



МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ

«ПРИВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ»

**НИЖЕГОРОДСКИЙ ИНСТИТУТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ**

Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Приволжский государственный университет путей сообщения»  
(НИПС - филиал ПривГУПС)



**VII Всероссийская студенческая научно-практическая конференция  
«АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ  
РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА В УСЛОВИЯХ  
ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ»**

**19 декабря 2025 г.**

**Нижний Новгород**

**ББК 625.1, 625.3**  
**УДК 39.2**

**«АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ»:** материалы VII Всероссийской студенческой научно-практической конференции 19 декабря 2025 г.– Н. Новгород. 2025 г. – стр. 191

Тексты статей публикуются в авторской редакции

© НИПС – филиал ПривГУПС

© Авторы статьи, 2025

## СОДЕРЖАНИЕ

### Секция 1. Современные технологии строительства, ремонта и содержания железнодорожного пут

<b>Белова У.С., Углонова Д.С., Хорошайлова И.Г.</b> Применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для высокоточного геодезического контроля параметров пути (план, профиль, габарит) после капитального ремонта	6
<b>Белова У.С., Углонова Д.С., Хусяинов Р.У.</b> Алгоритмы машинного обучения для распознавания и классификации дефектов железнодорожного пути	8
<b>Воронцов Н.В., Хусяинов Р.У.</b> Применение искусственного интеллекта в железнодорожной отрасли профессиональными специалистами и обучающимися	11
<b>Воронцов Н.В., Хорошайлова И.Г.</b> Цифровые двойники рельсовых нитей при строительстве, ремонте и содержании железнодорожного пути	13
<b>Воронцов Н.В., Кущенко Л.С.</b> Возможные решения проблем, связанные с бесстыковым путем при его укладке и обслуживании	15
<b>Денисова Д.А., Кондакова А.Д.</b> Умные решения для железных дорог: внедрение новых материалов и технологий для повышения устойчивости рельсовых стыков	20
<b>Ефимова В.А., Гаврилова О.И.</b> Инновационные технологии ремонта пути	22
<b>Золотков А.А., Горшунова А.А., Акимова Г.Н.</b> Амурский железнодорожный туннель – подробный анализ уникального инженерного сооружения	25
<b>Зотов А.Р., Сафронова О.В.</b> Современные технологии, направленные на повышение эффективности строительства, ремонта и содержания железнодорожного пути	31
<b>Кондакова А.Д., Денисова Д.А., Кущенко Л.С.</b> Комплекс ЩОМ-2000 и ВПО-С. Ремонтно-путевые работы по скоростной очистке балласта	34
<b>Кондакова А.Д., Денисова Д.А., Хорошайлова И.Г.</b> Современные технологии для надежной работы рельсового пути и устойчивости АЛСН	37
<b>Лобков К.Е., Быков М.С., Хорошайлова И.Г.</b> Передовые технологии в инфраструктуре путевого комплекса	40
<b>Логинова В.А., Пудикова К.Е., Хорошайлова И.Г.</b> Безопасность и охрана труда при строительстве и эксплуатации железных дорог	42
<b>Назаров Р.Д., Спахова А.А., Шипилова Ю.В.</b> Путевое хозяйство железных дорог: вектор, направленный в будущее	47
<b>Паскаль И.Д., Зиновьев Д.Н.</b> Современные технологии в путевом хозяйстве	49
<b>Попов И.И., Чурсанова Н.И.</b> Роль мостов в годы Великой Отечественной войны	52
<b>Стрелков К.А., Тухватулина О.А.</b> Роль искусственного интеллекта в обеспечении эффективной работы железнодорожного транспорта	55
<b>Саратцева К.А., Чурсанова Н.И.</b> Бомбоубежища и спецсооружения в Великой Отечественной войне	57
<b>Сысокин А.В., Кущенко Л.С.</b> Железнодорожные шпалы: фундамент безопасности и комфорта на стальных магистралях	60
<b>Тюнина С.А., Зотов В.А.</b> Технологические инновации в обеспечении надежности и безопасности железнодорожных путей	62
<b>Уколов И.А., Кущенко Л.С.</b> Технологии укладки стрелочных переводов для скоростного и высокоскоростного движения	66

