента – так называемая морская накладная, – которая по сути то же самое, что и коносамент, за исключением того, что она не является товарораспорядительным документом.

Для контейнерных перевозок, которые являются наиболее важной частью перевозок, необходимо рассмотреть некоторые дополнительные вопросы. Прежде всего, контейнерная судоходная линия, как правило, владеет контейнерами, в которых перевозятся товары, и должна предоставлять эти контейнеры грузоотправителям, желающим отправить груз. Этот механизм чреват проблемами. Контейнеры должны быть доступны для грузоотправителя. Существуют различные типы контейнеров: 20-футовые контейнеры, 40-футовые контейнеры, 40-футовые контейнеры High Cube, 45-футовые контейнеры, контейнеры с открытым верхом, плоские платформы, складные контейнеры, рефрижераторные контейнеры. Все эти контейнеры соответствуют стандарту ISO 668 2013 (пересмотренному). Кроме того, в коммерческом отношении контейнеры могут иметь пятиступенчатую шкалу чистоты. Самый высокий уровень, так называемые контейнеры пищевого класса, является единственным уровнем, который приемлем для перевозки пищевых продуктов.

Во-вторых, таможенные органы считают контейнеры упаковочным материалом, для которого во многих странах требуется некоторая временная импортная лицензия. Эта лицензия может ограничивать время пребывания пустых контейнеров в стране. Если контейнер остается слишком долго, может взиматься НДС и другие сборы.

В-третьих, после доставки контейнера в страну назначения судоходная линия хотела бы как можно быстрее вернуть контейнер. Для этой цели все судоходные линии взимают плату, если получатель товара слишком долго удерживает полный контейнер или возвращает пустой контейнер. Первая плата называется простоем, а вторая плата называется задержкой. Эти две платы находятся в диапазоне от нескольких евро в день до 75 евро в день, взимаемых после так называемого бесплатного периода в несколько дней. Конечно, плата и бесплатные дни являются предметом переговоров, поэтому ни один клиент судоходной линии не заплатит столько же, сколько другой клиент. То, как устанавливаются сборы за простой и задержку, будет зависеть от стороны, которая забирает транспорт, и ее переговорной силы. Для транспорта это может быть как покупатель, так и продавец. Из-за необходимости отслеживать контейнеры в странах, формальных обязательств сообщать о разгруженных контейнерах таможенным органам в странах назначения и необходимости предоставлять товары в контейнере только законному владельцу, судоходная линия поддерживает административный процесс в портах, в котором необходимо уплатить некоторые сборы, обменяться информацией для стороны, которая заберет контейнер, и зарегистрировать пустой склад, на который необходимо вернуть контейнер. Во многих портах этот обмен между агентом судоходной линии и представителем покупателя товара является обременительным процессом, требующим времени и усилий. Только после завершения этого процесса можно забронировать транспорт для забора контейнера в порту. Часто этот процесс не может быть осуществлен или завершен, пока контейнер не будет физически разгружен. Агент покупателя должен отслеживать веб-сайт терминала, чтобы найти подтверждение разгрузки контейнера, а затем проверить всю соответствующую информацию, позаботиться о платежах и забронировать

транспорт. Степень, в которой этот процесс поддерживается ИТ (обычно системой портового сообщества), сильно различается от порта к порту и от судоходной линии к судоходной линии. RSM подсчитала, что в Роттердаме стоимость, связанная с этими процессами, может составлять от 5 до 25 евро за контейнер. Для таможенного или экспедиторского агента, который получает 35–50 евро за административную обработку контейнера, это существенный драйвер затрат. Это четвертая проблема.

Пятая проблема - общая эффективность международных контейнерных линий. Венимен Б. и др сообщили о влиянии задержек морских перевозчиков на логистические переменные, такие как страховой запас. Их цифры вместе с более поздним анализом Чанг Ч. Чейг Ч. приводят к средней задержке для судоходных линий в 1,5 дня. Эта задержка приводит к более высоким уровням страхового запаса, что является дополнительными расходами для бизнеса. Очевидно, что существуют различия между судоходными линиями, и поэтому страны, которые обслуживаются судоходными линиями с относительно большим количеством задержек, находятся в невыгодном положении по сравнению со странами, которые в основном обслуживаются перевозчиками с меньшим количеством задержек.

Шестая проблема заключается в том, что таможенные органы, как правило, используют данные судовых манифестов для своей первоначальной оценки рисков. Страны различаются по времени, которое они требуют для предоставления этой информации. США и Европа требуют предоставления этого типа данных до отправления из страны происхождения, а в Европе более или менее те же данные необходимо предоставить снова за несколько дней до прибытия в порт назначения. Другие страны получают эти данные незадолго до прибытия судна или использовать его для проверки импорта и экспорта после погрузки и разгрузки. Это формальное обязательство означает, что судоходные линии и их агенты должны были организовать процесс сбора этих данных в нужное время от своих клиентов или агентов клиентов. Чтобы указать, что это налагает расходы на логистическую цепочку, судоходные линии взимают 25 долларов США за подачу предотправных деклараций в европейские таможенные органы в странах назначения за каждый контейнер. Еще одним потенциальным узким местом являются различные способы, которыми судоходные компании содействуют своим агентам в разных странах. В некоторых странах обмен информацией между агентами клиентов и агентами судоходных линий полностью оцифрован, в то время как в некоторых странах обмен информацией по-прежнему осуществляется с помощью бумажных документов. Последнее является проблемой не только для этой страны, но и для всех других стран, в которые суда направляются для разгрузки груза. Все ошибки и другие проблемы, связанные с обменом информацией на бумажных носителях, также передаются в эти страны назначения.

Последний пункт касается структуры ценообразования на контейнерные перевозки. Сложная структура тарифов на контейнерные перевозки хорошо документирована в литературе по морской экономике. Хорошо известно, что помимо базового транспортного тарифа судоходные компании могут взимать коэффициент корректировки бункера (BAF), коэффициент корректировки валюты (CAF), сборы за перегрузку порта, сборы за риск пиратства, сборы за обработку на терминале, военные риски, надбавки за безопасность, зимние надбавки, надбавки за опасные грузы и охлаждение, а также сборы за документы. Кариу П. и Вольф Ф. изучили BAF и базовые изменения цен на бункер и обнаружили, что эти сборы неточно отражают базовые изменения издержек. Другими словами, некоторые из этих надбавок используются для повышения цены на транспортировку. Эти надбавки могут легко увеличить общую стоимость транспортировки на 50 процентов и более, и они делают транспортные расходы на морские перевозки сложными и трудными для интерпретации. Выбранные Инкотермс определяют, какая сторона заказывает морские перевозки. Это также может повлиять на размер определенных сборов, а также на базовый транспортный тариф. Подводя итог, можно сказать, что текущие операции судоходных линий приводят к задержкам и расходам для логистических цепочек, либо из-за административных процессов, формальностей, которые должна выполнять судоходная линия, либо из-за мер

принудительного характера для увеличения оборота контейнеров. Хаммельс Д. оценивали влияние задержек на торговлю и обнаружили, что задержка на каждый день снижает вероятность торговли на 1-1,5 процента. Задержка действительно является торговым барьером, и морские перевозки, которые вызывают структурные задержки, можно рассматривать как причину этого.

Кроме того, другие сложности контейнерных перевозок также могут стать барьером для торговли. Это подтверждается Нордасом Х. и др., чей анализ включает логистические услуги. Он установил, что плохие логистические услуги также приводят к задержкам, которые оказывают отрицательное влияние на торговлю.

Некоторые из упомянутых выше проблем демонстрируют «эффект переноса». Это касается качества информации в товаросопроводительных документах, и, соответственно, особые условия для простоя и задержания. В первом случае предоставление информации продавцом или его агентом судоходной компании может быть настолько плохим, что покупатель будет подвергаться рискам дополнительного таможенного досмотра, задержек и дополнительных расходов. В последнем случае условием является то, что продавец бронирует перевозку в соответствии с выбранными Инкотермс.

Благодаря инициативам Глобального соглашения по торговле и транспорту (ГАТТ) и раундам переговоров Всемирной торговой организации (ВТО) торговые тарифы, т. е. пошлины, уплачиваемые за импортируемые или экспортируемые товары, в целом снизились во всем мире. В результате внимание ВТО и других органов торговой политики переключилось на нетарифные барьеры. В узком смысле это все торговые барьеры, которые не являются тарифами. Однако почти всегда подразумевается, что нетарифные барьеры активно создаются политиками. Это означает, что нетарифные барьеры, которые изучаются учеными и анализируют торговую политику, всегда можно отследить до некоторой политической цели одной или группы стран. Так, например, Каррер К. и др. предлагают полезную классификацию нетарифных барьеров, которая ссылается на классификацию нетарифных барьеров ЮНКТАД 2006 года. Предотгрузочная инспекция и другие формальности указаны как нетарифный барьер. Предотгрузочная декларация для таможи в Европе (и США) - так называемая сводная декларация о ввозе или ENS - поэтому может быть охарактеризована как нетарифный барьер. Поскольку это движущая сила политики, это действительно нетарифный торговый барьер.

Некоторые сборы, взимаемые судоходными линиями, а также ограничения, налагаемые на контейнеры (простой и задержание), могли бы подпадать под рубрику «ограничения дистрибуции», если бы они были частью политики какой-либо страны. Но поскольку это меры, выдвигаемые бизнесом, эти ограничения обычно не считаются нетарифными барьерами.

Чтобы расширить понимание того, каким образом ограничения, связанные с судоходством, считаются нетарифными барьерами, рассмотрим некоторые из недавних попыток измерения торговых и деловых барьеров в глобальном масштабе. К ним относятся:

- Всемирный банк: Индекс эффективности логистики (LPI);
- Всемирный банк и Международная финансовая корпорация: Глобальный отчет Doing Business;
- Всемирный экономический форум: Отчет Enabling Trade.

Индекс эффективности логистики был разработан примерно в 2005-2006 годах и направлен на измерение эффективности торговой логистики всех стран мира. Он составляется на основе опросов экспедиторов и экспресс-перевозчиков.

LPI состоит из шести компонентов [5]: эффективность таможенного и пограничного оформления; качество торговой и транспортной инфраструктуры; компетентность и качество логистических услуг; простота организации поставок по конкурентоспособным ценам; возможность отслеживать и отслеживать грузы; частота, с которой грузы достигают грузополучателей в течение запланированных или ожидаемых сроков доставки.

В 2014 году LPI был опубликован для 160 стран. Первые три элемента можно рассматривать как входные данные для эффективности логистики (таможня, инфраструктура, компетентность), а последние три (перевозки, отслеживание, своевременность) — как выходные данные, эффективно измеряющие время, стоимость и надежность. Шесть компонентов LPI основаны исключительно на восприятии респондентов. LPI также имеет «национальный» вариант, в котором страны могут оценивать себя, что основано на целевых вопросах для каждого из шести компонентов. Например, качество торговой и транспортной инфраструктуры различается между портами, аэропортами, дорогами, железными дорогами, складской и телекоммуникационной инфраструктурой, а также качеством транспортных услуг для различных видов логистической деятельности.

Хотя анализ LPI в значительной степени ориентирован на страну, подробные данные по каждой стране в принципе позволяют провести двусторонний обобщенный анализ расстояний по пунктам, которые могут дать некоторое дополнительное представление о том, как морской транспорт способствует эффективности логистики, например, качество портовой инфраструктуры, качество морского транспорта, задержка морской перевалки на некоторых основных торговых путях.

Глобальный отчет Doing Business (GDB) [6] фокусируется на сравнительном регулировании, которое влияет на компании частного сектора. Рассматриваются одиннадцать областей регулирования бизнеса для 189 стран. Эти 11 областей: открытие бизнеса; получение разрешений на строительство; получение электроэнергии; регистрация собственности; получение кредита; защита инвесторов; уплата налогов; международная торговля; обеспечение исполнения контрактов; разрешение неплатежеспособности; и наем работников. На основе этих 11 областей также строится общий рейтинг стран. Отчет GDB публиковался 11 раз в период с 2004 по 2014 год.

Основное внимание GDB уделяется регулированию. Поэтому в категории «Трансграничная торговля» индекса большое внимание уделяется влиянию таможни на документы, время и затраты. Временной компонент индекса также содержит обработку в порту и на терминале, а также время на внутреннюю транспортировку и обработку. Компонент затрат содержит издержки, связанные с обработкой в порту и на терминале, а также на внутреннюю транспортировку и обработку. Однако нет способа провести различие между таможенными документами, временем и расходами, и транспортными документами, временем и расходами.

Отчет Enabling Trade (ET) изучает барьеры, связанные с цепочкой поставок для международной торговли [7]. Индекс ET основан на четырех подиндексах и семи столпах. Это: подиндекс А: Доступ к рынку; подиндекс В: пограничное управление; Подиндекс С: Инфраструктура; подиндекс D: Операционная среда. Доступ к рынку в основном измеряет тарифный режим страны. Пограничное управление отражает качество и эффективность таможенных и других процессов надзора в стране. Инфраструктура оценивает наличие и качество транспортной инфраструктуры, услуг и ИТ. Операционная среда измеряет институциональные факторы, которые влияют на импорт и экспорт.

Таким образом, было рассмотрено судоходство и порты, как факторы, облегчающие торговлю. Транспортные или торговые издержки являются важными элементами в объяснении двусторонних торговых моделей и что факторы, которые отрицательно влияют на эти торговые издержки, могут считаться барьером для торговли.

Обзор некоторых операционных узких мест, вызванных или связанных с контейнерными перевозками, а именно: простой и задержание, предотгрузочные декларации для таможни, операции и формальности, связанные с контейнером, структурная задержка контейнерных судов, сложная тарифная структура контейнерных перевозок и низкое качество данных в товаросопроводительных документах, позволил пояснить сущность понятия издержек и потерю времени, которые в последствии, превратились в барьеры торговли. Кроме того, поскольку судоходство соединяет страны, было отмечено, что то, как пара стран

отличается по определенным переменным, может быть определяющим фактором для уровня торговых издержек и уровня торговли между этими странами и являться барьером для торговли.

Глобальные усилия по измерению (LPI, GDB, ET) не отражают барьеры в торговле, связанные с контейнерными перевозками. Все эти индексы сосредоточены на сборе информации на уровне страны, а не на отношениях между странами. Однако есть два положительных момента. Во-первых, при последовательном измерении торговых барьеров и индексации стран можно легче построить показатели разрыва для пар стран. Во-вторых, индекс ET содержит элементы из индекса связности линейного судоходства ЮНКТАД, который представляет собой попытку включить информацию о двусторонних транспортных отношениях между странами. Однако этот индекс по-прежнему сосредоточен на транспортной пропускной способности и связности, а не на выявленных нами эксплуатационных узких местах.

Список литературы

1. Koopmans, T Tanker Freight Rates and Tank ship Building: An analysis of cyclical fluctuations // *Economica*. – 1939. – Т.6. – С. 478. - [электронный ресурс] - Режим доступа: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:153635665>. (дата обращения 11.02.2025)
2. Arvis, JF, Duval, Y, Shepherd, B and Utoktham, C (2015) Trade costs in the developing world: 1995-2010, Policy Research Working Paper 6309, The World Bank
3. Angelopoulos J. Creating and assessing composite indicators: Dynamic applications for the port industry and seaborne trade // *Maritime Economics & Logistics*. – 2017. – volume 19. – p.126-159: [электронный ресурс] - Режим доступа: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:157126121>}. (дата обращения 11.02.2025)
4. David Hummels and Georg Schaur Time as a Trade Barrier. – 2019 [электронный ресурс] - Режим доступа: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:213853090> (дата обращения 11.02.2025)
5. Arvis, Jean-François, Ojala, Lauri Connecting to Compete 2018: Trade Logistics in the Global Economy. – 2018. - [электронный ресурс] - Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/327044979_Connecting_to_Compete_2018_Trade_Logistics_in_the_Global_Economy (дата обращения 11.02.2025)
6. ET (2014) The Global Enabling Trade Report 2014, World Economic Forum, Geneva. - [электронный ресурс] - Режим доступа: https://www.iberglobal.com/Archivos/WEF_GlobalEnablingTrade_Report_2014.pdf (дата обращения 11.02.2025)
7. GDB (2014) Doing Business 2014: Understanding regulations for small and medium-size enterprises (11th edn) The World Bank, Washington, DC. - [электронный ресурс] - Режим доступа: <https://businesslicences.go.ug/uploads/documents/Doing%20Business%202014-Full-Report.pdf> (дата обращения 11.02.2025)

РАЗВИТИЕ ЮГО-ВОСТОЧНОГО НАПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ В СИСТЕМЕ БРИКС КАК ВАЖНЫЙ ФАКТОР ИЗМЕНЕНИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ВНЕШНЕЭКОНОМИЧЕСКОГО ВЕКТОРА

Нагорнов Евгений Александрович,

*доцент кафедры общеобразовательных и профессиональных дисциплин
Приволжского государственного университета путей сообщения (ПривГУПС),
доцент, к.к.н.*

г. Нижний Новгород, Российская Федерация

Аннотация: в статье проанализированы тенденции изменения международных транспортных потоков в отечественной транспортной отрасли. Исследуются новые транспортные направления, формирующиеся на базе международного сотрудничества в системе БРИКС. Современные тенденции развития отечественной транспортной отрасли рассматриваются как важные составляющие нового восточного экономического пространства деколонизованного «многополярного мира».

Ключевые слова: транспортная инфраструктура; территория; национальная безопасность; демодернизация; БРИКС; природные ресурсы.

Вот уже почти три года как российское общество внезапно в очередной раз круто изменило общую историческую парадигму своего культурного развития в рамках европейской цивилизации. На месте европеизации, проектов европейской модернизации, строительства европейских общественных институтов появились совершенно новые неожиданные политические, общественные и экономические идеи: «русского мира», «русской Правды», «русской цивилизации», «деколонизации», «строительства многополярного мира» и т.д. Появились идеи, согласно современному французскому философу Э. Балибару, «восстановления былого величия России». Как заявил начальник Генерального штаба Вооруженных сил РФ В.В. Герасимов западным представителям накануне специальной военной операции: «Россия больше не будет второй армией мира!». Или, как публично заявил председатель Государственной Думы РФ, В. Володин: «Россия или великая, или – никакая!». Выбрав новую милитарную внешнеполитическую повестку, страна резко ушла с прежних либерально-модернизационных путей, наметившихся после 1991 года и, в основном, сохранявшихся в течение нулевых после ухода Б. Ельцина. Российское общество вновь оказалось внутри ситуации «осажденной крепости» с ярко выраженной «силовой» персоналистской формой правления, вроде бы, единственно возможной в условиях «чрезвычайного положения» и угроз национальной безопасности. При этом отечественная политическая элита ожидаемо возложила вину за сложившуюся тяжелую внешнеполитическую ситуацию на коалицию западных стран и НАТО. Именно эти, «развязанные по вине Запада», «Анти-России» нарушения глобального миропорядка и призвана отныне исправить российская цивилизация всеми имеющимися у нее средствами через утверждение новой концепции «русского мира». Все это привело к тому, что коллективный запад наложил на Россию, очередной после присоединения Крыма, пакет тяжелых экономических санкций, отказавшись принимать внешнюю политику России в Восточной Европе в обмен на дешевые энергоносители для своей наукоемкой технологической промышленности. В итоге страна вновь вернулась к «сталинской политике спесивого изоляционизма и подозрительности ко всему чужому» [3, С. 236]. По мнению современного российского социолога А. Левинсона: «Мы наследуем Российской империи и считаем, что у нас есть права на Финляндию, Польшу, Аляску» [3, с. 13], что вполне соответствует российским политическим технологиям, наметившимся после внутривнутриполитических волнений 2012 г. Современный российский культуролог А. Эткинд уже

в 2016 г. указывал, что: «Прежде всего, нынешний способ самолегитимации власти состоит в обвинении врага в попытке уничтожить и власть, и народ – всех вместе» [6].

В результате можно сказать, что по российской государственной экономике, носящей, прежде всего, «ресурсозависимый» характер, был нанесен очень тяжелый удар. Ведь, как отмечает современный политолог И. Будрайтскис, уже в нулевые «были заложены основы парадоксального сочетания неолиберализма и государственного капитализма, характерные для всего путинского проекта: прибыльные компании, связанные с природными ресурсами, постепенно переходили под прямой или косвенный государственный контроль, тогда как публичный сектор (в первую очередь, образование и медицина) были объектом постоянных «оптимизаций» и внедрения принципа «самоокупаемости» [1]. Как отмечает А. Эткинд, для России, прежде всего, характерна ситуация, когда: «Государство черпает, получает свои доходы из недр, которыми оно само непосредственно обладает и которые само непосредственно обрабатывает, возделывает, бурит и т.д. Это все независимая от населения область государственной деятельности» [6]. Именно государственные корпорации, основанные на экспорте природных ресурсов, пострадали более всего. Неслучайно, что до сих пор наше государство, несмотря на растущую эскалацию в отношениях, требует от Запада незамедлительного снятия наложенных экономических санкций, и прежде всего против государственного сектора российской топливной экономики. В крайне затруднительном положении оказались многие сектора отечественной экономики, в том числе и, связанная с прибыльным экспортом энергоносителей для европейского рынка, транспортная отрасль.

Таким образом, резкий отказ российским компаниям от европейского рынка подтвердил гипотезы некоторых современных мыслителей, историков и культурологов, рассуждающих в последние годы в контексте экологической общеевропейской транснациональной парадигмы борьбы с глобальным потеплением. Так, по мнению знаменитого создателя теории АСТ, – французского антрополога Бруно Латура: «российская нефть и газ становятся стратегическим оружием и главной проблемой для экологического перехода» [2]. Когда границы территориального конфликта в Восточной Европе совпадают с границами «климатического кризиса» в странах глобального Юга, связанного с повышением температуры планеты. В этом плане Латур, рассуждая о сегодняшних «мировых изменениях» эпохи «Interregnum», задается проблемой: «как можно быстрее отлучить себя от российского газа и нефти» и «заменить наши углеродные источники энергии» [2]. Основной целью латуровского проекта видится создание «европейской экологической нации» и критика прежнего режима «беспоощадной борьбы экстрактивизма за природные ресурсы», характерного для промышленной революции модерна XIX века. Вину за которую он возлагает на всех европейцев. В этом плане – территории, разрушенные в ходе военных операций в Восточной Европе имеют для Латура тот же статус, что и «земля, опустошенная экологическими изменениями» [2]. И те и другие являются объектами влияния «предыдущих режимов» прошлых витков модернизации, связанных с эксплуатацией природных ресурсов европейскими странами. Например, в странах Ближнего Востока и т.д. То есть с прошлым этапом европейского промышленного развития, за который сейчас расплачиваются страны Азии, где летом температура достигает критических величин, глобально меня сложившуюся веками экологическую ситуацию и угрожая жизни людей.

То есть получается, что современная Европа, приняв антироссийские санкции, отказалась от российских энергоресурсов, от их дальнейшей транспортировки не только по политическим причинам. Дискуссия в интеллектуальной среде велась уже давно. Более того – имелись промышленные наработки перехода на альтернативные виды энергии. Например, в автомобильной промышленности и т.д. Сигналы, достаточно тревожные для российской экономики, ее статуса, ее будущего были уже давно. Уже давно формировались технологии, которые грозили вывести «симбиотическую» ресурсную сырьевую Россию из положения глобального экономического игрока. Что в принципе могло грозить нашему отечеству достаточно большим социально-экономическим и промышленным кризисом. А, возможно, и

политическим кризисом. Согласно А. Эткинду, мы можем наблюдать в историческом прошлом эпизоды нарушения «симбиотического» равновесия в существовании различных ресурсозависимых государств: «внутренний механизм, который делает этот сбалансированный симбиоз не вечным. Исторически крушения ресурсозависимых государств происходили в результате истощения природного ресурса. Например, в какой-то момент кончилось серебро в мексиканских шахтах. И Испанская империя потерпела крах. Или кончились соболя, и Московское царство тоже пережило Смутное время. Слоновая кость в бельгийской Африке. Икра на Каспии. Есть такие ресурсы, которые действительно заканчиваются. Но это точно не произошло с нефтью и газом. И, скорее всего, никогда не произойдет... Что-то необыкновенное произошло с ценами на этот ресурс. Но мы также знаем, что политические проблемы внутри этого симбиотического механизма начались существенно раньше, чем стали падать цены... что в элите паразитического государства непременно возникают такие внутренние напряжения, неудовлетворенности, тяготы, которые ведут эту элиту к чему-то вроде саморазрушения» [6].

Проблема в том, что сама политическая элита ресурсозависимого / паразитического государства, основанного на эксплуатации земных недр и их последующей транспортировке, не всегда видит эти глобальные для себя угрозы, идущие со стороны высокотехнологичных экологически ориентированных европейских обществ. Так, например, советник президента А.Н. Илларионов никогда не верил в глобальное потепление, и связанные с ним риски. Что, конечно же, не могло не сказаться на экономической политике российского государства и на его отношении к дальнейшей модернизации общества и страны.

А. Эткинд отмечает: «У человечества есть очень насущные проблемы, которые мы все знаем наизусть, – это глобальное потепление, пандемии, декарбонизация, вообще переход цивилизации на совершенно другие основания. Для России, как она сложилась за последние тридцать лет постсоветского правления, эта глобальная современность представляет собой угрозу. Она, конечно, говорила правильные слова про климат, про экологию, про устойчивое развитие, но все это оставалось словами» [7]. Культуролог считает: «Я полагаю, люди, которые определяют эту политику, думали, что весь мир играет в слова, что это все ля-ля, а на самом деле мы будем продолжать экспортировать всю эту жижу и по-прежнему получать все эти миллиарды. Но в какой-то момент оказалось, что нет, это не слова – это серьезно. Для них это было шоком» [7]. То есть, в какой-то момент современность (modernity) оказалась очень серьезной проверкой на прочность существующей данной сырьевой экономической модели российского государства, как она сложилась за последние 30 лет. Возникли серьезные вопросы, на которые необходимо сейчас отвечать. И на которые «русская цивилизация», вооруженная идеей «русского мира», сейчас и отвечает, по мере возможности предпринимая определенные, в том числе и милитарные действия, которые Западная цивилизация отказывается сейчас принимать и понимать. И это затрагивает все отрасли отечественной экономики – в том числе и, как мы покажем далее, транспортную отрасль.

В результате, как мы видим, сложилась определенная форма отечественной государственности и государственной монополистической экономики. А. Эткинд определяет ее как – «стоп-модернизм» или «палеомодерность». Которая сейчас, на наш взгляд, вполне работает и определяет мировую политическую повестку, сопротивляясь Западному модернистскому влиянию, западным ценностям и «расширению НАТО на Восток»: о России снова заговорили во всем мире, не только, как о крупнейшем экспортере нефти и газа, но и как о грозной стране, с которой приходится считаться и уважать. И эта страна, как сложившееся «воображаемое сообщество», вполне может постоять всеми доступными средствами за интересы своей национальной безопасности и за интересы своей политической элиты. Потому что, как оказалось, она, по-прежнему, выражает интересы миллионов, предоставляя им удобную форму идентичности и выражая их мифологические ожидания.

А. Эткинд отмечает: «Тогда это и произошло. Я называю это «палеомодерность» - вот все эти горы бетона, моря нефти, танки, кучи мусора. Нынешняя современность совсем другая,

во многих отношениях она противоположна. И вот этот переход был болезненен для всех, он сам по себе занял десятилетия... Но в конце концов это вышло действительно в то, что Россия прямо теряет основной источник своего существования – экспорт нефти и газа. Когда пришло это понимание, оно тоже встречало отрицание: да нет, это все слова, ничего этого не будет, они там за дровами будут бегать в Сибирь, как в какой-то момент сказал Путин, у них там даже атомных электростанций больше нет» [7]. В итоге А. Эткинд выделяет три актуальных стадии в существовании сегодняшней отечественной политической элиты: «... Стадия отрицания, стадия обмана и стадия силового навязывания прежнего энергетического и финансового порядка, потому что энергия и финансы в современном мире, - к сожалению, одно и то же» [7].

В плане развития экономики транспортной отрасли интересны также следующие рассуждения отечественного исследователя: «Как работает современная Россия? Все эти богатства поступают из Западной Сибири; два округа – Ямало-Ненецкий и Ханты-Мансийский – производят все это национальное богатство. Это идет по трубам и покупается странами Западной Европы. Обратно идут очень большие деньги. Они идут в Москву. Потом Москва перераспределяет: столько пойдет в Чечню, столько пойдет в Тыву, столько останется в Москве. Есть неформальный остаток, который так называемая элита будет использовать сама для себя» [7]. Далее А. Эткинд задается символическим вопросом: «Но теперь представим себе, что случится со всем этим пространством, если в Западной Сибири по-прежнему будут моря нефти и облака газа, но покупать их перестанут. Москва не сможет давать Чечне, Тыве, Коми, Воронежу все, что те привыкли получать» [7]. То есть сценарий для отечественных «естественных монополий», которые «как бы принадлежат природе, потому что они ее возделывают», складывается достаточно печальный. И требует безотлагательного государственного решения для существующего типа сырьевой экономики. Согласно А. Эткинду, «На счету государства в такой ситуации есть две ключевые функции. Во-первых, это сам по себе сырьевой промысел, то есть добыча, транспортировка, продажа и т.д. ресурса. И, во-вторых, защита, оборона и безопасность. В нашем конкретном случае это гигантские газопроводы, которые идут через всю Евразию» [6]. То есть транспортная функция также является приоритетной в данных тяжелых условиях экономического и внешнеполитического вызова, поскольку затрагивает жизненно важные экспортные интересы российской элиты.

Таким образом, мы обозначали основные вызовы, стоящие перед современным российским обществом, связанные с постепенным ограничением торговых путей с Западом. Теперь наметим пути выхода из сложившейся непростой экономической ситуации, которые наша страна продвигает в рамках своей сложившейся исторически государственности и типа сырьевой экономики. Несмотря на тяжелые прогнозы западных аналитиков и экономистов можно сказать, что Россия нашла дальнейшие перспективы для своего государственного развития. Россия ушла в Азию. О чем и говорят ее новые сформированные совсем недавно «Стратегии пространственного развития». Таким выходом для нас представляется – развитие юго-восточного направления транспортных потоков в системе БРИКС. Этот, союз, наметившийся еще в 2006 г., должен, согласно новой транспортно-логистической стратегии со временем полностью заменить страны Большой Семерки и ЕЭС. Можно сказать, что огромная «великая держава», стоящая по воле судьбы в центре Евразии, вполне находит столь необходимый ей геополитический выход для дальнейших экономических связей и «обеспечения устойчивого и сбалансированного пространственного развития РФ». Более того, БРИКС, с подачи, находящейся под санкциями России, рассматривается как переход к новой «справедливой мировой экономической системе». Как заявил президент России, выступающий на недавнем саммите БРИКС в Казани: «доля стран БРИКС по паритету покупательной способности по итогам 2024 г. составит 36,7 %, что уверенно превышает долю стран «Группы семи», и тенденция к сохранению лидирующих позиций БРИКС в мировой экономике будет только укрепляться. Немаловажная роль в этом вопросе отводится транспортной взаимосвязанности между странами, которая обеспечивает возможности для

роста и диверсификации торговли» [4]. Особое место на последнем казанском саммите отводилось «формированию постоянной логистической платформы БРИКС, обеспечению мультимодальной логистики между странами объединения, развитию иранской железнодорожной инфраструктуры в рамках транспортного коридора «Север-Юг» и возведению двух энергоблоков АЭС «Бушер» [4]. Кроме того президент России инициировал «создание инвестиционной платформы БРИКС для поддержки национальных экономик и стран глобального Юга и Востока» [4]. Согласно газете «Гудок» так уже в январе 2025 г. ОАО «РЖД» увеличила экспортные отправки угля на 6,5 % (16,2 миллиона тонн) в восточном направлении.

Еще в 2016 г., после присоединения Крыма и первого пакета антироссийских санкций, президент ОАО «РЖД» О. Белозеров, принявший участие в работе Делового Совета стран БРИКС отмечал: «ОАО «РЖД» обладает полным набором компетенций, технологий и ресурсов, необходимых для реализации проектов строительства и реконструкции железных дорог за рубежом. Сотрудничество в рамках БРИКС открывает для компании новые возможности. С Китаем ведется работа по развитию существующих и формированию новых маршрутов доставки контейнерных грузов между странами АТР и Европой. Важное интеграционное значение могут иметь проекты по созданию сети высокоскоростного железнодорожного сообщения» [4]. По мнению руководителя «РЖД», «огромным потенциалом обладают совместные проекты в Индии, в том числе в сфере развития грузовых коридоров, вокзальных комплексов, а также повышения скоростей пассажирских перевозок... Перспективными направлениями сотрудничества в области железнодорожного транспорта является проектирование и строительство высокоскоростных магистралей, модернизация действующих участков индийских железных дорог для повышения скорости движения поездов... Кроме того для российской железнодорожной компании интересны проекты в ЮАР и Бразилии, включая совместную работу на инфраструктурном рынке африканского и южно-американского континентов» [4].

В 2015 г. также «состоялось подписание меморандума о сотрудничестве в области высокоскоростного железнодорожного сообщения... Цель – развитие сотрудничества между предприятиями России и Китая в сфере строительства инфраструктуры высокоскоростной железнодорожной магистрали Москва – Казань, приоритетного проекта Евразийского высокоскоростного транспортного коридора Москва – Пекин» [4]. Согласно официальным источникам «РЖД» меморандум предполагал «сотрудничество в сфере разработки и производства высокоскоростного подвижного состава, проектирования, производства и поставки оборудования, строительных работ, инвестирования и финансирования реализации проектов ВСМ в России. Также документ предусматривает возможность использования китайских технологий и оборудования в области высокоскоростного подвижного состава, а также опыт строительства и эксплуатации высокоскоростных магистралей в Китае» [4]. Особое значение в это же время, как мы уже указывали, приобретает и российско-индийское сотрудничество «в рамках реализации транспортного коридора «Север-Юг». Как сообщали источники «РЖД»: «В настоящее время наблюдается повышенный интерес российских и международных компаний к организации транспортировки грузов по данному коридору... Международный транспортный коридор «Север-Юг» - мультимодальный маршрут транспортировки пассажиров и грузов общей протяженностью 7200 км от Санкт-Петербурга до порта Мумбаи (Индия) – перспективен для привлечения транзитных грузопотоков из Индии, Ирана и других стран Персидского Залива на российскую территорию (через Каспийское море) и далее в Северную и Западную Европу» [4]. По сообщениям «РЖД»: «На октябрь 2016 г. объем накопленных взаимных капиталовложений между Россией и Индией достиг 12 миллиардов долларов, согласовано 20 крупных инвестиционных проектов в инфраструктуре страны» [4]. На 2018 г. по сообщениям ИА «ТАСС» мы также видим, что «Страны БРИКС поддержали предложенные «РЖД» проекты «по созданию грузопассажирского высокоскоростного железнодорожного коридора «Евразия» [5].

Ясно, что эти транспортные соглашения и логистические планы претерпели изменения после начала российской крупномасштабной специальной военной операции на востоке Украины, в связи с ограничением европейского направления. Но именно эти наработки в рамках БРИКС помогают сейчас российскому государству преодолеть возможный экспортный кризис отечественных энергоресурсов. Так по ситуации на сентябрь 2024 г., согласно РЖД ТВ: «РЖД наращивает грузоперевозки со странами БРИКС, ШОС и ЕАЭС. В прошлом году только в направлении Китая, Арабских Эмиратов и Индии отправлено 195 миллионов тонн» [5]. В принципе, весь газ и нефть, согласно российским экономическим прогнозам, не ушедшие в Европу легко могут быть полностью востребованы на внутреннем азиатском рынке Китая и Индии. В обмен же Россия может получить столь необходимые ей сейчас, в условиях геополитического противостояния, технологии, в которых ей отказали западные страны. Если вспомнить известную формулу основателя медиалогии – Режи Дебрэ: «Рим – это, прежде всего, дороги...», то можно сказать, что Россия, несмотря на мрачные прогнозы западных аналитиков, по-прежнему остается колоссальной транспортной торговой ресурсной империей. Получается, что «великая держава», отринутая коллективным Западом, но по воле судеб стоящая между Европой и Азией нашла вполне предсказуемый выход из сложнейшей геополитической ситуации, а заодно и стала лидером стран Третьего мира, недовольных европейской экономической политикой и культурой («лидером рессентимента»). В то время как у Запада, несмотря на его жесткую позицию в русском вопросе, не получается пока так легко отказаться от дешевых российских энергоносителей: строгая экономия ресурсов, кризисы в автомобильной промышленности, рост жилищных тарифов и т.д. Так что «экологические» и демократические программы обходятся достаточно дорого простому европейскому обывателю. В то время как самой России не нужно было что-то долго и мучительно изобретать. Сама пространственная обращенность подсказала естественный выход, уже сформировавшийся в прежние исторические эпохи: ведь еще с Московской Руси и Золотой Орды – Русское государство было обращено в Азию, было с ней культурно связано, впитывая в себя ее отличительные черты. Современная российская политическая элита просто совершила историческую инверсию, вдохнув жизнь в прежнюю культурную позабытую матрицу. Российское же общество, «заданное внешней оболочкой государства» (А. Левинсон), легко подстроилось под эти новые / «старые» правила игры.

Список литературы

1. Будрайтскис И. Об истоках и сущности путинизма // Сигма. – 2022. 4.10.22 – URL: <https://syg.ma/antiwar> (дата обращения: 28.01.24).
2. Латур Б. Меняется ли европейская земля под нашими ногами? // Сигма. – 2022. 16.10.22 – URL: <https://syg.ma/antiwar> (дата обращения: 28.01.24).
3. Левинсон А. Руина-22 // Неприкосновенный запас. – 2023. - № 1.
4. ОАО «РЖД» использует все возможности для реализации транспортных проектов в странах БРИКС // Гудок. – 2025. 4.01.25 – URL: <https://gudok.ru/content/infrastructure/1353303> (дата обращения: 28.01.25).
5. РЖД наращивает грузоперевозки со странами БРИКС, ШОС и ЕАЭС // РЖД ТВ. – URL: <https://rzdrtv.ru/2024/09/04...> (дата обращения: 28.01.25).
6. Эткинд А. Власть чужда всем // Forbes.ru 29.03.2016 [электронный ресурс]. URL: <https://forbes.ru> (дата обращения: 28.01.24).
7. Эткинд А. Ему стало скучно... // Forbes.ru 24.09.2022 [электронный ресурс]. URL: <https://forbes.ru> (дата обращения: 28.01.24).

СВЯЗЬ МЕЖДУ ВВП РФ И ДЛИНОЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Никоноров В.М., к.э.н., доцент

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (СПбПУ),
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Савкин Д.В., инженер-программист

ООО «Корус», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Аннотация: ключевой макроэкономический показатель – валовой внутренний продукт (далее – ВВП). Знание факторов, влияющих на ВВП РФ позволит оптимизировать ВВП страны. Рассмотрена зависимость ВВП РФ от длины автомобильных дорог. Задачи: собрать достоверную статистику по ВВП РФ и длине автомобильных дорог РФ за 2000-2023г.г.; очистить от инфляции значения ВВП РФ; построить математическую модель зависимости ВВП РФ от длины автомобильных дорог. Методы: анализ, приведение номинальных значений ВВП РФ к реальным значениям, метод наименьших квадратов. Результаты: разработана математическая модель зависимости ВВП РФ от длины автомобильных дорог.

Ключевые слова: валовой внутренний продукт, длина автомобильных дорог, метод наименьших квадратов, t-статистика, математическая модель.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования. ВВП – это общественный продукт, который расходуется на нужды общества в соответствии с господствующей экономической теорией распределения общественного богатства. Чем больше ВВП страны, тем больше благ будет приходиться на душу населения. Соответственно, важно знать факторы, влияющие на ВВП страны. Воздействуя на эти факторы, обеспечим управление показателем «ВВП РФ».

Объект исследования – ВВП РФ.

Предмет исследования – зависимость ВВП РФ от длины автомобильных дорог.

Цель исследования – построить математическую модель связи между ВВП РФ и длиной автомобильных дорог.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Методы исследования: анализ, дефлирование, МНК.

Материал исследования. В табл.1 приведены данные по ВВП РФ за 2000-2023г.г. [1-9]

Таблица 1 - Номинальный ВВП РФ в 2000-2023г.г.*

№	Год	ВВП РФ, млрд. руб.
1	2000	7 306,0
2	2001	8 944,0
3	2002	10 831,0
4	2003	13 243,0
5	2004	17 048,0
6	2005	21 625,0
7	2006	26 880,0
8	2007	32 987,0
9	2008	41 277,0
10	2009	38 807,0
11	2010	46 309,0
12	2011	55 967,0
13	2012	62 218,0
14	2013	66 755,0
15	2014	71 406,0
16	2015	83 387,0
17	2016	86 149,0
18	2017	92 037,0
19	2018	103 862,0
20	2019	109 242,0
21	2020	106 968,0
22	2021	135 774,0
23	2022	155 189,0
24	2023	172 148,0
		14,73%

*-составлено авторами по данным Госкомстата

ВВП РФ – российский статистический ежегодник, раздел 1 «Основные социально-экономические характеристики РФ», таблица 1.1 «Основные социально-экономические показатели».

Среднегодовой темп прироста ВВП РФ составляет 14,73%.

Учтем инфляцию, для этого номинальные значения ВВП РФ пересчитаем в реальные, для дефлирования применим ИПЦ (табл. 2).

Таблица 2 - Реальный ВВП РФ в 2000-2023г.г.*

№	Год	ВВП РФ, млрд. руб.	ИПЦ, i	1+i	К дефлиров ания	ВВП РФ с учетом инфляции, млрд. руб.
1	2000	7 306,0	0,202	1,202	1,202	6 078,2
2	2001	8 944,0	0,186	1,186	1,426	6 274,0
3	2002	10 831,0	0,151	1,151	1,641	6 600,9
4	2003	13 243,0	0,120	1,120	1,838	7 206,2
5	2004	17 048,0	0,117	1,117	2,053	8 305,0
6	2005	21 625,0	0,109	1,109	2,276	9 499,2
7	2006	26 880,0	0,090	1,090	2,481	10 832,7
8	2007	32 987,0	0,119	1,119	2,777	11 880,1
9	2008	41 277,0	0,133	1,133	3,146	13 120,6
10	2009	38 807,0	0,088	1,088	3,423	11 337,8
11	2010	46 309,0	0,088	1,088	3,724	12 435,2
12	2011	55 967,0	0,061	1,061	3,951	14 164,6
13	2012	62 218,0	0,066	1,066	4,212	14 771,8
14	2013	66 755,0	0,065	1,065	4,486	14 881,6
15	2014	71 406,0	0,114	1,114	4,997	14 289,5
16	2015	83 387,0	0,129	1,129	5,642	14 780,4
17	2016	86 149,0	0,054	1,054	5,946	14 487,6
18	2017	92 037,0	0,025	1,025	6,095	15 100,3
19	2018	103 862,0	0,043	1,043	6,357	16 337,9
20	2019	109 242,0	0,030	1,030	6,548	16 683,6
21	2020	106 968,0	0,049	1,049	6,869	15 573,3
22	2021	135 774,0	0,084	1,084	7,446	18 235,3
23	2022	155 189,0	0,119	1,119	8,332	18 626,3
24	2023	172 148,0	0,074	1,074	8,948	19 238,2
		14,73%				5,14%

Также представим статистику по длине автомобильных дорог РФ за 2000-2023г.г. (табл.3).

Таблица 3 - Длина автомобильных дорог РФ в 2000-2023г.г.*

№	Длина автомобильных дорог, тыс. км.	№	Длина автомобильных дорог, тыс. км.	№	Длина автомобильных дорог, тыс. км.
1	900,0	9	939,0	17	1 658,0
2	898,0	10	983,0	18	1 666,0
3	898,0	11	1 004,0	19	1 696,0
4	897,0	12	1 094,0	20	1 706,0
5	871,0	13	1 439,0	21	1 717,0
6	859,0	14	1 557,0	22	1 733,0
7	933,0	15	1 611,0	23	1 742,0
8	963,0	16	1 642,0	24	1 750,0

*-составлено авторами по данным Госкомстата

Длина автомобильных дорог – российский статистический ежегодник, раздел 18 «Транспорт», таблица 18.24 «Протяженность путей сообщения».

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ.

Построим в GRETL модель зависимости ВВП РФ от длины автомобильных дорог методом МНК (табл.4).

Таблица 4 - Оценки модели

Регрессор	Коэффициент t	Ст. ошибка	t-статистика	p-значение	
L (длина дорог)	9,91296	0,293706	33,75	<0,0001	***

Также приведем основные характеристики полученной математической модели.

Среднее завис. перемен	12947,50
Ст. откл. завис. перемен	3954,919
Сумма кв. остатков	86744801
Ст. ошибка модели	1942,038
Нецентрированный R-квадрат	0,980209
Центрированный R-квадрат	0,758876
F(1, 23)	1139,149
P-значение (F)	4,26e-21
Лог. правдоподобие	-215,2597
Крит. Акаике	432,5193
Крит. Шварца	433,6974
Крит. Хеннана-Куинна	432,8318
параметр rho	0,771349
Стат. Дарбина-Уотсона	0,386454

Так как P-значение (t) <0,01, то коэффициент при L значим с надежностью 99%.

Модель на 76% объясняет дисперсию признака.

Получили математическую модель зависимости ВВП РФ от длины автомобильных дорог (1)

$$G=9,913L \quad (1)$$

G – ВВП РФ, млрд. руб.

L – длина автомобильных дорог РФ, тыс. км.

Модель (1) однозначно показывает, что для роста ВВП РФ требуется увеличивать протяженность автомобильных дорог.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

- 1) Собрана достоверная статистика по ВВП РФ за 2000-2023г.г.
- 2) Собрана достоверная статистика по длине автомобильных дорог за 2000-2023г.г.
- 3) Построена математическая модель зависимости ВВП РФ от длины автомобильных дорог (1).

ДАЛЬНЕЙШИЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

1) Следует рассмотреть зависимость ВВП РФ от протяженности железных дорог и от протяженности автомобильных дорог. В имеющейся статистике РФ за некоторые годы рассматриваемого периода отсутствуют данные по длине железных дорог.

2) Следует после дефлирования экономических показателей нормализовать полученные данные для большей точности расчетов.

Список литературы

1. Соколин В.Л. Российский статистический ежегодник. 2005: Стат.сб./Росстат. – Р76 М., 2005. – 819 с.
2. Соколин В.Л. Российский статистический ежегодник. 2007: Стат.сб./Росстат. – Р76 М., 2007. – 825 с.
3. Соколин В.Л. Российский статистический ежегодник. 2009: Стат.сб./Росстат. – Р76 М., 2009. – 795 с.
4. Суринов А.Е. Российский статистический ежегодник. 2012: Стат.сб./Росстат. – Р76 М., 2012. – 786 с.
5. Суринов А.Е. Российский статистический ежегодник. 2014: Стат.сб./Росстат. – Р76 М., 2014. – 693 с.
6. Суринов А.Е. Российский статистический ежегодник. 2016: Стат.сб./Росстат. – Р76 М., 2016. – 725 с.
7. Суринов А.Е. Российский статистический ежегодник. 2018: Стат.сб./Росстат. – Р76 М., 2018. – 694 с.
8. Малков П.В. Российский статистический ежегодник. 2020: Стат.сб./Росстат. – Р76 М., 2020. – 700 с.
9. Горобцов А.В. Российский статистический ежегодник. 2020: Стат.сб./Росстат. – Р76 М., 2024. – 630 с.

ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ ТРАНСПОРТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Пичулёва Екатерина Николаевна,

студентка 3 курса

*Уральского государственного университета путей сообщения,
г. Екатеринбург, Российская Федерация*

Аннотация: в условиях изменяющегося рынка перед транспортными предприятиями стоит задача повышения их конкурентоспособности среди аналогичных предприятий. Поэтому важно анализировать как внешние, так и внутренние факторы, оказывающие влияние на деятельность и конкурентоспособность этих предприятий.

Ключевые слова: конкурентоспособность, транспортное предприятие, оценка конкурентоспособности, методы оценки конкурентоспособности транспортного предприятия.

Для предприятий, осуществляющих свою деятельность в условиях рынка актуальным вопросом является конкурентоспособность, т.е. умение предприятия соперничать с аналогичными предприятиями за экономические выгоды. В сфере транспортных услуг конкуренция усиливается и предприятия вынуждены осуществлять поиск источников для развития своих преимуществ. Транспортные предприятия как самостоятельный субъект рынка специализируются на выполнении таких функций как: транспортировка грузов, оформление перевозочных документов, сопровождение грузов во время перевозки, оптимизация процесса перевозки, подбор транспортного средства для перевозки, построение маршрутов перевозки, расчет стоимости и сроков перевозки, отслеживание груза в процессе перевозки, информирование грузоотправителя и грузополучателя о состоянии груза в процессе перевозки и т.д.

Процесс управления конкурентоспособностью связан с организационными, техническими и управленческими видами показателей, оценкой возможностей ведения инновационной деятельности и гармоничностью развития внутреннего климата предприятия, а также необходимостью анализировать совокупные требования рынка к выпускаемой продукции, прогнозировать и оптимизировать прибыль и затраты своей деятельности [1].

Если предприятие качественно выполняет свои функции, то такое предприятие имеет перспективы роста на рынке за счет увеличения количества существующих и потенциальных потребителей, увеличение доли предприятия на рынке, что влияет на повышение прибыли и рентабельности.

В ряде источников литературы термин «конкурентоспособность предприятия» формулируется как способность предприятия использовать свои преимущества и сильные стороны и концентрировать усилия в той сфере, где предприятие может занять лидирующие позиции на рынке. Также конкурентоспособность предприятия можно охарактеризовать как степень реального или потенциального удовлетворения им конкретных потребностей по сравнению с другими аналогичными предприятиями.

Конкурентоспособность предприятия может рассматриваться с разных позиций можно анализировать ценовую конкурентоспособность, или технологическую конкурентоспособность предприятия. В каждом конкретном случае набор используется показателей, позволяющий всесторонне оценить положение предприятия на рынке.

Конкурентоспособность транспортного предприятия определяется как его способность оказывать транспортные услуги по перевозке грузов и пассажиров, которые будут превосходить перевозки других компаний по своему качеству, срокам доставки и стоимости.

Чтобы сохранить достигнутый уровень конкурентоспособности и его повышать, транспортному предприятию необходимо учитывать влияние различных факторов (рис.1).



Рисунок 1 – Факторы конкурентоспособности транспортного предприятия (составлено автором)

На любое предприятие, осуществляющему деятельность в условиях рынка, оказывают влияние множество различных факторов, которые в свою очередь напрямую влияют на его конкурентоспособность.

Транспортные предприятия так же подвержены влиянию целого ряда факторов, положительно или отрицательно влияющие на конкурентоспособность данного предприятия.

Все многообразие факторов можно разделить на две группы: внешние и внутренние.

Внешние факторы конкурентоспособности транспортного предприятия находятся вне контроля предприятия и связанные с внешней средой, в которой оно функционирует. Эти факторы могут включать такие аспекты как экономические, политические, правовые и технологические. Важно отметить, что внешние факторы конкурентоспособности не могут быть прямо контролируемы или изменяемы предприятием.

К внешним факторам следует отнести влияние внешней и внутренней политики государства, которая определяет структуру и объемы импорта и экспорта; количество и разветвленность международных связей с другими государствами; стимулирует развитие внутреннего рынка перевозок, их направления и интенсивность. Экономические факторы в целом оказывают влияние на уровень экономического развития страны; степень конкуренции на данном рынке; реализацию цифровых технологий в различных отраслях экономики; наличие соответствующей транспортной инфраструктуры, обеспечивающей эффективность процесса перевозки; уровень развития транспортно-логистических услуг в регионах и стране в целом. Еще одним фактором является правовой, определяющий требования к процессу перевозки различных грузов, а также стандарты к уровню оказываемых услуг, которые определяющим образом влияют на степень удовлетворенность клиентов данных услуг.

Внутренние факторы конкурентоспособности транспортного предприятия включают характеристики и ресурсы, которыми предприятие обладает и которые оно может использовать для повышения своей конкурентоспособности на рынке. Эти факторы контролируются предприятием и могут включать его стратегию, ресурсы, потенциал, кадры и бизнес-процессы и т.д.

Ключевым фактором конкурентоспособности является масштаб транспортного предприятия, который определяет структуру и количество подвижного состава предприятия, виды осуществляемых перевозок и широту оказываемых услуг. Чем больше предприятие, тем большее количество видов деятельности оно может осуществлять, что напрямую влияет на эффективность предприятия в целом и его экономические выгоды.

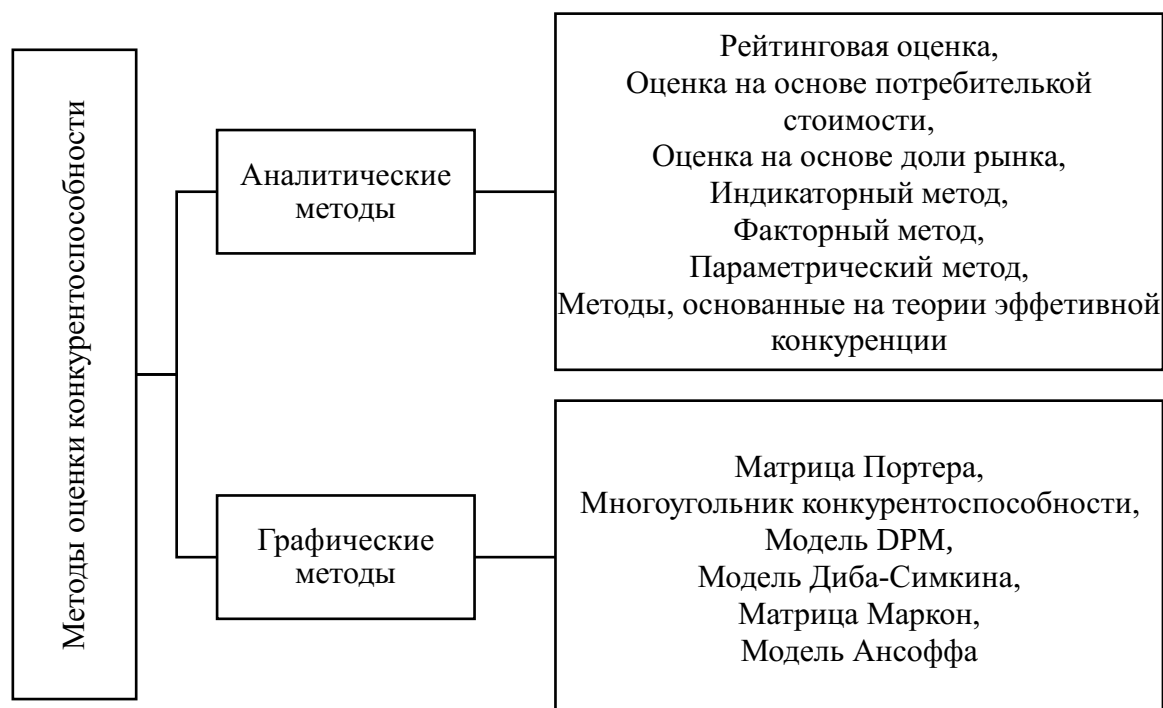
Также важным в настоящее время является использование транспортным предприятием информационных технологий, обеспечивающих сокращение времени выполнения заказа, повышение скорости принятия решений, отслеживания груза в процессе перевозки, оперативной коммуникации с клиентами за счет электронного документа оборота и соответствующего программного обеспечения [7]. При работе с клиентами ключевое значение имеют компетенции персонала, связанные с умение грамотно взаимодействовать и вести переговоры по возникающим вопросам у потребителей.

Оценка конкурентоспособности транспортного предприятия может быть произведена с помощью различных показателей и методик. В целом анализ деятельности предприятия сферы транспорта может быть произведен с помощью таких показателей как: объем отправок, грузооборот, пассажирооборот, провозная способность, количество единиц парка транспортных средств, техническое состояние подвижного состава, производительность транспортных средств, скорость движения транспортных средств, средняя дальность перевозок, доход от перевозочной деятельности, себестоимость перевозки, скорость доставки и т.д. Несмотря на то, что данный перечень показателей позволяет в большей степени оценить внутреннее состояние предприятия, эти же показатели могут быть использованы и для оценки положения предприятия на рынке среди конкурентов.

Для оценки конкурентоспособности транспортного предприятия так же могут быть использованы следующие показатели в сравнении с аналогичным предприятием, функционирующим на рынке: стоимость перевозки, надежность транспортной компании с точки зрения потребителей транспортных услуг, своевременность поставок, безопасность, инновационность, комплексность оказываемых услуг, гибкость компании при реакции на внешние и внутренние изменения и т.д. [3].

Для оценки конкурентоспособности транспортного предприятия используются различные методы. Методов существует достаточно большое количество, каждый из которых имеет свои особенности применения и последовательности расчетов. (рис.2).

Представленные методы разделены на две большие группы: аналитические и графические методы. Методы аналитические направлены на разбор сложных явлений, процессов или проблем посредством расчета показателей их деятельности. Это позволяет выявить взаимосвязи и причинно-следственную связь между исследуемыми объектами. Графические методы представляют собой совокупность способов условного или схематического изображения анализируемых объектов и процессов и их взаимосвязи, причем графические методы так же базируются на расчетных показателях.



Так же существуют и другие методики оценки конкурентоспособности транспортного предприятия:

- Маркетинговые и квалиметрические методы. Они базируются на оценке конкурентоспособности транспортной услуги, а не самого предприятия в целом. Основным смысл методов в прямой зависимости: если возрастает конкурентоспособность услуги, возрастает и конкурентоспособность самой компании, и наоборот;
- Матричные методы (SWOT-анализ, модель Хофера и Шенделя, 4P и пр.). Они предполагают построение матрицы, определение позиции предприятия на рынке транспортных услуг, а также выбор наиболее подходящей маркетинговой стратегии;
- Методы, основанные на комплексном подходе к оценке. Они включают в себя оценку критериев потребительских предпочтений, комплексности логистических услуг, позиции компании на рынке и удовлетворённости клиентов;
- Параметрические методы. Они основаны на расчёте интегрального коэффициента конкурентоспособности. Они могут характеризовать либо товар, производимый организацией, и распространять полученный результат на неё саму, либо деятельность предприятия комплексно с помощью ряда характеристик.

Выбор методики зависит от конкретных условий и целей транспортного предприятия [4]. Транспортное предприятие должно учитывать и адаптироваться к внешним факторам, одновременно эффективно управляя своими внутренними ресурсами и процессами, чтобы обеспечить свою конкурентоспособность на рынке.

Конкурентоспособность транспортного предприятия зависит от способности учитывать и управлять всеми этими факторами одновременно. Компании должны постоянно анализировать рынок и конкурентов, внедрять инновации и улучшать свою работу, чтобы оставаться конкурентоспособными и успешными на рынке транспортных услуг.

Список литературы

1. Береговая, И. Б. Концептуальная модель системы управления конкурентоспособностью предприятия / И. Б. Береговая, О. М. Калиева, Н. В. Лужнова // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2017. – № 10. – С. 10-14.
2. Ильин, К. А. Методы повышения конкурентоспособности предприятий сферы транспортных услуг с использованием информационных технологий / К. А. Ильин // Региональная и отраслевая экономика. – 2024. – № 4. – С. 178-182. – DOI 10.47576/2949-1916.2024.4.4.021. – EDN MQNPRO.
3. Карпенко, О. Н. Проблемы повышения конкурентоспособности транспортных предприятий / О. Н. Карпенко // Форум молодых ученых. – 2021. – № 5(57). – С. 204-208. – EDN FKSB0U.
4. Лайчук, О. В. алгоритм оценки конкурентоспособности транспортного предприятия / О. В. Лайчук, К. А. Болдырева // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2022. – Т. 1, № 8(128). – С. 11-19. – DOI 10.36871/ek.ur.p.r.2022.08.01.002. – EDN FAGVYW.
5. Павлова, А. В. Актуальные аспекты применения системного подхода в управлении конкурентоспособностью предприятия / А. В. Павлова // Вестник Московского гуманитарно-экономического института. – 2019. – № 4. – С. 118-125.
6. Петрова, А. В. Матричные методы анализа товарного ассортимента и их сравнительная характеристика / А. В. Петрова // Kant. – 2021. – № 3(40). – С. 62-67. – DOI 10.24923/2222-243X.2021-40.12. – EDN HNEERV.
7. Петрова, А. В. Цифровые двойники и цифровые тени в транспортно-логистической сфере / А. В. Петрова // Железнодорожный транспорт и технологии : сборник трудов международной научно-практической конференции, Екатеринбург, 29–30 ноября 2022 года / Уральский государственный университет путей сообщения (УрГУПС). Том Выпуск 1(249). – Екатеринбург: Уральский государственный университет путей сообщения, 2023. – С. 206-208.
8. Федорова, Л. П. Управление конкурентоспособностью предприятия / Л. П. Федорова, Н. Н. Муравьева // Экономика и социум. – 2015. – № 6-3(19). – С. 1176-1180.

МЕЖДУНАРОДНАЯ МОРСКАЯ ТОРГОВЛЯ И ЛОГИСТИКА

Рыжков Сергей Георгиевич,
магистрант факультета транспорта и логистики
Приазовского государственного технического университета
г. Мариуполь, ДНР, Российская Федерация

Ткаченко Александр Юрьевич,
магистрант факультета транспорта и логистики
Приазовского государственного технического университета
г. Мариуполь, ДНР, Российская Федерация

Дергаусов Михаил Михайлович,
доцент кафедры управления водным транспортом, порты и транспортные терминалы Приазовского государственного технического университета, доцент, к.э.н.,
г. Мариуполь, ДНР, Российская Федерация

Аннотация: в статье основное внимание уделяется развитию международного морского транспорта, подчеркивая развитие мировой торговли. Рассмотрена логистика и ее взаимодействие с международной торговлей. Представлены общие характеристики логистики и ее взаимосвязи с различными сферами бизнеса. Определен фон взаимодействия логистики и транспортной отрасли в мировой экономике. Проанализирован глобальный экономический рост и его интеграция с морской торговлей, позиционирована международная и морская торговля в логистике. Определено развитие международной морской торговли в рамках международной торговли. Рассмотрены международные морские торговые сети.

Ключевые слова. Логистика, международная торговля, международные морские перевозки, морские торговые сети

Концепция логистики используется в бизнесе уже более двух десятилетий. Управление логистикой, как более ранняя и ограниченная версия управления цепочками поставок до начала 2000-х годов, охватывала физический процесс планирования, организации и контроля потока материалов и услуг от точки поставщика до конечной точки клиента. В дополнение к этим аспектам концепция управления цепочками поставок также включает в себя удовлетворенность клиентов, отношения с клиентами, финансовый поток и поток информации, делая логистические функции более интегрированной и сложной группой видов деятельности. Поэтому нельзя игнорировать логистическую поддержку и взаимодействие логистики и управления цепочками поставок с местной и глобальной торговлей. Действительно, поскольку примерно 85 процентов международной торговли осуществляется морским транспортом (например, океанский транспорт, морские пути и внутренние водные пути), роль морского транспорта считается решающей для мировой торговли.

Для достижения указанных выше целей было представлено описание взаимосвязи международной и морской торговли в рамках глобальных логистических услуг с использованием мировых экономических данных и обзора событий в мировой экономике, международных морских перевозок по типу груза и данных о связности линейного судоходства. Основная цель - рассмотреть предпосылки международной конкурентоспособности на морских торговых путях по типам грузов между странами в морских сетях.

Решающее значение логистики и управления цепочками поставок было подчеркнуто компаниями, сосредоточенными на потребностях и желаниях клиентов, в связи с конкуренцией, вытекающей из глобализации, специализации и развития информационных коммуникаций и технологий в начале 2000-х годов. Поэтому, в дополнение к этим

концепциям, функциям и этапам, концепции информационного потока, финансового потока и отношений с клиентами, и функций также были охвачены в концепции управления цепочками поставок [1].

Управление цепочками поставок является процессом управления цепочками, пока ее звенья остаются связанными. Хотя прочность каждого звена достаточна, чтобы удерживать другое, прочность всей цепочки зависит от связности между всеми звеньями. Аналогичным образом поставщики, включая их поставщиков, производителей, оптовиков, розничных торговцев, перевозчиков, дистрибьюторов и потребителей, полагаются друг на друга, чтобы поставлять и потреблять товары и услуги. Поэтому каждое звено тесно связано с другим в цепочке. Логистика и управление цепочками поставок интегрированы между различными бизнес-функциями и процессами с целью минимизации затрат, максимизации выгод и прибыли и, таким образом, создания удовлетворенности клиентов [2]. Связи внутри этой цепочки сосредоточены на управлении, планировании, поставке сырья и/или полуфабрикатов, производстве, планировании, переработка сырья и/или полуфабрикатов, производстве, упаковке, хранении, складировании, управлении запасами, распределении, транспортировке, оптовой торговле, розничной торговле, маркетинге, продажах и охвате клиентов как конечных потребителей. Таким образом, логистика и управление цепочками поставок не только координируют деятельность по производству готовых товаров, но и способствуют развитию коммуникаций, информационных технологий, гуманитарных и социальных наук.

Параллельно с развитием международной торговли логистика и управление цепочками поставок могут быстро трансформировать и развивать бизнес. Каждое звено в логистической деятельности и цепочках поставок должно быть интегрировано, чтобы соответствовать вызову глобализации, а также использовать рыночные условия на национальном и международном уровнях. Исходя из вышеизложенного, в следующем разделе рассматривается роль транспортной отрасли в международной торговле и глобальных логистических услугах.

Глобальное производство, транспорт, распределение и логистика требуют разработки соответствующих стратегий управления грузоперевозками. Логистика касается всех видов деятельности, необходимых для того, чтобы товары были доступны на рынках, в основном закупка, обработка заказов, управление изобретателями и транспортировка [3]. Она играет все более важную роль в мировой экономике, поддерживая широкий спектр товарных цепочек. Транспортная и логистическая деятельность всегда была важна с тех пор, как фирмы начали их знать и использовать. Перемещение, хранение, обработка и доставка товаров из одной точки в другую происходят до тех пор, пока они не достигнут конечного пользователя. Транспорт — это больше, чем автомобили, поезда, паромы, суда, самолеты и другие транспортные средства. Каждое сырье необходимо перемещать, пока оно не станет полуфабрикатом, а все физические продукты необходимо перемещать в пункты, где они потребляются. Транспорт, который играет жизненно важную роль в логистике и управлении цепочками поставок, также занимает важное место в международной торговле, которая зависит от перемещения товаров из одной точки в другую. В последнее время растущий спрос на транспорт и торговлю привел к глобализации и развитию мировой экономики, что напрямую повлияло на транспорт и упрощение процедур торговли. Период конца 2000-х годов и 2008 год, в частности, стали важной вехой для мировой экономики. Глобальный финансовый кризис положил конец периоду беспрецедентного роста как торговли, так и рыночного спроса, и его последствия для транспортной и морской отраслей были серьезными. Все субъекты, вовлеченные в морскую отрасль, судоходство, порты и интермодальные перевозки, были вынуждены пересмотреть свои модели развития бизнеса, чтобы подготовиться к будущему.

Однако эти трудности сопровождались значительными возможностями для разработки корректирующих действий, которые решают уже существующие проблемы неправильного размещения. Основные игроки в транспортной и морской отраслях теперь считают, что настало время пересмотреть устоявшиеся практики, оптимизировать преобладающие теории и интегрировать судоходство и порты в интермодальные транспортные системы.

После мирового финансового кризиса в конце 2008 года в 2009 году наблюдалась самая сильная мировая рецессия за более чем семь десятилетий со времен Второй мировой войны. Глобальный ВВП сократился на 2,2 процента, при этом общий объем мировой торговли в 2009 году сократился примерно на 13 процентов, а мировой экономический выпуск увеличился всего на 1,8 процента в период с 2007 по 2010 год.

В эти кризисные годы изменились торговые модели как в развитых, так и в развивающихся странах. Параллельно с этим объемы импорта и экспорта развитых экономик оставались ниже докризисных уровней. С другой стороны, импорт и экспорт из стран с формирующейся рыночной экономикой были на 26 и 22 процента соответственно выше докризисных уровней. Глобальная экономика продолжает бороться за возвращение к сильным позициям. Рост мирового производства составил всего 2,2 процента в 2012 году, и он остался примерно таким же в 2013 году, при этом в 2014 году ожидался рост на 3 процента. Более того, общий объем экспорта товаров сократился в семь раз быстрее, чем мировой ВВП. Эти изменения были связаны с глобализованными производственными процессами и ростом торговли деталями и компонентами, углублением и расширением глобальных цепочек поставок, составом продукции, падением спроса на потребительские товары и товары длительного пользования и ограниченным торговым финансированием. Быстрое снижение объемов торговли также стало результатом более быстрого падения торговли товарами, чем услугами. Кроме того, слабая уверенность потребителей подавила розничную отрасль, в то время как низкий уровень капиталовложений и замедление в секторах недвижимости и жилья продолжались в странах с развитой экономикой. Глобальное восстановление произошло к началу 2010 года с ростом ВВП на 4,1 процента и ростом общего объема торговли на 9,5 процента на основе оценок Всемирной торговой организации 180 экономик по всему миру. Годовой прирост экспорта из развитых экономик составил около 13 процентов в натуральном выражении в 2010 году, в то время как годовой прирост поставок из развивающихся экономик, в частности из стран Азии (14,7 процента) и Китая (29,1 процента), вырос на 16 процентов, поскольку мир начал выходить из кризиса от рецессии. Это восстановление сыграло решающую роль в расширении общего объема мировой торговли и улучшении мировой экономики.

Однако глобальное восстановление было медленнее, чем предыдущие восстановления после рецессии, и оно было особенно затруднено неопределенностью, нестабильными экономическими условиями, политическими проблемами и преобразованиями, происходящими в нескольких странах Ближнего Востока в начале 2011 года. В результате годовой прирост экспорта из развитых экономик снизился до 0,4% в объемном выражении в 2012 году, в то время как из развивающихся экономик (азиатские страны 1,5%, Китай 7,2%) вырос на 3,6% [4].

Рост международной торговли положительно влияет на рост международных транспортных услуг — второй по величине категории коммерческих услуг после туристического сектора — из-за перемещения и перевозки товаров от поставщиков и производителей к клиентам как конечным пользователям. Услуги морского транспорта напрямую обусловлены глобальным экономическим ростом и необходимостью перевозки товаров на международном уровне, и, таким образом, они зависят от изменений в мировой экономике. Другими словами, глобальный экономический рост напрямую влияет на международную торговлю, которая, в свою очередь, напрямую влияет на транспортные услуги и, следовательно, на объемы мировой морской торговли (как меру спроса на судоходные, портовые и логистические услуги). Морская торговля является наиболее часто используемым видом транспорта в международной торговле, составляя около 85 процентов от общего объема перевозок. Поскольку спрос как на услуги морского транспорта, так и на логистические услуги обусловлен глобальным экономическим ростом и необходимостью осуществления международной торговли, мировая судоходная отрасль и деятельность в сфере морского транспорта (особенно морская торговля) не смогли избежать сокращения мирового ВВП и

объемов международной торговли в 2009 году. Параллельно с этими экономическими спадами и после краха экономического роста и международной торговли общий объем международной морской торговли сократился на 4,5 процента в 2009 году. Общий объем погруженных товаров составил всего 7,8 млрд тонн в 2009 году по сравнению с 8,2 млрд тонн в 2008 году. Однако, как и в случае с торговлей товарами, мировая торговля коммерческими услугами выросла в 2012 году, а общий объем погруженных товаров с использованием морских транспортных средств увеличился до 9,1 млрд тонн в 2012 году.

Развивающиеся страны по-прежнему имели самую большую долю в мировой морской торговле, примерно 61 % всех погруженных и 55 % всех выгруженных товаров, что отражает их все более ведущую роль в продвижении мировой торговли. Доля развитых экономик в мировых погруженных и выгруженных товарах составляла 32 и 44 % соответственно, в то время как на долю стран с переходной экономикой приходилось всего 6,4 и 0,8 % соответственно [5]. После рецессии 2008 года мировые поставки танкерных перевозок, включая сырую нефть, нефтепродукты и сжиженный природный газ (СПГ), упали на 3 % в 2009 году. Крупнейшие нефтедобывающие страны, включая страны ОПЕК в Западной Азии, были крупнейшими районами погрузки сырой нефти вместе со странами с переходной экономикой, с Юго-Восточной Азии, Центральной Африки, северного и восточного побережья Южной Америки, Северной и Западной Африки и Центральной Америки — основные производители и потребители нефти и газа. Основные районы разгрузки включают Северную Америку, Европу, Японию и Юго-Восточную Азию. С высоким спросом на нефть со стороны Китая, Индии, Западной Азии и Латинской Америки поставки сырой нефти в эти регионы начали быстро расти. С точки зрения общего объема погруженных грузов независимо от их типа, глобальная морская торговля упала с 8,2 млрд тонн в 2008 году до 7,8 млрд тонн в 2009 году, прежде чем вырасти до 9,17 млрд тонн в 2012 году [5].

2009 год был самым сложным в истории контейнерной отрасли с резким спадом. Объемы контейнерной торговли резко сократились на 9 %, составив в общей сложности 124 миллиона 20-футовых эквивалентных единиц (TEU) или 1,19 млрд тонн в 2009 году. Глобальный финансовый кризис и экономическая рецессия сократили спрос на потребительские и промышленные товары и товары длительного пользования.

Годовые процентные изменения между 2008 и 2009 годами иллюстрируют спад на большинстве основных торговых маршрутах, с резким ростом на 84,8 % в атлантической контейнерной торговле между США и Европой, одним заметным исключением. Другим был годовой рост на 66,7 % в контейнерной торговле между Северной Америкой и Азией. Эти резкие изменения утихли в конце 2012 года с процентными изменениями между 2011 и 2012 годами с 1,6 до 7,3 %, в основном в транс-тихоокеанской контейнерной торговле (за исключением спада на -2,8 % в контейнерной торговле между Северной Америкой и Азией).

Несмотря на эти сложные события, контейнерные перевозки и международная морская торговля начали восстанавливаться после мирового экономического спада к 2010 году. К середине 2010 года начался постепенный рост, и регистрировалось увеличение общих объемов торговли, особенно в Китай и из Китая.

К началу 2010 года общий мировой торговый флот увеличился на впечатляющие 7 %, достигнув 1,276 млрд. тонн дедвейта (dwt). Кроме того, мировой контейнерный оборот снизился примерно на 9 % до 465 миллионов TEU в 2009 году, в то время как общий объем контейнерных перевозок в мировой морской торговле, по прогнозам, должен был увеличиться на 11,5 % к концу 2010 года. Линейное судоходство определяется как судно, перевозящее пассажиров и грузы, которое работает по маршруту с фиксированным расписанием [4]. Линейное судоходство возникло из создания регулярных пароходных линий по регулярным графикам, заходящих во многие порты в определенные даты и время. Основными преимуществами линейных компаний являются их регулярность и организация в широком диапазоне портов независимо от наличия грузов [3]. Линейное судоходство используется для перевозки генеральных грузов по фиксированным торговым маршрутам и по фиксированному

расписанию. Конференция ООН по торговле и развитию отмечает, что доступ к высокочастотным, надежным и недорогим услугам линейного судоходства во многом определяет связь страны с зарубежными рынками и, таким образом, ее конкурентоспособность на мировом уровне [3].

Конфигурация сетей линейного судоходства важна не только для судоходных линий, но и для структуры таких сетей. Относительное положение порта в сети оказывает значительное влияние на уровень транспортных расходов [2]. Таким образом, расположение порта в сети становится стратегическим для обеспечения конкурентоспособности торговли, что поднимает важные вопросы о детерминантах, которые приводят к конфигурации текущих сетей, и о том, как на них можно повлиять.

Спрос на контейнерные перевозки также влияет на развитие сетей линейного судоходства. Маршрутизация контейнерных торговых потоков зависит от стратегий судоходных компаний и спроса грузоотправителей на определенные характеристики услуг. Таким образом, местоположение порта или региона в глобальной сети линейного судоходства определяется плотностью торговых потоков в конкретный порт или регион и из них.

Индекс связности линейного судоходства с 2004 по 2013 год, представленный в таблице 3.8, показывает, насколько хорошо страны связаны с глобальными судоходными сетями. Этот индекс основан на четырех компонентах сектора морского транспорта: количество судов, максимальный их размер, количество услуг и количество компаний, которые отправляют контейнеровозы в порт страны. Индекс зафиксирован в 2004 году на значении 100 (т. е. страна с наивысшим баллом). Китай лидирует по индексу связности со значительным разрывом с ближайшими странами, а именно Гонконгом и Сингапуром.

Страны, активно занимающиеся торговлей, имеют самые высокие значения связности линейного судоходства. Например, ориентированные на экспорт экономики Китая и Гонконга занимают первое место, а перевалочный узел Сингапура - третье. Крупные трейдеры, такие как Корея (4), Малайзия (5), США (6), Германия (7), Великобритания (8) и Япония (15), также входят в число 15 лучших. Такие страны, как Франция (11), Испания (12), Объединенные Арабские Эмираты (14), Саудовская Аравия (16), Египет (17), Марокко (18) и Турция (19) также занимают высокие позиции из-за основных функций перевалки, выполняемых их портами.

Транспортное сообщение является основным фактором, определяющим доступ стран к мировым рынкам, особенно в отношении регулярных услуг по доставке импорта и экспорта промышленных товаров. Согласно отчетам ЮНКТАД по индексам связности линейного судоходства, компании, занимающиеся контейнерными перевозками, считаются менее склонными предоставлять услуги в и из морских портов наименее развитых стран (НРС), поскольку объемы национальной торговли, как правило, ниже, а более низкий уровень развития часто делает порты менее привлекательными для перевалки и транзита грузов. Индекс связности линейного судоходства ЮНКТАД показывает, что средний рейтинг НРС в 2010 году составил 111 по сравнению с 78 для других развивающихся стран и 64 для развитых стран. Этот рейтинг показывает, что НРС остаются изолированными от основных или часто используемых судоходных маршрутов. Подводя итог, можно сказать, что после падения мирового спроса вслед за сокращением глобального CiDP объемы мировой морской торговли начали расти в 2008 году, что стало отражением наметившегося восстановления мировой экономики в 2009 и 2010 годах, достигнув 9,165 млрд тонн в 2012 году.

Таким образом, мировая экономика в настоящее время восстановилась после серьезного кризиса со времен Второй мировой войны. После замедления в 2008 году в некоторых развитых и развивающихся экономиках в 2009 году восстановились положительные темпы роста. Более того, мировой ВВП вырос примерно на 4,1 процента в 2010 году, что означало возвращение к докризисным темпам роста в большинстве регионов и выход из рецессии. Годовой прирост ВВП оставался на уровне 2,2 процента в 2012 году и 2,1 в последующие годы.

Международные перевозки, в частности морские транспортные услуги, напрямую связаны с общими показателями мировой экономики, а также с общим объемом торговли. Морская торговля в международной морской транспортной отрасли, которая составляет примерно 85 процентов мировой торговли, напрямую отражает развитие мировой экономики и международной торговли. Параллельно с этим отрасль продолжает сталкиваться с проблемами, чтобы поддерживать занятость своих быстро растущих мощностей очень больших судов в периоды экономического кризиса.

В статье рассмотрены услуги морской логистики и взаимосвязь международной морской торговли в рамках мировой торговли. В частности, анализируются события в мировой торговле и международной морской торговле в рамках морской транспортной отрасли как наиболее распространенного способа транспортировки товаров по цепочке поставок, путем предоставления справочной информации о перевозке сырьевых товаров в развивающихся и развитых экономиках. Глобальный экономический рост и интеграция с морской торговлей также подчеркивались и анализировались путем рассмотрения индекса судоходной связанности судоходных сетей и основных морских торговых путей по всему миру.

Можно сказать, что морская торговля в рамках международной торговли и логистических услуг всегда напрямую влияла на мировую экономику, поскольку большинство товаров, продаваемых на международном уровне, перевозятся и транспортируются морским транспортом. Таким образом, глобальный спрос и общий объем мировой торговли зависят от текущего экономического положения в мире.

Список литературы

1. Olutimehin D. and Ofodile O. The role of technology in supply chain risk management: innovations and challenges in logistics // International Journal of Management \& Entrepreneurship Research/ - 2024/ - [электронный ресурс] - Режим доступа: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:268672508>}. (дата обращения 11.02.2025)
2. Yue Z. and Mangan J. A framework for understanding reliability in container shipping networks // Maritime Economics \& Logistics. – 2023. P.1-22 [электронный ресурс] - Режим доступа: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:264596007>}. (дата обращения 11.02.2025)
3. Chen Y. and Hasan M. Impacts of liner shipping connectivity and global competitiveness on logistics performance: the mediating role of the quality of port and infrastructure. – 2023. - [электронный ресурс] - Режим доступа: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:263719981>}. (дата обращения 11.02.2025)
4. Yang L. and Zheng J. Hub port location and routing for a single-hub feeder network: Effect of liner shipping network connectivity//Transport Policy. - 2024. - [электронный ресурс] - Режим доступа: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:274105722>}(дата обращения 11.02.2025)
5. World Bank (2020) World Development Report, Reshaping Economic Geography, p 176, World Bank Publications, Herndon, VA. - [электронный ресурс] - Режим доступа: <https://www.semanticscholar.org/search?q=World%20Development%20Report&sort=relevance&page=2>}. (дата обращения 11.02.2025).

СУЩНОСТЬ, СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИМИ РЕСУРСАМИ НА ВОЗДУШНОМ ТРАНСПОРТЕ

*Сычева Екатерина Геннадьевна,
доцент кафедры экономики
Санкт-Петербургского государственного
университета гражданской авиации
имени Главного маршала авиации А.А. Новикова
(СПбГУ ГА им. А.А. Новикова), к.э.н.
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация*

Аннотация: *цель настоящего исследования состоит в необходимости уточнения сущности и содержания экономических ресурсов, применительно к авиатранспортной отрасли. В статье проведен подробный анализ понятий экономических ресурсов, а также рассмотрены факторы, влияющие на деятельность воздушного транспорта. В результате проведенного исследования автором определены группы экономических ресурсов и их особенности для авиатранспортного сектора.*

Ключевые слова: *экономические ресурсы, воздушный транспорт, авиация.*

Для формирования понимания особенностей управления предприятиями воздушного транспорта, возможных перспектив развития и приоритетов функционирования авиационной отрасли необходимо определить их факторы, к которым, в том числе, относятся экономические ресурсы и способы управления ими. Для большей определенности и с точки зрения целей управления, необходимо говорить не просто о ресурсах, а об экономических ресурсах предприятия. Прежде всего, следует уточнить сущность и содержание экономических ресурсов, для этого необходимо рассмотреть основные понятия управления экономическими ресурсами в целом.

В наиболее общем виде «экономические ресурсы» определяются как ресурсы, используемые в процессе производства товаров и услуг [1]. В экономических словарях «экономические ресурсы» чаще всего представлены как совокупность ресурсов, используемых в хозяйственной деятельности, включая природные, трудовые, капитальные [2].

Л.И. Абалкин дает общее определение: «ресурсы экономические – фундаментальное понятие экономической теории, означающее источники, средства обеспечения производства» [3, С. 142–152].

С точки зрения А.В. Коротковой, ресурсы – это элементы экономической системы, используемые в процессе производственного потребления, или факторы производства: труд (работников, специалистов, управленцев), земля (природные ресурсы и полезные ископаемые), капитал (здания и сооружения, передаточные устройства, транспортные средства и прочее оборудование) [4, С. 323–329].

С.В. Макар обобщая, считает, что экономические ресурсы представляют собой совокупность материально-вещественных и нематериальных (финансовых, интеллектуальных и иных) возможностей общества для поступательного развития и воспроизводства достаточного количества благ в целях обеспечения жизнедеятельности населения в пределах определенной территории как составляющей пространственного образования [5, С. 16–24.]

По мнению А.Б. Борисова, экономические ресурсы - это источники, средства обеспечения производства, совокупность ресурсов, используемых в хозяйственной деятельности, которые делятся на природные (сырьевые, геофизические), трудовые (человеческий капитал), капитальные (физический капитал), оборотные средства (материалы), информационные ресурсы, финансовые (денежный капитал) [6].

Другое представление экономических ресурсов определяет их как факторы производства. Если представлять ресурсы с позиции факторов производства, то традиционно

выделяют землю (природные ресурсы), труд (трудовые ресурсы), капитал (инвестиционные ресурсы). Также в настоящее время некоторые авторы к ним добавляют: предпринимательскую способность; информацию; инновации.

Автор согласен с мнением, что экономические ресурсы становятся факторами производства, только трансформируясь в конечный товар или в оказываемую услугу [7, С. 38-42]. Следует отметить, что такой подход не всегда учитывает сопутствующие виды ресурсов (информационные, технологические, инновационные, человеческий капитал, предпринимательские) [8].

Управление экономическими ресурсами характеризуется как одна из подсистем управления организацией, реализующая «систему методов и приемов осмысленного воздействия на числящееся за организацией имущество и иные ресурсы для достижения положительного экономического эффекта» [9]. Это процесс формирования и последующего регулирования такой их структуры, которая обеспечивает достижение стратегий и целей менеджмента на предприятии [10].

Управление экономическими ресурсами взаимоувязывает основные бизнес-процессы через обеспечение потребностей в ресурсах, их сбалансированное распределение для использования, развития, накопления для расширенного воспроизводства капитала [11]. Сформированная система управления ресурсами должна быть включена в бизнес-стратегию компании и управления реализацией бизнес-стратегии. При этом система управления ресурсами включает в себя ресурсную стратегию и систему реализации ресурсной стратегии [12].

Проанализировав подходы к управлению экономическими ресурсами, автор полагает, что в зависимости от предмета приложения управления ресурсами могут быть существенные отличия в понимании и содержании особенностей и процессов управления, а также в зависимости от специфики тех управленческих структур, которые созданы на объекте исследования для управления ресурсами различных видов.

Можно полагать, что существенные различия возникают при управлении экономическими ресурсами на уровне национальной, региональной и отраслевой экономик. Кроме того, временная ориентация в управлении экономическими ресурсами также будет иметь существенное значение при определении содержания управленческих процессов. Так, стратегическое управление ресурсами должно учитывать характеристики экономической системы и их динамику на долгосрочный период, а тактическое управление ресурсами в большей мере связано с опытом управленческих действий по достижению максимальной эффективности распределения и использования ресурсов при решении текущих задач.

Ориентируя управление экономическими ресурсами на воздушный транспорт, можно определить его как процесс целенаправленного воздействия на формирование, планирование, регулирование и контроль эффективной для авиапредприятия структуры ресурсов, которая позволяет достигать поставленных целей с учетом качества и стоимости разных видов ресурсов, а также прогнозирование повышения эффективности их использования для достижения сбалансированности денежных потоков [13]. В качестве принципов формирования и функционирования системы управления материальными ресурсами выступают комплексность; оперативность, саморегулирование, восприимчивость, ресурсосбережение [14].

Анализируя изученные мнения, можно определить экономические ресурсы хозяйственной системы как совокупность различного рода благ - земельные ресурсы, трудовые ресурсы, капитал, предпринимательские способности, - используемых для достижения целей того вида деятельности, в котором они применяются, с акцентом на их сбережение и получение максимального эффекта от их использования.

Несмотря на различные позиции авторов, касающиеся понятия и характеристики экономических ресурсов, большинство из них акцентируют внимание не на терминологию, а

на процессах, связанных с ресурсами, то есть определяют особенности отдельных аспектов управления экономическими ресурсами.

Традиционно целями в процессе управления экономическими ресурсами являются:

- обеспечение единства руководства, разделение полномочий, установление управленческого контроля и дисциплины;
- совершенствование процессов производства на основе модернизации, расширения, постоянных или эпизодических улучшений, приобретения нового оборудования, улучшение контроля качества;
- управление затратами и оптимизация затрат, выход на нужный уровень доходов, установка на экономический рост и постоянное развитие;
- формирование и совершенствование системы планирования и прогнозирования, в том числе финансового, инвестиционного;
- совершенствование управления персоналом, выбор способов мотивации, повышение компетентности персонала.

Следует заметить, что перечисленные цели процесса управления экономическими ресурсами в полной мере присутствуют и на воздушном транспорте с учетом специфики и особенности деятельности отраслевых предприятий.

Изучив массив экономических источников, автор отмечает, что «ресурсы» подразделяют на четыре крупные группы, в рамках которых выделяют разные виды ресурсов (рис. 1):

1. Материальные - это материально-техническая база, в которой выделяются средства и предметы труда, основной и оборотный капитал, земельные и энергетические ресурсы.
2. Финансовые - денежные средства на текущий и стратегический периоды, в том числе собственные, заемные, привлеченные, смешанные.
3. Трудовые - это производительная сила организации, к которой относятся кадровые ресурсы разного уровня квалификации – от руководства предприятия до рабочих и персонала низового уровня.
4. Нематериальные - это элементы потенциала предприятий, в том числе интеллектуальный капитал, базы данных, программное обеспечение, инновационные решения, межфункциональные компетенции сотрудников, предпринимательские идеи.



Рисунок 1 – Основные группы экономических ресурсов

Российский научный опыт описывает экономические ресурсы, в основном, не с позиции комплексности, а с точки зрения применимости к конкретным областям знаний или практической деятельности, или для решения конкретных управленческих проблем.

Таким образом, сущность экономических ресурсов, по мнению автора, состоит в понимании их как источников (условий, факторов) получения каких-либо результатов после их использования, при разделении на природные (естественные, возобновляемые и невозобновляемые) и преобразованные (произведенные в результате человеческой деятельности), определении потенциала обеспеченности ресурсами и перспектив их дальнейшего развития (пополнения или сокращения). При этом сущность имеющихся и потенциальных ресурсов определяется как наличие реальных возможностей применения и получения конкретного результата и предполагаемых возможностей применения ресурсов в будущем без четко определенного результата. Сущность экономических ресурсов проявляется через их свойства, к которым автор относит: доступность, альтернативность, взаимовлияние, изменяемость, рациональность использования, возможность пополнения, эффективность.

Содержание экономических ресурсов, как полагает автор, определяется их составом и особенностями использования, а именно выделением первичных и вторичных ресурсов и их соответствием факторам производства. При этом в большинстве экономических процессов (материального производства или сферы услуг) экономические ресурсы соответствуют традиционному составу факторов производства. Однако при более широком взгляде на ресурсы возникают ресурсы-возможности, которые определяют в итоге скорость и динамику развития хозяйственной системы, поскольку дополняют факторы производства (например, повышение технического уровня, развитие компетенций, совершенствование информационного обеспечения), а также расширяют горизонт их применения в будущем. От качества и количества экономических ресурсов зависят конкурентоспособность, успешность, рост и развитие организации по сравнению с подобными экономическими системами.

Список литературы

6. Экономические ресурсы / Большая российская энциклопедия. Электронный ресурс: Режим доступа <https://bigenc.ru/c/ekonomicheskie-resursy-59762d> (дата обращения 01.02.2025).
7. Экономические ресурсы / Словарь экономических терминов. 2015. – 431 с.
8. Абалкин Л.И. Возвращение в политическую экономию // ЭКО: Экономика и организация промышленного производства. - 2009. - № 1. - С. 142–152.
9. Короткова А.В. Ресурсный метод в обеспечении экономической безопасности бизнеса // Инновационное развитие экономики. - 2017. - № 2(38). - С. 323–329.
10. Макаре С.В., Строев П.В. Категория «экономические ресурсы»: актуальные акценты в контексте методологии пространственного анализа // Региональная экономика. Юг России. - 2023. - Т. 11. - № 2. - С. 16–24.
11. Борисов А.Б. Экономические ресурсы / Большой экономический словарь. — М.: Книжный мир, 2003. — 895 с.
12. Елагин В.И., Алексеева О.Л., Павлова М.С. Экономические ресурсы как основа устойчивого развития кооперативной организации // Вестник Российского университета кооперации. - 2019. - № 1(35). – С. 38-42.
13. Четыре ресурса экономики: что включают, какие доходы приносят. Электронный ресурс: Режим доступа <https://nipkef.ru/about/blog/> (дата обращения 11.01.2025).
14. Необходимость и содержание управления ресурсами. Электронный ресурс: Режим доступа https://www.orgma.ru/sveden/education/Metod_Upravlenie_resursami_v_zdravoxraneni_Obshhestvenoe_zdravoxranenie_po_profilyu_Menedzhment_v_sestrinskom_dele-003.docx (дата обращения 19.01.2025).