## **Секция 2. Электроснабжение железных дорог: современное состояние и перспективы развития**

<b>Асрибабаян Э.Г., Зеликов Д.В., Сафронова О.В.</b> Развитие электроснабжения железных дорог России на современном этапе	69
<b>Жилов С.А., Стоянова О.Ф.</b> Электроснабжение железных дорог: современное состояние, инновации и перспективы	71
<b>Захаров М.С., Стоянова О.Ф.</b> Современные технологии на железнодорожном транспорте	74
<b>Малофеева Е.А., Гаврилова О.И.</b> Инновационные материалы и конструкции контактной сети: повышение надежности и снижение эксплуатационных затрат	76
<b>Мишура Д.В., Пономарева О.А.</b> Проблемы электрификации железной дороги	79
<b>Поташев Д.П., Стоянова О.Ф.</b> Модернизация устройств электроснабжения для снижения потерь энергии	83
<b>Хрупков Д.А., Стоянова О.Ф.</b> Современные методы секционирования контактной сети железных дорог на примере отечественных технологий и практик Горьковской железной дороги	87
<b>Черных А.Е., Бусько Н.А.</b> Современное электроснабжение железных дорог: тенденции и направления развития	90
<b>Чеботарев А.В., Стоянова О.Ф.</b> Перспективы развития энергосистемы российских железных дорог: проблемы, решения и перспективы	93

## **Секция 3. Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте: современное состояние и перспективы развития**

<b>Голованов М.И., Чобаян Д.А., Сафронова О.В.</b> Перспективы развития автоматике, телемеханики и связи на железнодорожном транспорте России	96
<b>Ефимова В.А., Гаврилова О.И.</b> Современные системы автоматике и телемеханики	98
<b>Ларионова Е.Е., Зайцев Е.Д.</b> Современное состояние и будущее развитие автоматизации, телемеханики и связи на железнодорожном транспорте	102
<b>Лось М.Ю., Завьялова С.В.</b> Телемеханика в мониторинге инфраструктуры: от рельсовой цепи к волоконно-оптическим датчикам	104

## **Секция 4. Подвижной состав железных дорог: современное состояние и перспективы развития**

<b>Антипин Н.А., Завьялова С.В.</b> Эволюция железнодорожного транспорта	108
<b>Барина В.В., Гаврилова О.И.</b> Эволюция подвижного состава РЖД: от модернизации парка к технологиям будущего	111
<b>Богдашкин В.А., Маланин П.А., Акимов Г.Н.</b> Тормоза прогресса	114
<b>Богдашкин В.А., Куценкова Л.С.</b> Технологии искусственного интеллекта на железнодорожном транспорте	118
<b>Вагнер А.А., Бусько Н.А.</b> Развитие цифровой экономики железнодорожного транспорта: современные тенденции и перспективы	121
<b>Волков Н.А., Куценкова Л.С.</b> Пронзающий просторы страны - ВЛ-80С	123
<b>Калиганова Ю.А., Карклина А.И., Гаврилова О.И.</b> Перспективы развития подвижного состава железных дорог России в XXI веке	127
<b>Компаниец А.С., Сафронова О.В.</b> Перспективы развития подвижного состава железных дорог России	130
<b>Лось М.Ю., Завьялова С.В.</b> От дыма и пара к интеллекту и комфорту: история победы электропоезда	133
<b>Мартынов Д.А., Куценкова Л.С.</b> Беспилотные поезда: новая эра в железнодорожной индустрии	135

<b>Мухин С.А., Кущенко Л.С.</b> Перспективы развития высокоскоростного движения на железнодорожном транспорте	137
<b>Хренков Ю.Р., Домнин С.В.</b> Технология ресурсосбережения на РЖД	140
<b>Секция 5. Методы управления перевозочным процессом в условиях цифровой экономики</b>	
<b>Антоненко А.Е., Шпилова Ю.В.</b> Технологии управления и обслуживания транспортного хозяйства: настоящее и ближайшее будущее	144
<b>Богодухова О.А., Олдосонова А.В., Красильникова Н.Н.</b> К вопросу об исследовании организации вагонопотоков на сети железных дорог Российской Федерации	148
<b>Калиганова Ю.А., Карклина А.И., Девятов Д.М., Немчевский В.С.</b> Проблема роспуска порожних газовых цистерн с сортировочной горки	151
<b>Камышникова И.О., Гаврилова О.И.</b> Современные разработки в области защиты железнодорожной инфраструктуры от атак БПЛА	156
<b>Красильникова Е.Д., Гаврилова О.И.</b> Клиентоориентированность в работе с пассажирами на ОАО «РЖД»	159
<b>Кшукин М.А., Гаврилова О.И.</b> Кадровый дефицит в транспортной отрасли	164
<b>Онипко В.Е., Сафронова О.В.</b> Влияние цифровизации на оптимизацию транспортных операций	167
<b>Палагота А.Р., Чернобривцев С.А., Сафронова О.В.</b> Развитие методов управления перевозочным процессом в условиях информационных технологий	170
<b>Поташев Д.П., Кущенко Л.С.</b> Светодиодная революция на стальных магистралях	173
<b>Псянецкая А.Д., Мухоргова О.П.</b> Цифровая железнодорожная станция – вектор трансформации транспортно-логистического комплекса	178
<b>Трикина М.Е., Путинцева И.В.</b> Биометрические технологии как инструмент оптимизации управления перевозочным процессом в условиях цифровой экономики	182
<b>Шальнов А.С., Токарева Е.Е.</b> Умные технологии на железной дороге: управление перевозками	184
<b>Широбокова А.А., Косинова И.В.</b> Цифровые пассажирские решения	188

## Секция 1. Современные технологии строительства, ремонта и содержания железнодорожного пути

### Применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для высокоточного геодезического контроля параметров пути (план, профиль, габарит) после капитального ремонта

*Белова Ульяна Сергеевна,  
студентка*

*Углова Диана Сергеевна,  
студентка*

*НИПС-филиал ПривГУПС  
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

*Хорошайлова Ирина Георгиевна,  
преподаватель высшей категории*

*НИПС-филиал ПривГУПС  
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

***Аннотация:** в данной работе рассматривается применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для осуществления высокоточного геодезического контроля параметров железнодорожного пути (план, профиль, габарит) в период после капитального ремонта, а также направление работы беспилотников на оптимизацию процессов контроля качества железнодорожной инфраструктуры, повышение безопасности движения и снижение эксплуатационных затрат.*

***Ключевые слова:** беспилотные летательные аппараты (БПЛА), капитальный ремонт, оптимизация, контроль, безопасность, план и профиль пути.*

Капитальный ремонт железнодорожного пути — это комплекс работ, направленных на модернизацию и восстановление исходных характеристик верхнего строения пути с полной или частичной заменой его элементов, выправкой кривых участков, очисткой балласта и другими мероприятиями. Это очень сложный, ответственный и, безусловно, дорогостоящий процесс, направленный на обеспечение безопасности, надежности и эффективности движения поездов. После завершения масштабных работ, критически важным этапом становится высокоточный геодезический контроль, который позволяет убедиться в соответствии восстановленного пути всем необходимым параметрам: от горизонтальной плоскости (плана) и вертикального рельефа (профиля) до соблюдения габаритных очертаний. Традиционные методы, хоть и проверенные временем, зачастую трудоемки, требуют остановки движения и не всегда способны обеспечить требуемую оперативность и детализацию. На этом фоне беспилотные летательные аппараты (БПЛА) открывают совершенно новую эру в геодезическом контроле, предлагая комплексное, быстрое и высокоточное решение. В России применение БПЛА в геодезических работах, в том числе для контроля параметров пути после капитального ремонта, регламентировано ГОСТ Р 71886-2024 «Системы беспилотные авиационные в строительстве, применяемые для производства геодезических работ». Стандарт устанавливает требования к точности (погрешность не более 2 см по высоте и 5 см в плане) и оборудованию БПЛА (сертифицированные геодезические модули) [2, С. 113].

Применение БПЛА для контроля параметров пути после капитального ремонта — это не просто модная технологическая новинка, а мощный инструмент, кардинально меняющий подход к мониторингу. БПЛА обладают рядом преимуществ, которые делают их незаменимыми в процессе мониторинга после капитального ремонта. Во-первых, это высокая мобильность и

возможность быстрого развертывания в труднодоступных или опасных для человека районах. Во-вторых, современные беспилотные аппараты оснащаются высокоточными навигационными системами, лазерными сканерами и фотограмметрическими камерами, что обеспечивает получение данных с высокой точностью. Эти данные позволяют детально анализировать параметры пути, такие как план, профиль и габаритные размеры, выявлять возможные деформации, неровности или несоответствия проектным требованиям. Оснащенные передовыми сенсорами, такими как высокоточные GPS приемники, фотокамеры высокого разрешения и тепловизоры, беспилотники способны с невиданной ранее точностью и скоростью собирать исчерпывающие данные о состоянии рельсошпальной решетки [3, С. 320].