15. Динамическая оценка эффективности управления экономическими ресурсами и ее влияние на результативность деятельности предприятия. Электронный ресурс: Режим доступа <https://e-koncept.ru/2013/53608.htm> (дата обращения 25.01.2025).
16. Ошуркова Т.Г. Управление экономическими ресурсами Электронный ресурс: Режим доступа. <https://center-yf.ru/data/economy/Upravlenie-ekonomicheskimi-resursami.php> (дата обращения 19.01.2025).
17. Солдатов В. Стратегическое управление экономическими ресурсами бизнеса. Электронный ресурс: Режим доступа http://www.vsoldatov.com/2009/09/blog-post_901.html (дата обращения 25.01.2025).
18. Галкина Е.Г. (Сычева Е.Г.) Управление экономическими ресурсами авиапредприятия: степень научного исследования проблемы // Экономика и менеджмент на транспорте: сб. науч. тр. Вып. 8/ редкол.: Е.В. Будрина. – СПб.: СПбГИЭУ, 2011. – С. 49-56.
19. Губенко А.В., Паристова Л.П., Сычева Е.Г. Основные направления совершенствования управления экономическими ресурсами авиапредприятий. Электронный ресурс: Режим доступа. // Международный научно-исследовательский журнал. – 2014. - № 1 (20) <https://research-journal.org/archive/1-20-2014-january/> (дата обращения 29.01.2025).

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УПРАВЛЕНИЯ ДЕБИТОРСКОЙ ЗАДОЛЖЕННОСТЬЮ

Черкасова Екатерина Юрьевна,
магистрант факультета «Экономика транспорта»
УО «Белорусский государственный университет транспорта» (БелГУТ),
г. Гомель, Республика Беларусь

Липатова Ольга Вадимовна,
доцент кафедры «Экономика транспорта»,
УО «Белорусский государственный университет транспорта», к.э.н., доцент

Аннотация: в статье рассмотрены сущность и понятия «дебиторская задолженность», «управление дебиторской задолженностью». Рассмотрены причины возникновения и методы управления дебиторской задолженностью. Обоснована необходимость поредения политики управления дебиторской задолженностью.

Ключевые слова: дебиторская задолженность, методы управления, денежные средства, устойчивость.

В основе финансового состояния предприятий транспорта лежит ее финансовая устойчивость, которая зависит от многих факторов: это и эффективность хозяйственных и финансовых операций, и наличие неплатежеспособных или недобросовестных дебиторов. На деятельность предприятий влияние оказывают внутренние факторы, среди которых особое значение имеет наличие дебиторской задолженности, так как в современных условиях предприятия часто сталкиваются с проблемой возникновения и взыскания дебиторской задолженности.

В рыночных условиях существует острая необходимость в решении проблем, связанных с правильной организацией бухгалтерского учета и анализа, которые направлены на снижение дебиторской задолженности, а также проведения расчетов с контрагентами, налоговыми органами и бюджетом.

Для любого предприятия важно обеспечить безопасность, стабильную и эффективную работу, а также эффективное использование своего капитала.

Вопрос дебиторской задолженности имеет большое значение для предприятий, работающих в любой отрасли, включая транспортную. Этот вид задолженности является разновидностью актива, однако следует учитывать, что средства, входящие в сумму долга на счете предприятия, фактически находятся вне оборота. Это, в свою очередь, негативно влияет на баланс и финансовое состояние.

В настоящее время, продажа товаров и услуг без оплаты является обычным явлением. Один из основных методов неценовой конкуренции в рыночной экономике - товарный кредит, является следствием возникновения дебиторской задолженности. Это подразумевает, что предприятия, осуществляя свою хозяйственную деятельность, сталкиваются с проблемами, связанными с несвоевременной оплатой счетов и неисполнением обязательств. В результате значительная часть выставленных счетов не оплачивается в установленный срок, а некоторые могут оставаться неоплаченными вовсе, что влечет за собой значительные расходы как на финансирование дебиторской задолженности, так и на прямые убытки предприятия. В некоторых случаях задержка платежей может привести к банкротству, сворачиванию инвестиционных программ, необходимости заимствования средств и другим негативным последствиям.

Контрагенты предприятия, не выполняющие свои финансовые обязательства в установленные сроки, фактически получают от нее беспроцентный кредит, что ставит

предприятие на грань финансовой устойчивости. Превалирование дебиторской задолженности в балансе предприятия и, как следствие, нехватка оборотных средств могут привести к банкротству, как уже упоминалось ранее.

В настоящее время существует обширная классификация дебиторской задолженности. Рассмотрим классификацию задолженности по признакам, представленным на рисунке 1. [1]



Рисунок 1 – Классификационные признаки задолженности

Таким образом, дебиторская задолженность представляет собой высоколиквидный актив предприятия, который сопряжен с повышенными рисками. С точки зрения финансового управления задолженность следует рассматривать как потенциально положительный денежный поток, который откладывается во времени. Это означает, что в настоящее время имеется определённый запас средств, часть которого может быть вовлечена в реальный оборот

в будущем при определённых условиях, установленных хозяйствующими субъектами. Кроме того, создание дебиторской задолженности невозможно без привлечения капитала, что подразумевает необходимость формирования и использования определённого условного денежного фонда на принципах возвратности, срочности и платности.

Для успешного развития и функционирования на рынке транспортных услуг важно осуществлять тщательный мониторинг и управление дебиторской задолженностью.

Многие ученые трактуют управление дебиторской задолженностью как основной этап, к которому относится планирование размера задолженности, управление кредитными лимитами покупателей, контроль дебиторской задолженности и мотивация сотрудников.

Цель управления – оптимизация величины дебиторской задолженности и обеспечение эффективной реализации решений в процессе деятельности.

Прежде чем перейти к управлению дебиторской задолженностью, следует проанализировать причины ее возникновения. По причинам возникновения задолженность делится на две группы:

- задолженность, связанная с основной деятельностью (перевозки);
- задолженность по прочим операциям.

Первая группа включает в себя задолженность покупателей услуг, которая учитывается на счете 62 «Расчеты с покупателями и заказчиками».

Вторая группа включает: авансы, выдаваемые физическим лицам; суммы по предъявленным претензиям и судебным искам; задолженность работников предприятия по товарам, проданным в кредит, выданным займам, возмещению материального ущерба; задолженность учредителей по вкладам в уставный капитал; задолженность по прочим операциям [2].

Необходимо акцентировать внимание на дебиторской задолженности первой группы, так как именно она может стать безнадежной, что означает невозможность взыскания с должника. В качестве дебиторов могут выступать как физические, так и юридические лица, использующие транспортные услуги. Учитывая специфику отрасли, можно выделить два основных способа возникновения дебиторской задолженности: образование дебиторской задолженности в связи с предоставлением отсрочки платежа работающему (потенциальному) клиенту; образование задолженности по причинам, независящим от предприятия.

Также выделяют следующие причины возникновения дебиторской задолженности. Представим некоторые причины возникновения задолженности в зависимости от контрагентов в таблице 1 [3].

Таблица 1 – Причины возникновения дебиторской задолженности

Обязательство	Причины возникновения
Работники организации	переводы заработной платы, выдача суммы денежных средств подотчёт, по которым не отчитались
Поставщики	произошла оплата за товар, который не доставлен
Подрядчики	работа не выполнена, но оплачена
Заказчики	оплата не поступила, но товар отгружен
Налоги и сборы	была переплата по налогам и сборам
Кредиты и займы	предоставление отсрочек/рассрочек платежей, выдача кредитов/займов
Неустойки (пени и штрафы)	нарушение условий договоров, вследствие чего происходит начисление неустоек

Работа с дебиторской задолженностью начинается в точке «ноль», когда еще никто никому ничего не должен, когда товар не поставлен, договор не подписан и в любой момент можно отказаться от сотрудничества с контрагентом [4].

Выделяют следующие этапы работы с дебиторской задолженностью:

1. Сбор и анализ информации о контрагенте (Due Diligence). Цели этапа: оценка платежеспособности контрагента; оценка мотивации к своевременной оплате; профилактика дебиторской задолженности в ходе переговоров.

2. Профилактика в процессе реализации договоренностей (Pre-Collection). Цели: правильное оформление договоров; контроль за соблюдением обязательств; напоминание о приближении сроков оплаты.

3. Краткосрочная (техническая) просрочка (Soft Collection). Цель: договорённость о дате платежа; «продажа» дополнительной отсрочки.

4. Длительная просрочка платежа (Hard Collection). Цель этапа: консультирование по способам разрешения долговой проблемы; реструктуризация; создание мотивации к разрешению долговой проблемы, обозначение угроз.

5. Реализация угроз (Legal Collection). Цель: последовательная реализация угроз; отслеживание изменения финансового состояния должника; поиск новых «болевых точек», воздействие на которые может мотивировать должника к погашению задолженности; содействие исполнителю производству; продажа или списание долга.

Для оптимизации уровня дебиторской задолженности необходимо разработать правильную политику управления, что является составной частью общей стратегии управления оборотными активами и маркетинговой политики предприятия. Она ориентирована на увеличение объемов продаж и включает в себя оптимизацию общего размера дебиторской задолженности, а также обеспечение своевременного ее взыскания.

Для успешного взыскания дебиторской задолженности необходимо понимать, на каком этапе с дебиторской задолженностью находится предприятие с каждым из должников, и применять соответствующие ситуации приемы и меры.

Среди методов управления выделяют:

- проведение сквозного анализа дебиторской задолженности, целью которого является определение сроков и состава задолженности;

- определение фиксированной суммы денежных средств, которые необходимо инвестировать в дебиторскую задолженность;

- страхование дебиторской задолженности, что подразумевает страхование риска убытков от хозяйственной деятельности предприятия охватывает защиту от финансовых потерь, возникающих из-за неисполнения обязательств контрагентами предпринимателя или изменения условий деятельности, которые не зависят от самого предпринимателя. Это включает в себя защиту от риска недополучения ожидаемых доходов, что является частью предпринимательского риска;

- предоставление скидки. При получении товара с предоплатой можно предоставить скидку, если покупка товара будет с отсрочкой платежа, то можно применить наценку. Так, для покупателей будет более выгодно сразу производить оплату за товар;

- использование современных форм рефинансирования задолженности (цессия, факторинг, учет векселей, форфейтинг, секьюритизация).

Использование современных методов рефинансирования направлены на быстрое завершение оборота дебиторской задолженности и превращение ее в денежные средства. Описание данных методов представлено в таблице 2. [5]

Таблица 2 – Современные методы управления задолженностью

Метод	Характеристика
Форфейтинг	Процесс, при котором форфейтор приобретает обязательства покупателя перед кредитором (продавцом). Эта операция является особой формой финансирования внешнеэкономических сделок. Ключевым условием является то, что все риски, связанные с долговым обязательством, переходят к форфейтору, не затрагивая обязательства продавца. Форфейтор принимает на себя все риски, а форфейтинговые ценные бумаги могут свободно обращаться на вторичном рынке, включая дробление и передачу между владельцами
Цессия	Передача прав требования, при которой права собственности на требование подтверждаются определенными документами. В отношении задолженности оформляется договор уступки прав требования или соглашение, согласно которому кредитор передает права требования к дебитору другой стороне
Факторинг	Передача агентских функций по управлению задолженностью третьему лицу. В отличие от цессии или уступки права требования, при факторинге право требования не передается полностью новой стороне, а сохраняется за первоначальным кредитором, что не меняет договор
Учет векселей	Оформление задолженности в виде векселя. Это строго регламентированный документ с ясными реквизитами и многовековой историей использования. В нем четко прописано обязательство векселедателя «уплатить указанную сумму» в установленный срок
Секьюритизация	Процесс преобразования задолженности в финансовые контракты, которые затем перепродаются инвесторам. В результате происходит распределение рисков неплатежей по всему рынку в среднем

Таким образом, можно сделать вывод, методы управления дебиторской задолженностью могут быть самыми разными. И конкретный выбор метода управления зависит от особенностей деятельности предприятия, размеров долгов, количества контрагентов, даже репутации компании.

Дебиторская задолженность имеет значение не только для формирования оборотных активов предприятия, но и оказывает огромное влияние на эффективность её деятельности. Эффективное управление дебиторской задолженностью включает в себя, прежде всего, разработку и внедрение мероприятий, направленных на оптимизацию дебиторской задолженности, управление внутренней отчетностью, документацией, а также создание необходимых условий для сотрудников, позволяющих им следовать установленным регламентам работы с дебиторской задолженностью.

Для эффективного управления дебиторской задолженностью важно создать и внедрить систему принятия решений, которая позволит оптимизировать денежные потоки предприятия от текущей деятельности при минимальных затратах на управление задолженностью.

В дополнение к упомянутым методам управления и способам повышения эффективности важно учитывать различные коэффициенты. К ним относятся, например, коэффициент оборачиваемости дебиторской задолженности, доля просроченной задолженности, а также соотношение дебиторской и кредиторской задолженности. Эти показатели предоставляют инвесторам и учредителям наглядную информацию о том, насколько успешно реализуется политика управления дебиторской задолженностью.

Список литературы

1. Круглова Л. Методы управления дебиторской задолженностью предприятия // Финансовый директор. – 2017. – №4 – С. 14-18.
2. Калужских И.А. Механизмы финансового управления долгосрочными активами и капиталом корпорации: учеб. пособие / И.А. Калужских. – Самара: Изд-во Самарского университета, 2016. – 72 с.
3. Курганова О.А. Основы управления дебиторской задолженностью предприятия // Концепт. – 2015. – Спецвыпуск № 05. – С. 36-40
4. Ткаченко Д.В. Сбор долгов без судов: Работа с дебиторской задолженностью / Д.В. Ткаченко. — М.: Альпина Паблишер, 2021.
5. Раева И.В. Совершенствование механизма управления дебиторской задолженностью на предприятии / И.В. Раева, К.В. Разумова – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2017. – 378 с.

ВЛИЯНИЕ ТРАНСПОРТНОЙ ДОСТУПНОСТИ НА МИГРАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ В АРКТИЧЕСКИХ РЕГИОНАХ РОССИИ

Юсупова Ольга Анатольевна,
доцент кафедры «Финансы и кредит»
Российского университета транспорта (МИИТ), доцент, к.э.н.,
г. Москва, Российская Федерация

Савостюкова Валентина Александровна,
специалист экономического факультета
Российского университета транспорта (МИИТ),
г. Москва, Российская Федерация

Аннотация: статья посвящена исследованию влияния транспортной доступности на миграционные процессы в арктических регионах России. В условиях изменения климата и социально-экономического развития арктических территорий транспортная инфраструктура играет ключевую роль в выборе населением миграционных маршрутов. В работе анализируются актуальные данные о транспортной сети, уровень доступности удаленных и труднодоступных регионов, а также их влияние на внутреннюю и внешнюю миграцию. Рассматриваются примеры из различных арктических регионов. Также обсуждаются вызовы и возможности, связанные с развитием транспортной инфраструктуры в условиях арктической специфики.

Ключевые слова: арктические регионы, транспортная доступность, миграционные процессы, транспортная инфраструктура, Россия, социально-экономическое развитие, изменение климата.

В последние десятилетия арктические регионы России привлекают внимание не только ученых и исследователей, но и государственных структур, бизнеса и международных организаций. Актуальность темы исследования, связанного с воздействием транспортной доступности на миграционные процессы в этих удаленных и специфических территориях, обусловлена множеством факторов. На фоне глобальных изменений климата, которые приводят к таянию льдов и открытию новых морских путей, арктические регионы становятся все более доступными для экономической деятельности, что, в свою очередь, оказывает значительное влияние на миграционные потоки. В условиях ухудшения транспортной инфраструктуры и недостаточной связи с центральными регионами страны проблема миграционной динамики становится особенно острой.

Целью данной статьи является системный анализ влияния транспортной доступности на миграционные процессы в арктических регионах России. В рамках данной работы мы будем ставить несколько задач. Во-первых, необходимо проанализировать текущее состояние транспортной сети в арктических регионах и ее значимость для миграционных потоков. Во-вторых, следует рассмотреть социальные, экономические и экологические факторы, которые влияют на выбор миграционных маршрутов. В-третьих, важно выделить существующие проблемы и предложить рекомендации по улучшению транспортной доступности, чтобы создать условия для более устойчивого развития северных территорий и повысить их привлекательность для переселенцев.

Состояние транспортной инфраструктуры в арктических регионах России представляет собой сложную и многогранную проблему, которая требует детального анализа и комплексного подхода к решению. В отличие от других территорий страны, арктические регионы характеризуются рядом особенностей, которые оказывают значительное влияние на развитие их транспортной сети.

Общая характеристика транспортной сети в арктических регионах России свидетельствует о том, что она неравномерно развита. В западной части, охватывающей, в частности, Мурманскую область и часть Архангельской области, была сформирована достаточно разветвленная сеть автомобильных и железных дорог. Это связывает северные территории с наземными коммуникациями и ключевыми морскими портами, такими как Мурманск. Наличие хорошо развитой транспортной инфраструктуры в данной части позволяет эффективно осуществлять взаимодействие как с другими регионами России, так и с иностранными государствами, что способствует развитию экономики и улучшению жизненного уровня населения.

В то же время восточная часть арктической зоны, представленная такими регионами, как Чукотка и Камчатка, сталкивается с устойчивыми проблемами в области транспортной доступности. Здесь круглогодичные наземные транспортные пути с выходом на общероссийскую сеть отсутствуют, а имеющиеся тупиковые железнодорожные ветки и дороги относятся к низким категориям, что существенно ограничивает мобильность населения и доставку грузов. Это приводит к изоляции и замедлению экономического развития этих регионов [1].

Анализ доступности ключевых арктических территорий показывает, что транспортная сеть в этих областях функционирует не только как средство перемещения, но и как важный элемент социально-экономического развития региона. Ограниченная доступность транспорта создает преграды для миграции, снижает интерес бизнеса к инвестициям и ограничивает возможности для развития туризма.

Среди наиболее значительных проблем и недостатков существующей транспортной инфраструктуры в арктических регионах выделяется невысокая степень освоения территории. Многие районы остаются труднодоступными из-за неравномерного размещения населенных пунктов и производственных мощностей.

Также значительной проблемой остается низкое техническое состояние транспортной сети, а также высокий уровень износа подвижного состава. Многолетние эксплуатационные нагрузки и отсутствие регулярного обновления техники приводят к увеличению вероятности аварий, что отрицательно сказывается на количестве перевезенных грузов и пассажиров.

Кроме перечисленных недостатков, важно учитывать и отсутствие устойчивых связей между регионами Арктической зоны РФ и остальной частью страны, особенно в азиатском направлении. Это создает дополнительные сложности, поскольку обеспечивает надежные высококачественные логистические маршруты для поставок, что в свою очередь сильно сказывается на экономической активности региона.

Внутренняя миграция в России демонстрирует тесную взаимосвязь с уровнем транспортной доступности. Напрямую, доступ к хорошим транспортным артериям способствует увеличению миграционных потоков в регионы с развитыми транспортными сетями. Например, в арктических районах, таких как Чукотский автономный округ, наблюдается явное ограничение миграционных возможностей из-за недостаточной транспортной инфраструктуры. В этом регионе многие населенные пункты связаны между собой лишь временными зимними дорогами, что ограничивает возможность вагонных и автоперевозок. Для отдаленных территорий без альтернативного транспорта, таких как дороги с твердым покрытием, малую авиацию и вертолетное сообщение становится единственным способом связи с более крупными городами. Это приводит к большей миграционной активности из тех мест, где доступ к транспортным путям затруднен, в более доступные и развитые регионы [2].

С другой стороны, ситуации в более подготовленных регионах, таких как Архангельская область, демонстрируют, как транспортная доступность может создать условия для устойчивой внутренней миграции. Например, в Мезенском районе из 53 населенных пунктов 23 имеют круглогодичный доступ по всем видам наземного транспорта, а 30 остаются изолированными. Атмосфера невостребованности и изоляции населения в неподключенных к

транспортным коммуникациям местах может подталкивать людей к переселению в более доступные и экономически активные области, что ослабляет население изолированных поселений и усиливает миграционные потоки к центрам с развитой инфраструктурой [3].

Внешняя миграция также подвержена влиянию транспортной доступности. В арктических регионах международная миграция зависит от наличия соответствующей транспортной инфраструктуры, которая может соединять регион с другими странами. Однако отсутствие надежных авиасообщений и морских маршрутов ограничивает возможности для выезда за пределы страны, что, соответственно, влияет и на возможности для привлечения иностранной рабочей силы. Для многих стран с высокоразвитыми системами транспорта возможность свободного и быстрого передвижения служит стимулом для привлечения мигрантов, тогда как российские арктические регионы, страдающие от недостатка соответствующих условий, становятся менее привлекательными.

Кейс-стадии из арктических регионов России отлично иллюстрируют эти закономерности. В Чукотском автономном округе, где дороги с покрытием есть только в пределах городов и прилегающих к ним территорий, большинство населения вынуждено полагаться на менее надежные и безопасные способы передвижения. Это ограничивает рабочие возможности для жителей, создает высокий уровень зависимости от сезонного транспортного сообщения. С учетом удаленности и специфики климата, такие условия ведут к значительному оттоку населения в поисках лучших экономических условий в более доступных регионах.

Напротив, в Архангельской области наблюдается явная разница между населенными пунктами, которые имеют доступ к транспортной сети, и теми, которые его не имеют. В тех районах, где дороги наладили стабильное сообщение, наблюдается меньшая миграция из-за возможности экономического и социального развития, тогда как в труднодоступных местах миграция скорее протекает, чем экономический рост [4].

Выбор миграционных маршрутов представляет собой многозначный процесс, в котором играет роль множество факторов, включая экономические условия, социальные и культурные аспекты, а также последствия климатических изменений. Каждый из этих элементов воздействует на принятие решения мигрантов, определяя, куда и как они стремятся переехать.

Экономические факторы являются наиболее определяющим аргументом при выборе миграционных маршрутов. Возможности трудоустройства и уровень дохода в принимающих регионах часто становятся решающими для мигрантов, стремящихся улучшить свое финансовое положение. Например, мигранты из сельских районов могут перемещаться в более урбанизированные зоны, где экономика более активна, а рынок труда более разнообразен. Наличие специфических ресурсов, таких как полезные ископаемые или другие природные богатства, также привлекает мигрантов в районы, где работа в данной сфере может обеспечить стабильный доход. Важно отметить, что падение экономической активности в одном регионе может привести к массовому оттоку населения, тогда как более процветающие области, предлагающие конкурентные зарплаты и высокое качество жизни, становятся привлекательными целями для миграции.

Социальные и культурные аспекты также играют значительную роль в выборе маршрутов миграции. Мигранты часто принимают во внимание наличие родственников и друзей в определенных местностях, что может значительно снизить уровень стресса и адаптации к новому окружению. Сообщество людей, говорящих на одном языке или исповедующих ту же веру, создаёт среду, в которой мигранты могут чувствовать себя более комфортно и безопасно [5].

Климатические изменения, наряду с другими факторами, всё больше влияют на миграционные процессы, заставляя людей покидать свои дома в поисках более безопасных и благоприятных условий жизни. Изменение климата может привести к экстремальным погодным условиям, повышению уровня моря, засухам и другим экологическим бедствиям,

которые делают невозможным продолжение жизни на определенных территориях. Такие экологические ситуации вынуждают мигрантов находить новые маршруты, ориентированные на более устойчивые и безопасные регионы. Важно отметить, что именно транспортные маршруты становятся критическими в условиях климатических изменений: они должны быть адаптированы и модернизированы, чтобы обеспечить возможность перемещения большего числа людей.

Арктика, с её уникальным климатом и удалённым расположением, сталкивается с серьезными вызовами в организации транспорта. Тем не менее, с введением целого ряда программ и инициатив по развитию транспортной инфраструктуры, у региона появляются новые перспективы.

Создание единой арктической транспортной системы предполагает интеграцию различных видов транспорта: авиационного, морского и железнодорожного. Это комплексное решение направлено на улучшение логистической доступности удалённых районов Арктики, что критически важно для успешной реализации энергетических проектов, таких как добыча углеводородов и развитие атомной энергетики. Комбинированный подход позволит обеспечить эффективное перемещение ресурсов и рабочей силы, а также будет способствовать развитию экономики в регионе.

Одной из важнейших задач является модернизация портовой инфраструктуры. В рамках этой инициативы планируется создание новых портово-производственных комплексов и проведение дноуглубительных работ на основных арктических речных магистралях. Развитие портовой инфраструктуры не только позволит улучшить условия для морских перевозок, но и создаст новые рабочие места и возможности для местных жителей.

Развитие авиационной инфраструктуры также занимает центральное место в стратегиях по трансформации транспорта в Arctic. Модернизация оборудования аэропортов и разработка новых моделей летательных аппаратов, способных функционировать в суровых арктических условиях, создадут новые возможности для развития экономики и улучшат транспортное сообщение с удалёнными районами. Крупные транспортно-логистические узлы, такие как аэропорты в Мурманске, Архангельске и Анадыре, станут важными пунктами для международных перевозок, что откроет новые горизонты для торговли и бизнеса.

Кроме того, реализация проектов по развитию железнодорожной инфраструктуры, таких как «Белкомур» (Архангельск - Сыктывкар - Пермь) и «Северный широтный ход» (Салехард - Надым - Пангоды - Новый Уренгой - Коротчаево), значительно повысит пропускную способность существующих и новых железнодорожных маршрутов [6].

Однако для полноценного развития транспортной инфраструктуры в Арктике необходимо учитывать медицинские и социальные нужды местных жителей, предлагая рекомендации по улучшению транспортной доступности. Важно обеспечить связь между крупными населёнными пунктами и удалёнными районами, создавая регулярные маршруты, способствующие развитию миграционной привлекательности регионов.

В ходе нашего исследования мы пришли к важным выводам, которые подчеркивают критическое значение транспортной доступности для устойчивого развития арктических регионов. Мы увидели, что транспортная инфраструктура является вспомогательным элементом и ключевым фактором, способствующим экономическому, социальному и экологическому прогрессу. Арктика с её суровым климатом и удалённым расположением требует особого подхода, и именно развитие транспортной сети может стать основой для преодоления этих сложностей.

Транспортная доступность влияет на все аспекты жизни в арктических регионах. Она открывает новые возможности для бизнеса, привлекает инвесторов и создает благоприятные условия для роста местной экономики. Улучшение логистики позволяет не только эффективно распределять ресурсы, но и укрепляет связи между удалёнными населёнными пунктами, что, в свою очередь, способствует социальной интеграции и повышению качества жизни местных жителей.

Однако необходимо учитывать, что развитие транспортной инфраструктуры должно происходить с учетом экологических норм и в взаимодействии с местными сообществами. Устойчивое развитие арктических регионов возможно только при условии соблюдения баланса между экономическими интересами и охраной природных ресурсов. Так, создание современных транспортных коридоров напрямую пересекается с проблемами охраны окружающей среды, и важно, чтобы эти процессы шли рука об руку.

Список литературы

1. Рыбаковский Л. Л. Миграция населения. Вопросы теории. Главы 2, 5. - М., 2003. - <http://rybakovsky.ru/migracia2.html>
2. Кондратович Д. Л. Социальное восприятие реалий и перспектив социально-экономического развития арктических регионов // Экономика и управление: проблемы и решения. 2021. - № 10. - С. 124-130.
3. Маркин В.В., Силин А.Н. Человеческий и социальный потенциал неоиндустриального освоения Арктики: социологический анализ, моделирование, регулирование // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2022. - Т. 10, № 6. - С. 75-88.
4. Осипова О.В., Маклашова Е.Г. Миграционные намерения молодёжи Арктики в контексте субъективных оценок социального самочувствия // Арктика и Север. 2019. - № 24. - С. 25.
5. Экономические и социальные показатели районов Крайнего Севера и приравненных к ним местностей в 2005-2022 годах. -http://www.gks.ru/bgd/regl/b17_22/Main.htm
6. Фаузер В.В. Теория и практика исследования миграционных процессов // Корпоративное управление и инновационное развитие экономики Севера: Вестник НИЦ КПУВИ СыктГУ (электронный журнал). 2019. - № 3. - С. 117. - <http://vestnik-ku.ru/images/articles/2019/3/8.pdf>

РАЗВИТИЕ ТРАНСПОРТНОЙ ЛОГИСТИКИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Юсупова Ольга Анатольевна,
доцент кафедры «Финансы и кредит»
Российского университета транспорта (МИИТ), доцент, к.э.н.,
г. Москва, Российская Федерация

Савостюкова Валентина Александровна,
специалист экономического факультета
Российского университета транспорта (МИИТ),
г. Москва, Российская Федерация

Аннотация: в данной статье рассмотрено такое понятия, как «транспортная логистика», а также влияние информационных технологий на транспорт и перевозки. Приведены тренды развития передовых технологий на ближайшее время и произведен анализ положительных\негативных аспектов представленных нововведений.

Ключевые слова: транспортная логистика, информационные технологии, экологичное топливо, онлайн-торговля, блокчейн-платформы, робототизация, машинное обучение, прозрачность цепочек поставок, экологичные технологии, арктическая логистика

В условиях глобализации и стремительного технологического прогресса транспортная логистика приобретает ключевую роль в поддержании эффективности бизнес-процессов. Эта область охватывает широкий спектр мероприятий, связанных с организацией перемещения грузов от места их производства до конечного получателя. Современные информационные технологии играют критическую роль в совершенствовании логистических процессов, позволяя эффективно управлять цепочками поставок и повышать конкурентоспособность предприятий. Настоящая курсовая работа посвящена анализу развития транспортной логистики с учетом внедрения современных информационных технологий и их влияния на улучшение производительности логистических операций. Давайте для начала разберемся, что такое «транспортная логистика» и более подробно рассмотрим данную отрасль.

Транспортная логистика – это раздел управления, направленный на эффективное планирование, организацию, выполнение и контроль всех этапов движения товаров или услуг. Основная цель – обеспечить максимально быстрое и надежное перемещение продукции при минимально возможных издержках как во времени, так и в финансовом выражении.

Структуру данной сферы составляют несколько основных элементов:

- средства транспорта: использование различных видов транспорта (авиационного, морского, железнодорожного или автомобильного), каждый из которых обладает своими преимуществами для конкретных задач доставки;
- разработка маршрутов: создание оптимальных схем движения грузов для сокращения затрат времени и денег;
- складская инфраструктура: управление запасами товаров посредством гибкой системы складирования; это важный элемент для бесперебойного выполнения поставок;
- документооборот: оформление всей необходимой документации для подтверждения законности перевозки товара и обеспечения прозрачности каждой операции.

Далее хотелось бы рассмотреть влияние информационных технологий на транспортную отрасль.

Информационные технологии коренным образом изменили подход к управлению процессами в сфере транспортной логистики благодаря следующим преимуществам:

Автоматизация операций: внедрение специализированных программных продуктов позволяет сделать все процессы более прозрачными, уменьшив вероятность допущения ошибок.

Применение навигационных систем GPS/ГЛОНАСС: эти технологии обеспечивают возможность круглосуточного мониторинга местоположения грузов для повышения точности доставки.

Использование искусственного интеллекта (ИИ): интеллектуальные модели прогнозируют спрос на услуги перевозки или хранения товаров, создавая самые рациональные маршруты доставки с минимальными затратами.

Также для автоматизации задач управления ресурсами создано множество программных комплексов, которые помогают оптимизировать работу на всех стадиях перевозок. Эти инструменты включают модули планирования маршрутов движения груза, мониторинг состояния отправок онлайн, управление запасами на складах и взаимодействие по документальной части операций – всё это становится неотъемлемой частью успешного ведения бизнеса сегодня.

Существует множество программных продуктов, включая системы управления транспортом (TMS), которые эффективно обеспечивают контроль и совершенствование процессов транспортировки. С помощью таких систем можно упростить процесс формирования бухгалтерских документов. Осуществлять мониторинг положения грузов и состояния техники. Оптимизировать логистические маршруты, что позволяет значительно сократить издержки.

Ряд предприятий уже достиг значительных успехов благодаря использованию передовых цифровых технологий в области логистики транспортных процессов. Например, компания UPS разработала уникальную систему доставки, которая учитывает множество параметров для выбора оптимальных маршрутов перевозки. Amazon применяет инновационные алгоритмы для управления складскими ресурсами и прогнозирования потребительского спроса с высокой степенью точности.

Применение современных IT-решений заметно ускоряет доставку грузов, улучшает клиентский сервис и минимизирует расходы на обработку заказов и перевозку товаров. Этот подход особенно важен в условиях жесткой конкуренции на рынке логистических услуг.

Прогресс в сфере транспорта тесно связан с внедрением новейших решений, таких как:

- Самоуправляемые автомобили для автономного передвижения грузовиков и автомобилей доставки;

- Блокчейн-технологии для обеспечения надежности и прозрачности цепочек поставок;

- Интернет вещей (IoT), используемый для анализа данных о состоянии груза и эффективности доставки.

Электронная коммерция и онлайн-торговля. Сектор электронной торговли демонстрирует стремительный рост популярности. Согласно прогнозам аналитического ресурса Insider Intelligence, к 2025 году объем финансовых операций в этой сфере может превысить 7,3 трлн долларов США, что свидетельствует о значительном увеличении по сравнению с итогами 2021 года, когда данный показатель достигал 4,9 трлн. Развитие цифровых технологий оказывает существенное влияние на весь процесс, от оформления заказа до доставки продукции.

Онлайн-сервисы и возможности электронных платежей предоставляют клиентам удобство совершения покупок из любой географической локации в любое подходящее время. Интерактивные платформы и мобильные приложения облегчают не только поиск товаров, но и их сравнение по характеристикам и стоимости; кроме того, они предоставляют исчерпывающую информацию о свойствах продукции или предлагаемых услугах.

Также хотелось бы отметить, что вопросы экологичности приобретают все большее значение в сфере организации перевозок товаров и материалов. Введение экологически

безопасных решений вместе с рационализацией производственных процессов позволит существенно снизить вредное воздействие на окружающую среду.

Применение экологически устойчивых технологий значительно снижает негативное воздействие транспортной логистики на окружающую среду. Использование электрических транспортных средств как альтернативы традиционным автомобилям на углеводородном топливе позволяет существенно уменьшить выбросы парниковых газов и других вредных соединений. Переход на безопасные для экологии источники энергии, такие как биодизель или водородное топливо, также способствует сокращению углеродного следа. Эти виды топлива характеризуются высокой степенью экологической безопасности: уровень эмиссий токсичных веществ при их эксплуатации минимален, что способствует улучшению качества воздушной среды.

Использование блокчейн-платформ открывает новые возможности для повышения надежности взаимодействий между участниками логистических цепочек поставок. Эта распределённая структура данных обеспечивает сохранность информации о транзакциях и позволяет детально отслеживать перемещение грузов на всех этапах транспортировки. Кроме того, благодаря интеграции децентрализованных систем становится возможным подтверждение подлинности документов без риска их подделки или потери целостности данных. Это устраняет угрозу мошенничества и укрепляет доверительные отношения между сторонами. За последние годы появилось множество блокчейн-платформ, которые можно классифицировать по различным критериям. Например, один из создателей платформы Ethereum Виталик Бутерин выделяет три основные категории: общедоступные (публичные), частные и сети консорциумного типа.

Публичные блокчейны предоставляют полный доступ любому пользователю для создания записей в системе, чтения данных и участия в процессе функционирования сети. Эти платформы работают на принципах децентрализации, исключая наличие единого управляющего органа. Для подтверждения достоверности транзакций и корректности информации используются механизмы достижения консенсуса, которые будут рассмотрены позже. К числу наиболее известных публичных систем относятся такие проекты, как Ethereum, Bitcoin и Tron. В отличие от публичных сетей, частные блокчейны ограничивают возможность добавления данных только для определённых участников с соответствующими полномочиями. Уровень доступа к данным может быть как открытым для всех пользователей системы, так и строго регламентированным в зависимости от целей применения данной технологии.

Частные сети часто популярны в корпоративной среде при выполнении задач по передаче данных или их хранению. Кроме того, они интегрируются в работу государственных органов для таких проектов, как электронный кадастр недвижимости или оптимизация административных процедур.

Консорциумные блокчейны имеют особенности как централизованных систем, так и децентрализованных технологий. Управление этими сетями осуществляется несколькими заранее согласованными сторонами – например, объединением компаний для реализации общей платформы обмена данными или выполнения транзакционных операций с высокой скоростью обработки запросов. Данные могут быть представлены открытыми, или доступ к ним может регулироваться только участниками консорциума. При необходимости можно рассмотреть вариант создания собственной блокчейн-системы под конкретные нужды организации. Теоретически каждая компания с достаточным бюджетом и компетенциями способна разработать индивидуальное решение этой технологии. Однако реализация такого проекта требует существенных финансовых вложений и профессиональной команды разработчиков с глубоким пониманием специфики технологии распределённых реестров (DLT).

Тренд 1: Роботизация складских помещений и дорог. Согласно данным аналитического агентства Mordor Intelligence, к концу 2030 года объем мирового рынка робототехники и

автоматизации в логистике может превысить отметку в 120,6 миллиарда долларов при среднегодовом темпе роста около 10%. На данный момент его оценка составляет примерно 75,24 миллиарда долларов. Такой динамичный рост объясняется активным увеличением спроса на автономные напольные устройства среди представителей логистических компаний. Одним из ключевых факторов является глобальный процесс старения населения, который приводит к недостатку квалифицированного персонала в отрасли. В Российской Федерации прогнозируется стремительный рост цифровизации транспорта и логистики: к началу следующего десятилетия объем этого рынка может увеличиться почти в семь раз и достигнуть уровня 626,6 миллиарда рублей. Уже через год инвестиции бизнес-сектора в автоматизацию операций на складах ожидаются на уровне порядка 20 миллиардов рублей.

Компании планируют массовое внедрение систем управления складскими процессами (Warehouse Management System) и использование роботизированных решений для повышения оперативности обработки заказов и снижения затрат. По информации из отчета McKinsey, применение робототехники на складах позволяет уменьшить трудозатраты до трети от общего объема труда, а также снизить количество ошибок при комплектовании заказов почти на 40%. «Цифровизация и внедрение роботов в процессы транспортировки и хранения станут важнейшими драйверами повышения эффективности работы компаний. Это позволит частично решить проблему нехватки персонала за счет оптимизации рабочих процессов», — отметил аналитик компании «Цифра Брокер» Кирилл Климентьев.

Уже через два года ожидается значительное увеличение числа пилотных испытаний грузового автотранспорта с функцией автономного управления. Мировые лидеры отрасли, включая Waymo и TuSimple, активно развивают технологии беспилотных перевозок без участия водителей. Российский автопром также включился в эту гонку: осенью прошлого года были проведены тестовые поездки тяжеловесных беспилотников по трассе М-11 «Нева». Планы дальнейших испытаний предусматривают использование трасс М-12 «Восток» и М-4 «Дон». Как прогнозирует правительство Российской Федерации, к началу нового десятилетия более чем на 19 тысячах километров дорог страны будет функционировать автономный транспорт.

Тренд 2: активное применение алгоритмов машинного обучения для анализа данных становится неотъемлемой частью современной логистики. Прогнозирование клиентских потребностей и совершенствование управления запасами с применением машинного обучения (ML) стали важнейшими инструментами повышения производительности в логистической сфере. Методы ML позволяют анализировать данные о реализуемых товарах, сезонных трендах и внешних факторах, что делает прогнозы спроса более точными, а подходы к управлению складскими остатками — более рациональными. Например, компания Amazon внедрила машинное обучение для автоматизации складских операций, что привело к сокращению времени обработки заявок с 60 до 15 минут и снижению затрат на операционную деятельность на одну пятую. Кроме того, алгоритмы искусственного интеллекта применяются для анализа дорожной ситуации и условий погоды, позволяя транспортным организациям оптимизировать маршруты доставки. Так, DHL успешно использовала технологии искусственного интеллекта для улучшения логистических путей: благодаря этому компания уменьшила время доставки на 15% и одновременно сократила эксплуатационные издержки на 10%.

Тренд 3: Усиление прозрачности цепочек поставок. Согласно аналитическим прогнозам Mordor Intelligence, объем мирового цифрового рынка логистики за пять лет увеличится почти вдвое – с 30 млрд долларов США в 2024 году до 63,55 млрд долларов США в 2029 году, демонстрируя ежегодный прирост около 16%. Цифровизация процессов способствует созданию более прозрачных цепочек поставок за счет улучшения отслеживаемости всех этапов их прохождения. Такие технологии, как блокчейн и Интернет вещей (IoT), дают возможность получать актуальную информацию о положении грузов или состоянии продукции практически мгновенно. Это укрепляет доверительные отношения

между партнерами по бизнесу и повышает уровень сервиса. Компания DCLogic отмечает, что к 2025 году использование цифровых решений в анализе бизнеса предполагает рост примерно на две пятых текущего уровня технологического применения. В этом контексте блокчейн может использоваться для создания защищенных цепочек учета транзакций и перемещений товаров по логистическим каналам. Всемирный экономический форум оценивает такое внедрение как способ снижения рыночных барьеров; это должно привести к увеличению продаж у глобальных игроков примерно на одну шестую от их текущего объема.

Тренд 4. Ориентация на экологичность. Современное общество все больше акцентирует внимание на необходимости внедрения экологически чистых технологий в бизнес-процессы, опираясь на принципы устойчивого развития. Согласно данным исследования Global Market Insights, прогнозируется значительное увеличение объема рынка экологических решений: с 14,3 млрд долларов США в 2022 году до 83 млрд долларов к 2032 году. В числе наиболее заметных тенденций можно выделить два ведущих направления. Первое – это активное развитие электротранспорта. Крупные глобальные игроки, такие как Amazon, DHL и UPS, стремительно увеличивают количество электрических грузовых автомобилей в своих автопарках. Например, Amazon ставит цель к концу десятилетия запустить более ста тысяч фургонов Rivian на электрической тяге, что должно значительно снизить выбросы углекислого газа. Второе направление связано с созданием так называемых «зеленых» складских помещений. Предполагается, что уже к 2025 году около десяти процентов складов на территории Российской Федерации станут экологически чистыми объектами. Это подразумевает внедрение технологий энергосбережения и использование энергии из возобновляемых источников для минимизации вредного воздействия на природу. Кроме того, компании предпринимают меры для сокращения объема пластиковых материалов в упаковке своей продукции – такой подход также способствует улучшению состояния экологии.

Тренд 5. Укрепление позиций на Востоке. В 2022 году отечественный бизнес начал активно перестраивать свои экспортно-импортные маршруты, перенаправляя их преимущественно в сторону восточных стран, что стало вынужденной мерой в ответ на санкционные ограничения со стороны западных держав. Главным экономическим партнером государства стала Китайская Народная Республика (КНР). По итогам 2023 года объем взаимного товарооборота между Россией и КНР достиг рекордного показателя в 240,11 млрд долларов США, а за шесть месяцев текущего года он составил 116,87 млрд долларов. Прогнозы к 2025 году демонстрируют устойчивую тенденцию к расширению круга внешнеэкономических партнеров Российской Федерации: ключевые позиции займут также Индия, Турция, Иран и Казахстан. Эти страны активно заинтересованы в импорте российских энергоносителей, аграрной продукции и сырьевых ресурсов – об этом сообщает эксперт Кирилл Климентьев. С перенаправлением транспортных потоков с западных направлений на восточные регионы всё больший акцент делается на комплексные мультимодальные перевозки. Особое значение приобретают логистические пути через территорию Казахстана и Китая, которые становятся стратегически важными для обеспечения внешнеэкономической деятельности Российской Федерации. «Развитие инфраструктуры в новых условиях будет происходить по следующим направлениям: совершенствование Азиатского коридора и Северного морского пути вместе с реализацией крупных инфраструктурных инициатив. Укрепление транзитной сети через Центральную Азию (на примере Казахстана) и Китайскую Народную Республику в рамках программы «Один пояс – один путь» станет крайне весомым ресурсом экономического роста», – отметил аналитик Кирилл Климентьев. Он добавил: «Необходимо уделить приоритетное внимание развитию арктической логистики для транспортировки энергоносителей и грузов контейнерного типа в азиатские регионы. Кроме того, модернизация автотрасс, железнодорожных магистралей, портовой инфраструктуры и складских мощностей для повышения пропускной способности также остаётся насущным вопросом».

Итак, на основании всего вышесказанного можно сделать вывод, что логистика перевозок играет ключевую роль в современном бизнесе, а внедрение инновационных IT-инструментов открывает новые горизонты для оптимизации операций, повышения продуктивности труда сотрудников компаний и сокращения затрат на ведение бизнеса в целом. Перспективы дальнейшего развития отрасли сосредоточены на устранении существующих барьеров за счет применения новых технологических достижений и осуществления принципов устойчивого менеджмента – это станет основой конкурентоспособности бизнеса при одновременном улучшении качества обслуживания клиентов всех уровней рынка услуг автоперевозок и доставки продукции.

Список литературы

1. Логистика: учебник для вузов / под ред. О.А. Крейдич. – М.: ИНФРА-М, 2021.
2. Бодрова, И.Е. Транспортная логистика: Учебное пособие. – СПб.: Питер, 2022.
3. «Информационные технологии в логистике» / И. М. Сидоров, В. Н. Петров. – М.: Экономика, 2022.
4. Иванов, С. П. Логистика: современная практика. – М.: Горячая линия - Телеком, 2022. – 300 с.
5. Ольга Ильина, М. Барабанова, Владимир Кияев, Елена Трофимова, Валерий Трофимов. Информационные технологии в экономике и управлении. Учебник. – М.: Юрайт, 2017.

НАДЕЖНОСТЬ ТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ: АНАЛИЗ ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ

Яскевич Оксана Игоревна

*магистр первого курса института управления водным транспортом
Сибирского государственного университета водного транспорта (СГУВТ),
г. Новосибирск, Российская Федерация*

Виниченко Виктория Александровна

*заведующий кафедрой экономики и управления
Сибирского государственного университета водного транспорта (СГУВТ), доцент, к.э.н.*

Аннотация: в статье рассматривается проблема надежности транспортных компаний как ключевой фактор, влияющий на эффективность их деятельности и устойчивое развитие. Проанализирована интерпретация термина «надежность» разными авторами. Проведен анализ надежности транспортных компаний Российской Федерации. Сделан вывод о влиянии надежности транспортных компаний на конкурентоспособность.

Ключевые слова: надежность; транспортные предприятия, управление надежностью, эффективность, анализ надежности

Актуальность исследования надежности транспортных предприятий в условиях современной экономики очевидна. Современные рыночные условия характеризуются высокими уровнями неопределенности и нестабильной макроэкономической средой, что делает надежность ключевой составляющей успеха любого бизнеса, особенно в транспортной отрасли.

Транспорт является одной из базовых отраслей национальной экономики, эффективное функционирование которой является необходимым условием для устойчивого функционирования всех отраслей национальной экономики, обеспечения обороноспособности, защиты экономических интересов государства, повышение уровня жизни населения. При организации транспортных перевозок важным является своевременная доставка, сохранения качества, снижение материальных и трудовых затрат, эффективное использование техники.

Управлению транспортными предприятиями и исследования эффективности транспортных услуг посвящено много публикаций, которые определили основную структур транспортно-комплекс, выделили ключевые экономические показатели деятельности транспортных предприятий. Однако на сегодняшний день существующие исследования недостаточно обосновали узкие направления методологии эффективности управления транспортным предприятием, качеством и безопасностью транспортных услуг.