В контексте контроля плана, БПЛА могут осуществлять непрерывное сканирование оси пути, фиксируя отклонения от проектного положения с сантиметровой точностью. Это позволяет выявлять даже малейшие изгибы, повороты и смещения, которые могут повлиять на динамику движения подвижного состава. Высококачественные фотопланы, создаваемые беспилотниками, служат отличным визуальным дополнением к цифровым данным, наглядно демонстрируя состояние пути и его соответствие чертежам. Такой подход обеспечивает своевременное выявление отклонений и позволяет оперативно принимать меры по их устранению, что способствует повышению безопасности и долговечности инфраструктуры. Кроме того, автоматизация процесса сбора данных сокращает временные затраты и снижает вероятность ошибок, связанных с ручным измерением [4, С. 75].

Не менее важен и контроль профиля. Применяя сканирование, БПЛА способны создавать трехмерные модели пути, точно отображающие его вертикальные очертания. Это позволяет выявлять просадки, подъемы, а также неравномерности уклонов, что особенно критично на участках с повышенными скоростями или сложным рельефом. Комплексный анализ данных, полученных с помощью БПЛА, позволяет не только зафиксировать текущее состояние, но и прогнозировать возможные деформации в будущем, что открывает возможности для превентивного обслуживания [1, С. 984].

Третий ключевой аспект – контроль габарита. Это, пожалуй, одно из самых наглядных и важных применений БПЛА. Наличие стационарных и подвижных препятствий, которые могут нарушить допустимые габаритные очертания, представляет собой серьезную угрозу безопасности. БПЛА, оснащенные соответствующим оборудованием, способны в автоматическом режиме сканировать и анализировать пространство вокруг пути, фиксируя любые элементы, выходящие за установленные пределы. Это могут быть выступающие части подвижного состава, элементы инфраструктуры, растительность или другие объекты. Полученные данные позволяют оперативно принять меры по устранению нарушений, предотвращая потенциально катастрофические инциденты [2, С. 116].

Преимущества использования БПЛА в этом процессе очевидны. Во-первых, это скорость. За один вылет беспилотник может обследовать километры пути, тогда как традиционные методы потребуют значительных временных затрат. Во-вторых, это безопасность. Исключается необходимость остановки движения, что минимизирует потери от простоя и, что самое главное, исключает риск для персонала, работающего в непосредственной близости от действующей магистрали. В-третьих, это точность и полнота данных. БПЛА способны достичь недоступной для наземных бригад детализации, предоставляя огромные массивы данных для глубокого анализа. Наконец, это экономическая эффективность. Несмотря на первоначальные инвестиции в оборудование и обучение персонала, долгосрочная экономия за счет сокращения времени, трудозатрат и предотвращения аварийных ситуаций является существенной [5].

Таким образом, использование беспилотных летательных аппаратов в геодезическом контроле параметров пути после капитального ремонта представляет собой важный шаг к автоматизации и повышению эффективности инфраструктурных работ. В современном мире, где требования к точности и скорости проведения геодезических работ постоянно растут, использование беспилотных технологий позволяет значительно повысить эффективность и качество контроля параметров железнодорожных путей.

### Список литературы:

1. Галата К. О., Никонов Н. Г., Папилина А. Е. ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ (БПЛА) В ГЕОДЕЗИИ И КАРТОГРАФИИ // Вестник науки. 2025. №1 (82). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-bespilotnyh-letatelnyh-apparatov-bpla-v-geodezii-i-kartografii> (дата обращения: 09.12.2025).
2. Алтынцев Максим Александрович, Щербаков Иван Владимирович, Третьяков Степан Андреевич Применение беспилотных летательных аппаратов для исполнительной съемки железных дорог // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2019. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-bespilotnyh-letatelnyh-apparatov-dlya-ispolnitelnoy-semki-zheleznyh-dorog> (дата обращения: 09.12.2025).
3. Лебедев Артем Олегович, Васильев Виталий Васильевич, Паулиш Андрей Георгиевич Алгоритм управления полетом БПЛА вдоль железной дороги с помощью технического зрения // КО. 2025. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/algorithm-upravleniya-poletom-bpla-vdol-zheleznoy-dorogi-s-pomoschu-tehnicheskogo-zreniya> (дата обращения: 09.12.2025).
4. Егор Николаевич Тимофеев, Александр Александрович Севостьянов, Алексей Валерьевич Сокольников Создание цифровой модели железнодорожного пути с использованием беспилотных летательных аппаратов // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. 2024. №1 (68). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sozdanie-tsifrovoy-modeli-zheleznodorozhnogo-puti-s-ispolzovaniem-bespilotnyh-letatelnyh-apparatov> (дата обращения: 09.12.2025).
5. <https://aeromotus.ru/uavs-in-geodesy-opportunities-and-prospects/>