Эффективность деятельности транспортной системы России на сегодняшний день зависит от результативности устойчивости и развития взаимоотношений перевозчика и потребителя транспортных услуг. Согласно указанным условиям необходимо обосновать систему оценки эффективности и развития транспортного обеспечения отраслей национальной экономики.

На сегодняшний день национальная экономика России имеет фрагментарный и узкоспециализированный характер. Основным фактором, влияющим на формирование, объемы и структуру рынка транспортных услуг является деятельность компаний, которые предоставляют российскому бизнесу комплексные логистические услуги [6].

Важной составляющей частью транспортной отрасли является качество предоставления услуг перевозки грузов и пассажиров. Компании, работающие на транспортном рынке, конкурируют между собой, стараясь привлечь клиентов. Низкая надежность предприятия, как правило, отрицательно отражается и на конкурентоспособности

производимой продукции, оказании услуг, что в современных условиях становится недопустимым для предприятия, желающего преуспевать на рынке. Низкий уровень надежности предприятия может стать одной из причин его банкротства.

Низкая платежеспособность и недоверие партнеров – следствие низкой надежности, которое существенно ограничивает возможности компании иметь достаточные финансовые ресурсы, в том числе и валютные, необходимые для обеспечения непрерывного процесса производства [2].

Высокая вероятность «отказов» в работе предприятия, ведущая к снижению надежности его работы, приводит к неритмичной работе, простоям и, в конечном счете, увеличению затрат на производство продукции и ее удорожанию.

Факторы, влияющие на экономическую надежность транспортных компаний:

1. Экономический рост: спрос на транспортные услуги напрямую зависит от общего состояния экономики. В период экономического подъема объемы перевозок растут, а в периоды рецессии – сокращаются;
2. Инфляция: рост цен на топливо, запчасти и другие ресурсы оказывает негативное влияние на прибыльность транспортных компаний;
3. Курс валют: валютные колебания влияют на стоимость импортного оборудования, топлива и других затрат, а также на доходы от международных перевозок;
4. Государственное регулирование: изменение в законодательстве, касающиеся тарифов, налогов, стандартов безопасности и экологических норм могут существенно повлиять на операционную деятельность и финансовое положение транспортных компаний;
5. Ценообразование: умение правильно формировать цены на услуги, учитывая затраты, рыночную ситуацию и ценность для клиента;
6. Качество услуг: высокое качество услуг, надежность, клиентоориентированность обеспечивают конкурентное преимущество и лояльность клиентов;
7. Инновации и технологическое развитие: внедрение современных технологий, автоматизация складских процессов и др. позволяет повысить эффективность и снизить затраты.

Существует множество точек зрения по поводу интерпретации термина «надежность». Они представлены в таблице 1.

Таким образом, авторы по-разному понимают и трактуют понятие категории экономической надежности. Одни авторы считают, что надежными признаются те предприятия, которые имеют удовлетворительные финансовые показатели. Другие к надежным контрагентам относят такие предприятия, которые имеют кристальную репутацию и нигде не запятнали отношения с партнерами.

Несмотря на разное понимание показателя надежности, каждый хозяйствующий субъект стремится ту самую надежность повысить. Инструментов для ее повышения существует достаточное количество. Главное, правильно соотнести возможности и имеющийся потенциал.

Таблица 1 – Интерпретация термина «надежность» разными авторами

Автор	Интерпретация термина	Область исследования
А.А. Колобов и И.Н. Омельченко [7, С. 28]	это качественные взаимоотношения с поставщиков, временное и количественные параметры выполнения договорных отношений	экономика
Л. Родионова [9, С.35]	такая производственная система, в который обеспечивается максимально возможное достижение поставленной цели	управление
Ю.А. Шумилова [11, С.41]	это способность предприятия своевременно и в полном объеме удовлетворять экономические претензии и требования групп интересов	экономика
В.Н. Кабанов [10, С.21]	такое состояние предприятия, которое обеспечивает эффективность устойчивого развития, рациональное использование всех видов ресурсов и удовлетворение всех заинтересованных сторон в условиях разумного экономического риска	экономика
И.В. Бирюкова [2, С.29]	это способность компании своевременно выполнять взятые перед контрагентами на себя обязательств	экономика

Направления повышения надежности транспортного предприятия могут лежать как в административно-управленческой плоскости, так и исключительно в коммерческой (рисунок 1).

Очевидно, что многие направления повышения можно рассматривать в краткосрочной перспективе, поскольку высокий динамизм социально-экономической среды вынуждает компании постоянно пересматривать программы развития и стратегические направления. Турбулентность находит свое отражение практически во всех сферах деятельности любого хозяйствующего субъекта. Обострение политической обстановки, назревающий демографический кризис, нестабильность экономических условий и одновременно новые технологии и конкуренция вызывают необходимость адаптации в стремлении организации достичь нового устойчивого состояния, новой стабильности на очередном витке своего развития [6].

В современных условиях хозяйствования, когда много всяких рисков и на этом фоне высокий уровень турбулентности, каждая компания стремится к тому, чтобы снизить свои риски при ведении производственной деятельности. Особенно в сфере транспорта, поскольку это жизнеобеспечивающая отрасль и здесь важны не только параметры удовлетворенности пассажиров и грузоотправителей, но и те аспекты, которые будут связаны с безопасностью.

Таким образом, новые социально-экономические условия только укрепляют зависимость организаций от внешней среды, что зачастую приводит к отрицательному синергетическому эффекту. Следовательно, создание жизнеспособного, механизма устойчивого развития организации должно быть центром внимания на долгосрочную перспективу.

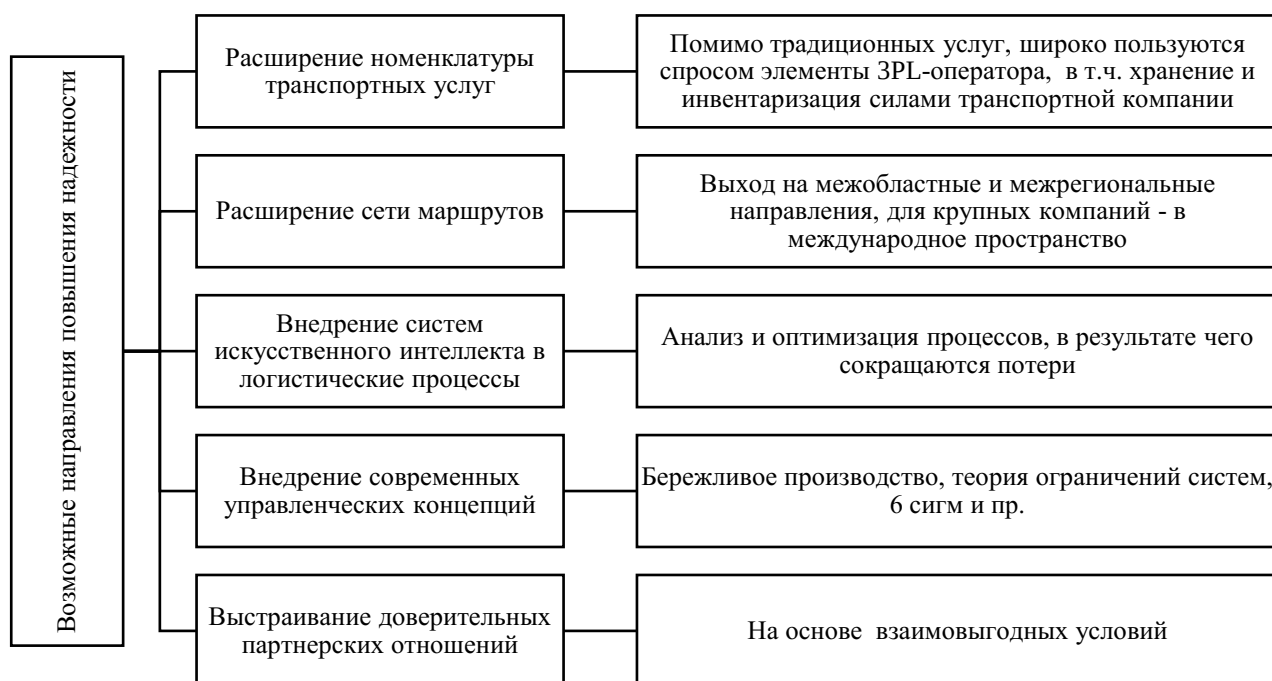


Рисунок 1 – Направления повышения надежности транспортного предприятия

Значимую роль в обеспечении надежности играет физическая безопасность подвижного состава. Поскольку транспортная отрасль является жизнеобеспечивающей, то здоровье и жизнь пассажиров имеет первостепенное значение. Даже незначительные проблемы в этой сфере могут привести к долгосрочной потере репутационного характера. Сюда же относятся и способность транспортной компании обеспечивать сохранность груза, предъявляемого к перевозке. В понятие надежности вкладываются и такие параметры как своевременность, регулярность, полнота и пр. Однако все перечисленные характеристики в конечном счете будут оказывать влияние на финансовые результаты компании. По этой причине было принято решение исследовать критические показатели, которые будут иметь негативное влияние на все аспекты деятельности предприятия.

Для анализа надежности транспортных компаний будут использоваться данные платформы СБИС [8]. Результаты были оформлены в шкалу (таблица 2).

Проанализировав транспортные компании по критерию «надежность», можно сделать вывод, что в транспортной отрасли больше надежных компаний, чем ненадежных.

У большинства транспортных компаний есть негативные финансовые показатели. Но, это не означает, что эти компании ненадежные.

Проанализировав транспортные компании по критерию «надежность», можно сделать вывод, что в транспортной отрасли больше надежных компаний, чем ненадежных.

С признаками однодневки в транспортной отрасли насчитывается 42 318 компаний. Из них 13 222 компании расположены в Москве, 2 255 – в Московской области, 2 077 компаний в Санкт-Петербурге, 556 – в Красноярском крае, 502 компании в Хабаровском крае, в Новосибирске 1 035 компаний.

Диапазон выручки у компаний с признаками однодневки находится в промежутке от 1 тыс. руб. до 308 млрд. руб. Самый встречающийся признак компаний однодневок – массовый адрес. Диапазон уровня рентабельности компаний от 46% до -279%. Средняя рентабельность у компаний однодневок составляет 9%.

Таблица 2 – Результат анализа транспортных компаний сквозь призму критических показателей

Плюсы						Минусы					
А	Б	В	Г	Д	Е	-А	-Б	-В	-Г	-Д	-Е
168805	163307	149226	204575	205445	42342	36820	42318	56399	1050	180	163283

где А – нет критичных показателей (– А есть критические показатели);

Б – без признаков однодневки (– Б с признаками однодневки);

В – нет долгов по налогам (– В есть долги по налогам);

Г – нет долгов по кредитам (– Г есть долги по кредитам);

Д – нет долгов по зарплате (– Д есть долги по зарплате);

Е – нет негативных финансовых показателей (– Е есть негативные финансовые показатели).

Проанализируем компании без признаков однодневок. Их насчитывается 163 304 компании. Из них 20 тысяч расположены в Москве, более 10 тысяч в Московской области, в Красноярском крае 3 532, в Новосибирске 4 045 компаний, в Хабаровском крае 2 592 компании.

Диапазон выручки у компаний без признаков однодневки составляет от 1 тыс. руб. до 497 млрд. руб. Диапазон уровня рентабельности таких компаний от 54% до -112%. Средняя рентабельность составляет 11%.

Если рассматривать компании, у которых есть долги по налогам, то у них диапазон выручки составляет от 1 тыс. руб. до 48 млрд. руб. Больше количество из них расположены в Москве - 10 985 компаний. Средняя рентабельность таких компаний составляет 15%. Причиной задолженности по налогам может быть, например, несоблюдение сроков подачи деклараций.

Компаний, у которых нет долгов по налогам больше тех компаний, у которых их нет. Их выручка варьируется от 1 тыс. руб. до 712 млрд. руб. Средняя рентабельность составляет около 24%.

Транспортных компаний, у которых есть негативные финансовые показатели больше, чем компаний, у которых этих показателей нет.

Да, у некоторых транспортных компаний могут быть негативные финансовые показатели. Например, снижение общей прибыльности, большая доля дебиторской задолженности в структуре баланса, рост себестоимости. Но это не означает, что эти компании ненадежные.

Получается, что надежность не так сильно зависит от каких-то негативных критериев, но будет отражаться на взаимоотношениях с другими компаниями, поставщиками, потребителями и т.д.

Вывод, полученный на основе анализа данных, говорит о том, что в транспортной отрасли действительно преобладают компании с высоким уровнем надежности. Однако, несмотря на это, некоторые компании всё ещё остаются ненадежными, следовательно, у таких компаний низкий уровень конкурентоспособности.

Таким образом, можно говорить, что именно надежное развитие предприятия может обеспечить его высокую конкурентоспособность. Надежность является стратегически важным фактором для транспортных предприятий. Инвестиции в надежность приводят к снижению издержек, увеличению доходов, улучшению репутации. С экономической точки зрения, надежность – это ключевой элемент управления бизнесом, обеспечивающий долгосрочную устойчивость и прибыльность транспортного предприятия. Комплексный подход, включающий инвестиции в инфраструктуру и технику, обучение персонала, эффективное управление рисками и использование современных технологий, является необходимым условием для обеспечения надежности и достижения успеха в транспортной отрасли.

Список литературы

1. eLIBRARY.RU : науч. электрон. б-ка [Электронный ресурс]: сайт. – Москва, 2000. Режим доступа: <https://elibrary.ru/> (дата обращения: 11.02.2025).
2. Азоев, Г.Л. Конкурентные преимущества фирмы [Текст]: учебное пособие / Л.Г. Азоева. – М.: Новости, 2015. – 521 с.
3. Афоничкина Е.А. Процессы изменений в экономических системах: рост и развитие/ Е.А. Афоничкина, А.И. Афоничкин// МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). 2015. Т. 6. № 4. С. 190-197.
4. Виниченко, В.А. Анализ финансовой отчетности: учебное пособие/ В.А. Виниченко, Е.Г.Тютрюмова. – Новосибирск: СГУВТ, 2021. – 153 с.
5. Головина Т.А. Концепция управления цифровыми рисками экономических систем / Т.А. Головина, Д.А. Суханов // В сборнике: Современные тенденции развития менеджмента и государственного управления. Материалы всероссийской очной научно-практической конференции. 2021. С. 68-74.
6. Зюзя Е.В. Методика оценки эффективности экономического механизма межотраслевых связей // Эпоха науки. 2019. №20. С.385-390.
7. Колобов А.А., Омельченко И.Н. Стратегическое управление организационно-экономической устойчивостью фирмы. – М.: МГТУ им. И.Э. Баумана, 2001. – 221 с.
8. Комплексная система для корпоративного учета и электронного документооборота «СБИС» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://online.sabyd.ru/> (Дата обращения: 10.02.2025)
9. Родионова, Л.Н. Организационно-экономическое обеспечение надежности функционирования финансово-промышленных систем: Автореф. Дис. доктор. эконом. наук: 08.00.05 / защищена 24.03.1998: утв. 12.09.1998 / Родионова Людмила Николаевна. – СПб., 1998. – 24 с.
10. Фатхутдинов Р.А. Конкурентноспособность организации в условиях кризиса: экономика, маркетинг, менеджмент. – М.: Маркетинг, 2002. – 619 с.
11. Шумилова Ю.А. Надежность экономики предприятия: методологический аспект/ Ю.А. Шумилова– М.: МГТУ им. И.Э. Баумана, 2001. – 221 с.

СЕКЦИЯ 6. СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ТЕНДЕНЦИИ В РАЗВИТИИ ЛОГИСТИКИ

СТРАТЕГИЯ МЕЖДУНАРОДНОЙ ЛОГИСТИКИ РОССИИ И КИТАЯ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Ван Мэйлунь,

*аспирантура Факультета «Управление перевозками и логистика»
Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация*

Александр Александрович Воронов

*доцент кафедры «Логистика и коммерческая работа»
Петербургского государственного университета путей сообщения Императора
Александра I, доцент, д.э.н.*

Аннотация: актуальность исследования стратегии международной логистики России и Китая обусловлена необходимостью адаптации к быстро меняющимся условиям глобальной экономики, а также стремлением обеих стран к укреплению своих позиций на международной арене. Это исследование может способствовать разработке эффективных стратегий, которые будут учитывать как внутренние, так и внешние факторы, влияющие на логистику. По результатам исследования сделаны предложения по совершенствованию международной логистики России и Китая в современных условиях.

Ключевые слова: международная торговля, логистическая инфраструктура, логистические стратегии.

В процессе глобализации, несмотря на влияние санкций, экономическое и торговое сотрудничество между Китаем и Россией становится более крепким, и важность международной логистики как моста, соединяющего экономику двух стран, очевидна. Российско-китайская международная логистика не только способствовала быстрому росту двусторонней торговли, но и привнесла новую жизненную силу в экономическое развитие двух стран. Актуальность исследования стратегии международной логистики России и Китая в современных условиях обусловлена рядом факторов.

Во-первых, наблюдается глобализация и интеграция экономик России и Китая, в связи с чем они становятся все более взаимозависимыми.

Во-вторых, в современных реалиях с учетом новых вызовов, таких как торговые войны, санкции и изменения в цепочках поставок, исследование логистических стратегий становится важным для адаптации к новым условиям. Понимание этих изменений позволяет странам разрабатывать гибкие и устойчивые логистические системы.

В-третьих, Россия и Китай активно проводят и разрабатывают новые государственные программы по развитию транспортно-логистической инфраструктуры (например, проект «Один пояс, один путь»).

В российской международной логистике на современном этапе основное внимание уделяется замещению импорта и внутренним перевозкам, сдвиг на Восток, цифровизации и автоматизации. Отрасль транспорта и логистики в России каждый год претерпевает серьезные изменения не только из-за геополитических и глобальных проблем, но и из-за быстрого развития технологий. Так, электронное управление документами становится все более популярным, заменяя бумажные документы и ускоряя процесс доставки. Согласно транспортной стратегии России к 2030 году и прогнозу к 2035 году, планируется, что доля электронных транспортных документов достигнет 100% к 2035 году.

На фоне геополитической нестабильности и санкций российские предприятия уделяют все больше внимания внутренним перевозкам и импорту. Поддерживаемый развитием рынка и электронной коммерции, объем внутренних перевозок сборных товаров продолжает расти. Например, с января по сентябрь 2024 года объем перевозок сборных товаров увеличился на 22%, а с января по апрель этого года объем контейнерных перевозок российской железнодорожной сети увеличился на 9,7% в годовом исчислении. Кроме того, российская промышленность также выдвинула требования к своевременным поставкам - промышленное производство увеличилось на 3,5% в 2024 году [2].

Изменения во внешней политике и экономической ситуации в России привели к корректировке торговых потоков с запада на восток. По данным группы «Деловые Линии», в 2024 спрос на грузоперевозки из Китая увеличился более чем на 40%. Развитие национальных пограничных контрольно-пропускных пунктов способствует увеличению грузоперевозок; в 2024 году на эту миссию будет выделено 8,3 миллиарда рублей.

Также в России постепенно развивается транспортная инфраструктура. Российская железнодорожная компания по коммерческим активам и Альфа-банк достигли соглашения о кредитном лимите на строительство Байкальского железнодорожного вокзала, что внесет значительный вклад в улучшение инфраструктуры и увеличение грузооборота.

Китай же является страной с самым большим объемом пассажирских и грузовых перевозок, пропускным объемом грузов в порт, высоким объемом экспресс-бизнеса. Обширная береговая линия Китая (2400 километров) содержит более 200 портов. Основные порты сгруппированы в трех регионах: Бохай, дельта реки Янцзы и дельта Жемчужной реки.

При этом 11-й 5-летний план включает в себя сеть автомагистралей «7918». Он объединяет более 300 городов, 200 миллионов человек, стимулируя региональное развитие и способствуя развитию центрально-западного развития.

Согласно данным Национального бюро статистики Китая, количество трансграничных логистических предприятий в Китае достигло 146661 штук в 2022 году, увеличив на 10% в годовом исчислении, а размер рынка достиг 15,7 триллионов юаней. По состоянию на октябрь 2023 года число трансграничных логистических предприятий достигло 156719 штук, достигнув значительного роста [3].

Транспортная инфраструктура Китая с автомагистралями, железными дорогами, портами и аэропортами-хабами в качестве ядра в последние годы добилась большого прогресса. Особенно с точки зрения постоянно расширяющейся сети высокоскоростных железных дорог и совершенствования строительства логистических парков. Китай постепенно сформировал современную логистическую систему, охватывающую городские и сельские районы.

Рассматривая международную логистику России и Китая заметно постоянное расширение и укрепление сотрудничества с развитием двусторонней торговли. В 2024 году китайско-российская торговля сохранила рост, несмотря на многие трудности, такие как санкции России и трудности в урегулировании торговли между Китаем и Россией.

Так, объем торговли между Китаем и Россией продолжает расти и превысит 240 миллиардов долларов в 2024 году. По данным Главного таможенного управления Китая, с января по ноябрь 2024 года объем торговли между Китаем и Россией увеличился на 2,1% в годовом исчислении до 2227,75 миллиардов долларов. Среди них Китай экспортировал в Россию 102,689 миллиардов долларов, что на 3,6% больше; Китай импортировал из России 12,086 миллиардов долларов, что на 0,9% больше.

Также в 2024 году Китай и Россия подписали 10-летний энергетический заказ, в основном включающий следующее: «Роснефть» подписала соглашение о поставке нефти с Китаем 10 миллионов тонн нефти каждый год на общую сумму 100 миллионов тонн. Для строительства природного газа и строительства трубопровода планируется построить новый газопровод.

Годовой объем газопередачи составляет 10 миллиардов кубометров на ранней стадии, 30 миллиардов кубических метров в среднесрочной перспективе и 60 миллиардов кубических метров на более поздней стадии. В то же время будет увеличено строительство газопровода «Сибирская власть» и углубится сотрудничество по проектам по сжиженному природному газу (Yamar LNG) [1].

При этом в 2024 году Китай и Россия подписали ряд транспортных соглашений, включая соглашения о сотрудничестве в области автомобильных грузовых перевозок, соглашения о сотрудничестве в железнодорожных перевозках, соглашения о сотрудничестве в арктических водных путях, соглашения о сотрудничестве в воздушных перевозках и т.д.

21 августа 2024 года Китай и Россия подписали меморандум о внесении поправок в соглашение, намереваясь упростить визовую систему в области автомобильных перевозок между двумя странами и сделать выдачу многократных виз более удобным. Китай и Россия подписали соглашение о развитии международных перевозок, чтобы российские ресурсы могли более эффективно доезжать до Китая по железной дороге и повысить эффективность импорта Китая.

Важно учитывать, что в 2024 году Китай и Россия реализовали трансграничное сотрудничество в области электронной коммерции во многих областях. Среди них трансграничный центр надзора за электронной коммерцией района Хэйхэ зоны свободной торговли Хэйлунцзян был официально датирован в апреле 2024 года, и время таможенного декларирования было значительно сокращено; трансграничный центр таможенного надзора электронной коммерции Харбинского района зоны свободной торговли Хэйлунцзян реализовал «универсальную» услугу всего процесса проверки грузов и таможенного оформления.

26 ноября 2024 года China New Horizon Industrial Co., Ltd., российская компания slavtrans-service и казахстанская ktz-express подписали соглашение о сотрудничестве в области электронной коммерции. Одним из его основных проектов является строительство терминала железнодорожного вокзала Шелядино в Москве. Транспортно-логистический центр. С 16 декабря 2024 года ВТБ Банк, российский внешнеторговый банк, значительно снизил комиссию за обработку малых и средних предприятий по переводу денег в Китай с 4% до 2,45%, снизив стоимость трансграничной торговли между Китаем и Россией [5].

В 2024 году пассажирские перевозки в порту Каникурган были официально открыты, что еще больше способствует развитию персонала и торговли между двумя сторонами. Канал инспекции грузов и вспомогательный инфраструктурный проект с общими инвестициями в размере 35 миллионов юаней в порту Дуннин завершили строительство основного проекта, а проект строительства совместного инспекционного зала и информационного командного центра с общими инвестициями в размере 51,15 миллиона юаней был ускорен. Система таможенного оформления «7 дней умноженные на 12 часов без обеденного перерыва» была реализована, а эффективность таможенного оформления увеличена.

Из негативных моментов международной логистики России и Китая можно выделить, что высокоскоростная железная дорога Китая потеряла 1,7 триллиона рублей российских заказов на высокоскоростные железные дороги. В апреле 2024 года проект высокоскоростной железной дороги Москвы-Санкт-Петербурга, о котором долгое время говорили между Китаем и Россией, был внезапно прерван. Россия в одностороннем порядке решила отказаться от сотрудничества с Китаем и самостоятельно развивать проект высокоскоростной железной дороги, что означает, что Китай потеряет крупные заказы на сумму до 1,7 триллиона рублей. Причина, по которой Россия решила самостоятельно разработать проект высокоскоростных железных дорог, также основана на надежде освоить основную технологию высокоскоростных железных дорог и, наконец, передать проект российской Sinara Group [4].

В целом, развитие китайско-российской международной логистики не только способствовало процветанию двусторонней торговли, но и принесло ощутимые экономические выгоды двум странам. Для России огромный спрос на китайском рынке

обеспечивает ей широкое экспортное пространство; для Китая обильные ресурсы и высококачественная продукция России также привнесли новую жизнеспособность на китайский рынок. Эта взаимовыгодная модель сделала сотрудничество между Китаем и Россией более близким в области международной логистики.

Одновременно с этим, на фоне быстро растущего объема торговли, конечно, обеим странам необходимо иметь совершенные торговые маршруты и логистические сети. По мере постоянного укрепления отношений торгового сотрудничества между Китаем и Россией также выявился ряд проблем, рисунок 1.

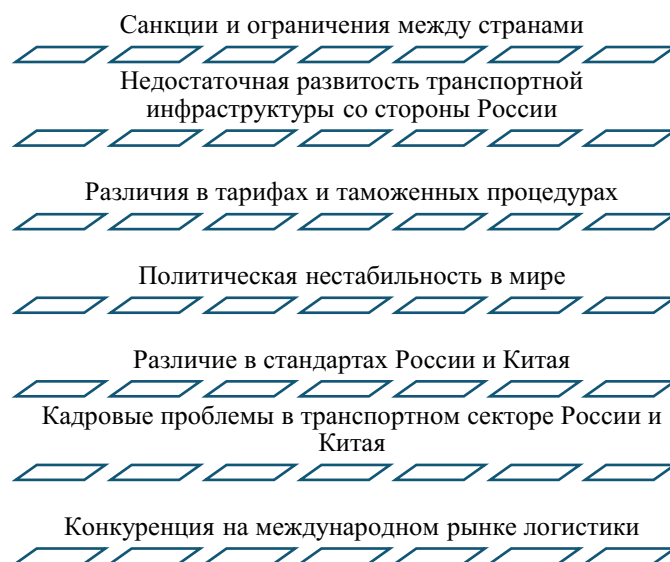


Рисунок 1 – Проблемы международной логистики России и Китая на современном этапе

По проблемам важно выделить влияние западных санкций против России, которые безусловно ограничивают доступ к определенным технологиям и финансированию, что затрудняет логистические операции и развитие инфраструктуры между странами. Одновременно с этим геополитическая ситуация в России создает неопределенности, негативно влияющие на планирование и осуществление логистических операций.

При этом, несмотря на наличие транспортных коридоров, таких как Транссибирская магистраль и маршрутов через Дальний Восток, состояние инфраструктуры может быть недостаточным для увеличения объемов грузоперевозок России и Китая.

Также существуют различия в тарифах на таможенные услуги России и Китая, которые замедляют процесс доставки и увеличивают затраты на логистику. Кроме того, есть различия в стандартах упаковки, сертификации и безопасности товаров создают дополнительные сложности при пересечении границ.

Учитывая современные реалии в России и Китае, есть недостаток квалифицированных специалистов в области логистики, что в свою очередь, ограничивает эффективность операций и внедрение новых технологий. Кроме того, необходимость внедрения современных технологий для оптимизации логистических процессов может быть затруднена из-за нехватки инвестиций или технических знаний у новых специалистов.

Нельзя не отметить увеличение конкуренции со стороны других стран и торговых партнеров также влияет на привлекательность логистических маршрутов между Россией и Китаем.

Для решения выявленных проблем и разработки эффективной стратегии международной логистики России и Китая на современном этапе предлагается ряд мероприятий, рисунок 2.

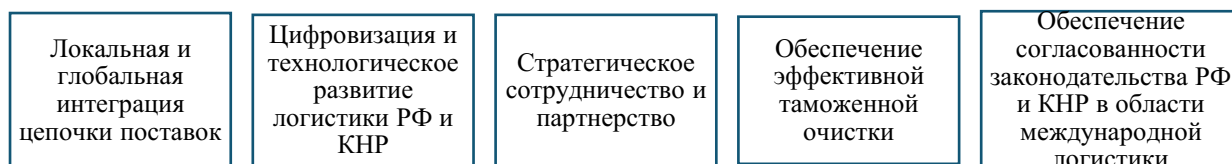


Рисунок 2 – Направления совершенствования стратегии международной логистики России и Китая в современных условиях

Представленные проблемы требуют комплексного подхода к решению, включая развитие инфраструктуры, упрощение таможенных процедур, улучшение взаимодействия между государственными органами и частным сектором, а также внедрение современных технологий в логистику.

Поэтому для внедрения эффективной стратегии международной логистики в современных условиях России и Китая необходимы следующие направления развития:

- локальная и глобальная интеграция цепочки поставок, предполагающая интеграцию местных цепочек поставок России и Китая с глобальными цепочками поставок. Данное направление включает в себя создание беспрепятственного потока товаров и услуг через границы для оптимизации процессов производства, распределения и потребления. Особенно данное мероприятие необходимо на границах Россия-Китай, чтобы российская таможня быстрее обрабатывала грузы;

- обеспечение адаптивности и устойчивости международной системы логистики России и Китая, чтобы адаптироваться к меняющимся обстоятельствам, таким как пандемии, стихийные бедствия или геополитическая напряженность. Для этого необходимо обеспечить множество альтернативных вариантов цепочек поставок с целью обеспечения бесперебойного процесса;

- учитывая современные тенденции цифровизации, важно обеспечить международную логистику России и Китая использованием цифровых технологий, таких как большие данные, искусственный интеллект, интернет-вещей (IoT) и блокчейн с целью повышения эффективности и прозрачности логистических операций. Данное мероприятие предполагает формирование цифровых платформ для обмена информацией между различными стейкхолдерами. При помощи современных цифровых технологий будет обеспечена координация между различными видами транспорта, такими как воздух, море и суша, может помочь оптимизировать сроки доставки и снизить затраты;

- формирование стратегических партнерств России и Китая (расширение инициатив после «Один пояс, один путь») и сотрудничество с ключевыми партнерами позволит оптимизировать логистические операции. Предполагается формирование стратегических альянсов с портовыми властями, таможней и другими соответствующими органами;

- обеспечение эффективной таможенной очистки предполагает, что в связи с тесными экономическими отношениями между Китаем и Россией существует необходимость в плавных и эффективных процедурах таможенного оформления, чтобы избежать узких мест и задержек;

- Китай и Россия должны согласовать свои логистические стратегии с новыми торговыми соглашениями, такими как RCEP (Региональное комплексное экономическое партнерство), чтобы воспользоваться новыми возможностями для торговли. При этом логистические операторы должны обеспечить соблюдение законов о международных судоходных и таможенных правилах. Это включает в себя обеспечение соблюдения правил отправления, назначения и любых других соответствующих правил.

Предложенные направления развития международной стратегии, жизненно важны для Китая и России, чтобы использовать свои сильные стороны и управлять сложностями мировой торговли в сегодняшнем взаимосвязанном и меняющемся экономическом ландшафте. Важно, чтобы логистическая отрасль обеих стран могла развиваться сбалансированным образом.

Подводя итоги исследования, можно сказать, что с углублением концепции экономической глобализации связи России и Китая также постепенно сближались, и количество торговых обменов между странами увеличивалось, что привело к определенному прорыву в развитии международной торговли и позволило добиться определенных достижений. Несмотря на санкции, экономическое и торговое сотрудничество между Китаем и Россией продолжает укрепляться, что подчеркивает важность международной логистики как связующего звена между двумя странами. В процессе исследования были выявлены проблемы в стратегии международной логистики России и Китая на современном этапе и предложены направления по развитию стратегии и нивелированию данных проблем.

Список литературы

1. Наньцюань, Л. Размышления по некоторым вопросам китайско-российских экономических и торговых отношений в новой ситуации // Исследование и соперничество. – 2023. – №3, С.127-134.
2. Наньцюань, Л., Сяоцин, Ю., Чуаньюн, П. Всестороннее возрождение Северо-Востока и развитие Дальнего Востока: перспективы китайско-российского регионального сотрудничества // Городской дозор. – 2023. – №6, С.29-57.
3. Сикуй, Л. Реконструкция международных логистических каналов России в условиях геополитического экономического кризиса // Российские исследования в области Восточной Европы и Центральной Азии. – 2023. – №6, С.60-77.
4. Сию, Б., Шань, С., Пэнчэн, М. Краткое содержание Международного семинара по распространению китайской культуры «Пояс и путь» в новую эпоху // Nuaxia Communication Research. – 2024. – №2, С.319-326.
5. Сяосюэ, Ч. Исследование развития китайско-российского делового сотрудничества на основе индекса эффективности логистики // Журнал колледжа Хэйхэ. – 2023 – №14(12), С.50-52.
6. Цзиньпин, Ч., Вэй, Ч. В китайско-российской трансграничной логистической системе электронной коммерции есть проблемы и пути их решения // Экономика бизнеса. – 2021. – №5, С.61-63.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕРЕВОЗКИ ГРУЗА СМЕШАННЫМ СООБЩЕНИЕМ ПУТЕМ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОГО АНАЛИЗА МАРШРУТА ПЕРЕДВИЖЕНИЯ

Вохмянин Владимир Андреевич,
студент Нижегородского института путей сообщения – филиала ПривГУПС,
г. Нижний Новгород, Российская Федерация

Круглова Ольга Валентиновна,
доцент кафедры «Общеобразовательные и профессиональные дисциплины»
Нижегородского института путей сообщения – филиала ПривГУПС,
г. Нижний Новгород, Российская Федерация

Аннотация: в статье проанализирована сущность расчетно-графического анализа перевозки, дана характеристика транспортно-технологической схемы, составлена транспортно-технологическая схема перевозки, построен маршрут перевозки с помощью интернет-технологий, выбран тип передвижения, произведен расчет срока доставки, расчет стоимости перевозки.

Ключевые слова: транспортно-технологическая схема; перегрузка; сбор; срок доставки.

Современные технологии доставки груза от грузоотправителя до грузополучателя не обходятся без графических материалов, схем, графиков движения. Разработка графических схем позволяет упростить логистику и правильно распланировать тип передвижения и порядок операций. Одним из элементов графического анализа в организации перевозки грузов на начальном этапе планирования перевозки является транспортно-технологическая схема. [2, С. 15]

Транспортно-технологическая схема – это графическое изображение технологического процесса доставки грузов. Она включает в себя:

- Транспортные операции
- Погрузочно-разгрузочные операции
- Другие связанные с ними операции

Схема отображает порядок выполнения операций и описывает используемые технические средства, она состоит из:

- Буквенной информации о грузе
- Количественной информации
- Графической информации

Также в схеме указаны сведения о действиях, связанных с решением задачи доставки груза. Готовая транспортно-технологическая схема направляется в транспортную компанию для планирования типа передвижения и составления маршрута, либо направляется напрямую к перевозчику, если в перевозке задействуется один вид транспорта.

В качестве примера рассмотрим перевозку груза смешанным железнодорожно-автомобильным сообщением из поселка городского типа Забайкальск Забайкальского края в город Искитим Новосибирской области.

На рисунке 1 представлена транспортно-технологическая схема перевозки по данному маршруту.

Графическое изображение операции									
Условное обозначение									
Наименование операции	Складская, контрольно-учетная	Грузовая, перемещение	Транспортная	Грузовая, контрольно-учетная, перегрузочная	Погрузочная	Транспортная	Грузовая, контрольно-учетная, перегрузочная	Транспортная	Грузовая, контрольно-учетная, выгрузочная
Выполняемые работы	Упаковка товара Укладка в пакет Учет поступления Накопление	Учет отгрузки Погрузка	Перевозка	Выгрузка Учет поступления Перегрузка Укладка в контейнеры Расстаковка	Погрузка Оформление перевозочных документов Отправление со станции	Перевозка	Выгрузка Учет поступления Перегрузка груза	Перевозка	Выгрузка груза Получение груза
Способ выполнения	Вручную	Механизировано	Механизировано	Механизированно, вручную	Механизированно	Механизированно	Механизированно	Механизированно	Механизированно
Исполнители	Грузчик склада, кладовщик	Водитель электрокара	Водитель АТС	Водитель погрузчика, таможенные органы	Водитель погрузчика, работники ж/д станции	Машинист локомотива	Водитель погрузчика, водитель автомобиля	Водитель автомобиля	Водитель автомобиля, грузополучатель

Рисунок 1 – Транспортно-технологическая схема

Транспортно-технологическая схема в действии:

- Операции в пути следования
 - 2 перегрузки груза с одного вида транспорта на другой
 - Складская операция по началу погрузки на станции
 - Контрольно-учетные операции при каждой перегрузке груза
- Коррективы в схему
 - Изменение количества сотрудников
 - Повышение квалификации сотрудников после курсов

Человеческий капитал влияет на:

- Использование и обслуживание оборудования
- Уровень производительности труда
- 3. Выбор вида транспорта
 - Определяется маршрутом, географической доступностью и условиями хранения

груза

- Учитываются надежность и стоимость доставки
- 4. Анализ рынка транспортных услуг
 - Выбор перевозчика по заранее разработанной схеме
 - Использование ранжированных показателей (тарифы, время доставки, финансовая стабильность, квалификация персонала и др.)

Выбор и обоснование транспортно-технологической схемы — важный элемент логистической деятельности. К нему необходимо подходить заранее подготовленным.

В соответствии со статьей 33 Устава железнодорожного транспорта Российской Федерации перевозчик обязан доставлять грузы в установленные сроки и по назначению. [5, С. 82]

Срок доставки по транспортно-технологической схеме для железнодорожного транспорта равен:

$$T_{\text{жд}} = t + L / V + t_{\text{доп}}, \quad (1)$$

где t - длительность подготовительно-заключительных операций, (сут.);

L - расстояние маршрута пути, (км.);

V - суточная выработка пути, (км/сут.);

$t_{\text{доп}}$ - дополнительное время, требуемое для прочих операций, (сут.).

Сроки доставки грузов, исчисленные исходя из норм суточного пробега, увеличиваются на:

2 суток - на операции, связанные с отправлением и прибытием груза;

2 суток - для каждой промежуточной железнодорожной станции, производящей погрузку (выгрузку) рефрижераторной секции, в случаях ее погрузки (выгрузки) на нескольких станциях;

-1 сутки - на операции, связанные с передачей и приемом грузов, при перевозке грузов с переправой через водные пути сообщения (моря, реки) на судах и паромах;

1 сутки - при передаче на другой вид транспорта, при приеме с другого вида транспорта грузов, перевозимых в прямом смешанном сообщении;

2 суток - при перегрузке грузов в вагоны с колесными парами другой ширины колеи;

-1 сутки на операции, связанные с переадресовкой груза;

2 суток-при перевозке грузов мелкими отправлениями и в контейнерах на расстояние до 1000 км и 3 суток - свыше 1000 км (для накопления их и сортировки на грузосортировочных платформах и контейнерных пунктах);

1 сутки - при отправлении грузов с железнодорожных станций Московского и Санкт-Петербургского узлов или при прибытии грузов на железнодорожные станции этих узлов, а также при следовании грузов транзитом через эти узлы;

-1 сутки - в случае осуществления на пограничных пунктах пропуска Российской Федерации пограничного, таможенного, санитарно- эпидемиологического, ветеринарного, фитосанитарного и других видов государственного контроля;

- 1 сутки - в случае определения массы груза на вагонных весах перевозчика при их отсутствии у грузополучателя;

-1 сутки - при перевозке опасных грузов;

-1 сутки на каждую инфраструктуру при перевозке грузов с участием нескольких инфраструктур. [4, С. 17]

Нормы суточного пробега при большой скорости определяются по таблице 1.

Таблица 1 – Нормы суточного пробега при перевозке грузов большой скоростью

Расстояние перевозки, км (включительно)	Норма суточного пробега по видам отправок, км		
	Платформенные отправки и крупнотоннажные груженые термические контейнеры, перевозимые на сцепках из платформ без расформирования сцепки в пути следования	Крупнотоннажные термические и универсальные груженые контейнеры (без сортировки в пути следования), кроме перевозимых на сцепках из платформ без расформирования сцепки в пути следования	Контейнерные (с сортировкой в пути следования) и мелкие отправки
До 199	140	110	90
От 200 до 599	210	160	120
От 600 до 999	310	250	180
От 1000 до 1999	400	320	250
От 2000 до 2999	430	340	270
От 3000 до 4999	480	380	300
От 5000 до 6999	500	420	340
От 7000 и выше	520	450	360

Маршрут железнодорожной перевозки «Забайкальск – Новосибирск – Восточный» представлен на рисунке 2.

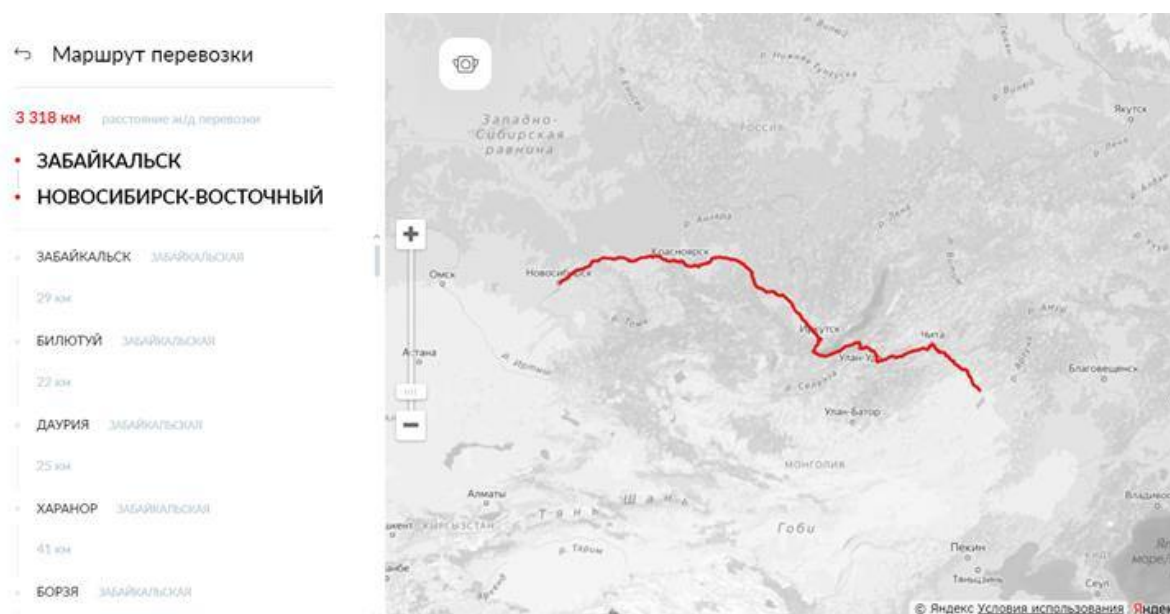


Рисунок 2 - Маршрут железнодорожной перевозки «Забайкальск – Новосибирск – Восточный»

Тарифное расстояние между станцией перегрузки с автомобильного транспорта Забайкальск до станции Новосибирск-Восточный – 3318 км, соответственно норма суточная выработка в данной научной статье равна 480 км. [1, С. 94].

В качестве дополнительных операций в пути совершаются:

- перевозка грузов в контейнерах на расстояние больше 1000 км - +3 суток

Итого время на дополнительные операции составляет

$$t_{\text{доп}} = 3 \text{ суток}$$

$$T_{\text{жд}} = 2 + (3318 / 480) + 3 = 12 \text{ суток}$$

Срок доставки железнодорожным транспортом по транспортно-технологической схеме составляет 12 суток.

За просрочку доставки груза, а также порожних вагонов предприятий, перевозчик уплачивает пени в размере шести процентов платы за перевозку груза за каждые сутки просрочки (неполные сутки считаются за полные), но не более чем в размере 50% платы за перевозку данного груза (ст. 97 Устава).

Также главным аспектом является срок перевозки груза автомобильным транспортом от станции Новосибирск-Восточный до склада грузополучателя.

Маршрут автомобильной перевозки Новосибирск-Искитим представлен на рисунке 3.

Срок доставки по транспортно-технологической схеме для автомобильного транспорта равен:

$$T_{\text{авт}} = t + L / V_{\text{ср}} + t_{\text{доп}}, \quad (2)$$

где t - длительность погрузочно-разгрузочных операций, (ч);

L - длина маршрута пути, (км.);

V - средняя скорость фуры, (км/ч.), принимается равным 60 км/ч;

$t_{\text{доп}}$ - время на дополнительные операции в пути следования, (ч).

Расстояние между железнодорожной станцией и складом, находящемся в г. Искитим – 78 км. Расстояние определялось по стандартному автомобильному маршруту в навигаторе Яндекс.Карты.

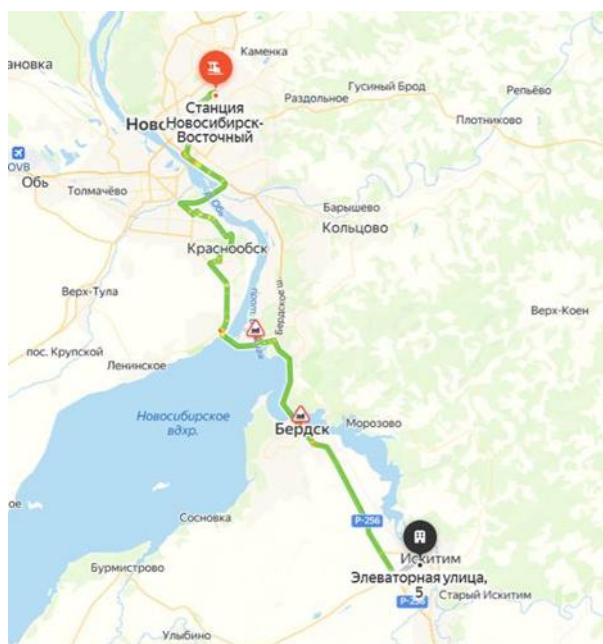


Рисунок 3 - Маршрут автомобильной перевозки Новосибирск-Искитим

$$t_{\text{доп}} = 0,17 \text{ ч}$$

$$T_{\text{авт}} = 0,17 + 78 / 60 + 0,17 = 1,64 \text{ ч}$$

Срок доставки автомобильным транспортом с учетом доставки 21 контейнера по транспортно-технологической схеме принимаем 1 сутки.

Общий срок доставки определяется по формуле (3)

$$T_{\text{общ}} = T_{\text{жд}} + T_{\text{авт}} \quad (3)$$

$$T_{\text{общ}} = 12 + 1 = 13 \text{ (суток)}$$

После выбранного маршрута передвижения, а также срока доставки груза по данному маршруту осталось определить стоимость перевозки груза – то, без чего невозможен анализ и организация перевозки груза.

Расчет плат за перевозку грузов по РЖД в прямом железнодорожном сообщении, в прямом и не прямом смешанном сообщении, экспортных и импортных грузов, следующих по РЖД в не прямом международном сообщении через российские порты, а также за услуги инфраструктуры, выполняемые РЖД при указанных перевозках, осуществляется по тарифным руководствам №1,2,3,4. [7, С. 117]

Расчет стоимости перевозки железнодорожным транспортом (Забайкальск – Новосибирск-Восточный).

Провозная плата за перевозку контейнером на расстоянии 3318 км определяется по формуле (4):

$$Э_{\text{жд}} = И * K_1 * K_2 * K_3 * K_4 * K_5 * K_{\text{инд}}, \quad (4)$$

где K_1 – поправочный коэффициент для повагонных, групповых, маршрутных отправок грузов в зависимости от количества грузов вагонов в отправке;

K_2 – поправочный коэффициент, применяемый при определении платы в зависимости от платы груза и дальности перевозок;

K_3 – поправочный коэффициент, применяемый при определении платы с участием Калининградской ж/д;

K_4 – дополнительный поправочный коэффициент по родам грузов;

K_5 – поправочный коэффициент, применяемый при определении платы лесоматериалов, каменных и порожних вагонов;

$K_{\text{инд}}$ – коэффициент индексации тарифной ставки из-за инфляции;

И – базовые ставки соответствующей схемы И за пользование инфраструктурой и тягой РЖД на конкретном расстоянии и для соответствующей загрузки вагона (руб.);

Определяем код ЕТСНГ и тарифный класс груза по таблице №1

Груз - Прочие зерновые;

Код ЕТСНГ – 018004;

Тарифный класс – 2;

Из Приложения №3 определяем поправочные коэффициенты:

$$K_2 = 1.0$$

Для того чтобы рассчитать коэффициент индексации, необходимо рассчитать инфляцию с момента выпуска преysкуранта по настоящее время. Преysкурант был выпущен в 2003 году, значит расчетным периодом для инфляции будет период с апреля 2003 по апрель 2024. [3, С. 48]

По онлайн-калькулятору инфляция с апреля 2003 по апрель 2024 составляет 430.91%, отсюда следует, что коэффициент индексации равен 4,31.

Теперь необходимо рассчитать основной тариф.

Чтобы определить основной тариф необходимо:

- 1) В таблице 7 части 1 преysкуранта определяем тарифную схему
- 2) В части 2 преysкуранта находим по таблице тарифной схемы плату за своё расстояние

Для нашего вагона тарифная схема – 13 (принимаем собственные арендованные).

По 2 части преysкуранта определено, что плата за один вагон – 33 401 рубль.

Рассчитаем количество вагонов в поезде по формуле (5)

$$N_{\text{ваг}} = m_{\text{гр}} / Q_{\text{конт}}, \quad (5)$$

где $Q_{\text{конт}}$ – вместимость одного крупнотоннажного контейнера (т.), принимаем 20 т по заданию.

$$N_{\text{ваг}} = 410 / 20 = 21 \text{ (ваг.)}$$

Плата за весь состав равна $33\,401 * 21 = 701\,421$ (руб.)

$$\mathcal{E}_{\text{жд}} = 701\,421 * 4,31 = 3\,023\,125 \text{ (руб.)}$$

Стоимость грузоперевозки автомобильным транспортом рассчитывается в соответствии с установленным тарифом — ценой за единицу транспортной работы. При междугородних перевозках транспортной работой считается расстояние, которое прошел автомобиль. При этом учитывается время, которое потратил автомобиль на весь рейс, и количество поездок, которое совершил. [6, С. 221]

Время, затраченное машиной от станции Новосибирск до склада ООО Комбикормовый завод «ВЕГА» в г. Искитим:

Время, затраченное на оборот, определяется по формуле (6)

$$t_{\text{об}} = \left(\frac{l_{\text{м}}}{V_{\text{т}}} \right) + t_{\text{п-р}}, \quad (6)$$

где $l_{\text{об}}$ – длина оборота, км;

$V_{\text{т}}$ – среднетехническая скорость, км/ч;

$t_{\text{п-р}}$ – время простоя под погрузкой-разгрузкой, ч.

$$t_{\text{об}} = \left(\frac{156}{60} \right) + 0,33 = 2,93 \text{ (ч.)}$$

Количество возможных оборотов за сутки по маршруту, определяется по формуле (7)

$$Z_{\text{об}} = \frac{T_{\text{н}}}{t_{\text{об}}}, \quad (7)$$

где $T_{\text{н}}$ – время в наряде, ч/сут;

$$Z_{об} = \frac{9}{2,93} \approx 3 \text{ (оборота)}$$

За один оборот контейнеровоз перевозит один контейнер. За один день работы один автомобиль делает 3 оборота и перевозит 3 контейнера. Всего контейнеров 21. Таким образом, потребное количество контейнеровозов ($A_{конт}$) для всего объема перевозки $21/3=7$ контейнеровозов.

Для расчета стоимости перевозки используем тариф 90 руб/км для контейнеровоза. [5, С. 79]

Общий оплачиваемый пробег определяется по формуле (8)

$$L_{общ} = l_{об} * N_{об} \quad (8)$$

$$L_{общ} = 156 * 21 = 3276 \text{ км}$$

Расходы на автомобильную перевозку определяются по формуле (9)

$$\Xi_{авт} = L_{общ} * T_{авт} \quad (9)$$

$$\Xi_{авт} = 3276 * 90 = 294\,840 \text{ (руб.)}$$

Таможенные платежи – это пошлины, сборы и налоги, которые участник ВЭД платит государству. Они зависят от типа груза.

Основные виды платежей:

- Ввозная/вывозная пошлина. Зависит от вида товара (кода ТН ВЭД) и категории участника ВЭД. При расчете пошлин опираются на Единый таможенный тариф Евразийского таможенного союза (ЕТТ).

- НДС 10% или 20%. Величина налога также зависит от вида товаров. На некоторые грузы предоставляются преференции, тогда налог на добавленную стоимость исчисляется по ставке 0%.

- Акциз. Акцизные сборы взимаются при поставках подакцизных товаров.

- Таможенные сборы. Сборы взимаются таможенными органами за совершение операций, связанных с выпуском товаров, таможенным сопровождением, хранение на таможенном складе. Они устанавливаются правительством РФ. [8, С. 97]

- Специальные, антидемпинговые, сезонные и компенсационные пошлины.

Стоимость ввозимого товара составляет 4100000 рублей.

Таможенная пошлина для 1007 90 000 0 Сорго зерновое составляет 5%, НДС 20%, акциз – 0%.

Ставки таможенных сборов представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Ставки таможенных сборов

Декларированная стоимость груза при импорте в рублях	Размер ставок сборов за таможенное оформление с 1 августа 2020 года в рублях
200000- 450000	1550
450000-1200000	3100
1200000-2700000	8530
2700000-4200000	12000
4200000-5500000	15500
5500000-7000000	20000
7000000-8000000	23000
8000000-9000000	25000
9000000-10000000	27000
От 10000000	30000

Расчет суммы таможенных платежей при импортной таможенной очистке производится по формуле (10)

$$C = C_{\Pi} + C_{\text{сб}} + C_A + C_{\text{ндс}}, \quad (10)$$

где C – общая сумма таможенных платежей;

C_{Π} – сумма в размере импортной пошлины;

$C_{\text{сб}}$ – таможенный сбор;

C_A – сумма в размере начисленного акциза для подакцизных товаров;

$C_{\text{ндс}}$ – сумма налога на добавленную стоимость.

Расчет таможенной пошлины производится по формуле (11)

$$C_{\Pi} = C_{\text{Т}}(\Pi) * C_{\text{тов}}, \quad (11)$$

$$C_{\Pi} = 4100000 \times 5\% = 205000 \text{ руб.}$$

Расчет НДС производится по формуле (12)

$$C_{\text{ндс}} = C_{\text{Т}}(\text{НДС})\% * (C_{\text{тов}} + C_{\Pi} + C_A) \quad (12)$$

$$C_{\text{ндс}} = (4100000 + 205000 + 0) \times 20\% = 861\,000 \text{ руб.}$$

Сбор за таможенное оформление составляет 12000 руб.

Итоговая стоимость таможенных платежей составила:

$$C = 861000 + 205000 + 12000 = 1\,078\,000 \text{ руб.}$$

Общая стоимость смешанной перевозки с учетом таможенных платежей определяется по формуле (13)

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_{\text{общ}} &= \mathcal{E}_{\text{жд}} + \mathcal{E}_{\text{авт}} + C_{\text{там}} \\ \mathcal{E}_{\text{общ}} &= 3\,023\,125 + 294\,840 + 1\,078\,000 = 4\,395\,965 \text{ (руб.)} \end{aligned} \quad (13)$$

Расчетно-графический анализ является одной из самой важных подготовительных операций перевозки. Информация, полученная в рамках этого анализа, должна соблюдаться на всём пути следования и на протяжении всего срока транспортная компания несет ответственность за сроки, убытки, маршрут, безопасность перевозки и эффективность разгрузки. Именно поэтому перевозчикам так важно знать аспекты расчетно-графического анализа для обеспечения работы всех транспортных средств.

Список литературы

1. Андреева, Т. И. Частный железнодорожный транспорт Сибири : монография / Т. И. Андреева. — Барнаул : АлтГПУ, 2021. — 275 с. — ISBN 978-5-88210-999-7.
2. Бутакова, Н. А. Правовое регулирование прямой смешанной перевозки грузов : монография / Н. А. Бутакова. — Москва : Юстицинформ, 2024. — 468 с. — ISBN 978-5-7205-1988-9.
3. Веремеенко, Е. Г. Транспортная логистика грузовых систем : учебное пособие / Е. Г. Веремеенко. — Ростов-на-Дону : Донской ГТУ, 2021. — 76 с. — ISBN 978-5-7890-1919-1.
4. Григоров, П. П. Грузоведение и грузовые перевозки : методические указания / П. П. Григоров, В. Д. Соколов. — Самара : СамГАУ, 2019. — 23 с.
5. Обухов, А. Д. Оперативно-технологическая связь. Железнодорожный транспорт / А. Д. Обухов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 168 с. — ISBN 978-5-507-46135-6.
6. Седюкевич, В. Н. Автомобильные перевозки : учебное пособие / В. Н. Седюкевич, Д. В. Капский, С. А. Рынкевич. — Минск : РИПО, 2020. — 323 с. — ISBN 978-985-7234-13-4.
7. Симакова, О. В. Железные дороги. Общий курс : учебное пособие / О. В. Симакова. — Минск : РИПО, 2014. — 223 с. — ISBN 978-985-503-428-6.
8. Уртминцев, Ю. Н. Управление международными перевозками : учебное пособие / Ю. Н. Уртминцев, В. Ю. Корьев. — Нижний Новгород : ВГУВТ, 2022. — 152 с.

НОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ИННОВАЦИИ В ЛОГИСТИЧЕСКОМ СЕКТОРЕ УЗБЕКИСТАНА

*Гаппаров Бехзод Нематиллаевич,
старший преподаватель кафедры
«Инженерная и компьютерная графика»
Джизакского политехнического института*

*Бозорбоев Жалолиддин Уткирович,
студент 2 курса
Джизакского политехнического института*

Аннотация: тема «Новые направления и инновации в логистическом секторе Узбекистана» анализирует стратегические возможности для улучшения экономики страны и международных торговых связей. Цифровые технологии в логистике, новые транспортные маршруты, автоматизация и амбициозные проекты играют ключевую роль в глобальной экономической интеграции Узбекистана. Кроме того, новые инфраструктурные проекты и инновации в транспортной логистике направлены на улучшение транзитного потенциала страны. Тема способствует расширению представлений о новых тенденциях в логистике, роли Узбекистана в международной торговле и ключевых факторах стабильного экономического роста.

Ключевые слова: логистика, инновации, цифровые технологии, инфраструктура, транзит, международная торговля, автоматизация, транспорт, Узбекистан.

Abstract: The topic "New Trends and Innovations in Uzbekistan's Logistics Sector" examines strategic opportunities for improving the country's economy and international trade relations. Digital technologies in logistics, new transport routes, automation, and ambitious projects play a crucial role in Uzbekistan's global economic integration. Furthermore, new infrastructure projects and innovations in transport logistics are aimed at enhancing the country's transit potential. This topic helps expand understanding of new trends in logistics, Uzbekistan's role in international trade, and key factors for sustainable economic growth.

Keywords: Logistics, innovations, digital technologies, infrastructure, transit, international trade, automation, transport, Uzbekistan.

Сегодня сектор логистики Узбекистана имеет большое значение для экономики страны и играет важную роль в развитии международных торговых и транзитных путей. Это, конечно, связано с тем, что географическое положение Узбекистана делает его транзитным узлом между Европой и Азией, поэтому развитие логистической инфраструктуры и современные инновации очень важны. Сегодня в сфере логистики появился ряд новых тенденций и инноваций, формирующих стратегические направления, направленные на повышение конкурентоспособности страны, диверсификацию экономики и укрепление позиций страны в международной торговле.

Поэтому в этой связи может возникнуть ряд проблем, связанных с развитием логистического сектора Узбекистана. Это:

Во-первых, неразвитость инфраструктуры, то есть логистическая инфраструктура и транспортные пути в стране не отвечают требованиям времени, что приводит к задержкам в торговых и транзитных процессах.

Во-вторых, отсутствие повсеместного внедрения цифровых технологий или автоматизации в логистике из-за низкого уровня использования цифровых технологий снижает эффективность процессов.

В-третьих, нормативно-правовые проблемы в сфере логистики, обусловленные несоответствием существующей нормативно-правовой базы быстрым изменениям или неадаптацией нормативно-правовых документов к современным требованиям, тормозят развитие отрасли.

В-четвертых, нехватка специалистов по логистике и отсутствие у них современных знаний из-за недостатков в подготовке и обучении кадров является серьезным препятствием для развития отрасли.

Существующие проблемы в сфере логистики в Узбекистане являются причиной ряда трудностей в развитии экономики страны и международных торговых отношений. К этим проблемам относится ряд недостатков, связанных с логистической инфраструктурой, системой обучения, использованием технологий и правовой базой. В частности, мы сосредоточимся на следующих проблемах:

1. Недостаточное развитие инфраструктуры.

Одной из основных проблем логистической сферы Узбекистана является неразвитость инфраструктуры, то есть существующая транспортная система и дорожная инфраструктура во многих случаях не отвечают современным требованиям. Как результат:

- Увеличение сроков транспортировки: неэффективные логистические услуги приводят к задержкам в перемещении товаров и задержкам в транзитных процессах.

- Неполное развитие транспортных путей: развитие транзиторных путей и их слабая интеграция, отсутствие координации между различными видами транспорта (железнодорожным, автомобильным, воздушным и морским), негибкость торговых и транзитных причин.

2. Низкий уровень внедрения цифровых технологий и автоматизации.

Отсутствие повсеместного внедрения цифровых технологий и автоматизации в логистике является одной из проблем, с которыми сталкивается отрасль. Если говорить точнее, большинство логистических процессов по-прежнему осуществляются традиционными методами:

- Неэффективность процессов: ручная обработка и управление данными, длительные и подверженные ошибкам логистические процессы без автоматизации, что приводит к чрезмерным затратам и ограничениям по времени.

- Недостаточное внедрение Интернета и цифровых платформ: ограниченное использование онлайн-отслеживания, цифрового выставления счетов и виртуальных систем является существенным препятствием для упрощения и ускорения логистических процессов.

3. Проблемы нормативно-правовой базы.

Законодательная и нормативная база, регулирующая сферу логистики в Узбекистане, также не очень эффективна. Эти проблемы могут привести к следующим ситуациям:

- Законодательство не соответствует современным требованиям: законы и нормативные акты в области логистики, особенно касающиеся международной торговли и транзита, по-прежнему основаны на требованиях начала прошлого века и не соответствуют современным международным стандартам.

- Отсутствие правового регулирования в секторе: отсутствие или недостаточное функционирование определенных систем управления и контроля в регулировании логистического сектора приводит к коррупции и нарушениям.

4. Проблемы подготовки и повышения квалификации кадров.

В настоящее время можно сказать, что нехватка специалистов в области логистики и отсутствие у них современных знаний также является существенной проблемой:

- Нехватка кадров: количество квалифицированных кадров в секторе логистики и транспорта относительно невелико. Их технические и управленческие знания не соответствуют современным требованиям.

- Слабые стороны системы образования: Недостаточная подготовка и практическая подготовка преподавателей логистики, отсутствие навыков преподавания логистических дисциплин в высших учебных заведениях.

5. Политика и помощь правительства, ориентированные на торговлю.

Другая проблема заключается в том, что нынешняя политика Узбекистана, направленная на логистику и торговлю, недостаточно сильна:

- Политика, ориентированная на торговлю: государственная политика и механизмы поддержки, направленные на развитие торговли или логистики, по-прежнему нуждаются в дальнейшем совершенствовании с учетом новых направлений.

Учитывая вышеизложенное, данные проблемы являются основными препятствиями на пути развития логистического сектора Узбекистана, и для их устранения необходимы стратегические действия, направленные на повышение конкурентоспособности экономики страны и ее позиций в международной торговле.

Поэтому было бы целесообразно использовать ряд методов для устранения этих проблем, а именно:

Во-первых, в направлении модернизации инфраструктуры необходимо адаптировать логистическую инфраструктуру к современным требованиям, построить новые маршруты и логистические центры, усовершенствовать транзитные маршруты.

Во-вторых, в направлении внедрения цифровых технологий, повсеместное внедрение ИТ-технологий и систем автоматизации в логистику будет способствовать повышению эффективности этих процессов.

В-третьих, в направлении совершенствования законодательной и нормативной базы необходимо адаптировать законодательство в сфере логистики к современным требованиям и внедрить нормы, соответствующие международным стандартам.

В-четвертых, в сфере подготовки и повышения квалификации кадров необходимо готовить высококвалифицированных специалистов в области логистики и организовывать специальные курсы в вузах и учебных заведениях.

На основе изложенных выше методов было бы целесообразно рассмотреть следующие предложения. Это:

1) В направлении инвестирования в логистическую инфраструктуру: Укрепление сотрудничества государственного и частного секторов, привлечение международных инвестиций для развития логистической инфраструктуры.

2) В направлении реализации «смелых проектов» в логистике: запуск современных систем автоматизации и цифровых платформ, внедрение новых форм перевозок и организации маршрутов.

3) В направлении интеграции образования и практики: совершенствование системы образования в сфере логистики, укрепление образовательного партнерства между вузами и компаниями.

4) В направлении укрепления международного сотрудничества: интеграция логистического сектора Узбекистана с международными торговыми путями и транзитными коридорами, развитие многострановых логистических платформ.

Эти предложения сами по себе будут способствовать развитию сектора логистики Узбекистана в будущем и занятию им важного места в международной торговле.

Таким образом, исходя из вышеизложенных соображений, можно сделать следующий вывод: это одно из направлений, где логистический сектор Узбекистана должен сыграть важную роль в развитии экономики страны. Географическое положение и роль транзитной зоны между Европой и Азией открывают перед страной большие возможности для увеличения своей доли в международной торговле и логистике. Однако для полной реализации этого потенциала необходимо решить ряд проблем в секторе.

Прежде всего, необходимо адаптировать и развивать логистическую инфраструктуру к современным требованиям. Существующие заграждения, неполная эксплуатация

транспортных путей и несоответствующая мировым стандартам инфраструктура существенно замедляют торговые и транзитные процессы. Кроме того, в отрасли недостаточно внедрены цифровые технологии и автоматизация. Это, в свою очередь, снижает эффективность логистических процессов, вызывая ненужные затраты и задержки.

Проблемы с законодательной и нормативной базой также во многих случаях могут препятствовать развитию логистического сектора. Введение законов и нормативных актов, соответствующих международным стандартам, окажет существенное влияние на интеграцию логистики. Во многих случаях торговые и транзитные процессы неэффективны из-за того, что стандарты и законы не отвечают требованиям времени.

Немаловажным является и вопрос подготовки кадров. В сфере логистики ощущается нехватка квалифицированных специалистов, а существующая система образования не адаптирована к современным требованиям отрасли. Недостатки в подготовке кадров существенно сказываются на практической деятельности логистических компаний, что сдерживает развитие отрасли.

Для решения всех проблем необходимо принятие конкретных и эффективных мер по модернизации логистической инфраструктуры Узбекистана, широкому внедрению цифровых и автоматизированных технологий, адаптации законодательства к современным требованиям, совершенствованию системы подготовки кадров. Для этого необходимы сотрудничество государственного и частного секторов, международное партнерство и внедрение инноваций.

Предложения будут способствовать развитию сектора логистики, укреплению глобальной экономической интеграции Узбекистана и укреплению его позиций в международной торговле. За счет развития инфраструктуры, внедрения цифровых технологий и современных процессов подготовки кадров Узбекистан может усилить свою долю в секторе логистики и еще больше продвинуться в интеграции в международную торговлю.

Список литературы

1. Шерматов Р. Логистика и транспорт. Ташкент: Издательство «Экономика и творчество», 2020, 245 с.
2. А. Турсунов, «Логистика в Узбекистане: проблемы и возможности». Ташкент: Издательство «Финансы и экономика», 2019, 189 с.
3. М. Кучкаров, «Цифровая логистика и производство». Ташкент: Издательство «Технология», 2021, 211 с.
4. С. Насиров, «Транспортно-логистическая инфраструктура». Ташкент: Издательство «Экономическое образование», 2018, 174 с.
5. Н. Шарипова, «Международная логистика: теория и практика». Ташкент: Издательство «Табиат», 2022, 232 стр.
6. Ш. Ахмедов, «Инновации в логистике и их развитие». Ташкент: Издательство «Ёшлар», 2021, 198 с.

СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ЛОГИСТИКИ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

Гузенко Наталья Владимировна

доцент кафедры коммерции и логистики

Ростовского государственного

экономического университета (РИНХ), доцент, к.э.н.

г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Аннотация: статья посвящена исследованию современных стратегических тенденций развития транспортной логистики, включая применение цифровых двойников, децентрализованных систем управления, многоуровневой оптимизации и диверсификацию поставщиков. Автор обосновывает актуальность внедрения динамических моделей планирования и интеграции информационных технологий для повышения оперативности и устойчивости логистических процессов в условиях глобальной неопределенности. Приведенные аналитические аргументы и примеры демонстрируют, что синергия передовых технологических решений и формирования высокоэффективной корпоративной культуры способствует созданию адаптивных и конкурентоспособных логистических систем.

Ключевые слова: логистика, транспорт, диверсификация, цепи поставок, транспортные сети

Стратегические тенденции развития логистики в современном мире определяются совокупностью факторов, связанных с глобальной цифровой трансформацией, изменениями в геополитической обстановке и необходимостью устойчивого развития. В условиях динамично меняющихся мировых реалий, характеризующихся ускоренной автоматизацией производственных процессов и возрастанием значимости информационных технологий, логистика становится неотъемлемой составляющей конкурентоспособности национальных экономик и глобальных компаний. Современные вызовы, такие как пандемия COVID-19, выявили уязвимость традиционных цепей поставок, что привело к активному поиску новых, более гибких и адаптивных моделей управления логистическими процессами. Этот процесс представляет собой сложную и многогранную научно-техническую задачу, в решении которой интегрируются современные информационные технологии, математическое моделирование, алгоритмические подходы к анализу данных и принципы системного управления.

Одним из направлений является разработка динамических моделей планирования, способных в режиме реального времени учитывать изменения в спросе, состоянии транспортной инфраструктуры и внешней среде, что позволяет оперативно корректировать маршруты и распределение ресурсов. Для повышения адаптивности используются методы прогнозирования, основанные на алгоритмах машинного обучения и статистических моделях, что обеспечивает более точное предвидение рисков и возможность заблаговременного реагирования на неожиданные изменения в логистической цепи. Динамические модели планирования, реализуемые в режиме реального времени, представляют собой интеграцию современных методов анализа данных, алгоритмов машинного обучения и адаптивных оптимизационных подходов, что позволяет оперативно реагировать на изменения спроса, состояния транспортной инфраструктуры и факторов внешней среды. Их применение в современной транспортной логистике обеспечивает непрерывное обновление прогностических моделей за счёт интеграции данных, поступающих с разнообразных сенсоров, систем мониторинга и информационных платформ, что способствует более точному прогнозированию колебаний рыночного спроса и оперативному выявлению узких мест в транспортной сети [1].

В результате, динамические модели позволяют оптимизировать маршруты движения, рационально распределять ресурсы и корректировать графики перевозок, что существенно снижает эксплуатационные затраты, минимизирует время простоя и повышает эффективность управления запасами на складах. Кроме того, такая система управления способствует созданию единого информационного пространства, где данные о состоянии инфраструктуры и внешней среде используются для синхронизации действий всех участников логистической цепи, что повышает адаптивность и устойчивость всей системы перед лицом непредсказуемых внешних воздействий, будь то изменение погодных условий, форс-мажорные обстоятельства или колебания спроса. Применение динамических моделей планирования способствует не только повышению оперативности и точности управленческих решений, но и интеграции логистических процессов в единую цифровую экосистему, что является залогом формирования конкурентоспособной и гибкой транспортной логистики в условиях современной глобальной экономики.

Важным элементом новых моделей является переход от централизованных систем управления к децентрализованным платформам, где решения принимаются на локальном уровне с учетом глобальных стратегических целей. Такая структура способствует формированию гибких сетей взаимодействия между участниками логистических процессов, позволяющих оперативно обмениваться информацией, корректировать действия и минимизировать влияние внешних факторов на эффективность системы. Переход от централизованных систем управления к децентрализованным платформам представляет собой эволюционный скачок в организации транспортной логистики, позволяющий обеспечить оперативное принятие решений на локальном уровне при сохранении единства стратегических целей. Децентрализованные платформы характеризуются распределением функций управления и аналитики между отдельными узлами сети, что позволяет каждому участнику, обладая актуальными данными о состоянии инфраструктуры, условиях транспортировки и региональных особенностях, самостоятельно принимать решения, способствующие улучшению оперативности и точности логистических процессов. Такой подход обеспечивает быструю адаптацию к изменениям внешней среды, минимизируя задержки в реакции на внештатные ситуации, будь то временные нарушения в транспортных потоках или локальные перегрузки на ключевых маршрутах. Благодаря распределённой структуре управления происходит эффективное объединение локальных аналитических возможностей с глобальными стратегическими установками, что приводит к синергетическому эффекту в оптимизации маршрутов, управлении ресурсами и снижении операционных издержек. Дополнительно, децентрализованные платформы способствуют повышению прозрачности и надежности информационных потоков, поскольку решения, принимаемые на местах, основаны на непосредственных данных, поступающих с датчиков, систем мониторинга и специализированных информационных сервисов, что позволяет оперативно корректировать планы в режиме реального времени. Таким образом, внедрение децентрализованных систем управления в транспортной логистике не только усиливает адаптивность и устойчивость цепей поставок, но и способствует интеграции локальных управленческих решений в единую цифровую экосистему, обеспечивая конкурентоспособность и стратегическую синхронизацию действий в условиях глобальной динамики и нестабильности внешней среды [2].

Современные экономические системы активно внедряют цифровые двойники при моделировании работы всей логистической сети в виртуальной среде. Это позволяет провести анализ различных сценариев и выявить оптимальные стратегии для устойчивого функционирования при различных режимах эксплуатации. Цифровые двойники представляют собой виртуальные модели физических объектов или систем, позволяющие в режиме реального времени проводить мониторинг, моделирование и прогнозирование поведения транспортных сетей, что становится особенно актуальным в условиях возрастающей сложности и динамичности современных логистических процессов. Применение цифровых

двойников в транспортной логистике обеспечивает возможность предварительного тестирования различных сценариев эксплуатации, оптимизации режимов работы и оперативного выявления потенциальных узких мест, что в конечном итоге приводит к снижению затрат на техническое обслуживание и повышению надёжности инфраструктуры. За счёт интеграции данных, поступающих от сенсоров, систем мониторинга и аналитических платформ, цифровые двойники позволяют синхронизировать информацию о состоянии объектов и оперативно корректировать параметры управления, что особенно важно в условиях изменчивого спроса и нестабильной внешней среды.

В качестве примера можно привести проект Siemens Mobility, где внедрение цифровых двойников в моделирование железнодорожных сетей позволяет проводить детальный анализ эксплуатационных характеристик и прогнозировать возникновение потенциальных отказов, что содействует повышению безопасности и снижению эксплуатационных расходов [3,4]

Ещё один пример реализован в порту Гамбурга, где цифровой двойник используется для моделирования логистических процессов, оптимизации загрузки причалов и прогнозирования движения грузовых судов, что позволяет значительно повысить эффективность работы порта [5]. Применение цифровых двойников в транспортной логистике позволяет не только повысить оперативность принятия управленческих решений, но и создать условия для проактивного управления инфраструктурой, что является важным аспектом формирования устойчивых и адаптивных логистических систем в условиях современной глобальной динамики.

Многоуровневая оптимизация с применением итеративных алгоритмов является особенно актуальным инструментом для решения задач распределения ресурсов в транспортной логистике ввиду высокой сложности систем, характеризующихся множественностью критериев и неопределённостью исходных данных. Транспортная логистика, охватывающая планирование маршрутов, распределение грузопотоков, управление запасами и координацию между различными звеньями цепочки поставок, сталкивается с проблемами, где оптимальное решение определяется не только минимизацией издержек, но и балансированием временных, качественных, экологических и сервисных показателей. Итеративные алгоритмы, применяемые в многоуровневой оптимизации, позволяют последовательно уточнять решение, адаптируясь к изменению входных параметров и условий, что особенно важно при наличии динамически меняющейся информации, характерной для современных транспортных систем. Такой подход способствует декомпозиции глобальной задачи на ряд подзадач, решаемых на различных уровнях управления: на стратегическом уровне определяются основные направления и приоритеты, на тактическом уровне осуществляется распределение ресурсов с учётом локальных особенностей, а на операционном уровне принимаются конкретные решения по маршрутизации и графикам движения. Преимущество итеративных методов заключается в их способности учитывать многокритериальность – они позволяют интегрировать несколько конфликтующих целей в единую модель, находя компромиссное решение посредством последовательного уточнения оценок и корректировки параметров. Более того, итеративные алгоритмы обладают устойчивостью к шуму и неполноте данных, что является существенным фактором в условиях неопределённости, присущей прогнозированию спроса, оценке времени в пути и анализу состояния инфраструктуры. Применение многоуровневой оптимизации в транспортной логистике способствует не только повышению точности и адаптивности решений, но и обеспечивает системный подход к управлению сложными логистическими сетями, позволяя своевременно реагировать на изменения внешней среды и минимизировать потенциальные риски, что в свою очередь повышает общую эффективность и конкурентоспособность логистических систем в условиях глобальной динамики рынка.

В условиях динамичного развития транспортной логистики, где интеграция цифровых двойников, динамических моделей планирования, децентрализованных платформ и многоуровневой оптимизации становится краеугольным камнем инновационных процессов,

обеспечение высокоэффективной рабочей среды и корпоративной культуры приобретает стратегическое значение. Привлечение и удержание лучших специалистов, обладающих междисциплинарными компетенциями, является ключевым условием успешного внедрения передовых технологических решений, поскольку современные системы управления требуют от персонала высокой степени адаптивности и глубокого понимания цифровых инструментов, методов анализа данных и алгоритмических подходов. Создание условий для непрерывного обучения и профессионального развития способствует формированию кадров, способных оперативно реагировать на изменяющиеся требования отрасли и участвовать в постоянном совершенствовании логистических процессов, что является необходимым для достижения конкурентных преимуществ в условиях глобальной динамики рынка. Воспитание разнообразного и технологически подкованного персонала обеспечивает не только эффективную эксплуатацию цифровых моделей и систем, но и стимулирует инновационное мышление внутри организации, позволяя интегрировать локальные управленческие решения с глобальными стратегическими установками. Такая синергия технологического прогресса и высокого уровня профессиональной подготовки способствует формированию корпоративной культуры, ориентированной на инновации, адаптивность и постоянное совершенствование, что в свою очередь положительно сказывается на оптимизации распределения ресурсов и повышении устойчивости всей логистической сети.

Современные транспортные и логистические системы сталкиваются с необходимостью адаптации к быстро меняющимся геополитическим, экономическим и технологическим условиям, что обуславливает стремление к формированию более устойчивых и гибких цепей поставок. В этом контексте развитие региональных логистических хабов представляет собой стратегически важное направление, позволяющее создать распределённую сеть транспортно-складских центров, оптимально интегрированных в местную и глобальную инфраструктуру. Такие хабы способствуют сокращению расстояний между производственными, распределительными и потребительскими точками, что ведёт к снижению транспортных издержек, ускорению оборота грузов и уменьшению временных задержек в логистической цепи. Кроме того, региональные логистические центры позволяют оперативно реагировать на локальные изменения спроса и оперативно перераспределять ресурсы в условиях форс-мажорных ситуаций, что значительно повышает устойчивость всей системы.

Наряду с этим диверсификация поставщиков становится критически важным механизмом для снижения зависимости от единственного источника и минимизации рисков, связанных с перебоями в поставках [6]. Распределение заказов между несколькими поставщиками не только обеспечивает гибкость при возникновении внешних шоков, таких как природные катаклизмы или политическая нестабильность, но и стимулирует конкуренцию, что в свою очередь способствует повышению качества продукции и услуг. Диверсификация поставщиков в современной транспортной логистике представляет собой стратегический инструмент, направленный на снижение операционных рисков и обеспечение устойчивости цепей поставок в условиях динамичной и неопределённой внешней среды. Применение методик многофакторного анализа и интеграция данных из различных информационных систем позволяют оценить надёжность, качество и своевременность поставок каждого партнера, а также определить оптимальные комбинации поставщиков, способствующие снижению совокупного риска. В результате, наличие разнородного портфеля поставщиков обеспечивает возможность оперативного перенаправления логистических потоков в ответ на изменения рыночного спроса, оптимизируя уровни складских запасов и снижая издержки, связанные с задержками и перебоями в поставках.

Помимо этого, диверсификация способствует формированию конкурентной среды, в которой поставщики вынуждены совершенствовать свои процессы, снижать сроки исполнения заказов и оптимизировать ценовую политику, что положительно сказывается на общей эффективности логистической системы. Современные аналитические подходы, основанные на стохастическом моделировании и алгоритмах оптимизации, позволяют

предприятиям прогнозировать потенциальные риски, связанные с конкретными поставщиками, и разрабатывать превентивные меры для их минимизации. Внедрение систем мониторинга в реальном времени, способных интегрировать и анализировать показатели надежности, скорости и качества выполнения поставок, создаёт информационное поле, на базе которого принимаются оперативные управленческие решения. Таким образом, системный подход к диверсификации поставщиков не только повышает устойчивость и адаптивность логистических систем, но и становится важной составляющей стратегического развития, обеспечивая гибкость и конкурентоспособность компаний в условиях глобальной динамики рынка.

При этом применение современных информационных технологий и аналитических платформ позволяет интегрировать данные с различных источников, создавая условия для своевременной диагностики и корректировки логистических процессов. В результате, сочетание развития региональных логистических хабов и диверсификации поставщиков формирует многоуровневую и децентрализованную систему управления цепями поставок, способную обеспечить высокий уровень оперативности, надежности и адаптивности, что является ключевым условием для поддержания конкурентоспособности в условиях глобальной динамики рынка.

Одновременно с этим возрастают требования к экологической ответственности, что отражается в стремлении к построению «зеленых» логистических систем, минимизирующих негативное воздействие на окружающую среду за счёт оптимизации транспортных маршрутов, использования возобновляемых источников энергии и перехода на альтернативные виды транспорта.

Анализ современных тенденций демонстрирует, что стратегическое развитие логистики требует интеграции инновационных технологий с традиционными методами управления цепочками поставок. Внедрение цифровых платформ для обмена информацией между всеми участниками логистической системы позволяет создавать синергетические эффекты, повышающие прозрачность и оперативность принятия управленческих решений. Кроме того, формирование адаптивных и кибербезопасных информационных систем становится критически важным в условиях растущей сложности глобальных логистических процессов. Такой интегрированный подход не только способствует повышению эффективности работы логистических центров, но и обеспечивает устойчивость экономики перед лицом внешних шоков и непредвиденных событий.

Таким образом, изучение стратегических тенденций развития логистики является актуальной научной задачей, поскольку оно позволяет сформировать эффективные модели организации транспортных и складских систем, отвечающие современным требованиям цифровой экономики, геополитической стабильности и экологической безопасности. Комплексное применение инновационных технологических решений, наряду с учетом социальных и экологических аспектов, способствует созданию современной логистической инфраструктуры, способной обеспечить стабильный экономический рост и повысить качество жизни населения в условиях глобальных перемен.

Список литературы

1. Guzenko, A., Guzenko N. Process optimization for last mile logistics // *Transportation Research Procedia*. – 2022. – Vol. 63. – P. 1700-1707. – DOI 10.1016/j.trpro.2022.06.184.
2. Čižiūnienė Kristina, Matijošius Jonas, Sokolovskij Edgar and Balevičiūtė Justė Assessment of Implementing Green Logistics Principles in Railway Transport: The Case of Lithuania Sustainability, 2024, 16(7), 2716; <https://doi.org/10.3390/su16072716>
3. Rail Services – up and running guaranteed // Официальный сайт Siemens mobility [электронный ресурс]. URL: <https://www.mobility.siemens.com/global/en/portfolio/rail-services.html> (дата обращения 26.01.2025).

4. Алексей Федосеев. Railigent - платформа для «умного» управления железнодорожными активами [электронный ресурс]. URL: https://railwayforum.ru/upload/iblock/4be/001%20Федосеев_Siemens%20Mobility.pdf (дата обращения 26.01.2025).
5. SmartPORT // Официальный сайт Hamburg-port [электронный ресурс]. URL: <https://www.hamburg-port-authority.de/en/hpa-360/smartport> (дата обращения 26.01.2025).
6. Бондаренко, В. А., Гузенко Н. В. Логистический сервис: теоретические аспекты ориентации на потребителя // Вестник Ростовского государственного экономического университета (РИНХ). – 2015. – № 1(49). – С. 19-24.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ЦИФРОВИЗАЦИИ ДЛЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МЕЖДУНАРОДНОГО ТРАНСПОРТНОГО КОРИДОРА «СЕВЕР-ЮГ»

*Заварницына Вероника Вадимовна,
студент электротехнического факультета
Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС),
г. Екатеринбург, Российская Федерация*

*Гашикова Людмила Вячеславовна,
зав. кафедрой мировой экономики и логистики
Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), к.э.н, доцент.*

*Самуйлов Валерий Михайлович,
профессор кафедры мировой экономики и логистики
Уральского государственного университета путей сообщения (УрГУПС), д-р техн. наук,
профессор.*

Аннотация: в статье рассматриваются: использование элементов цифровизации на международном транспортном коридоре «Север – Юг», проблемы, которые может решить цифровизация и препятствия, которые возникают при внедрении технологий цифровизации. Проанализированы проблемы по данной тематике и сделаны выводы.

Ключевые слова: МТК «Север-Юг»; цифровизация в логистике; проблемы цифровизации.

Во все времена торговля была двигателем развития экономики. Расцвет и процветание цивилизаций древности и современных стран, строится на торговых путях и способах обмена товарооборота. Торговые пути «вчера – сегодня – завтра» — это магистрали движения товаров из одной части света в другую. Можно сказать Международный транспортный коридор (далее МТК) «Север-Юг» сегодня для России и стран БРИКС, как «Китайский Шелковый Путь». Со временем все совершенствуется, и транспортный коридор впитывает в свою структуру современные технологии: перевозки осуществляют большегрузами по автодорогам, железнодорожным путям и по морю. Для комплексной координации и управления перевозками современный 21 век подарил нам технологии по цифровизации всего процесса грузоперевозок начиная от сборки груза и заканчивая поставкой его потребителю – это слаженный замкнутый процесс в современных программных продуктах.

Так что мы можем иметь в идеальной модели обработки грузопотока, через информационные системы? И второй вопрос: проблемы на пути реализации цифровизации МТК «Север-Юг».

МТК «Север-Юг» представляет собой мультимодальные перевозки: автотранспорт, морские перевозки и железнодорожные перевозки (рис. 1).

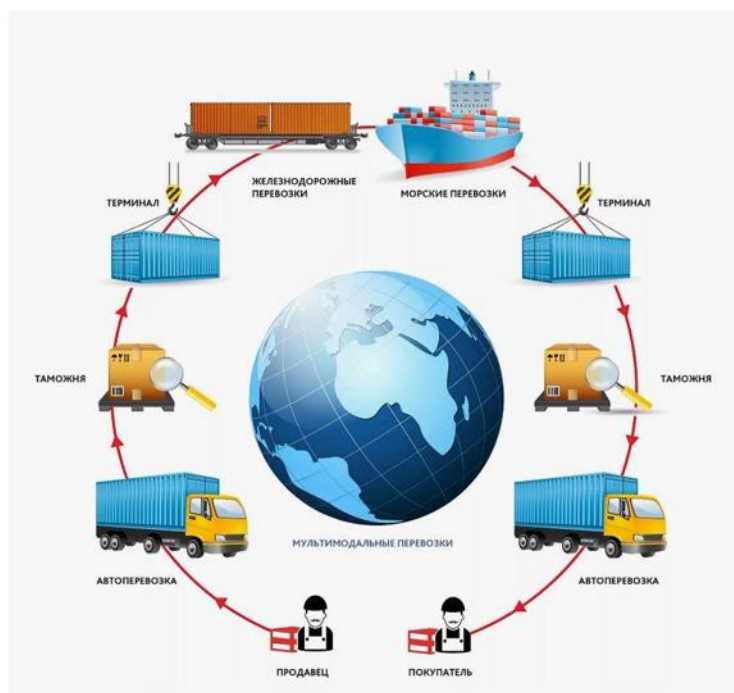


Рисунок 1 – Схема мультимодальных перевозок

У каждого грузоперевозчика существуют свои программные продукты, на которых он работает – это неотъемлемая часть логистики в современном мире и надо учитывать тот факт, что программное обеспечение (ПО) на территории различных стран – отличается. Цель проекта в создании интеграционной системы. Которая будет объединять ПО различных стран, для возможности стыковки грузов и возможности отслеживания и управления всей системой для удобства и сокращения расходов на перевозку. Данная структура представлена на рис. 2, можно сказать, что единое информационное пространство должно действовать по принципу портала Госуслуг – взаимодействие по принципу одного окна. В системе должны быть слиты все перевозчики, госорганы, таможня, логистические маршруты и все это функционировать в системах государств участников данной системы.



Рисунок 2 – Информационные системы в транспортной логистике

Для того чтобы реализовать принцип единого окна. Надо провести огромную работу по внесению изменений в законодательную базу всех стран в области:

1. Создание единого правового поля в области перевозок (единые перевозочные и сопроводительные документы и правила взаимодействия в транспортных узлах). Внедрение типовых электронных документов при перевозке грузов таких как:

- СМГС или ЦИМ/СМГС для железнодорожного транспорта; («Накладная СМГС — это перевозочный документ единого образца, применяющийся при железнодорожных перевозках между странами-членами СМГС, а также в сообщении между странами-участниками СМГС и другими странами. «Накладная ЦИМ/СМГС – это подтверждение заключения договоров перевозки по ЦИМ и СМГС в сообщении между государствами, применяющими ЦИМ и СМГС»;

- CMR для автомобильного транспорта;
- морские коносаменты для морских перевозок;
- мультимодальные коносаменты FIATA; Международные перемещения коммерческих грузов с использованием нескольких видов транспорта регулируются специальным документом. Для унификации документооборота в 1968 году был разработан мультимодальный коносамент Fiata. Его регламент распространяется на грузы, перевозимые морским и другими видами транспорта в рамках одной итерации [1, С. 1];

- ветеринарные и фитосанитарные сертификаты и другое.

2. Создание единого информационного пространства для размещения всей информации по МТК «Север-Юг», в виде веб-портала, на котором будет размещена вся информация:

- о грузах (состояние погрузка/разгрузка, путь следования);
- тарифы на перевозку;
- о транспортных компаниях, осуществляющих перевозку грузов и их условия работы;
- контактная информация о компаниях участвующих в процессе доставки грузов [2, С. 51].

И все это должно давать возможность отслеживать грузы по территории всех стран участниц проекта и быть интегрировано с информационными системами всех участников грузоперевозок, органами власти, таможенным и пограничным контролем и транспортными компаниями.

3. Создание единого правового поля в таможенных службах. Автоматизирование системы обработки данных (например Asysuda) на таможне, что позволит сократить время на таможенное оформление. В системе таможенного контроля необходимо:

- обеспечить электронный обмен данными между таможенными службами стран МТК «Север-Юг»;

- признание цифровых подписей таможенными службами всех стран;
- обеспечение электронного обмена данными пограничными службами стран участниц;

- внедрение предварительного электронного декларирования товаров;
- ввод электронных разрешений на осуществление международных автомобильных перевозок грузов;

- применение системы электронных таможенных гарантий e-TIR и др. электронных гарантийных инструментов;

- использование на железнодорожных вагонах, контейнерах и на грузовом автотранспорте электронных навигационных пломб для отслеживания груза, вдоль всего коридора «Север-Юг» [3, С. 1].

Вся система доставки грузов должна отвечать следующей схеме на рис. 3. Это сделает нашу систему совершенной и эффективной.

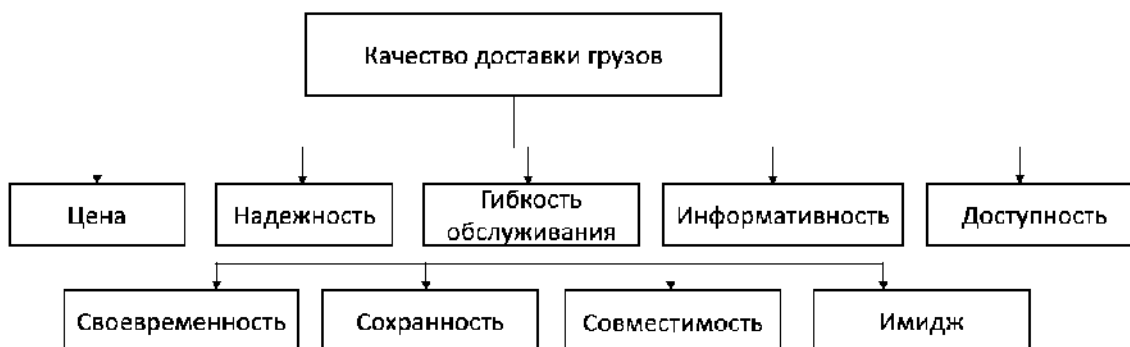


Рисунок 3 – Качество доставки грузов

В век глобализации и централизации всех процессов качественная доставка грузов зависит не только от технической составляющей (уровень машин, погрузчиков, кораблей, вагонов, дорог, путей и т.д.), но и в не меньшей степени от информации о процессе грузоперевозке, сегодня потребитель уже привык к получению полной информации о продукте, услуге и т.д. Поэтому хорошо созданный сайт, качественно работающая программа по оформлению документов, возможность отслеживать груз в онлайн режиме сегодня также важны, как и хорошая материально-техническая база. Доставка груза должна быть: доступной, надежной, информативной и для этого нужна хорошо организованная программная среда в глобальной сети интернет, чтобы каждый будь то отправитель груза, перевозчик, контролирующие органы или получатель, могли в любой момент времени оперативно и достоверно отработать нужные моменты в системе грузовых перевозок. То есть информационная система на всех уровнях должна работать идеально. Сегодня много возможностей для создания такой системы, технически можно воплотить данную модель, в течении 2-5 лет. Но есть общие сложности в реализации проекта МТК «Север-Юг».

Выделим основные проблемы на этапе реализации МТК «Север-Юг»:

1. Урегулирование процедуры пересечения границ, в том числе таможенные.
2. Создание единой тарифной сетке на участках МТК «Север-Юг» и единого ценообразования на протяжении всего коридора.
3. Совершенствование механизмов платежей и взаиморасчетов, а также страхования.
4. Цифровизация всех процедур при осуществлении международных перевозок (создание ЕИС - единой информационной системы грузоперевозок), о чем мы говорили ранее.
5. Внедрение механизма мониторинга и координации на протяжении всего маршрута.
6. Реклама и привлечение инвестиций и новых грузопотоков на маршрут.

Все это возможно реализовать через переговоры и это находится в плоскости политической воли стран участниц и заинтересованного бизнеса, а именно:

- создание межгосударственных программ и планов;
- организация регулярных встреч участников проекта и создание рабочих групп и комиссий по реализации планов внедрения.

Многие составляющие проекта уже разрабатываются и постепенно внедряются, но еще многое предстоит сделать. Информатизация коридора МТК «Север-Юг» целиком и полностью зависит от активности в политической плоскости. Наш президент и правительство очень много делают в этом направлении, выделяют финансирование, проводят постоянные встречи на правительственном уровне.

Так на Международном экономическом форуме «Россия – Исламский мир: KazanForum» заместитель председателя правительства РФ Марат Хуснуллин доложил, что в

период с 2022 по 2030 годы правительство Российской Федерации направит на развитие МТК «Север-Юг» около 280 млрд руб.

По мнению вице-премьера к 2025 году грузооборот по коридору «Север-Юг» должен достичь 30 млн т, а к 2030 году – до 35 млн т. Это на 155% больше по отношению к 2021 году. «Присутствующий на форуме помощник Президента РФ Игорь Левитин отметил, что для коридора «Север – Юг» необходимо «создавать новые условия для транспортировки грузов», чтобы груз был доставлен до места назначения без остановок на границах». Он добавил, что «технологии для этого сегодня существуют» [4, С. 1].

В 2022-2023 гг. объем инвестиций в развитие МТК «Север-Юг» вырос, так как коридор стал одним из ключевых и безопасных способов вывода российского экспорта на рынки Ближнего Востока и Южной Азии [5, С. 32].

Информатизация всех процессов грузоперевозки – это одна из технологий, реализация которой даст скачек в развитии МТК «Север-Юг». Процессы уже запущены, и наша страна активно работает во всех направлениях, так еще один шаг к развитию – в ноябре 2025 года запланировано знаковое событие «МТК Север-Юг – новые горизонты III Астраханский Международный форум: Быстрый выход на премиальные рынки Ирана, Афганистана, Ирака, Востока, Азии, Африки и Индии». Проект будет реализован в ближайшее время.

В ходе государственного визита президента РФ Владимира Путина в Казахстан, ОАО «РЖД» и АО «Казахстан темир жолы» 27 ноября 2024 года заключили соглашение о стратегическом сотрудничестве [6, С. 1].

Компании согласовали совместные действия по улучшению конкурентоспособности трансевразийских перевозок, где используется железнодорожная инфраструктура России и Казахстана. Планируется провести анализ пропускной способности стыковых пунктов для оптимального использования и синхронизации развития инфраструктуры. Также будет продолжена работа по цифровизации и переходу на безбумажные технологии, а также созданию единого логистического оператора для развития восточной ветки международного транспортного коридора «Север-Юг».

Это общие тенденции в формировании единой информационной системы для успешного функционирования МТК «Север-Юг» для их реализации необходимо создание рабочей группы для внедрения пробной модели на пилотном проекте, на одной из границ стран участниц. Необходимо повысить информированность населения о данном проекте, привлечение инвестиций для дальнейшего развития проекта, создание межгосударственных комиссий для разработки нормативно-правовых актов для внедрения системы информатизации. Пока не реализована законодательная составляющая, невозможно внедрить весь спектр информационных технологий, так как цифровизация проекта полностью зависит от законодательно правовой базы. Технически создать данную модель возможно, но она не будет работоспособной без законов, принятых к исполнению всеми сторонами процесса. Данная концепция может быть реализована в рамках Координационного совета МТК «Север-Юг», его заседания должны стать регулярными и на его основе должны быть созданы специализированные рабочие группы по узким вопросам в том числе по цифровизации платформы.

Цифровизация процессов на всем периметре МТК жизненная необходимость так как поток не сможет стать конкурентоспособным без быстрого качественного информационного обслуживания всех этапов грузоперевозки. И основная задача из разрозненных систем создать рабочую систему способную обрабатывать большие информационные объёмы и функционирующую в рамках законодательного поля стран БРИКС. Много уже сделано, но вопросов остается еще очень много.

Список литературы

1. Fiata коносамент: основной документ при мультимодальных перевозках. // Таможенный брокер «Калипсо» [электронный ресурс]. URL: <https://www.tambrok.ru/news/novosti/1003/> (дата обращения: 11.01.2025).
2. Винокуров, Е. (руководитель авторского коллектива), Ахунбаев, А., Забоев, А., Усманов, Н. (2022) Международный транспортный коридор «Север-Юг»: инвестиционные решения и мягкая инфраструктура. Доклады и рабочие документы 22/2. Алматы, Москва: Евразийский банк развития.
3. Сайт телеканала RTVi. «Север - Юг»: как западные санкции толкают Россию к созданию главного конкурента Суэцкого канала – комментарий ФТС России // Федеральная таможенная служба [электронный ресурс]. URL: <https://customs.gov.ru/press/prensa-onas/document/383474> (дата обращения: 10.01.2025).
4. Марат Хуснуллин: Грузопоток по международному транспортному коридору «Север – Юг» к 2030 году может вырасти до 35 млн тонн // Правительство России [электронный ресурс]. URL: <http://government.ru/news/48506/> (дата обращения: 10.01.2025).
5. Самуйлов В.М., Гашкова Л.В., Серeda М.А., Смердова А.А. «Международный транспортный коридор «Север – Юг» – ключевое звено в мировой экономике и логистике» // Инновационный транспорт. 2024. №1 (51). С.31 - 35.
6. РЖД и «Казахстан темир жолы» договорились о стратегическом сотрудничестве // ОАО «РЖД» [электронный ресурс]. URL: <https://company.rzd.ru/ru/9354/page/2452802?id=309513> (дата обращения: 10.01.2025).

ЛОГИСТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА РОССИИ: ВЫЗОВЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Каспаров Игорь Викторович,

*профессор кафедры «Общеобразовательные и профессиональные дисциплины»
Нижегородского института путей сообщения -
филиала ПривГУПС, профессор, к.т.н.,
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

Аннотация: в статье проанализированы актуальные логистические проблемы железнодорожного транспорта нашей страны по материалам открытых публикаций за последние пять лет, разработаны предложения по решению логистических проблем по разным направлениям деятельности ОАО «РЖД», сформулированы выводы о необходимости комплексной и системной работы всех заинтересованных сторон в этом процессе.

Ключевые слова: железнодорожный транспорт, транспортная система, логистические проблемы, экономический рост страны.

Введение

Железнодорожный транспорт является кровеносной системой российской экономики, обеспечивая грузоперевозки на огромных расстояниях и связывая различные регионы страны. Однако, как и любая сложная система, он сталкивается с рядом логистических проблем, которые влияют на его эффективность и конкурентоспособность. Понимание этих проблем и поиск решений являются ключевыми для дальнейшего развития железнодорожной отрасли и всей экономики России.

«Транспортная система обеспечивает формирование структуры хозяйства отдельных регионов и страны в целом: определяет доступность территории, является основным ресурсом социально-экономического развития, способствует территориальной организации производства, а также углублению специализации и комплексному развитию экономических районов, оптимизации внутренних и внешних хозяйственных связей, повышению территориальной и социальной мобильности населения» [1].

Анализ изученности проблемы

1. Износ инфраструктуры: Значительная часть железнодорожной инфраструктуры, включая пути, подвижной состав, сигнальные системы и станции, устарела и требует модернизации. Это приводит к снижению скорости движения, повышению вероятности аварий, увеличению времени доставки и, как следствие, к росту транспортных издержек.

Биртанов А. Г. с соавторами в своей работе отмечали, что «уровень нагрузки на инфраструктуру ОАО «РЖД» при нормальном функционировании экономических систем имеет тенденцию к постепенному росту. Высокий уровень нагрузки способствует быстрому износу имеющейся инфраструктуры, вызывает необходимость постоянного обновления, и предъявляет повышенные требования к более эффективному использованию имеющихся средств. Современное состояние железнодорожной инфраструктуры характеризуется высокой степенью износа» [2, С. 299].

2. Неравномерность распределения грузопотоков: наблюдается концентрация грузопотоков на отдельных направлениях, что приводит к перегрузке инфраструктуры и возникновению «узких мест». В то же время, на других направлениях инфраструктура может простаивать, что снижает общую эффективность использования транспортной сети.

Автор Полелух С. С. и соавторы отмечали: «Транспортная система обеспечивает формирование структуры хозяйства отдельных регионов и страны в целом: определяет доступность территории, является основным ресурсом социально-экономического развития, способствует территориальной организации производства, а также углублению специализации и комплексному развитию экономических районов, оптимизации внутренних

и внешних хозяйственных связей, повышению территориальной и социальной мобильности населения» [3, С. 689].

3. Недостаточное развитие терминальной инфраструктуры: Нехватка современных перегрузочных терминалов, особенно в ключевых транспортных узлах, приводит к задержкам при перевалке грузов с одного вида транспорта на другой. Это увеличивает время доставки и повышает стоимость логистики.

Эту проблему рассмотрела в своей работе А. О. Пенькова [4, С. 294]. Автор делает выводы об обеспечении формирования структуры хозяйства отдельных регионов и страны в целом транспортной системой, определяющей доступность территории, являющейся основным ресурсом социально-экономического развития и способствующей территориальной организации производства.

4. Неэффективное планирование и управление перевозками: Отсутствие единой цифровой платформы и недостаточная интеграция информационных систем между участниками транспортного процесса затрудняют оперативное планирование и управление перевозками. Это приводит к задержкам, простоям и неоптимальному использованию подвижного состава.

Козлова А. В. в своей работе [5] отметила, что «особая роль железных дорог для страны определяется большими расстояниями перевозок, отсутствием внутренних водных путей в главных сообщениях Восток – Запад, прекращением навигации на реках в зимний период, удаленностью размещения основных промышленных и аграрных центров от морских путей. Железнодорожный комплекс является связующим звеном единой экономической системы, обеспечивает стабильную деятельность промышленных предприятий».

5. Недостаточная цифровизация: Железнодорожный транспорт отстает от других видов транспорта по уровню цифровизации процессов. Внедрение современных информационных технологий, включая big data, искусственный интеллект и блокчейн, позволит оптимизировать процессы планирования, управления и мониторинга перевозок.

Эти вопросы подробно рассмотрел в своих работах И. В. Каспаров [6, 7]. В частности, было отмечено, что «сейчас вопросы кибербезопасности стали особо актуальны, прежде всего, в связи с использованием стандартного системного и прикладного программного обеспечения в сочетании с применением сетевых протоколов семейства TCP/IP. Несмотря на положительный экономический эффект такого подхода, механическое тиражирование этих технологий приводит к наследованию их слабых сторон. С точки зрения кибербезопасности – это уязвимости (свойства информационных систем), которые злоумышленник может использовать для реализации атаки. Еще одним немаловажным фактором является интеграция с системой передачи данных и реализация интерактивности информационных сервисов. Это приводит к увеличению поверхности атак (возможных точек для нападения) и расширению количества потенциальных источников негативного информационного воздействия».

6. Тарифная политика: Недостаточная гибкость тарифной политики и отсутствие четких критериев тарифообразования могут создавать препятствия для привлечения новых грузоотправителей и эффективного использования транспортных мощностей.

7. Сложность нормативного регулирования: Запутанная и избыточная нормативная база затрудняет взаимодействие между участниками транспортного процесса, увеличивает административные издержки и замедляет внедрение инноваций.

Эту проблему обсудила в своей работе Н.Ю. Егорова: «В соответствии с современным трендом развития цифровизации на железнодорожном транспорте и в масштабах всей страны необходима разработка соответствующих поправок и включение их в федеральные законы «Устав железнодорожного транспорта Российской Федерации», «О железнодорожном транспорте в Российской Федерации». На сегодня данные основные отраслевые нормативные документы уже не отражают должным образом быстро меняющуюся под влиянием цифровизации железнодорожную отрасль страны» [8].

8. Нехватка квалифицированных кадров: Железнодорожная отрасль испытывает недостаток квалифицированных специалистов, владеющих современными технологиями и навыками управления логистическими процессами.

Авторы Борисик М. П. и другие в своей работе [1] проанализировали этот вопрос и сделали вывод: «Участие работников в различных конференциях и курсах по повышению квалификации позволит им получить углубленные знания для применения их на практике. Важным этапом в преодолении логистических проблем является построение правильных и оптимальных маршрутов, для достижения этой цели необходимо выделение средств на разработку IT-программ и соответствующего обеспечения. Важным шагом в решении проблем является повышение эффективности законодательной базы, это может быть достигнуто за счет создания специальной комиссии, которая будет включать юристов разных областей права и представителей транспортных компаний. Возможно, такое сотрудничество позволит изучить основные детали и особенности транспортной отрасли, что в итоге повысит эффективность законопроекта».

Предложения по решению логистических проблем на железнодорожном транспорте

1. Масштабная модернизация инфраструктуры: Необходимо инвестировать значительные средства в обновление железнодорожных путей, подвижного состава, сигнальных систем и станционной инфраструктуры. Приоритетом должна стать модернизация «узких мест» и повышение пропускной способности ключевых направлений.

2. Развитие терминальной сети: Необходимо строительство современных логистических центров и перегрузочных терминалов, оснащенных современным оборудованием и информационными системами. Во всех реализуемых проектах необходимо придерживаться принципов создания универсального грузового терминала, на площадке которого может перерабатываться практически любая номенклатура грузов. Это требует устройства площадок для тяжеловесных и контейнерных грузов, крытых складов для тарно-штучных грузов, площадок и необходимой инфраструктуры для проведения таможенных операций.

3. Цифровизация транспортных процессов: Внедрение единой цифровой платформы, интеграция информационных систем, использование технологий big data, искусственного интеллекта и блокчейн позволит оптимизировать планирование, управление и мониторинг перевозок.

Как было ранее отмечено в [7], «все программно-управляемые микропроцессорные системы железнодорожного транспорта нужно обязательно проверять на функциональную безопасность, отсутствие незадекларированных возможностей и несанкционированного доступа. Схемотехнические решения и программное обеспечение таких систем уже на стадии проектирования должны учитывать возможность проведения различного рода кибератак. Следует постепенно переходить на полный цикл производства таких систем с использованием отечественной элементной базы. Нужно внедрять принципы открытого программного продукта и разрабатывать новые альтернативные варианты управления движением поездов при безусловном сохранении существующих ручных режимов управления, которые будут незаменимы в случае широкого проведения кибератак».

4. Совершенствование тарифной политики: Необходимо сделать тарифы более гибкими и прозрачными, стимулируя грузоотправителей к использованию железнодорожного транспорта. Совершенствование методики и методологии формирования тарифов, а также разработка методологии раздельного учета финансовых результатов, доходов и расходов по видам деятельности, тарифным составляющим и укрупненным показателям по видам работ должно основываться на субъективных представлениях исполнителей и представителей заинтересованных федеральных органов исполнительной власти о структуре укрупненных видов работ и о распределении затрат по перевозкам и услугам по использованию инфраструктуры ОАО «РЖД». Формирование тарифов зависит от множества факторов:

расстояния, вида транспорта, объема груза, сезонности и уровня спроса. «РЖД Логистика» активно работает над разработкой гибких тарифных решений, стремясь обеспечить баланс между конкурентоспособностью и рентабельностью. Стратегия снижения затрат включает в себя оптимизацию маршрутов, использование современных технологий и повышение эффективности использования транспортных средств. Анализ рынка мультимодальных перевозок в России выявил растущий спрос на подобные услуги, однако недостаток современной инфраструктуры и высокая стоимость не позволяют в полной мере использовать потенциал речных перевозок.

5. Упрощение нормативного регулирования: Необходимо сократить избыточные административные барьеры и создать благоприятные условия для развития железнодорожной отрасли. В [6] было отмечено, что основными задачами совершенствования являются «создание сквозной автоматизированной технологии управления содержанием инфраструктуры, включающей информационную поддержку всех уровней и циклов управления работами и их ресурсного обеспечения; внедрение автоматизированной системы, реализующей данную технологию; создание единой системы отчетности по управлению инфраструктурой, обеспечивающей автоматизированное формирование оперативной, управленческой, сводной и аналитической отчетности по всей иерархии управления».

6. Подготовка квалифицированных кадров: Необходимо разрабатывать программы обучения и переподготовки специалистов, владеющих современными технологиями и навыками управления логистическими процессами. В этих условиях необходима разработка организационно-методических документов, регулирующих процедуры оценки и сертификации квалификаций; разработка профессиональных стандартов рабочих, специалистов, служащих и руководящих работников; разработка программ переподготовки и повышения квалификации всех категорий работающих в «ОАО РЖД»; аккредитация образовательных учреждений и учебных центров, признаваемых Корпоративной Системой аттестации и сертификации специалистов «ОАО РЖД»; разработка и верификация методов, измерительных материалов и критериев оценки квалификаций, осуществлении их экспертизы и актуализации с привлечением заинтересованных работодателей; формирование и поддержание в актуальном состоянии фонда оценочных средств; разработка программы подготовки, обучение экспертов по сертификации квалификаций и сопровождение данного реестра экспертов.

7. Развитие мультимодальных перевозок: Интеграция железнодорожного транспорта с другими видами транспорта, такими как автомобильный, водный и авиационный, позволит создать более эффективную и гибкую транспортную систему. Преимущества такого подхода очевидны. Например, Волга, как крупнейшая водная артерия России, обладает значительным потенциалом для перевозки контейнеров. Использование водного транспорта снижает нагрузку на железнодорожную и автомобильную инфраструктуру, уменьшает выбросы парниковых газов и, что немаловажно, может предложить более конкурентоспособные тарифы на определенных маршрутах. Однако, необходимо отметить и существующие ограничения, связанные с инфраструктурой внутренних водных путей, глубиной фарватеров и сезонными факторами. Развитие инфраструктуры, включая модернизацию контейнерных терминалов на Волге, является критическим фактором успеха.

Заключение

Решение логистических проблем железнодорожного транспорта является важным фактором повышения конкурентоспособности российской экономики. Модернизация инфраструктуры, внедрение цифровых технологий и совершенствование управления перевозками позволит увеличить пропускную способность железных дорог, сократить время доставки грузов, снизить транспортные издержки и повысить привлекательность железнодорожного транспорта для грузоотправителей.

Эффективная логистика на железной дороге приводит к снижению затрат на транспортировку грузов, что непосредственно влияет на себестоимость продукции и услуг,

делая их более конкурентоспособными на внутреннем и внешнем рынках. Сокращение времени доставки грузов, повышение предсказуемости и надежности логистических цепочек позволяет предприятиям более эффективно планировать свою деятельность, сокращать складские запасы и быстрее реагировать на изменения спроса. Улучшение железнодорожной логистики позволяет связать отдаленные регионы с центральными, обеспечивая им доступ к рынкам сбыта и поставкам необходимых товаров. Это способствует экономическому развитию регионов, созданию новых рабочих мест и повышению уровня жизни населения. Развитие железнодорожной инфраструктуры и логистики позволяет России активно участвовать в международных транспортных коридорах, таких как "Один пояс, один путь", что открывает новые возможности для транзитных перевозок и экономического сотрудничества. Инвестиции в железнодорожную логистику – это инвестиции в конкурентоспособность российской экономики, в развитие регионов, в укрепление экспортного потенциала и в интеграцию России в мировую экономику.

В результате решения отмеченных проблем российский железнодорожный транспорт сможет занять лидирующие позиции на мировом рынке транспортных услуг и стать мощным драйвером экономического роста страны. Для этого необходима комплексная и системная работа всех заинтересованных сторон – государства, бизнеса и научного сообщества.

Список литературы

1. Борисик М.П., Иванова Е.С., Рюмкина К.А. Современные проблемы транспортной логистики РФ // Экономика и менеджмент инновационных технологий. 2022. № 1 [Электронный ресурс]. URL: <https://ekonomika.snauka.ru/2022/01/17400> (дата обращения: 03.02.2025).
2. Биртанов А. Г., Никитин А. В., Перякина М. П. О проблемах железнодорожной инфраструктуры транспортной системы России // Вестник Московского университета МВД России. 2022. № 4. С. 298-300. <https://doi.org/10.24412/2073-0454-2022-4-298-300>.
3. Полулех С. С. Роль железнодорожного транспорта как районообразующего фактора в освоении и организации территории/ С.С. Полулех, С.И. Архипова, О.В. Хмелевская.-Текст: непосредственный // Молодой ученый.- 2015.- № 9(89).- С. 689.
4. Пенькова А. О. Перспективы дальнейшего развития отрасли грузоперевозок в России железнодорожным транспортом / А.О. Пенькова.- Текст: непосредственный // Молодой ученый.- 2020.- № 8.- С. 294.
5. Козлова А. В. Логистический анализ актуальных проблем железнодорожной отрасли России / А. В. Козлова. – Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2023. — № 29 (476). – С. 83-87. – URL: <https://moluch.ru/archive/476/104944/> (дата обращения: 03.02.2025).
6. Каспаров И. В. Информатизация и моделирование процесса управления инфраструктурным комплексом ОАО «РЖД» / И. В. Каспаров, Е. А. Манакин // Высокие технологии и инновации в науке: сборник избранных статей Международной научной конференции, Санкт-Петербург, 28 января 2020 года. – Санкт-Петербург: ГНИИ «Нацразвитие», 2020. – С. 156-158. – EDN BRGNUM.
7. Каспаров И. В. Новые требования к системам управления на железнодорожном транспорте / И. В. Каспаров // Инновационное развитие транспортного и строительного комплексов: Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию БелИИЖТа - БелГУТа. В 2-х частях, Гомель, 16-17 ноября 2023 года. – Гомель: Белорусский государственный университет транспорта, 2023. -С. 215-217. – EDN BFYTAO.
8. Егорова Н. Ю. Развитие цифровизации на российском железнодорожном транспорте: инвестиционно-правовой аспект / Н. Ю. Егорова // Вестник евразийской науки. - 2022. - Т. 14. -№ 6. - URL:<https://esj.today/PDF/69ECVN622.pdf>.

ГИБРИДНЫЙ ПОДХОД К УПАКОВКЕ ГРУЗОВ: ДИНАМИЧЕСКОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ С АДАПТИВНЫМ КОЭФФИЦИЕНТОМ НЕУДОБСТВА

Катаева Лилия Юрьевна,

*профессор кафедры «Общеобразовательные и профессиональные дисциплины»
Нижегородского института путей сообщения - филиала федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Приволжский
государственный университет путей сообщения» (НИПС - филиал ПривГУПС),
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

Аннотация: в статье проведен анализ существующих алгоритмов оптимизации загрузки вагонов. Разработан гибридный метод для оптимизации загрузки, основанный на динамическом программировании и адаптивном коэффициенте неудобства. Он обеспечивает наибольшую загрузку вагонов, превосходя традиционные подходы. Использование данного алгоритма позволит повысить эффективность логистики и открывает новые возможности для автоматизации процесса погрузки при наличии нескольких типовых групп объектов.

Ключевые слова: оптимизация загрузки, железнодорожные вагоны, гибридный метод, логистика.

Проблема оптимального размещения грузов в железнодорожных вагонах – это не просто математическая задача, а реальный вызов, с которым сталкиваются логисты и транспортные компании каждый день. Успешное решение этой проблемы позволяет не только эффективнее использовать вагоны, но и значительно сократить затраты на перевозки. Однако задача упаковки грузов, особенно в трёхмерном пространстве, относится к категории NP-трудных задач. Это означает, что даже с использованием современных алгоритмов её решение остаётся крайне сложным и ресурсоёмким [1, 2].

В последние годы интерес к этой теме значительно вырос. Это связано с развитием технологий автоматизации и появлением более мощных вычислительных систем. В последние годы интерес к этой проблеме значительно возрос благодаря развитию технологий автоматизации, внедрению искусственного интеллекта и машинного обучения, а также стремлению к устойчивым логистическим решениям. Современные исследования, такие как работы [3, 4], предлагают новые подходы, которые помогают упростить процесс упаковки и сделать его более адаптивным.

Традиционные методы решения таких задач включают динамическое программирование, генетические алгоритмы и различные эвристические подходы. Например, динамическое программирование хорошо справляется с простыми задачами, такими как упаковка в одномерные контейнеры [5]. Однако при переходе к трёхмерным задачам его эффективность резко падает. С другой стороны, эвристические методы, такие как алгоритм роя частиц или метод отжига, показывают неплохие результаты при работе с большими наборами данных, но не всегда гарантируют оптимальное решение [6, 7].

Эффективность каждого из этих методов зависит от множества факторов: количества грузов, их размеров, ограничений на размещение и других параметров. Методы полного перебора, например, становятся практически непригодными при увеличении количества грузов, а вот генетические алгоритмы или метаэвристические методы справляются с такими задачами гораздо лучше [8]. Но и они не лишены недостатков, особенно если речь идёт о строгих требованиях к упаковке или большом разнообразии типов грузов.

Современные реалии железнодорожных перевозок ставят перед нами новые вызовы. Грузооборот растёт, и компании всё чаще задумываются о полной автоматизации процессов. Успешная загрузка вагонов – это не только экономия ресурсов, но и гарантия безопасности и сохранности грузов. Например, правильное распределение грузов с учётом центра тяжести

вагона снижает риск повреждений и повышает надёжность перевозок. А вот ошибки при упаковке могут привести к значительным убыткам для всех участников процесса - от грузоотправителя до перевозчика [9].

Особенно сложной является задача упаковки вагонов ограниченным набором типов грузов. Это менее исследованная область, и существующие алгоритмы часто оказываются недостаточно гибкими для её решения [10, 11]. Именно поэтому разработка новых подходов становится всё более актуальной.

Цель данной работы - предложить гибридный метод, который сочетает в себе динамическое программирование и адаптивный коэффициент неудобства с учетом минимизации отклонения от центра масс вагона. Этот подход включает в себя алгоритм склейки подконтейнеров, что позволяет уменьшить сложность задачи и снять ограничения на горизонт планирования. Наш метод направлен на упрощение и повышение эффективности процессов упаковки, особенно в условиях ограниченного набора типов грузов.

Одним из ключевых преимуществ предлагаемого подхода является его адаптивность. Он способен учитывать изменяющиеся условия перевозок и минимизировать затраты на их выполнение. Мы уверены, что этот метод не только поможет решить задачу оптимизации упаковки, но и станет важным шагом в автоматизации процесса погрузки, что особенно важно в условиях современного развития железнодорожного транспорта.

В рамках данной работы рассматривается задача оптимизации загрузки объектов в минимальное количество контейнеров. Контейнеры и объекты рассматриваются в виде прямоугольных параллелепипедов заданного размера. Цель - минимизация числа используемых вагонов при одновременной максимизации заполнения их объёма. Для оценки эффективности решений вводится целевая функция, которая учитывает отношение объёма груза к объёму занятых контейнеров. Особенность методики - объём последнего контейнера приравнивается к объёму находящегося в нём груза, что позволяет более точно сравнивать различные алгоритмы упаковки. Таким образом, задача заключается в размещении объектов n типов с фиксированными размерами $s_{i,j}$, в минимальное число вагонов заданных размеров b_j . Для каждого объекта определены допустимые варианты вращения, которые задаются кодом допустимых поворотов. Количество объектов каждого типа определено q_i и их общее число h . Центр масс каждого объекта совпадает с его геометрическим центром, что упрощает вычисления при размещении. Для улучшения работы алгоритма вводится величина неудобства объекта для загрузки и чем выше данный показатель, тем более вероятно, что данный объект будет рассматриваться алгоритмом первым для загрузки. В качестве ограничений используются: объекты не могут выходить за пределы контейнера, перекрываться, но допускается их соприкосновение границами и каждый объект не может быть расположен в нескольких одновременно вагонах. Требуется минимизация числа используемых вагонов pn . Для сравнительного анализа алгоритмов вводится целевая функция, которая учитывает незаполненный объём последнего контейнера: $f(pn) = pn - V_{пуст}(pn) / V_{вагона}$, где $V_{пуст}(pn)$ - незаполненный объём последнего вагона. Объект заданного типа тем более удобен, чем более полно он заполняет вагон. Другой проблемой при автоматизации загрузки вагонов является необходимость проводить загрузку таким образом, чтобы центр тяжести загруженного вагона оставался как можно ближе к исходному, в противном случае может быть нарушена устойчивость вагона.

Для решения задачи применяется модифицированный метод динамического программирования. Его суть состоит в рекурсивном разбиении вагонов на подконтейнеры при размещении объекта. Для каждого вагона выполняется проверка возможности размещения объекта с учётом допустимых поворотов. При размещении объекта вагон разбивается на три подконтейнера, для каждого из которых рекурсивно запускается алгоритм. Результаты вычислений кэшируются для повышения производительности.

Для проверки эффективности предложенного алгоритма была рассмотрена модельная задача упаковки объектов в контейнеры. В рамках задачи требовалось разместить 8 объектов

типа с размерами $10 \times 10 \times 2$ и 16 объектов с размерами $2 \times 2 \times 2$ в контейнеры, имеющие размеры $12 \times 12 \times 12$. Важно отметить, что для объектов не применялось ограничений на вращение, что расширяло возможности их размещения. Данная задача обладает тривиальным оптимальным решением, которое заключается в полной загрузке рассматриваемого контейнера всеми имеющимися объектами, а габариты объектов позволяют разместить все элементы без перекрытий. Однако при применении метода, описанного в работах [12], удалось загрузить только 4 объекта типа W1 и 16 объектов типа W2. Это соответствует заполняемости контейнера на 53,7 %, что существенно ниже показателей, достигаемых предложенным алгоритмом. В этом случае доля заполнения составила 100%, а отклонение центра масс по координате x составило 0.1598, по оси y $2.9940e-17$, а по оси z -0.1598. Таким образом, при полной загрузке отклонение от центра масс является минимальным. В силу того, что вводится такая величина, как вращение груза, то вводится дополнительная величина, указывающая на возможность поворота груза или код допустимых типов вращения q_i :

$$q_i = \begin{cases} 1, & \text{запрещено вращать данный объект} (r = 1) \\ 2, & \text{разрешается горизонтальное вращение} (1 \leq r \leq 2) \\ 3, & \text{разрешается любое вращение} (1 \leq r \leq 6) \end{cases}$$

Для примера в данной работе рассматривается загрузка типичного крытого вагона с размерами $15724 \times 2764 \times 3050$ шестью видами объектов, которые можно вращать согласно одной из заданных характеристик (запрещено вращать, разрешено горизонтальное вращение либо разрешается любое вращение): 97 объекта $1400 \times 1200 \times 1100$; 88 объектов $1300 \times 1900 \times 1100$; 81 объект $1500 \times 1800 \times 1100$; 70 объектов $1600 \times 1500 \times 1700$; 32 объекта $1200 \times 1400 \times 1400$.

На рис.1 показаны несколько типичных вариантов загрузки вагона для данного случая. При применении предложенного алгоритма получено: с первого по третий вагон загружены на 94% (рис.1.а), четвертый вагон загружен на 93% (рис.1.б), пятый на 93% (рис.1.с), с шестого по восьмой вагоны загружены на 91% (рис.1.д), а девятый на 39% (рис.1.е).

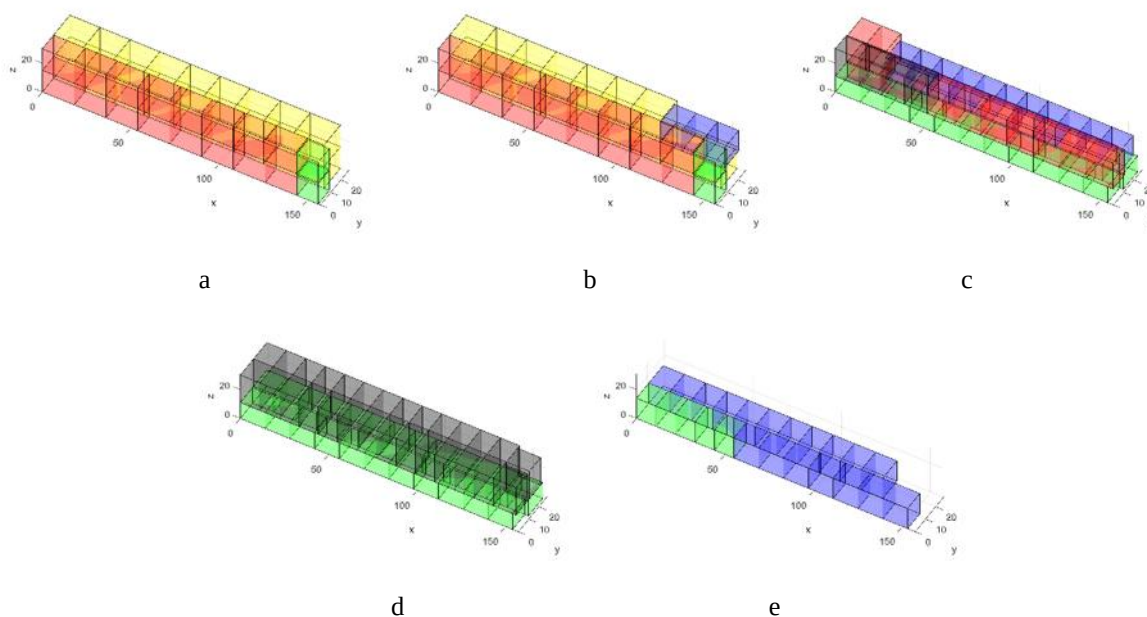


Рисунок 1 - Различные варианты загрузки вагонов

Данный метод может быть интегрирован с эвристиками и метаэвристиками, что повышает его гибкость и применимость. Благодаря процедуре кэширования и упрощённой структуре таблицы, алгоритм обеспечивает высокую скорость выполнения.

Предложенный метод динамического программирования с использованием склейки подконтейнеров позволяет эффективно решать задачу упаковки прямоугольных объектов, минимизируя число используемых контейнеров и повышая заполнение их объёма. Этот подход отличается высокой производительностью и может быть успешно интегрирован с другими методами оптимизации, что делает его перспективным для практического применения в логистике и промышленности. Таким образом, разработанный алгоритм представляет собой мощный инструмент для решения задач упаковки, сочетающий в себе точность, гибкость и высокую производительность.

Список литературы

8. Bortfeldt, A., Wäscher, G. Constraints in container loading—A state-of-the-art review // *European Journal of Operational Research*. — 2013. — Vol. 229, № 1, p. 1–20. DOI: 0.1016/j.ejor.2012.12.006
9. Zhao, X., de Koster, R. Review: Decision support for warehouse automation // *International Journal of Production Research*. — 2018. — Vol. 56, № 21, p. 6781–6801. DOI: 10.1080/00207543.2018.1483587
10. Fekete, S. P., Schepers, J. Algorithmic approaches for the container loading problem: A survey // *European Journal of Operational Research*. — 2020. — Vol. 284, № 1, p. 1–17. DOI: 10.1016/j.ejor.2019.11.013
11. Kocjan, W., Holmström, K. Machine learning approaches for packing problems: A review // *Expert Systems with Applications*. — 2021. — Vol. 186., p. 115–128. DOI: 0.1016/j.eswa.2021.115128
12. Wang, Y., Lim, A. Dynamic programming for container loading with practical constraints // *International Journal of Production Research*. — 2022. — Vol. 60, № 4, p. 1234–1252. DOI: 10.1080/00207543.2021.1992524
13. Renaud, J., Ruiz, A. Metaheuristics for the vehicle loading problem: A comparative study // *Computers & Industrial Engineering*. — 2020. — Vol. 144, p. 106–118. DOI: 10.1016/j.cie.2019.106118
14. Martello, S., Toth, P. Modern heuristics for the bin packing problem: A practical guide // *European Journal of Operational Research*. — 2022. — Vol. 298, № 1, p. 1–15. DOI: 10.1016/j.ejor.2021.10.015
15. Leung, S. C., Zhang, D. A hybrid genetic algorithm for three-dimensional container loading // *Journal of Heuristics*. — 2021. — Vol. 27, № 3–4, p. 345–368. DOI: 10.1007/s10732-020-09456-4
16. Chen, Y., Zhang, H. Stochastic optimization for vehicle loading under uncertainty // *Transportmetrica A: Transport Science*. — 2022. — Vol. 18, № 3., p. 456–478. DOI: 10.1080/23249935.2021.1994567
17. Zhao, Z., Li, X. Adaptive heuristics for the three-dimensional bin packing problem // *Operations Research Perspectives*. — 2023. — Vol. 10, p. 100–112. DOI: 10.1016/j.orp.2023.100112
18. Gupta, A., Mishra, S. Automation in logistics: A comprehensive review of robotic and AI-driven approaches // *Journal of Intelligent Transportation Systems*. — 2023. — Vol. 27, № 1., p. 1–20. DOI: 10.1080/15472450.2022.2104567
19. Li X. A genetic algorithm for the three-dimensional bin packing problem with heterogeneous bins / X. Li, Z. Zhao, K.A. Zhang // *IIE Annual Conference. Proceedings*. – Institute of Industrial and Systems Engineers (IISE) . — 2014, c. 2039.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРИГРАНИЧНЫХ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИХ КЛАСТЕРОВ

Король Роман Григорьевич,

*заведующий кафедрой «Технология транспортных процессов и логистика»
Дальневосточного государственного университета путей сообщения (ДВГУПС),
доцент, к.т.н.,
г. Хабаровск, Российская Федерация*

Аннотация: в работе обосновано создание приграничных транспортно-логистических кластеров в южных регионах Дальнего Востока. Описаны цели и задачи организации приграничных транспортно-логистических кластеров, также представлена структурная компоновка элементов приграничного транспортно-логистического кластера. Рассмотрена взаимосвязь эффективной организации международных грузовых перевозок с потребностями участников транспортно-логистического процесса. Предложена организация приграничного транспортно-логистического кластера на базе Хабаровского транспортного узла.

Ключевые слова: приграничный транспортно-логистический кластер; трансграничный переход; международные перевозки; Дальний Восток.

Формирование новых транспортно-логистических цепей в направлении азиатско-тихоокеанских регионов привело к повышению загруженности объектов транспортно-логистического комплекса Дальнего Востока. Увеличение объемов внешней торговли России и Китая в 2024 году достигло рекордных значений в 245 млрд. долларов. К 2030 году прогнозируется дальнейший рост взаимной торговли двух стран до 300 млрд. долларов [1]. Перспективы освоения дополнительного грузооборота ставят ряд вопросов по инфраструктурно-технологическому развитию трансграничных переходов и магистральной транспортной сети.

В настоящее время на Дальнем Востоке реализуется достаточное количество транспортно-логистических проектов, в том числе международного уровня. В первую очередь, осуществляется строительство железнодорожной инфраструктуры Восточного полигона и развитие причального комплекса морских портов, создание узловых транспортно-логистических центров (ТЛЦ), модернизация пограничных пунктов пропуска. В рамках международного сотрудничества на территории российских приграничных регионов планируется организация Международных территорий опережающего развития (МТОР), которые будут направлены на кооперацию промышленных предприятий для развития высокотехнологичных продуктов и обеспечения технологического суверенитета. В качестве приоритетных территорий для создания МТОР рассматриваются индустриальная площадка «Западная» в Приморском крае, в Амурской области в рамках ТОР «Амурская» площадка «Ровная», площадка «Нижнеленинское» в ЕАО и в Хабаровском крае на острове Большой Уссурийский. Перечисленные площадки расположены в местах организации транспортно-логистических центров, сопровождающих международные перевозки грузов.

Для повышения эффективности организации и продвижения международных грузов в рамках МТОР возможно создание приграничных транспортно-логистических кластеров (ПТЛК). Транспортно-логистический кластер представляет собой комплекс географически объединенных предприятий и объектов инфраструктуры для оказания на рассматриваемой территории всего спектра транспортно-логистических услуг [2]. Особенностью приграничного транспортно-логистического кластера является объединение предприятий и транспортно-логистических объектов граничащих стран. Организация региональных приграничных транспортно-логистических кластеров является перспективной основой для

развития инновационной экономики граничащих стран [3]. Консолидация ресурсов предприятий смежных стран в приграничном регионе для достижения единой цели по ускорению перемещения внешнеторговых грузов, повышению безопасности процессов и внедрению интеллектуальных технологий [4].

Приграничный транспортно-логистический кластер может функционировать в рамках международных транспортных коридоров и включать таможенные и пограничные структуры, субъекты и объекты транспортно-логистической отрасли, финансовый и государственный сектор, научно-исследовательские и международные организации, социальные и энергетические объекты, а также промышленные и торговые предприятия [5]. Транспортно-логистический кластер, как структурно-функциональная система, имеет взаимосвязь элементов внутри подсистем и взаимодействует с внешней средой. Схематичное представление ПТЛК изображено на рис. 1.

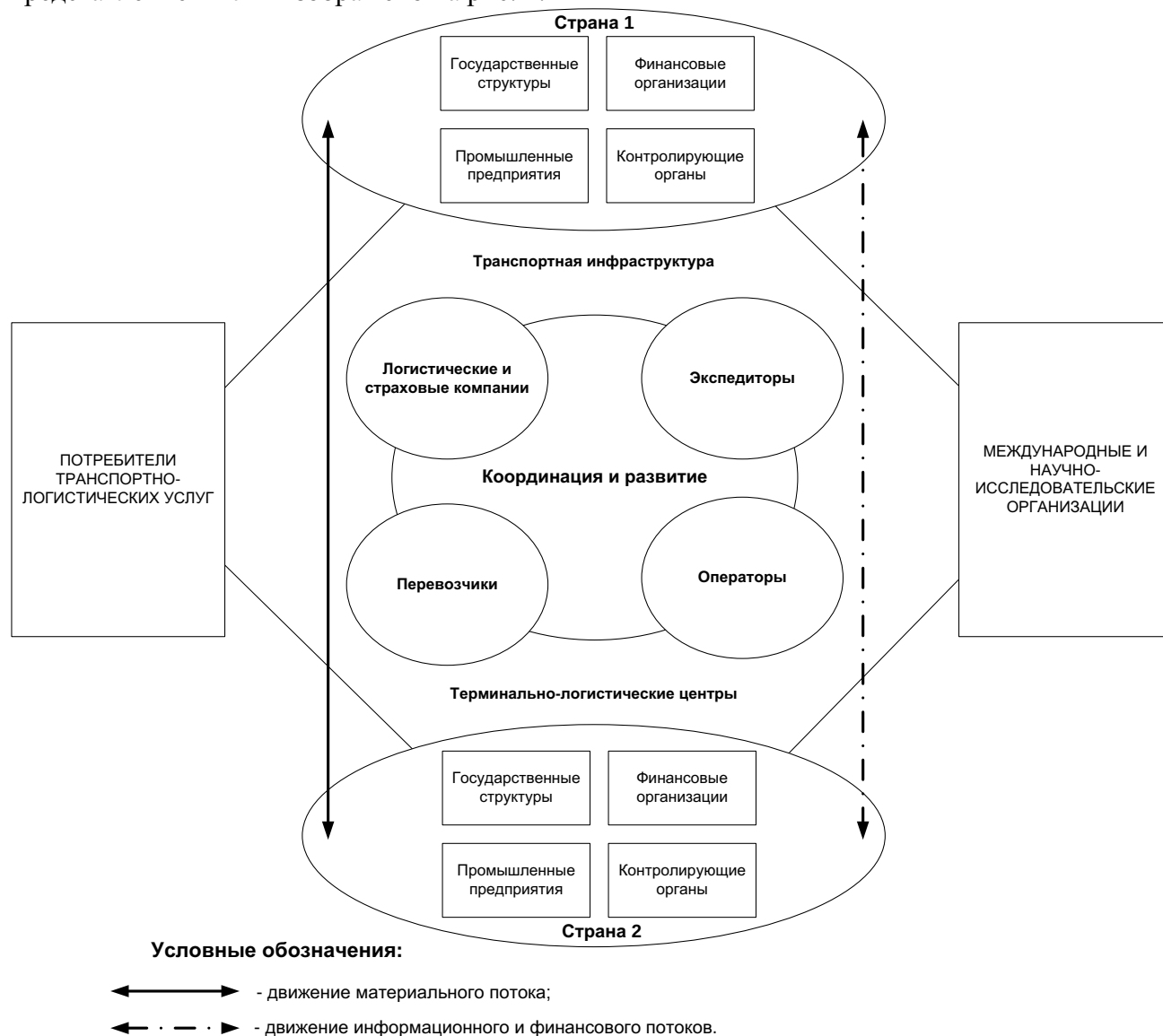


Рисунок 1 - Структурное представление ядра и элементов приграничного транспортно-логистического кластера

Региональные власти двух стран должны сформировать координирующий совет приграничного транспортно-логистического кластера, который будет осуществлять планирование, развитие и интеграцию элементов кластера для достижения поставленных целей. Ядром ПТЛК являются предприятия и организации транспортно-логистического рынка. Одной из ключевых задач кластера является совместная разработка транспортно-

логистических проектов граничащих стран, направленных на обеспечение международного уровня качества транспортного обслуживания за счет повышения скорости пропуска и обработки внешнеторговых грузопотоков и транспортных средств [6].

Активное развитие существующих и создание новых транспортно-логистических объектов напрямую влияет на эффективность организации международных перевозок и объемы внешнеторгового грузооборота [7]. Приграничный транспортно-логистический кластер концентрирует усилия смежных стран по рационализации управления материальным потоком в международном сообщении путем повышения эффективности передачи информационных потоков и сопутствующих финансовых потоков. Эффективность продвижения международных грузов, представленная на рис. 2, заключается в удовлетворении потребностей государства, перевозчиков, грузовладельцев и грузоотправителей, а также координаторов (операторов) мультимодальных перевозок.

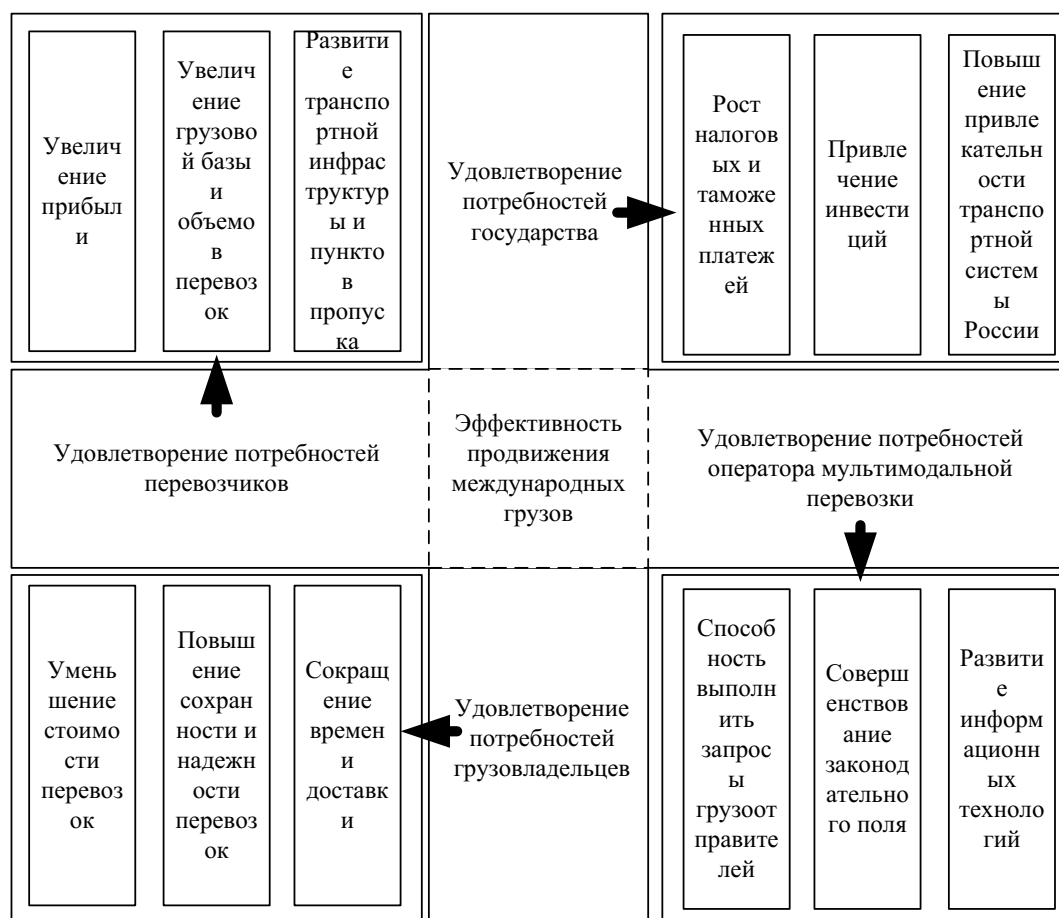


Рисунок 2 - Взаимосвязь эффективной организации международных перевозок с потребностями государства и участников транспортного процесса

Приграничный транспортно-логистический кластер должен стать механизмом по обеспечению удовлетворения потребностей участников международного транспортно-логистического процесса. Удовлетворение потребностей государства и основных участников транспортно-логистического процесса рассматривается с трех позиций, каждая из которых, требует создания определенных условий и принятия комплексных мер по увеличению пропускной способности инфраструктуры, внедрению современных технических средств и технологий, а также организации цифровых сервисов для взаимодействия участников транспортно-логистического процесса с целью обеспечения эффективного продвижения грузов и контейнеров в международном сообщении [8].

Деятельность ПТЛК в основном сконцентрирована на технологических процессах международного товарообмена и сегодня необходимо решение следующих вопросов:

- разработка технологической карты процесса оформления порожнего транспортного средства, снижение норматива времени проведения контроля и оформления автомобильного транспорта, организация «зеленого коридора» для перевозчиков с порожней тарой;
- организация круглосуточной работы пограничных пунктов пропуска, данная мера позволит вдвое увеличить пропускную способность пограничного перехода;
- унификация стандартов и норм технического регулирования в международном сообщении, снятие этого административного барьера позволит повысить эффективность транспортно-логистического процесса;
- расширение сферы информационного взаимодействия, включая реализацию механизма «единое окно» и предварительное информирование таможенных органов;
- внедрение инновационных технологических систем дистанционного осмотра, позволяющие исключить нахождение сотрудников таможни в пунктах пропуска.

Объемные показатели перемещения внешнеторговых грузов зависят от инфраструктурного развития трансграничных переходов. Пропускная способность транспортно-логистической инфраструктуры является ограничивающим элементом при организации международных грузовых перевозок. Правительством Российской Федерации, в рамках национальной программы социально-экономического развития Дальнего Востока на период до 2024 года и на перспективу до 2035 года, поставлена задача по развитию трансграничной и таможенной инфраструктуры. В 2018 году разработан национальный проект «Международная кооперация и экспорт», который предусматривает обустройство наиболее востребованных пограничных переходов, расположенных на территории Дальнего Востока. Это позволит привлечь дополнительные объемы грузов и обеспечить устойчивое развитие внешнеторговой деятельности и экономических отношений со странами Северо-Восточной Азии. В проект вошли трансграничные переходы, имеющие высокую степень износа транспортной и таможенной инфраструктуры, перспективный рост грузооборота и расположенные в направлении международных транспортных маршрутов [9]. После обустройства пограничных переходов их пропускная способность вырастет в 1,5 - 2 раза, что станет дополнительным стимулом для развития экспорта в страны Азиатско-Тихоокеанского региона.

Приграничный транспортно-логистический кластер может быть организован на базе Хабаровского транспортного узла [10]. Хабаровский транспортный узел является мультимодальным узлом, который включает железнодорожные станции (Хабаровск 2, Хабаровск 1, Красная речка, Амур), речной торговый порт, автотранспортные предприятия, аэропорт, логистические и распределительные центры (Озон, Вайлдберриз, Почта России и т.д.), различные промышленные предприятия, транспортный университет. Строительство российско-китайской трансграничной инфраструктуры на острове Большой Уссурийский, расположенному в сорока километрах от города Хабаровска, позволит сформировать новый международный транспортный коридор для транзита грузов между северо-восточными провинциями Китайской Народной Республики и портами Тихоокеанского бассейна, а также распределения грузопотоков между регионами. При проектировании новых транспортно-логистических цепей и привлечении грузоотправителей необходимо обеспечить соответствующий портфель транспортно-логистических услуг мирового уровня.

Международный рынок транспортно-логистических услуг находится в конкурентной среде, которая диктует свои требования по использованию современных транспортных технологий. Грузоотправители заинтересованы в реализации концепции «бесшовной» логистики. Основным препятствием для реализации данной концепции является слабое развитие цифровых логистических технологий. Одним из первых шагов организации цифрового сервиса будет создание модели «интеллектуального» пограничного пункта пропуска [11]. В основе модели находится цифровая площадка, объединяющая участников

внешнеэкономической деятельности и государственные структуры. Интеллектуальный пункт пропуска позволит контролировать технологические операции при осуществлении грузовых, коммерческих и таможенных операций.

Приграничный транспортно-логистический кластер может являться составной частью регионального транспортно-логистического кластера. Существующие организационные и технологические вопросы, препятствующие эффективной организации международных грузовых перевозок, должны решаться путем взаимодействия причастных субъектов и кооперации на «диалоговых» площадках в рамках приграничного транспортно-логистического кластера [12]. Дальнейшие исследования направлены на разработку экономико-математических моделей обоснования организации приграничного транспортно-логистического кластера.

Список литературы

1. Чернышенко: КНР и Россия намерены увеличить товарооборот до \$300 млрд к 2030 году // Официальный сайт Информационного агентства ТАСС [электронный ресурс]. URL: <https://tass.ru/ekonomika/19568507> (дата обращения 14.02.2025).
2. Прокофьева, Т. А., Клименко В. В. Проблемы формирования транспортно-логистических кластеров в регионах Российской Федерации // [Вестник транспорта](#). – 2012. – № 3, С. 2-12. EDN: [PUALNP](#).
3. Миркина, О. Н. Развитие транспортной системы через создание регионального транспортно-логистического кластера // [International journal of advanced studies](#). – 2021. – Т. 11. – № 4, С. 53-66. DOI: [10.12731/2227-930X-2021-11-4-53-66](#).
4. Самуйлов, В. М., Покровская О. Д. Практика и эффективность формирования транспортно-логистических кластеров // [Вестник Уральского государственного университета путей сообщения](#). – 2016. – № 4 (32), С. 76-88. DOI: [10.20291/2079-0392-2016-4-76-88](#).
5. Будрина, Е. В., Лебедева А. С., Рогавичене Л. И., Квитко К. Б. Специфика организации транспортно-логистического кластера с приоритетом развития интеллектуальных транспортных технологий // [Мир транспорта](#). – 2020. – Т. 18. – № 4 (89), С. 156-173. DOI: [10.30932/1992-3252-2020-18-156-173](#).
6. Балалаев, А. С., Король Р. Г., Серенко А. Ф. Особенности формирования транспортно-логистических кластеров // [Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета](#). – 2014. – Т. 2. – № 3 (19), С. 90-95. EDN: [SXLVKB](#).
7. Куршева, С. Г., Король Р. Г. [Исследование факторов устойчивости логистических цепей к различным воздействиям](#) // [Транспорт Азиатско-Тихоокеанского региона](#). – 2021. – № 2 (27), С. 35-38. EDN: [ILBNDR](#).
8. Султанов, А. Г. Интеграция транспортно-логистических кластеров в систему национальных и международных транспортных коридоров : автореф. дис. ... канд. эконом. наук / А. Г. Султанов. – Москва: Ин-т исслед. товародвижения и конъюнктуры оптового рынка, 2017, С. 22. EDN: [ZQEDZV](#).
9. Саматов, Г. А., Камалов А. С., Сарвирова Н. С., Равшанов М. Н. Формирование и развитие транспортно-логистических кластеров транспортной системы // [Экономика и социум](#). – 2022. – № 6-1 (97), С. 1127-1136. DOI: [10.46566/2225-1545_2022_1_97_1127](#).
10. Пугачев, И. Н., Куликов Ю. И., Маркелов Г. Я. Особенности формирования транспортно-логистических кластеров на Дальнем Востоке // [Транспорт Российской Федерации. Журнал о науке, практике, экономике](#). – 2012. – № 5 (42), С. 20-23. EDN: [PEWNHD](#).

11. Фрейдман, О. А. Методология и принципы формирования виртуального сетевого транспортно-логистического кластера // [Экономика и предпринимательство](#). – 2015. – № [2 \(55\)](#), С. 250-257. EDN: [TMIQTF](#).
12. Садыкова, Г., Тюлюбаева Д., Джакупов Н. Транспортно-логистический кластер как субъект экономики // [Вестник Казахской академии транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева](#). – 2022. – № [2 \(121\)](#), С. 149-157. DOI: [10.52167/1609-1817-2022-121-2-149-157](#).

МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ КОНТРЕЙЛЕРНЫХ ПЕРЕВОЗОК

Мухамедова Зиёда Гафурджановна,
доктор технических наук (DcS) Ташкентского
государственного транспортного университета,
г. Ташкент, Республика Узбекистан

Ахмедов Сардорбек Хурматбекович
самостоятельный соискатель,
Начальник департамента
международного сотрудничества
АО «Узбекистон темир йуллари»
г. Ташкент, Республика Узбекистан,

Аннотация: в статье рассматриваются методы имитационного моделирования для исследования функционирования контейнерных перевозок на региональном уровне. Анализируются особенности работы контейнерных терминалов, включая многоканальную обработку транспортных потоков, временную дифференциацию процессов и сложности, связанные с оптимизацией логистических операций. Обоснована целесообразность использования системно-динамического, дискретно-событийного и агентного методов моделирования для комплексного анализа. Проведены экспериментальные мероприятия по оценке эффективности развёртывания сети контейнерных терминалов в Узбекистане, определены ключевые факторы, влияющие на развитие этой логистической системы.

Ключевые слова: контейнерные перевозки; имитационное моделирование; контейнерный терминал; логистика; системно-динамическое моделирование; дискретно-событийное моделирование; агентное моделирование; транспортные потоки; региональная логистика; оптимизация перевозок.

Введение. Контейнерный терминал представляет собой неоднозначный механизм, характеризующийся большим кол-вом расчётных показателей и причинно-следственных связей, как правило, с неярко выраженными зависимостями и системным поведением нелинейного типа.

На практике операции, осуществляемые контейнерным терминалом, представляются ещё более неоднозначными, к примеру:

- Количество свободных для заполнения вагонов постоянно меняется.
- Учитывая тип транспортировки, необходимо разное кол-во времени для реализации загрузки/отгрузки.
- Разные уровни активности прибытия контейнерных автопоездов. Также автопоезда могут иметь разное расписание остановок.

На сегодняшний день имитационная разработка моделей является наиболее эффективным средством исследования сложно структурированных механизмов.

Имитационная разработка моделей представляет собой подход, дающий возможность выстроить модели, отражающие все процессные стадии в режиме реального времени [1].

Методология. С позиции учёта всех нюансов операций по моделированию целесообразно отметить три категории имитационной разработки моделей: стратегическая, тактическая, оперативная (Таблица 1).

Образцы использования имитационной разработки моделей в отношении функционирования контейнерного терминала по степени подробности отражены в Таблице 1.

Таблица 1 - Имитационное моделирование работы контейнерного терминала по уровням

детализации

Стратегическое моделирование высокого уровня абстракции	перемещение контейнерных поездов между терминалами внутри региона; работа контейнерных терминалов региона или дороги
Тактическое моделирование среднего уровня абстракции	прибытие, отправление, погрузка и разгрузка состава; взаимодействие различных звеньев контейнерного терминала в процессе производства; перемещение персонала, автопоездов и техники внутри терминала; взаимодействие АСУ
Оперативное моделирование низкого уровня абстракции	погрузка и выгрузка автопоездов; приёмка автопоездов; работа отдельных участков терминала; приём и оформление заказов

Стратегическая категория имитационной разработки моделей на базе макроисследования объекта позволяет выявить стратегию терминального функционирования на несколько лет вперёд. Указанная категория предусматривает расчёт минимального кол-ва нюансов, она требуется для моделирования процессной регуляции в отношении контейнерного терминала в рыночных обстоятельствах [2].

Тактическая категория предполагает построение моделей наиболее масштабных процессов интеграции различных производственных компонентов, другими словами, функционирование нескольких зон одновременно.

Оперативная категория учитывается наибольшее кол-во нюансов, создаёт имитацию всех микроскопических операций, осуществляемых в рамках производства. Как пример, это может быть оформление документации, парковка автопоезда, расчёт массы транспортного средства.

Сегодняшняя имитационная разработка моделей предусматривает три различных метода моделирования:

- Системная динамика.
- Дискретно-событийная разработка моделей.
- Моделирование агентного типа.

Системно-динамическая модель основывается на определении причинно-следственных связей между положением системных компонентов и описанием взаимодействий между данными положениями. Рисунок 1 демонстрирует порядок функционирования динамической модели контейнерного терминала [3].

Системная динамика предусматривает существенные причинные взаимосвязи, а также отражает потоковый обмен автопоездов между накопителями [4].

Следующим по распространённости является метод дискретно-событийной разработки моделей. В этом случае процесс моделирования трактуется в качестве последовательных действий, способных корректировать системное положение над обслуживаемыми заявками (терминальными тягачами, автопоездами и так далее).

Указанный метод наиболее часто применяется в производственном моделировании в качестве механизма коллективного обслуживания характеризующегося средним/высоким уровнем детализации. Осуществление дискретно-событийной разработки моделей происходит посредством проблемно-ориентированных языков программирования.

Работа контейнерного терминала реализуется в качестве неоднозначной производственной последовательности действий, который осуществляются в отношении отправляемых заявок. Их отличительные свойства проявляются в разновидности прибывающего автопоезда, типе контейнерной транспортировки, загруженности каналов обработки. Если рассматривать терминальное функционирование как процесс, рационально

применять дискретно-событийное моделирование. Однако теперь на первый план выходит широкое разнообразие объектов с неоднозначным системным поведением. В данном случае необходимо добавить элементы агентного метода [5].



Рисунок 1 – Системно-динамическая модель приёма транспортного средства на контрольно-пропускном пункте терминала с ограниченным временем ожидания

На данный момент на территории Узбекистана существуют следующие препятствия: недостаточный уровень адаптации ж/д-состава для контрейлерных транспортировок, несовершенство механизма контрейлерных терминалов, отсутствие нормативных положений в области установки тарифов на транспортировку, отсутствие слаженной работы между перевозчиками, экспедиторами т.д. Последнее препятствие, как известно, принято к сведению, однако оптимального решения так и не было предложено.

Формирование стоимости услуг контрейлерной транспортировки учитывает множество компонентов, при этом подвержено влиянию внешних аспектов. Так как региональный спрос на контрейлерные транспортировки демонстрирует высокие показатели, есть необходимость в разработке подходов к минимизации расходов на перевозки.

Что касается регионов, здесь, в основном, ресурсы и усилия направлены на анализ потенциального спроса на контрейлерные транспортировки для дальнейшего расчёта рациональных показателей контрейлерного терминала и его места размещения.

Устройство имитационной модели развёртывания регионального комплекса контрейлерных терминалов транспортировок предполагает следующие блоки: 1) создание и реализация спроса на контрейлерные транспортировки, 2) моделирование динамики расходов на формирование механизма контрейлерных терминалов на региональном уровне, 3) разработки модели динамики эксплуатационных расходов на контрейлерные перевозки, 3.2 и 3.3) разработка модели динамики эксплуатационных расходов на ж/д и авто транспортировки, 4) разработка модели динамики совокупных транспортно-складских расходов [6].

Объём спроса на высококачественные транспортировки целесообразно вычислять как усреднённый объём транспортировок различными транспортными средствами с расхождением складских и транспортных расходов [7]. Для этого используем выражение:

$$\Delta Q_t = \frac{Q_{A,t} \Delta Z_{A,t} + Q_{ж,t} \Delta Z_{ж,t} + Q_{K,t} \Delta Z_{K,t}}{\Delta Z_{A,t} + \Delta Z_{ж,t} + \Delta Z_{K,t}}, \text{ при } \Delta Z_{A,t}, \Delta Z_{ж,t}, \Delta Z_{K,t} > 0$$

где $Q_{A,t}$, $Q_{ж,t}$, $Q_{K,t}$ – Совокупный объём транспортировок на момент модельного периода (t).

$\Delta Z_{A,t}$, $\Delta Z_{ж,t}$, $\Delta Z_{K,t}$ – Расхождения между складскими и транспортными расходами на момент модельного периода (t).

Спрос на высококачественные транспортировки в данных условиях может быть реализован любым транспортным средством. Одни из ключевых условий в сложившихся обстоятельствах является минимизация расходов на осуществление качественных транспортировок в сравнении с иными транспортными средствами [8].

В целях реализации спроса на региональном уровне определяется такое транспортное средство, для которого оптимальна тесная взаимосвязь Z_t и C_q .

Если на протяжении долгого времени поддерживать устойчивые показатели спроса на контейнерные транспортировки на региональном уровне, постепенно формируется потребность в развёртывании комплекса контейнерных терминалов.

Предположительно, спрос на контейнерные транспортировки реализуется посредством развёртывания единого терминала или терминального комплекса [9]. Модельные показатели отражены в Таблице 2.

Таблица 2 - Значения и описание параметров модели

Параметр	Описание
БЛОК I Формирование и удовлетворение спроса на перевозки	
объем_пром_Производства	Объём промышленного производства в регионе, т
начальный_объем_Авто	Существующий годовой объём спроса на перевозки в регионе, т
начальный_объем_ЖД	Существующий годовой объём спроса на перевозки в регионе, т
начальный_объем_КТ	Существующий годовой объём спроса на перевозки в регионе, т
БЛОК II Формирование региональной сети контейнерных терминалов	
Количество_терминалов	Количество станций, рассматриваемые для организации на них контейнерных терминалов.
Капитальные затраты	
Эксплуатационные затраты	
БЛОК III-1 Динамика эксплуатационных затрат на контейнерные перевозки	
тариф_КТ	Тариф на контейнерные перевозки, руб/т-км
БЛОК III-3 Динамика эксплуатационных затрат на автомобильные перевозки	
тариф_Авто	Тариф на автомобильные перевозки, руб/т-км
БЛОК III-2 Динамика эксплуатационных затрат на железнодорожные перевозки	
тариф_ЖД	Тариф на железнодорожные перевозки, руб/т-км

Параметр	Описание
БЛОК IV Определение транспортно-складских затрат	
стоимость_груза_ЖД	Стоимость груза, перевозимого железнодорожным транспортом, руб.
стоимость_груза_Авто	Стоимость груза, перевозимого автомобильным транспортом, руб.
стоимость_Хранение	
стоимость_груза_КТ	Стоимость груза, перевозимого контейнерным транспортом, руб.

Вывод. Учитывая вышеизложенное, можно сделать вывод, что экспериментальные мероприятия, проведённые ранее, направлены на определение степени эффективности развёртывания комплекса контейнерных терминалов. Таким образом, обнаружено, что данные механизмы способны удовлетворить потребности заказчиков в высококачественной транспортировке нужного им груза. Региональные комплексы контейнерных терминалов позволяют минимизировать негативное воздействие рыночных колебаний на логистические цепи.

Ключевыми ориентирами развития имитационной модели, осуществление которой поможет развернуть эффективный терминальный комплекс, являются: переход от потенциальных показателей транспортных и складских расходов к реальным расходам по конкретным контейнерным механизмам, разработка модели постепенного развёртывания контейнерных терминалов на региональных ж/д-станциях, учёт воздействия внешних аспектов на показатели созданной модели посредством внедрения туда блоков, отражающих зависимости и связи.

Список литературы

1. Арифджанова Н.З. Условия цифровизации транспортно-логистической системы // Наука и образование сегодня, 2021. № 6 (65). С. 9-11. <https://cyberleninka.ru/article/n/usloviya-tsifrovizatsii-transportno-logisticheskoy-sistemy/viewer>
2. Ганиев И. Г., Муртазаев Б. Перспективные транзитные коридоры Узбекистана // Me' morchilik va Qurilish muammolari. – 2021. – С. 152. <https://samdaq.edu.uz/sites/default/files/institut-ilmiy-jurnali/2021-4-2.pdf#page=152>
3. Государственный Комитет Республики Узбекистан по статистике, URL: <https://stat.uz/ru/ofitsialnaya-statistika/national-accounts> дата доступа 10.12.2024
4. Гуламов А. А., Дадабоева З. С. К. Проблемы развития железнодорожного транзитного потенциала Республики Узбекистан // Universum: технические науки. – 2020. – №. 5-1 (74). – С. 64-67. <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-razvitiya-zheleznodorozhnogo-tranzitnogo-potentsiala-respubliki-uzbekistan>
5. Ежегодные отчеты АО «Узбекистон темир йуллари», URL: <https://railway.uz/ru/proekty/9018> / дата доступа 10.12.2024
6. Илесалиев Д. И. и др. Перспективы и направления транспортного развития Узбекистана в условиях формирования железных дорог Афганистана // Инновационный транспорт. – 2020. – №. 3. – С. 3-6. DOI: [10.20291/2311-164X-2020-3-3-6](https://doi.org/10.20291/2311-164X-2020-3-3-6)
7. Мухамедова З. Г. и др. Анализ вариантов размещения грузовых объектов на сети железных дорог Узбекистана // Journal of innovations in scientific and educational research. – 2023. – Т. 6. – №. 10. – С. 170-176. <https://bestpublication.org/index.php/jaj/article/view/8104>
8. Мухамедова З. Г., Эргашева З. В., Асатов Э. А. К вопросу о развитии транспортной инфраструктуры Узбекистана // Известия Транссиба. – 2021. – №. 2 (46). – С.

105-114. <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-o-razvitii-transportnoy-infrastruktury-uzbekistana>

9. Перельгина А. А., Протасов Н. М. Современное состояние и перспективы развития сети железных дорог узбекистана в планах международных транспортно-экономических связей //экономика ххi века: инновации, инвестиции, образование. – С. 39. <https://nauka-public.ru/wp-content/uploads/2022/05/%D0%A210-%E2%84%964-2022.pdf#page=39>

РОЛЬ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В МОДЕРНИЗАЦИИ ЦЕПОЧЕК ПОСТАВОК

Салихов Сохибхон Равшан угли
Менеджер в ITF Group LLC, МО, США,
МВА, Университет Висконсин-Мэдисон

Аннотация: в современном мире стремительное развитие технологий оказывает значительное влияние на управление цепями поставок, делая искусственный интеллект (ИИ) важнейшим инструментом для повышения их эффективности, прозрачности и устойчивости. Благодаря внедрению ИИ компании могут оптимизировать логистические процессы, автоматизировать управление запасами, повышать скорость обработки данных и минимизировать влияние человеческого фактора. Одним из ключевых преимуществ ИИ является его способность анализировать большие объемы данных в режиме реального времени, что позволяет точнее прогнозировать спрос, снижать затраты, минимизировать потери и адаптироваться к изменениям внешней среды.

В данной статье рассматриваются основные направления применения ИИ в цепочках поставок, включая предсказательное планирование, управление сбоями, автоматизацию логистических операций и улучшение взаимодействия с поставщиками. Также изучаются вопросы интеграции ИИ в бизнес-процессы, его влияние на принятие решений и возможности повышения операционной эффективности. Полученные результаты могут быть полезны для менеджеров и специалистов, стремящихся эффективно внедрять ИИ, развивать инновационные стратегии, использовать его потенциал для повышения конкурентоспособности, улучшения аналитики и обеспечения устойчивого развития компаний. Именно такие технологии определяют будущее.

Ключевые слова: искусственный интеллект, цифровизация, управление цепями поставок, прогнозирование спроса, автоматизация, логистика, устойчивость.

Введение

Исследования показывают, что искусственный интеллект (ИИ) оказывает значительное влияние на управление цепочками поставок, трансформируя ключевые процессы и повышая эффективность операций. Согласно систематическому обзору, опубликованному в январе 2025 года, интеграция ИИ в управление цепочками поставок существенно улучшает прогнозирование спроса, управление запасами и общие возможности принятия решений. ИИ также способствует устойчивости, оптимизируя использование ресурсов и снижая воздействие на окружающую среду [1].

Исследование, проведенное в 2023 году, выявило, что ИИ может анализировать данные для прогнозирования спроса, оптимизации логистических и транспортных маршрутов, а также выявления неэффективности в цепочке поставок. Это приводит к повышению отзывчивости на изменения спроса, сокращению сроков выполнения заказов и снижению затрат [2]. По данным опроса McKinsey 2022 года, компании, внедрившие ИИ в управление цепочками поставок, сократили логистические расходы на 15% и улучшили уровень запасов на 35% [3]. ИИ позволяет обрабатывать огромные объемы данных в реальном времени, повышая точность прогнозирования спроса [4].

Исследователи отмечают растущую потребность в использовании ИИ для создания добавленной стоимости в процессах цепочки поставок [5]. Внедрение ИИ в управление цепочками поставок сталкивается с рядом проблем, включая кибербезопасность, устойчивость и необходимость совершенствования процессов принятия решений. Тем не менее,

исследования подчеркивают важность сбалансированного подхода, интегрирующего технологические разработки с ориентированными на человека и устойчивыми практиками.

МЕТОДОЛОГИЯ. Методология данного обзора была основана на поиске релевантных исследований, чтобы обеспечить актуальность и отражение современных тенденций.

Отбор статей проводился на основе заранее определённых критериев, с приоритетом для рецензируемых работ, посвящённых применению искусственного интеллекта в управлении цепями поставок. В анализ включались только исследования, использующие реальные данные, эксперименты, симуляции или практические кейсы. Теоретические публикации намеренно исключались, чтобы сосредоточиться на прикладных эмпирических данных, имеющих практическое значение.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА ИССЛЕДОВАНИЯ. Цель данного исследования заключается в комплексном анализе применения искусственного интеллекта в управлении цепями поставок, с акцентом на выявление ключевых тенденций, существующих вызовов и перспективных направлений развития. В рамках исследования рассматривается текущий уровень интеграции ИИ в процессы управления поставками, анализируются существующие технологии и их влияние на автоматизацию операций, оптимизацию логистики и повышение эффективности всей цепочки поставок. Особое внимание уделяется основным направлениям научных исследований, таким как прогнозирование спроса, управление запасами, выбор поставщиков, обеспечение устойчивости логистических процессов и снижение операционных рисков.

Кроме того, исследование оценивает практическое влияние ИИ на управление цепями поставок, рассматривая реальные примеры успешного внедрения технологий и анализируя факторы, способствующие их эффективности. Также выявляются ключевые барьеры, мешающие повсеместному внедрению ИИ, включая нехватку данных, недостаточную технологическую зрелость предприятий и сложности интеграции. На основе полученных данных формулируются рекомендации для дальнейших исследований и бизнеса, направленные на разработку стратегий по внедрению ИИ в логистические процессы. В целом, исследование призвано способствовать более глубокому пониманию роли ИИ в управлении цепями поставок, определить его потенциал для повышения эффективности всей системы поставок и предложить перспективные направления для дальнейшего развития как в научной, так и в практической сфере.

В данном исследовании были рассмотрены статьи, посвященные различным отраслям, таким как автомобилестроение, электроника, телекоммуникации и пищевая промышленность. Большинство публикаций относились к ключевым дисциплинам, включая управление операциями и цепями поставок, инженерное дело и технологии, общий менеджмент и инновации, что подтверждает широкий спектр применения искусственного интеллекта. Основным вывод исследования заключается в том, что наибольшее внимание уделяется внедрению ИИ в управление данными и интеграцию вспомогательных технологий, что подчеркивает обширный охват рассматриваемых тем [6].

Рассмотренные статьи демонстрируют различные способы применения ИИ в управлении цепями поставок, включая повышение эффективности и возможностей логистического управления в режиме реального времени. Например, модели ИИ анализируют большие массивы данных, обеспечивая более точное прогнозирование времени доставки [7].

Кроме того, результаты исследования показали, что компании, использующие качественное управление данными, получают конкурентное преимущество на рынке. Однако для того, чтобы ИИ мог эффективно анализировать данные, их качество играет решающую роль, поскольку неправильно собранные данные могут привести к дорогостоящим ошибкам во взаимоотношениях между поставщиками и покупателями [8]. Интеграция ИИ в систему управления поставками также может снизить зависимость от различных участников цепочки, так как ИИ способен обрабатывать общедоступную информацию [9]. Более того, ИИ может

выполнять виртуальное моделирование данных для анализа альтернативных сценариев развития, что способствует более точному планированию и прогнозированию [10].

ИИ играет ключевую роль в управлении изменчивостью цепочек поставок, позволяя компании выявлять потенциальные риски, уязвимости и сбои. Эта трансформационная способность ИИ кардинально изменит процесс управления рисками, обеспечивая использование аналитики на основе машинного обучения для точного прогнозирования возможных угроз заранее. Однако для эффективной интеграции ИИ и успешного реагирования на новые технологические вызовы организациям следует сосредоточиться на таких компетенциях, как кибербезопасность, дизайн пользовательского опыта и аппаратное обеспечение [11].

Другое исследование показало, что ИИ может улучшить управление затратами, повысить прозрачность, укрепить сотрудничество между покупателями и поставщиками, а также повысить эффективность и устойчивость в управлении цепями поставок. Это достигается за счет применения моделей машинного обучения, которые анализируют данные, прогнозируют затраты и выявляют ключевые факторы, влияющие на стоимость [12]. Другая статья рассматривает интеграцию ИИ с технологией блокчейн, которая обеспечивает большую прозрачность и безопасность при обмене данными, демонстрируя, как такая комбинация может усилить управление рисками и способствовать цифровой трансформации в управлении цепями поставок [13].

Согласно другому исследованию, ИИ может помочь роботам обучаться, адаптироваться и работать более эффективно. В частности, он способствует распознаванию объектов, анализу данных и повышению производительности со временем. ИИ позволяет роботам прогнозировать необходимость технического обслуживания, выявлять проблемы с качеством и безопасно взаимодействовать с людьми. Это делает роботов более гибкими, функциональными и эффективными при выполнении различных задач в динамичной среде [14].

Более того, сочетание ИИ, интернет-технологий и блокчейна предоставляет множество преимуществ в управлении цепями поставок, особенно в сфере транспортировки. Датчики отслеживают в реальном времени такие параметры, как температура и влажность, а ИИ интерпретирует эти данные, предсказывая и предотвращая возможные проблемы до их возникновения. Блокчейн дополнительно усиливает безопасность и прозрачность, гарантируя, что данные не могут быть изменены и доступны только уполномоченным пользователям. В совокупности эти технологии способствуют повышению доверия, эффективности и делают логистический аспект управления цепями поставок значительно более стабильным [15].

Также необходимо обсудить более широкие последствия сочетания ИИ, блокчейна и интернета вещей для управленческих практик и разработки стратегий. Например, прогнозные модели на основе ИИ, поддерживаемые блокчейном и интернет-технологиями, значительно улучшают способность предсказывать потребность в ресурсах и оптимизировать стратегии распределения во время чрезвычайных ситуаций. Такое сочетание инноваций обеспечивает точные и своевременные прогнозы, помогая организациям быстро реагировать на нестандартные условия, что особенно важно в кризисных ситуациях, таких как природные катастрофы или пандемии [16].

ВЫВОДЫ

Современные цепочки поставок становятся все более сложными, и управление ими требует новых подходов. Технологии искусственного интеллекта (ИИ) способны существенно изменить этот процесс, повышая точность прогнозирования, снижая издержки и минимизируя риски. Благодаря анализу больших объемов данных ИИ позволяет автоматизировать ключевые бизнес-процессы, что особенно важно в условиях нестабильных рынков и растущей конкуренции.

Одним из главных препятствий на пути внедрения ИИ в цепочки поставок остается нехватка качественных данных. Фрагментированные информационные системы,

разрозненные стандарты сбора данных и устаревшие методы анализа мешают полноценно использовать возможности машинного обучения. Централизованный подход к обработке данных и внедрение унифицированных цифровых решений помогут устранить эти барьеры, создавая основу для более прозрачных и эффективных цепочек поставок.

Экономическая нестабильность, изменения в политике международной торговли и сезонные колебания спроса требуют гибкости и оперативного реагирования. Искусственный интеллект может значительно упростить этот процесс, позволяя компаниям моделировать различные сценарии и принимать более обоснованные решения. Например, алгоритмы могут предсказывать возможные сбои в поставках, анализировать эффективность текущих стратегий управления запасами и оптимизировать логистические маршруты.

Еще одно ключевое направление применения ИИ управление затратами. Оптимизация расходов на транспортировку, сокращение времени простоя и автоматизация взаимодействия между поставщиками и покупателями позволяют компаниям работать более эффективно. Например, предиктивная аналитика на основе ИИ помогает заранее выявлять потенциальные проблемы в цепочке поставок, снижая риск задержек и непредвиденных издержек.

Кроме того, технологии ИИ могут играть важную роль в развитии устойчивых цепочек поставок. Анализ энергопотребления, мониторинг выбросов и оптимизация использования сырья помогают компаниям минимизировать экологический след и соответствовать современным требованиям по устойчивому развитию.

Несмотря на огромный потенциал, успешное внедрение ИИ требует комплексного подхода. Компании должны инвестировать в обучение сотрудников, совершенствовать технологическую инфраструктуру и адаптировать свои бизнес-модели под новые реалии. Только те, кто готовы к цифровой трансформации, смогут получить максимальные преимущества от использования ИИ в управлении цепями поставок и укрепить свои позиции на глобальном рынке.

В заключение, искусственный интеллект обладает значительным потенциалом для преобразования цепочек поставок, обеспечивая повышение эффективности, снижение затрат и улучшение управления рисками. Его внедрение в логистику, прогнозирование спроса и управление запасами способствует адаптации бизнеса к динамичным рыночным условиям. Однако для успешной интеграции ИИ необходимы качественные данные, технологическая подготовка и стратегический подход. Компании, инвестирующие в эти направления, получают конкурентные преимущества, повышая прозрачность, гибкость и устойчивость своих цепочек поставок.

Список литературы

1. Samuels, A. (2025). Исследование интеграции искусственного интеллекта в управление цепями поставок от Индустрии 4.0 до 6.0: систематический обзор литературы. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 7. <https://doi.org/10.3389/frai.2024.1477044>
2. Mohsen, B. M. (2023). Влияние искусственного интеллекта на эффективность управления цепями поставок. *Journal of Service Science and Management*, 16(1), 44-58. <https://doi.org/10.4236/jssm.2023.161004>
3. Georgetown Journal of International Affairs. (2024, 5 февраля). Роль искусственного интеллекта в развитии устойчивых цепей поставок. Получено с: <https://gjia.georgetown.edu/2024/02/05/the-role-of-ai-in-developing-resilient-supply-chains/>
4. Harvard University. (2017). История искусственного интеллекта. Получено с: <https://sitn.hms.harvard.edu/flash/2017/history-artificial-intelligence/>
5. Sharma, R., Shishodia, A., Gunasekaran, A., Min, H., & Munim, Z. H. (2022). Роль искусственного интеллекта в управлении цепями поставок: картирование территории. *International Journal of Production Research*, 60(24), 7527-7550. <https://doi.org/10.1080/00207543.2022.2026613>

6. Chen, Y. T., Sun, E. W., Chang, M. F., & Lin, Y. B. (2021). Практическое управление логистикой в режиме реального времени с использованием IoT-инфраструктуры дорожного движения: прогнозная аналитика данных о времени доставки грузов для Логистики 4.0. *International Journal of Production Economics*, 238, 108157. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2021.108157>
7. Brock, J. K.-U., & von Wangenheim, F. (2019). Демистификация ИИ: Чему лидеры цифровой трансформации могут научить вас о реалистичном искусственном интеллекте. *Business Horizons*, 61(4). <https://doi.org/10.1177/1536504219865226>
8. Cannas, V. G., Ciano, M. P., Saltalamacchia, M., & Secchi, R. (2023). Искусственный интеллект в управлении цепями поставок и операционном менеджменте: исследование на основе нескольких кейсов. *International Journal of Production Research*, 61(14), 3333-3360. <https://doi.org/10.1080/00207543.2023.2232050>
9. Brintrup, A., Kosasih, E., Schaffer, P., Zheng, G., Demirel, G., & MacCarthy, B. L. (2023). Цифровой мониторинг цепей поставок с использованием искусственного интеллекта: определения, возможности и риски. *International Journal of Production Research*, 61(20), 4674-4695. <https://doi.org/10.1080/00207543.2023.2270719>
10. Wang, G., Gunasekaran, A., Ngai, E. W., & Papadopoulos, T. (2016). Аналитика больших данных в логистике и управлении цепями поставок: основные исследования и приложения. *International Journal of Production Economics*, 176, 98–110. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2016.03.014>
11. Kinkel, S., Capestro, M., Di Maria, E., & Bettiol, M. (2023). Искусственный интеллект и перенос производственных мощностей: эмпирическое международное исследование. *International Journal of Production Economics*, 261, 108890. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2023.108890>
12. Bodendorf, F., Dentler, S., & Franke, J. (2023). Интеграция цепочек поставок с использованием цифровых технологий: бизнес-аналитика и процессный анализ. *Industrial Marketing Management*, 114, 14–31.
13. Rodríguez-Espíndola, O., Chowdhury, S., Dey, P. K., Albores, P., & Emrouznejad, A. (2022). Анализ внедрения новых технологий для управления рисками в эпоху цифрового производства. *Technological Forecasting and Social Change*, 178, 121562.
14. Pillai, R., Sivathanu, B., Mariani, M., Rana, N. P., Yang, B., & Dwivedi, Y. K. (2021). Использование ИИ-управляемых промышленных роботов на предприятиях по производству автокомпонентов. *Production Planning & Control*, 32(12), 1517–1533. <https://doi.org/10.1080/09537287.2021.1882689>
15. Wong, S., Yeung, J. K.-W., Lau, Y.-Y., & Kawasaki, T. (2023). Кейс-исследование о том, как Maersk использует облачный блокчейн, интегрированный с машинным обучением, для устойчивых практик. *Sustainability*, 15(9), 7305.
16. Huang, D., Wang, S., & Liu, Z. (2021). Систематический обзор методов прогнозирования в управлении чрезвычайными ситуациями. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 62, 102412. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2021.102412>

НЕКОТОРЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ЦИФРОВИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ, СВЯЗАННЫХ С ГРУЗОВЫМИ ПЕРЕВОЗКАМИ

Сироткин Артем Александрович,

доцент кафедры «Техника и технологии железнодорожного транспорта»

НИПС – филиала ПривГУПС, доцент, к.э.н.

Аннотация: в статье рассмотрены особенности Портала резервирования ГИС ЭПД и результаты его использования. Представлена информация о iTrans, цифровом двойнике морского порта, цифровом инструменте «Мультилог» и Международном цифровом паспорте контейнера.

Ключевые слова: документ; заказ; карточка транспортного средства; перевозка; Портал резервирования ГИС ЭПД; процесс.

В настоящее время продолжается использование и совершенствование цифровых инструментов, связанных с грузовыми перевозками, а также разработка и внедрение новых инструментов для использования в процессах, связанных такими перевозками [1–3].

Прежде всего, рассмотрим некоторые инструменты, применяемые для цифровизации процессов, связанных с грузовыми перевозками.

В соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 30.05.2023 № 867 резервирование даты и времени прибытия грузового автотранспортного средства к пункту контроля осуществляется с использованием государственной информационной системы электронных перевозочных документов (ГИС ЭПД). Для этого в составе ГИС ЭПД функционирует Портал резервирования ГИС ЭПД (<https://public.epd-portal.ru/eopp>). Портал резервирования ГИС ЭПД – официальный портал ГИС ЭПД, позволяющий заявителям подать заявку на резервирование времени пересечения государственной границы РФ грузовыми автотранспортными средствами. Ниже представлен функционал, доступный зарегистрированному пользователю сервиса резервирования на Портале (табл. 1).

Общедоступный раздел Портала резервирования содержит следующие подразделы:

- Информация о Портале резервирования ГИС ЭПД;
- Часто задаваемые вопросы;
- Документы;
- Портал резервирования ГИС ЭПД.

Вместе с тем, предусмотрена вариативность устройств для резервирования даты и времени прибытия грузового автотранспортного средства к пункту контроля (рис. 1).



Рисунок 1 – Варианты устройств для резервирования даты и времени прибытия грузового автотранспортного средства к пункту контроля

Таблица 1 – Функционал, доступный зарегистрированному пользователю сервиса резервирования на Портале резервирования ГИС ЭПД

Элемент на Портале	Функционал элемента
Главная страница Портала резервирования ГИС ЭПД	Просмотр общедоступных разделов главной страницы Портала резервирования ГИС ЭПД Авторизация на Портале резервирования ГИС ЭПД
Заявки на резервирование	Поиск, фильтрация, просмотр реестра заявок на резервирование* Скачивание реестра заявок на резервирование* Создание, просмотр, редактирование, карточки заявки на резервирование* Перенос, отмена, удаление черновика заявки на резервирование*
Пункты пропуска	Фильтрация, просмотр реестра автомобильных пунктов пропуска Просмотр карточки автомобильного пункта пропуска Создание карточки заявки на резервирование на данный автомобильный пункт пропуска
Транспортные средства	Просмотр, фильтрация, сортировка, скачивание реестра транспортных средств* Переход в раздел «Заявки на резервирование»* Переход в раздел «Водители»* Просмотр карточки транспортного средства* Создание карточки транспортного средства Перевод карточки транспортного средства * в архив
Слоты	Просмотр слотов
Водители	Просмотр, фильтрация, скачивание реестра водителей* Переход в раздел «Транспортные средства» Создание карточки водителя
Мои данные	Просмотр сведений и статистики*
Уведомления	Просмотр, фильтрация уведомлений* Изменение статуса уведомления* Перевод уведомления* в архив

* – права на выполнение действия есть только со своими объектами

Внешний вид терминала регистрации электронной очереди (терминала самообслуживания/терминала самозаписи) представлен ниже (рис. 2).



Рисунок 2 – Терминал регистрации электронной очереди (терминала самообслуживания/терминала самозаписи)

Результаты использования Портала резервирования ГИС ЭПД:

- исключение скопления грузовых транспортных средств перед международным автомобильным пунктом пропуска;
- исключение коррупционных рисков, т.к. бронирование, отмена и перенос даты и времени проезда осуществляются бесплатно, и только заявитель управляет резервированием;
- положительные отзывы от перевозчиков.

Еще одним инструментом, применяемым для цифровизации процессов, связанных с грузовыми перевозками, является iTrans – комплексный цифровой отраслевой инструмент, разработанный ООО «ДелоТех» – стратегическим ИТ-интегратором Группы компаний «Дело».

Ниже представлены бизнес-процессы, которые охватывает iTrans (рис. 3).

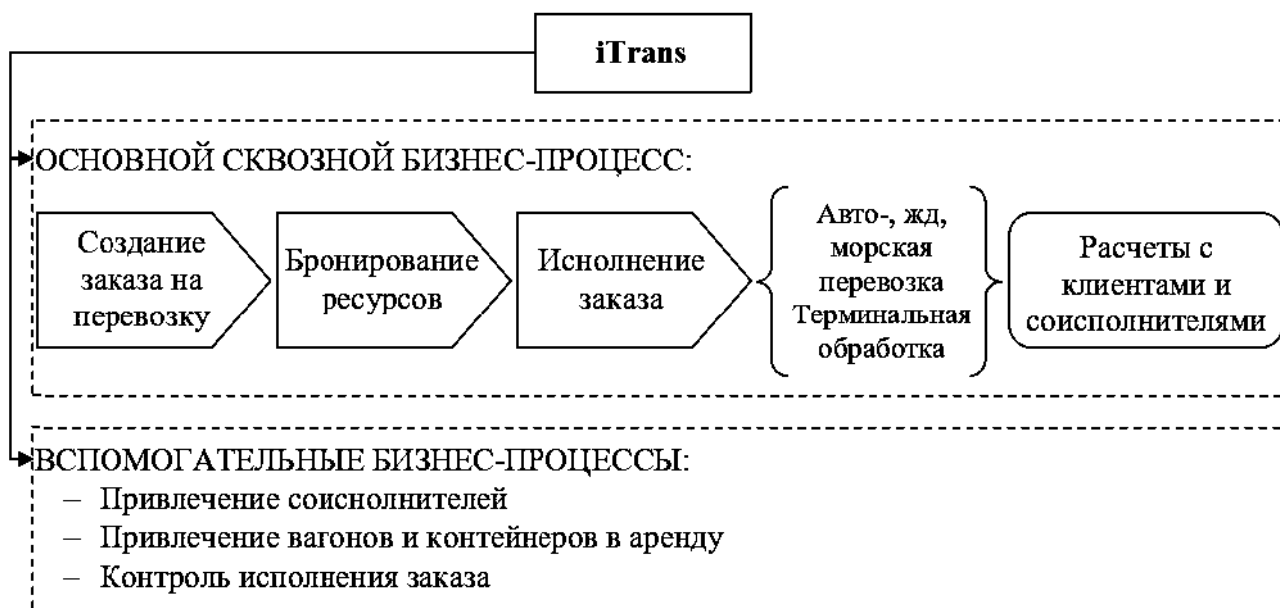


Рисунок 3 – Бизнес-процессы, которые охватывает iTrans

Основной функционал iTrans [4]:

- управление перевозками на автомобильном, морском и железнодорожном плечах;
- управление контейнерными депо и терминалами;
- планирование и контроль исполнения заказа на мультимодальную перевозку;
- сбор оперативной и статистической информации;
- интеграция с ИТ-системами РЖД, зарубежных партнеров и бизнесом ГК «Дело».

Кроме этого, к инструментам, используемым для цифровизации процессов, связанных с грузовыми перевозками, относится цифровой двойник морского порта.

В цифровом двойнике морского порта используются [5, 6]:

- технологии обработки BigData;
- искусственный интеллект;
- комплексная визуализация;
- имитационное моделирование.

Цифровой двойник морского порта обладает следующими возможностями [5, 6]:

- интерактивное отображение объектов и их свойств в реальном времени и в ретроспективе (история изменения местоположения перемещаемых объектов, состояния изменяемых объектов) по слоям;
- добавление и редактирование объектов морского порта;
- интерактивное отображение фактического местоположения и состояния портового оборудования и портовой техники;
- визуальное представление цикла обработки судна: планирование, обработка, завершение обработки, отход;

- предоставление визуальной информации о планировании и размещении грузов, запланированных под погрузку на судно;
- предоставление фактических характеристик и истории изменения состояний узлов агрегатов перекачки соответствующих грузов.

Основные особенности интерфейса цифрового двойника морского порта [5, 6]:

- естественный вид на виртуальную среду («из окна офиса»);
- наблюдение за любым объектом на экране с разного расстояния и угла;
- масштабирование и вращение в 3-х измерениях;
- визуализация технологического процесса;
- реальный масштаб времени и прямой доступ к любому объекту;
- поиск объектов и грузов;
- обеспечение ролевой модели распределения прав;
- отображение инженерных сетей и иных коммуникаций.

К перспективным инструментам для цифровизации процессов, связанных с грузовыми перевозками, относятся следующие.

Мультилог [7]:

- представляет собой цифровой сервис построения логистической цепи мультимодальной доставки груза от двери до двери в формате «одного окна»;
- охватывает перевозчика автотранспортом, поставщика подвижного состава, поставщика терминально-складских услуг, поставщика экспедиторских услуг и клиента.

Ожидаемый результат от применения цифрового инструмента «Мультилог» – консолидация участников мультимодальной грузовой перевозки за счет использования электронных документов, оформляемых при такой перевозке.

Особенности цифрового инструмента «Мультилог» [7]:

- возможность конструирования оптимальной логистической цепи;
- наличие калькулятора для расчета стоимости перевозки;
- участие в едином информационном пространстве (рис. 4);
- вариативность поставщиков при формировании заказов;
- возможность обмена документами между участниками перевозки.

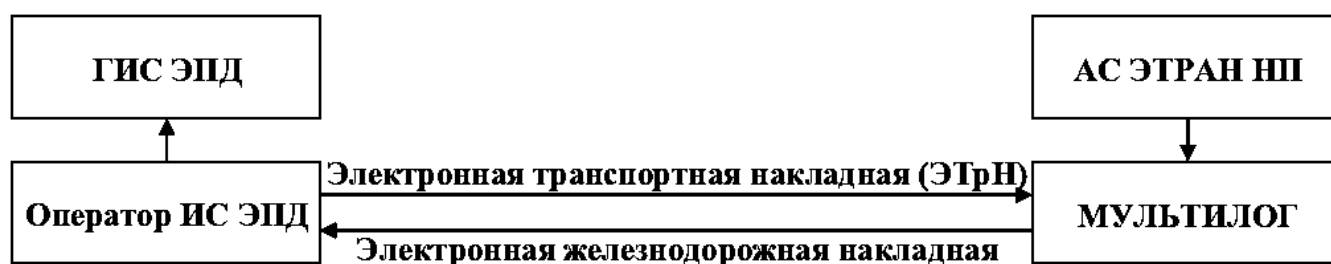


Рисунок 4 – Информационное пространство, включающее инструмент «Мультилог»

Еще один перспективный инструмент для цифровизации процессов, связанных с грузовыми перевозками – Международный цифровой паспорт контейнера – аппаратно-программная система международного взаимодействия, позволяющая повысить прозрачность международных перевозок грузов в контейнерах.

Этапы работы:

1 этап – формирование электронных документов (транзитная декларация, транспортные накладные, книжка международных дорожных перевозок, учетный талон, счет-инвойс, счет-фактура, упаковочный лист, фитосанитарный сертификат страны отправителя, ветеринарный сертификат страны отправителя) в XML-формате;

- 2 этап – подписание усиленной квалифицированной электронной подписью;
- 3 этап – отправка электронных товаросопроводительных документов в ГИС ЭПД;
- 4 этап – получение подтверждения из ГИС ЭПД;
- 5 этап – загрузка подписанных электронной подписью документов в Международный цифровой паспорт контейнера.

Для удобства работы с Международным цифровым паспортом контейнера запланировано создание мобильного приложения (табл. 2).

Таблица 2 – Особенности мобильного приложения Международного цифрового паспорта контейнера с точки зрения его пользователей

Сотрудник Федеральной таможенной службы	Грузоперевозчик
Получение документов, загруженных в криптомодуль и подписанных им	Загрузка документов, в т.ч. подписанных усиленной квалифицированной электронной подписью
Получение информации о несанкционированном вскрытии контейнера и отклонении от маршрута	Юридическая значимость взаимодействия с контейнером (постановка на охрану, снятие с охраны)
Отметка о статусе прохождения таможенного досмотра	Установка диапазонов допустимых температур и влажности для оперативного контроля
Поддерживается работа при отсутствии Интернета	

Признаки WEB-интерфейса Международного цифрового паспорта контейнера:

- карта мира с отображением железнодорожных путей и станций, текущего местоположения контейнеров и связанных с ними инцидентов, маршрута грузовой перевозки и трека перемещения конкретного контейнера;
- онлайн дашборды по грузовым перевозкам и контейнерам с визуализацией ключевых параметров и их изменения во времени (графики, диаграммы и др.);
- печать дашбордов и их сохранение в формате pdf;
- оперативный контроль и решение инцидентов, формируемых на основе информации, получаемой из Международного цифрового паспорта контейнера.

Таким образом, цифровизация процессов, связанных с грузовыми перевозками – закономерная и сложная деятельность, имеющая как наработки, так и «задел» на будущее.

Список литературы

1. Басыров И.М. О сложностях тиражирования новой технологии «Цифровой приемосдатчик» на грузовые станции сети ОАО «РЖД» // Транспортное дело России. 2024. № 3. С. 191-194.
2. Кудрявцева А.В. Цифровизация – важнейший фактор повышения качества бизнес-процессов в сфере грузовых железнодорожных перевозок / В сборнике: Современные методы и технологии реализации цифровых инноваций в бизнесе. материалы I Межвузовской научно-практической конференции. Москва, 2023. С. 189-192.
3. Чеботарева А.А., Данилина Е.И., Чеботарев В.Е. Повышение эффективности работы морского порта за счет цифровизации // Инновации и инвестиции. 2024. № 4. С. 84-86.
4. Терещенков Е.А., Афанасьева О.А., Шемянц П.А. iTrans как часть цифровой стратегии ПАО «ТрансКонтейнер» / В сборнике: Современные методы и принципы управления перевозочным процессом на транспорте. Сборник трудов научно-практической конференции с международным участием. Под общей редакцией Г.М. Биленко, И.А. Трушиной. Москва, 2023. С. 348-355.
5. Гладышев М.Д. Цифровой двойник порта: современные подходы к моделированию и анализу // Международный научно-исследовательский журнал. 2024. № 8 (146).

6. Гельфонд Д.В., Будрина Е.В. Цифровые двойники как инструмент управления эффективностью морских грузовых портов // Human Progress. 2024. Т. 10. № 2. С. 10.
7. Гулый И.М., Оганнисян А.Э. Экономические преимущества и эффекты цифрового сервиса организации услуг мультимодальных грузовых перевозок «Мультилог» // Экономические науки. 2024. № 235. С. 11-15.

УПРАВЛЕНИЕ ТРАНСПОРТНОЙ ЛОГИСТИКОЙ ПРИ ПЕРЕВОЗКАХ ГРУЗОВ ВОДНЫМ ТРАНСПОРТА

**Хаерова Эндже
Ильдаровна**, магистрант
кафедры динамики процессов и
управления ФГБОУ ВО
«КНИТУ-КАИ», Казанский
национальный
исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ,
г. Казань, Российская Федерация

Гатауллин Булат Ильнурович,
специалист кафедры систем информационной
безопасности
ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», Казанский
национальный
исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева–КАИ,
г. Казань, Российская Федерация

Аннотация: в статье проанализированы сущность управления транспортной логистикой при перевозках грузов водным транспортом. Целью работы является исследование специфики перевозки грузов водным транспортом, поиск путей снижения издержек и повышения эффективности деятельности на основе логистических методов. Особое внимание уделено изучению специфики транспорта, что позволило выделить ряд особых характеристик. Изучена и обобщена теоретическая основа проблем перевозки грузов водным транспортом, выявлена специфика показателей водного транспорта и особенности организации перевозочного процесса. В ходе анализа выявлены факторы, оказывающие наибольшее влияние на размер чистой прибыли транспортного предприятия. Для повышения рентабельности перевозки грузов водным транспортом предлагается использовать метод заданий, который является разновидностью транспортной задачи. На основе реальных данных организации представлен алгоритм расчета и интерпретации результатов с использованием метода заданий для водного транспорта и выбора оптимального распределения судов для выполнения заказов клиентов. Практическая ценность данного исследования заключается в развитии бизнеса на основе оптимизации совокупных затрат компании, осуществляющей водные перевозки грузов с использованием логистических методов.

Ключевые слова: транспортный поток, логистические издержки, транспортная логистика, корреляционно-регрессионная зависимость, оптимизации грузопотоков, рентабельность, экономико-статистическая обработка, транспортировки сырья и комплектующих.

Логистика является универсальным инструментом оптимизации бизнес-процессов в различных сферах бизнеса, в том числе и грузоперевозок. Транспорт обеспечивает перемещение грузов к местам назначения, поддерживая непрерывность процессов воспроизводства ценностей, оказывая существенное влияние на себестоимость продукта. По мнению экспертов, транспорт следует отнести к производству материальных услуг, поскольку создание материального продукта зависит от своевременной доставки каждого компонента и может быть приостановлено в случае несвоевременного прибытия требуемой партии товара. Роль транспорта особенно важна, если учитывать долю транспортных расходов в себестоимости готовой продукции, а также в стоимости транспортировки сырья

и комплектующих.

По сути, функционирование любой логистической системы поддерживается непрерывными транспортными потоками, и управление транспортными расходами является ключевым инструментом в управлении логистикой. В этой связи представляется актуальным рассмотреть специфические вопросы логистического подхода к планированию перевозок грузов с использованием водного транспорта. Областью исследования являются механизмы снижения логистических издержек при использовании водного транспорта, выявление факторов, определяющих стоимость перевозки, и пути снижения эксплуатационных расходов при транспортировке грузов [1].

Методы логистических решений показали свою применимость в различных сферах деятельности и позволяют находить более рациональные управленческие решения. Основой принятия логистических решений являются совокупные затраты процесса, их оптимизация является ключевым параметром для обоснования приемлемых подходов к организации бизнеса на основе запросов клиентов и возможностей организации-поставщика. Данные технологии в первую очередь ориентированы на повышение скорости и надежности поставок [2].

Для проведения исследования были использованы методы обобщения теоретических положений логистики, основанные на изучении трудов ведущих ученых и специалистов. Развитие транспортной логистики во многом определяется характером перевозимых грузов и требованиями к транспортировке. В этой связи были проанализированы и обобщены особенности транспортной логистики применительно к водным перевозкам грузов. Определенные специфические особенности организации водных перевозок стали основой для изучения и поиска решений по оптимизации затрат на транспортировку грузов с использованием логистических методов. При анализе отчетных данных предприятия использовались методы экономико-статистической обработки количественных данных, построения корреляционно-регрессионной зависимости исследуемых факторов и оценки логистических затрат [3]. Выводы и рекомендации, представленные в исследовании, могут быть полезны для развития теории и практики логистической деятельности.

Транспорт является самостоятельной отраслью экономики, имеет существенные отличия от других отраслей. В структуре транспорта выделяют несколько видов транспорта, в том числе железнодорожный, автомобильный, водный, воздушный и трубопроводный. Водный транспорт объединяет морские и речные способы перевозки грузов и пассажиров по водным путям, используя как естественные, так и искусственные водоемы (реки, моря, озера и океаны, водохранилища, каналы и протоки). Водный транспорт имеет определенные особенности. Основными отличиями являются сезонность деятельности, обусловленная сменой времен года и наличием длительного межнавигационного периода. Специфика технологии перевозочного процесса водного транспорта требует наличия спроса на перевозку грузов или пассажиров, а его отсутствие означает полное отсутствие деятельности и высокие затраты на содержание судов в период простоя. Существенным отличием является государственное регулирование тарифов на перевозки водным транспортом, которые ограничивают стоимость деятельности по отдельным видам услуг, включая погрузочно-разгрузочные работы в портах, а также портовые сборы [4].

Водный транспорт осуществляет деятельность на внутренних водных путях, при этом он может использоваться и в смешанных река-море перевозках. Преимуществами водного транспорта являются низкая стоимость тарифа на перевозку, высокая грузоподъемность судна, низкие капитальные затраты на организацию перевозок. Недостатками водного транспорта являются низкая скорость перевозок и ограниченная доступность в географическом отношении, а также сезонность навигации [5]. Специфика транспорта обусловила выделение отдельной функциональной области логистики - транспортной логистики, имеющей свои цели, задачи и предмет исследования. Принятие

решений по оптимизации затрат на перевозку грузов водным транспортом с учетом вышеперечисленных особенностей требует специальных методов и приемов решения управленческих задач.

Цель транспортной логистики – организация доставки грузов к месту назначения с минимальными совокупными затратами при сохранении качества услуг. Транспортная логистика включает в себя комплекс задач по организации перевозок грузов, отвечающих интересам участников транспортного процесса [6]. Организация перевозок грузов водным транспортом на основе логистических методов требует понимания удельных показателей использования водного транспорта. К таким показателям относятся: водоизмещение судна, валовая вместимость, чистая вместимость, тоннаж судна и другие.

Водный транспорт весьма специфичен по условиям эксплуатации, что влияет на характер оптимизационных решений по управлению затратами и повышению рентабельности деятельности. При организации перевозок и выборе вида транспорта чаще всего учитывают себестоимость перевозки и удельные капитальные затраты. Эти показатели зависят от множества различных факторов, как общих, так и специфических для конкретного вида транспорта. Общими факторами, влияющими на себестоимость перевозки, являются: грузоподъемность, коэффициент использования оборудования, стоимость топлива и электроэнергии, заработная плата и т. д.

Для водного транспорта при определении эксплуатационных затрат учитываются удельные показатели, такие как грузоподъемность судна, характер перевозимых грузов (балкеры, танкеры, контейнеры), скорость доставки грузов, продолжительность навигационного периода и т. д. Таким образом, вид транспорта можно рассматривать как специфическую характеристику транспортного процесса, определяющую параметры качества обслуживания клиентов и эксплуатационные затраты. Логистические методы повышения эффективности работы транспорта, с одной стороны, являются универсальным инструментом поиска рациональных управленческих решений, а с другой — требуют адаптации из-за особенностей организации перевозок конкретным видом транспорта с учетом характеристик груза [7]. Данное обстоятельство определило цель исследования – оптимизацию перевозок грузов водным транспортом на основе логистики.

Специфика водного транспорта требует анализа затрат на перевозку одной тонны груза на один километр. Эта информация позволяет сравнивать различные варианты доставки с учетом условий эксплуатации различных судов. Проведенные расчеты затрат на перевозку грузов по различным маршрутам позволяют сделать ряд выводов о текущей ситуации:

- движение судов затруднено работой шлюзов из-за ограничений по пропускной способности;
- действующие тарифы не покрывают потребности предприятия в воспроизводстве и обновлении основных фондов. Регулирование ставок тарифов не учитывает темпы роста стоимости расходных материалов и топлива.
- рост операционных расходов приводит к росту себестоимости продукции и снижению рентабельности деятельности.
- существует серьезная конкуренция с железнодорожным и автомобильным транспортом по скорости доставки и качеству транспортных услуг.

Для детального изучения причин и факторов, определяющих успешность деятельности предприятий, был проведен корреляционно-регрессионный анализ основных операционных показателей [8]. В качестве исходных данных использовались следующие показатели: чистая прибыль, средняя норма прибыли, продолжительность простоя транспорта, продолжительность рейса. Исследование показало, что наибольшее влияние на размер чистой прибыли оказывает средняя норма прибыли. С использованием пакета анализа Excel - Регрессионный расчет коэффициента детерминации составил 84,5%, что характеризует долю влияния средней нормы прибыли, количества дней простоя и

оптимальной продолжительности рейса на чистую прибыль. Остальные факторы, не учтенные в модели, оказывают влияние в размере 15,5%. Связь между факторами линейная, а по F-статистике Фишера на 10% уровне значимости модель является адекватной.

Представленная модель может стать инструментом прогнозирования экономических показателей. Увеличение средней доходной ставки на 1 руб./тонно-км при прочих равных условиях приведет к увеличению чистой прибыли [9]. При увеличении продолжительности поездки на один день чистая прибыль увеличится. Каждый день простоя снижает чистую прибыль. Данный метод факторного анализа является удобным инструментом для планирования доходов в условиях изменяющейся конкурентной среды и позволяет грамотно планировать процесс переговоров с клиентами.

Повышение рентабельности хозяйственной деятельности является актуальной проблемой в любой сфере бизнеса. В рамках исследования данный вопрос был детально изучен с учетом специфики организации бизнеса в сфере перевозки грузов водным транспортом. Основным грузом являются нефтепродукты, сдаваемые на специализированные предприятия для переработки. Это определяет выбор маршрутов и условий получения прибыли.

Повышение рентабельности – вечный двигатель бизнеса, и сфера грузоперевозок водным транспортом не является исключением. В условиях высокой конкуренции и колебаний цен на нефтепродукты, поиск эффективных стратегий оптимизации становится критически важным.

Транспортировка нефтепродуктов обладает рядом специфических особенностей, влияющих на финансовый результат [10]. Это, прежде всего:

1. Высокая стоимость груза: нефтепродукты – ценный товар, что делает даже незначительные потери или задержки крайне дорогостоящими. Страхование и безопасность перевозок являются приоритетными задачами.

2. Строгие требования к безопасности: перевозка нефтепродуктов сопряжена с высоким риском экологических катастроф. Строгое соблюдение экологических норм и правил безопасности является обязательным условием деятельности и оказывает влияние на затраты. Инвестиции в современные системы контроля и мониторинга существенно снижают риски и повышают доверие клиентов.

3. Зависимость от инфраструктуры: эффективность перевозок напрямую зависит от состояния водных путей, наличия специализированных портовых терминалов и инфраструктуры для хранения и перевалки нефтепродуктов.

4. Сезонность: климатические условия могут существенно влиять на объемы перевозок и, соответственно, на рентабельность. Зимние ограничения навигации требуют дополнительного планирования и могут увеличить затраты. Стратегии повышения рентабельности: для увеличения прибыли в перевозке нефтепродуктов необходимо комплексное решение, включающее: оптимизация маршрутов (выбор оптимального маршрута с учетом глубины фарватера, расстояния, наличия шлюзов и других факторов, минимизирующих время в пути и расход топлива, является ключевым моментом), применение современных навигационных систем и программного обеспечения для планирования маршрутов значительно повышает эффективность.

5. Управление топливными расходами: топливо составляет значительную часть затрат. Экономия достигается за счет оптимизации скорости судна, использования топлива высокого качества, своевременного технического обслуживания двигателей и внедрения технологий, снижающих расход топлива (например, системы управления главными двигателями).

6. Эффективное управление флотом: использование современных судов с высокой грузоподъемностью и экономичными двигателями, а также регулярное техническое обслуживание, позволяют снизить эксплуатационные расходы. Анализ эффективности работы каждого судна и внедрение систем мониторинга позволяют выявлять и устранять

неэффективные аспекты.

7. Диверсификация грузов: в периоды сезонного спада или снижения спроса на нефтепродукты, диверсификация грузов (при условии соблюдения всех норм безопасности) может помочь сгладить колебания прибыли.

8. Управление контрактами и ценообразование: заключения долгосрочных контрактов с надежными партнерами гарантирует стабильный поток заказов. Тщательный анализ рынка и гибкое ценообразование позволяют адаптироваться к изменениям спроса и конкуренции.

9. Инвестиции в технологии: применение современных информационных технологий (системы мониторинга грузов, GPS-трекинг, оптимизация логистических процессов) способствует повышению эффективности и снижению затрат [11].

Повышение рентабельности в сфере транспортировки нефтепродуктов водным транспортом требует комплексного подхода, включающего оптимизацию всех аспектов деятельности – от выбора маршрутов и управления флотом до ценообразования и управления рисками. Внедрение современных технологий и постоянный анализ эффективности работы позволят компаниям добиться существенного повышения прибыли и укрепления своих позиций на конкурентном рынке. Необходимо помнить, что безопасность и экологическая ответственность являются неотъемлемыми условиями устойчивого развития в этой сфере.

Если в качестве исходных данных взять флот судов, имеющийся у организации, то задача рентабельности может быть решена путем оптимизации загрузки мощностей с учетом планов перевозок и связанных с ними эксплуатационных расходов, которые различаются в зависимости от типа судов. Поиск оптимальной схемы транспортировки грузов осуществлялся путем решения задачи назначения, конечной целью которой является распределение судов по маршрутам таким образом, чтобы общая прибыль была максимальной. Исходными данными для решения задачи назначения являлись:

- планируемый объем грузоперевозок по направлениям и видам грузов;
- планируемые доходы и расходы на навигацию;

Условия решения задачи имеют ряд ограничений:

- критерием оптимизации является максимальная рентабельность выполненных работ за период навигации;
- каждый исполнитель может участвовать в выполнении более чем одного вида работ;
- каждое произведение может быть исполнено более чем одним исполнителем.

Задача о назначениях является разновидностью транспортной задачи, решаемой симплекс-методом. Специфика сферы применения водной перевозки грузов обуславливает особенности алгоритма действий по выбору наилучшего варианта распределения нефтеналивных судов.

Транспортная логистика является надежным инструментом оптимизации совокупных затрат на организацию процесса перевозок [12]. Развитие транспорта является необходимым условием эффективного экономического роста, а использование множества альтернативных видов транспорта позволяет выбрать наиболее оптимальный вариант с точки зрения затрат и качества транспортных услуг.

Использование методов логистики в сфере водного транспорта является важным ресурсом оптимизации грузопотоков с минимальными затратами, позволяет развивать соответствующую инфраструктуру и максимально удовлетворять потребности клиентов. Перевозка грузов водным транспортом особенно важна для тяжеловесных и негабаритных грузов, перевозимых на большие расстояния. Универсальность водного транспорта по объему перевозимых грузов, высокая грузоподъемность и низкая себестоимость делают его привлекательным для удовлетворения потребностей клиентов в доставке грузов [13]. Представленные в работе методы поиска оптимальных решений по снижению затрат на перевозку грузов водным транспортом могут быть использованы в качестве практических рекомендаций для транспортных компаний, владеющих водными судами. Логистические

методы снижения общих затрат на транспортировку грузов позволяют получить более высокий финансовый результат и обеспечить высокую рентабельность деятельности.

Список литературы

1. Государственная программа Российской Федерации «Развитие энергетики». - [электронный ресурс] // Официальный сайт Министерства энергетики Российской Федерации. - Режим доступа: <https://minenergo.gov.ru/activity/government-program> (дата обращения 25.04.2024).
2. Буянова, Л.Н., Королева, Е.А. (2017). Инновационные подходы к управлению грузопотоками на водном транспорте. Транспортный бизнес в России, 5, 49-51.
3. Галай, А.Г. (2016). Роль и значение внутреннего водного транспорта России в транспортной логистике. Вестник Волжской государственной академии водного транспорта, 42, 233-235.
4. Хаерова Э.И., Тумбинская М.В., Гарифуллин Р.Ф. VR-тренажер по обработке конфиденциальных данных на физическом носителе [Текст] // Научно-методический журнал «Информатизация образования и науки». 2024. Номер: 2 (62). С. 62 – 76. ISSN: 2073-7572.
5. Хаерова Э. И., Гатауллин Б. И., Виртуальный тренажер по обработке конфиденциальной информации на физических носителях // Вестник компьютерных и информационных технологий. 2024. Т. 21, № 8. С. 49 – 55. DOI: 10.14489/vkit.2024.08.pp.049-0552.
6. Кириллова, Л.К., Евтодиева, Т.Е. (2019). Логистические основы международных мультимодальных перевозок опасных грузов. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и управление, 13(3), 184-192.
7. Advance Shipping – международные перевозки морским транспортом. // [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://advanceshipping.ru/>
8. Веселов С.В. Особенности и перспективы развития системы транспортнологистических центров (ТЛЦ). // Экономика и предпринимательство. – 2015. – №7(60). – С. 258-263. // [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://naukarus.com/>
9. Грузовые паромы «Новороссийск» и «Севастополь». // [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://portnews.ru/>
10. Дейли Д.Л. Эффективное ценообразование – основа конкурентного преимущества / Д.Л. Дейли. — М.: Издат. дом «Вильямс», 2004. – 320 с. 31.
11. Доклад министра транспорта РФ на заседании Правительства РФ «О развитии транспортной системы России на период 2010-2015 годов» 24 апреля 2008 г. // [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.mintrans.gov.ru/>
12. Иванова М.Б. Логистический подход к организации системы «Транспортный процесс» / М.Б. Иванова // Вестник ФГБОУ ВО «ГУМРФ им. С.О. Макарова». – 2015. – №1(29). – С. 152-161.
13. Исследование структуры владения грузовым автопарком в России. Roland Berger, 2013. // [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.ec-logistics.ru/>

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РОЛИ И ЗНАЧЕНИЯ МОРСКОЙ ЛОГИСТИКИ И ЕЕ ЦЕННОСТИ

Чепелев Дмитрий Владимирович,
магистрант факультета транспорта и логистики
Приазовского государственного технического университета
г. Мариуполь, ДНР, Российская Федерация

Тазиев Денис Ринатович,
магистрант факультета транспорта и логистики
Приазовского государственного технического университета
г. Мариуполь, ДНР, Российская Федерация

Семкова Лилия Вячеславовна,
доцент кафедры управления водным транспортом, порты и транспортные
терминалы Приазовского государственного технического университета, доцент, к.э.н.

Аннотация: в статье рассмотрены концепции морской логистики, включая определение и основные виды деятельности морской логистики. Представлены рекомендации по формированию стоимости морской логистической системы. Подчеркнута важность морских перевозок во всей логистической системе. Рассмотрены основные виды деятельности морской логистики, процесс морской логистики. Определены ценности морской логистики и ее значимости.

Ключевые слова: концепция логистики, глобализация, ценность морской логистики, морские перевозки, эффективность предприятия.

Морские перевозки, как центральный интегрированный компонент глобальных логистических систем, призваны предоставлять не только транспортные услуги, но и другие сопутствующие и более широкие логистические услуги эффективным и действенным образом. Морскую транспортную систему, которая глубоко вовлечена во все логистические потоки, часто называют «морской логистикой». Главной ценностью морской логистики признано достижение высокого уровня как операционной эффективности (например, сокращение сроков поставки и бизнес-затрат), так и эффективности обслуживания (например, гибкость, оперативность и надежность обслуживания). Таким образом, максимизация ценности морской логистики и успешная интеграция ее ценности в глобальную логистику становятся важнейшими стратегическими целями морской отрасли. Однако, несмотря на свою важность, системный подход к определению морской логистики и созданию ее ценности с точки зрения профессионалов отрасли слабо изучены.

В настоящее время логистика широко используется каждым предприятием. Можно утверждать, что ни одно производство не может работать без использования логистики.

Логистика стала важной областью интересов в глобальном бизнесе и управлении и рассматривается как средство повышения производительности и эффективности для предприятий. Важность логистики значительно возросла, о чем свидетельствует повышенное внимание к ней как практиков, так и ученых, во многом из-за внутренних и внешних факторов окружающей среды, влияющих на фирмы, таких как глобализация, изменение спроса клиентов, достижения в области технологий и промышленная дерегуляция. Управление логистикой и цепочками поставок необходимо для контроля потока материалов, товаров, информации и других ресурсов с циклическими отношениями между источником производства и источником потребления в ответ на требования и нужды клиентов.

С тех пор как концепция логистики была впервые представлена в начале 1960-х годов, ее роль как основного центра деятельности фирмы по сокращению затрат и, следовательно,

улучшению ее конкурентного положения на рынке стала еще более важной для делового мира. Концепция логистики, представленная Советом профессионалов по управлению цепочками поставок, является одной из самых популярных, в которой логистика определяется как часть управления цепочками поставок, которая планирует, реализует и контролирует эффективный и действенный прямой и обратный поток и хранение товаров, услуг и связанной с ними информации между точкой происхождения и точкой потребления с целью удовлетворения потребностей клиентов. Это определение подразумевает все соответствующие действия потока товаров от точки происхождения до конечного пункта назначения, включая транспортировку, складирование, закупку, распределение и т. д. Основная цель логистики - минимизировать издержки фирм и максимизировать удовлетворенность клиентов путем координации потоков материалов и информации наиболее эффективным способом и предоставления услуг клиентам с высокой скоростью и по разумной цене.

Морской транспорт, один из ключевых компонентов логистической системы, отвечает за перевозку и обработку грузов через океан и, следовательно, соединяет широко разбросанные транспортные связи между грузоотправителями и грузополучателями. Он также играет связующую роль в соединении всех субъектов логистики (например, клиентов, поставщиков, заводов, складов и других каналов). Если морской транспорт недостаточно интегрирован в целые логистические потоки, могут возникнуть дополнительные расходы, ненужные задержки и аварии, что нарушит плавные потоки логистики. Следовательно, морской транспорт должен обрабатывать грузы в высокой степени интегрированным образом, в соответствии с другими компонентами логистики. Совершенствование морских операций таким образом, чтобы они могли быть успешно интегрированы в общую логистическую систему, будет способствовать лучшим результатам для всех субъектов логистики. В этом отношении морские перевозки можно рассматривать как стратегически важную часть системы логистической интеграции.

Интегрированный спрос на морские перевозки привел к появлению концепции «морской логистики». Морская логистика - это процесс планирования, внедрения и управления перемещением товаров и информации, который участвует в морских перевозках. Морскую логистику можно отличить от морских перевозок как по фокусу, так и по управленческой функции. Что касается фокуса, морские перевозки подчеркивают отдельные функции, связанные с морскими перевозками, и преследуют собственную конкурентоспособность транспортного терминала, в то время как морская логистика, как элемент системы логистической интеграции, в значительной степени связана с эффективным и действенным потоком всей логистической системы. Что касается управленческих функций, морская логистика включает в себя не только действия, связанные с морской транспортировкой. Например, заключение контрактов, судоходство, морское путешествие, перемещение грузов и погрузку/разгрузку, но и другие логистические услуги, такие как распаковка/наполнение, хранение, складирование, управление запасами, предоставление распределительного центра, контроль качества, тестирование, сборку, упаковку, переупаковку, ремонт, внутреннее сообщение и повторное использование.

Поскольку морская логистика является концепцией, разработанной на основе изучения морских перевозок в контексте логистики, следующие три ключевых элемента морских перевозок составляют морскую логистическую систему: судоходство, работа порта/терминала и экспедирование грузов.

Основная функция системы доставки - перемещение товаров грузоотправителей из одного порта в другой. Доставка также предоставляет другие логистические услуги. Например, услуга забора, уведомление о доставке, специальный отправитель для клиентов, которым требуются особые услуги, входящий/исходящий коносамент (B/L), отслеживание контейнеров и информация, а также интермодальные отправители [1].

Ключевой функцией работы порта/терминала является погрузка/выгрузка грузов на/с судна и подготовка грузов к доставке в конечный пункт назначения потребителя посредством

внутреннего транспорта. Для того чтобы обеспечить бесперебойную и быструю передачу грузов на следующий этап логистической системы, операции порта/терминала в современных логистических системах включают не только погрузку/выгрузку грузов на/с судна, но и различные услуги с добавленной стоимостью, включая складирование, хранение и упаковку, а также организацию внутренних видов транспорта.

Иногда в процессе морской перевозки участвует посредник для организации сложных процессов международной торговли. Например, экспедиторы резервируют судно от имени грузоотправителей или готовят необходимые документы для морской перевозки (например, коносамент) и другие документы, необходимые для таможенного оформления и/или требований страхования. Они также организуют другие логистические услуги, например, управление изобретателями, упаковку и складирование [1].

Такие дополнительные логистические услуги являются основной частью деятельности по физическому распределению. Например, складирование, обработка материалов, упаковка, товаров, планирование распределения, обработка заказов, транспортировка и обслуживание клиентов. Таким образом, эффективность деятельности по морской логистике неизбежно влияет на общую эффективность управления физическим распределением. Поскольку физическое распределение является одним из двух столпов всей логистической цепочки, успешное управление морской логистикой оказывает прямое влияние на общее управление и операции как физического распределения, так и управления логистикой.

Процесс функционирования системы морской логистики и создания ею стоимости представляет собою модель, основанную на цепочке создания стоимости М. Портера. Модель разбивает систему морской логистики на основные и вторичные виды деятельности. Основные виды деятельности состоят из главных функций морских операторов (т. е. судоходных линий, операторов портов/терминалов и экспедиторов). Вторичные виды деятельности - это те, которые поддерживают основные виды деятельности, помогая им работать более эффективно. Дополнительные логистические услуги морских операторов и их организационные возможности, т.е. управление человеческими ресурсами, информационные системы, административные навыки и финансовая поддержка, имеют важное значение для поддержки основных видов деятельности.

Основные виды деятельности, которые выполняют экспедиторы, судоходные линии и портовые операторы, взаимосвязаны друг с другом как поставщики или покупатели. Например, судоходные линии, которые выбирают порт, в котором могут бросить якорь их суда, являются основными клиентами операторов портов/терминалов. Экспедиторы, которые работают на грузоотправителей, являются клиентами судоходных линий. Система морской логистики, созданная из этих взаимосвязанных основных видов деятельности, может быть усилена за счет поддержки дополнительных логистических услуг вторичных видов деятельности. Услуги морской логистики могут затем предлагаться тогда, когда все операторы в системе хорошо скоординированы как единая команда [1]. Если система морской логистики может доказать, что услуги достаточно ценны для их клиентов, чтобы они охотно их приобретали, соответственно создается ценность морской логистики [1].

Ценность морской логистики будет увеличена за счет удовлетворения потребностей клиентов более высоким качеством услуг [2]. В результате высоко оцененная услуга морской логистики приводит к высокой производительности отдельных операторов и всей логистической системы.

Термин «ценность» является абстрактным и неосознаваемым понятием и часто определяется по-разному и не в соответствии с взглядами менеджеров [2]. Однако ценность обычно понимается как «воспринимаемая ценность с точки зрения полученных экономических, технических, сервисных и социальных выгод фирмой-клиентом в обмен на цену, уплаченную за предложение продукта [3]. Хотя фирмы предоставляют дифференцированные товары или услуги, если клиенты не удовлетворены предлагаемыми товарами или услугами, эти товары или услуги могут не иметь ценности. Поэтому ценность

морской логистики должна отражать, насколько хорошо система удовлетворяет потребности клиентов. Таким образом, здесь определим ценность морской логистики как степень, в которой система морской логистики отвечает на потребности клиентов, успешно управляя потоком товаров, услуг и информации в морской логистике. Ценность можно обсуждать с точки зрения клиента или поставщика услуг. В данной работе основное внимание уделяется последнему, поскольку ценность услуги может быть оценена клиентами [3]. Например, даже если поставщик услуг (т.е. фирма) считает свою услугу ценной, если услуга не может восприниматься как ценная их клиентами, услуга в конечном итоге не может считаться ценной. При изучении элементов, составляющих ценность морской логистики, компании должны изначально определить, кто их клиенты и что они требуют. Клиентами в морской логистике в первую очередь будут грузоотправители, которым требуются услуги по доставке и экспедированию грузов. В свою очередь, судоходные линии являются клиентами операторов портов/терминалов. Однако, поскольку все виды деятельности в логистической системе взаимосвязаны друг с другом, и на их операции прямо или косвенно влияют другие, качество услуг морской логистики может также влиять на поведение всех участников интегрированной логистической системы. Например, задержки в доставке или транспортировке грузов могут вызвать серьезные проблемы не только с обработкой других последовательных работ, но и со своевременной доставкой товаров конечным потребителям. Такие проблемы могут привести к серьезному недовольству конечных потребителей и других лиц во всей логистической системе. Поэтому граница морской логистики не будет ограничиваться только грузоотправителями или судоходными линиями. Скорее, все субъекты во всем логистическом потоке должны быть включены в качестве клиентов морской логистической системы. Что касается потребностей клиентов в морской логистической системе, следует учитывать общие требования всех клиентов в ней. Сегодняшние клиенты заняты поиском услуги, которая быстра, надежна, гибка и при этом предлагала самую низкую цену. Эти компоненты связаны с организационной эффективностью и результативностью. Таким образом, ценность морской логистики может также отражаться в операционной эффективности и результативности предлагаемых услуг. Предположив, что «эффективность измеряет, насколько хорошо используются ресурсы, а результативность касается степени достижения целей», измеряют операционную эффективность и эффективность услуг, широко используемые в транспортной логистике, такие как затраты, активы, надежность и отзывчивость/гибкость. Первые два критерия касаются показателей, связанных с эффективностью фирмы, в то время как два других – это критерии, связанные с эффективностью.

Поскольку морская логистика является частью транспортной логистики, эта структура может быть применима к оценке ценности морской логистики.

Учитывая вышеизложенные моменты, в статье предлагаются два основных показателя ценности морской логистики:

- сокращение времени выполнения заказа и бизнес-издержек;
- улучшение качества обслуживания (например, гибкость, оперативность и надежность).

Первый касается элементов ценности морской логистики, связанных с эффективностью, в то время как второй относится к эффективности. Текущее исследование рассматривает сокращение времени выполнения заказа как важный фактор эффективности морской логистики. Причина его включения заключается в том, что время выполнения заказа, возникшее в системе морской логистики, существенно влияет на общие грузоперевозки и связанные с ними расходы. Например, грузы, не доставленные вовремя, могут иметь последствия, такие как перегрузка судов, неэффективное использование транспортного оборудования, задержки в обработке грузов и неудовлетворенность клиентов. Однако Лая и др. исключают фактор «активов» из стоимости морской логистики. Это связано с тем, что в контексте стоимости морской логистики клиенты могут быть гораздо больше обеспокоены качеством и ценой услуг, чем степенью полезности активов поставщиков услуг, поскольку

качество и цена услуг могут оказывать прямое влияние на затраты и степень удовлетворенности клиентов в отношении морской логистической отправки.

Таким образом, ценность морской логистики может быть создана морскими операторами. Например, судоходными линиями, операторами портовых терминалов и экспедиторами. Сегодня морские операторы вовлечены в глобальный бизнес, перемещая товары по всему миру. Судоходные линии осуществляют перевозки в региональном и/или глобальном масштабе, перевозя грузы в различные пункты назначения. Крупные предприятия, такие как Maersk Line, MSC или APL, имеют собственные дочерние компании практически в каждой стране, в которую и из которой они перевозят продукцию. В настоящее время они также расширяют сферу своего бизнеса, открывая собственные специализированные терминалы по всему миру. Малые и средние судоходные линии, географический охват которых относительно невелик, скорее всего, будут специализироваться на нескольких маршрутах доставки. Однако большинство из них также имеют филиалы или агентства в странах, куда заходят их суда, с целью снижения неопределенности зарубежного рынка и предложения более диверсифицированного обслуживания. Как один из участников морских логистических операций, экспедиторы должны обрабатывать ряд документов, связанных с международной торговлей, от имени грузоотправителей и заниматься логистическими операциями, такими как складирование, управление запасами и внутренние перевозки как в отечественных, так и в зарубежных странах. Поэтому экспедиторы должны хорошо разбираться в зарубежных странах, в которых задействован их бизнес. Большое количество экспедиторов активно создают зарубежные филиалы и/или сотрудничают с местными компаниями на зарубежных рынках, чтобы предоставлять своим клиентам более гибкие и дифференцированные услуги [4].

Операторы портов/терминалов также занимаются глобальными операциями. Например, ведущие операторы терминалов, такие как DP World, PSA Corporation и Hutchison Port Holdings, активно расширяют границы своего бизнеса по всему миру. Как показывают последние разработки в области глобального охвата основных операторов портов/терминалов, операционная сфера неизбежно пересекается на региональном уровне, создавая таким образом ситуацию, когда они конкурируют друг с другом на этих рынках [5].

В дискуссиях до сих пор морские операторы рассматриваются как глобальные бизнес-единицы, операции которых осуществляются в более чем одной стране [5]. Их операции глобально взаимосвязаны друг с другом, и деятельность одной из них может неизбежно влиять на деятельность и производительность другой; в результате это может оказать влияние на производительность всей логистической системы и цепочки поставок. Например, непредвиденные задержки в погрузке грузов в порту Пусана - грузов, которые должны быть перемещены в порт Сиднея - могут вызвать неизбежные задержки в операциях по доставке и экспедированию грузов, что, в свою очередь, приводит к снижению производительности всех логистических потоков из-за задержки доставки продукта конечному потребителю.

Таким образом, общими и фундаментальными требованиями для морских операторов могут быть повышение операционной эффективности и эффективности обслуживания, чтобы они могли достичь большей удовлетворенности клиентов. В результате более высокая ценность морской логистики будет способствовать более высокой производительности как отдельных морских операторов, так и всей логистической системы. В этом смысле повышение ценности морской логистики можно рассматривать как важное стратегическое соображение, которое морские логистические операторы должны учитывать в своих ежедневных операциях и управлении. Сегодняшние морские операторы, которые в настоящее время сталкиваются со многими проблемами деловой среды, должны искать новый стратегический вариант, который позволит им развить свои возможности для реализации более эффективной работы и более эффективного обслуживания, в то же время уменьшая экологическую неопределенность.

В статье была кратко изложена концепция морской логистики и ее ценность, а также обсуждалось стратегическое значение ценности морской логистики в современных морских

операциях в контексте глобальной логистики и цепочек поставок. Также было рассмотрено, что морская логистика представляет собой систему, охватывающую все виды деятельности, связанные как с морским транспортом, так и с управлением логистикой. Ценность морской логистики, ценность, созданная морской логистической системой, может быть максимизирована, когда морские логистические операторы предлагают свои услуги наиболее эффективным и действенным образом. Поскольку это может способствовать повышению производительности как отдельных морских операторов, так и всей логистической системы, максимизация ценности морской логистики стала одной из самых важных стратегических целей, которую хотят достичь морские операторы.

Таким образом, можно утверждать, что это исследование может дать представление о морской логистической системе и ценности морской логистики, а также о том, как ценность морской логистики может быть повышена путем систематического определения этих явлений. Дальнейшие исследования в этой области нуждаются в эмпирическом подтверждении и тщательном дальнейшем анализе.

Список литературы

1. Chinedum Onyemечи and Lazarus Ifeanyi Okoroji Integrated Port Management Systems in the Evolution of an Efficient Port Policy. – 2015. - [электронный ресурс] - Режим доступа: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:111025684> (дата обращения 11.02.2025)
2. Sherri Sullivan Council of Supply Chain Management Professionals (CSCMP)// The Grants Register 2022. – 2018. [электронный ресурс] - Режим доступа: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:239858842> (дата обращения 11.02.2025)
3. Notteboom T. and Hercules E. The Red Sea Crisis: ramifications for vessel operations, shipping networks, and maritime supply chains // Maritime Economics \& Logistics. – 2024. - [электронный ресурс] - Режим доступа: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:268016839> (дата обращения 11.02.2025)
4. Cătălin P. THE ANALYSIS OF FREIGHT FORWARDING SERVICES USING THE BUSINESS PROCESS MODELLING TOOLS // Scientific Bulletin of Naval Academy. – 2022. - [электронный ресурс] - Режим доступа: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:254447133> (дата обращения 11.02.2025)
5. Hakim M. and Hakim A. Policy in the Port Services Industry for Regional Empowerment in Indonesian Maritime Defense // International Journal of Professional Business Review. – 2023. - [электронный ресурс] - Режим доступа: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:260079050> (дата обращения 11.02.2025).