### Алгоритмы машинного обучения для распознавания и классификации дефектов железнодорожного пути

*Белова Ульяна Сергеевна,  
студентка*

*Углонова Диана Сергеевна,  
студентка*

*НИПС-филиал ПривГУПС  
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

*Хусяинов Рамиль Умярович,  
преподаватель высшей категории*

*НИПС-филиал ПривГУПС  
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

**Аннотация:** железнодорожный транспорт является жизненно важной артерией для экономики и общества, обеспечивая мобильность людей и перемещение грузов. Безопасность и эффективность его функционирования напрямую зависят от технического состояния железнодорожного пути. Регулярный и точный контроль пути на предмет наличия дефектов – это комплексная задача, требующая значительных временных и трудовых ресурсов. В последние десятилетия стремительное развитие алгоритмов машинного обучения открыло новые перспективы для автоматизации и повышения точности этого процесса. В данной статье мы рассмотрим применение алгоритмов машинного обучения для распознавания и классификации дефектов железнодорожного пути.

**Ключевые слова:** машинное обучение, железнодорожный путь, дефекты, распознавание, классификация, компьютерное зрение, нейронные сети, машинная диагностика, автоматизация, искусственный интеллект.

Железнодорожный путь – это сложная инженерная система, подверженная постоянному воздействию внешних факторов: от динамических нагрузок движущихся поездов до климатических изменений и коррозии. Любой, даже незначительный, дефект может привести к снижению скорости движения, повышению износа подвижного состава, а в худшем случае – к серьезным авариям, а также трещины в рельсах, износ шпал, нарушения в балласте или проблемы с земляным полотном, могут привести к дорогостоящим ремонтам и задержкам в движении. Традиционные методы диагностики железнодорожного пути, хотя и являются проверенными временем, зачастую полагаются на ручную проверку или механические средства, зачастую являются трудоемкими, медленными и подвержены человеческому фактору, что может снижать точность и оперативность выявления дефектов и не всегда способны выявить дефекты на ранних стадиях. В этом контексте алгоритмы машинного обучения открывают новые горизонты для автоматизированного, точного и эффективного распознавания и классификации дефектов железнодорожного пути [1].

Машинное обучение — это область искусственного интеллекта, которая позволяет создавать модели, способные обучаться на данных и делать предсказания или принимать решения без явного программирования для каждой конкретной задачи. В контексте диагностики железнодорожных путей эти алгоритмы используют различные типы данных, такие как изображения, полученные с помощью камер и датчиков, а также сигналы с различных измерительных устройств, установленных вдоль пути. Основная идея заключается в том, чтобы обучить модель распознавать характерные признаки дефектов и отличать их от нормального состояния путей. Одним из наиболее популярных подходов в этой области являются сверточные нейронные сети (Convolutional Neural Networks, CNN). CNN-это тип искусственной нейронной сети, разработанный для работы с изображениями, видео и другими данными, где важна пространственная структура. Эти модели особенно хорошо подходят для обработки изображений и позволяют автоматически выделять важные признаки, такие как трещины, деформации рельсов, коррозия или повреждения шпал. Обучение таких сетей требует наличия большого объема размеченных данных, что зачастую является сложной задачей, поскольку сбор и аннотирование изображений дефектов требуют значительных усилий. Однако после обучения CNN способны быстро и точно выявлять дефекты на новых изображениях, что значительно ускоряет процесс диагностики и повышает ее точность. Другим важным источником данных являются показания различных датчиков: гироскопов, датчиков вибрации, которые могут указывать на аномалии в состоянии пути по косвенным признакам. Для распознавания дефектов железнодорожного пути это означает, что CNN могут быть обучены идентифицировать такие признаки, как: 1) дефекты рельсов: трещины, износ головки рельса (вертикальный, боковой), поверхностные повреждения, ржавчина, деформации; 2) дефекты шпал: трещины, сколы, износ, прогнивание деревянных шпал, дефекты железобетонных шпал (например, повреждение арматуры); 3) дефекты балластного слоя: загрязнение, недостаточный слой, неравномерное распределение, наличие посторонних предметов; 4) дефекты земляного полотна: просадки, эрозия, нарушение дренажа; 5) дефекты стыков и накладок: износ, неплотное прилегание, повреждения [3, С. 45].

Помимо классификации изображений, для определения типа и степени дефекта могут применяться методы сегментации изображений. Сегментация — это классификация каждого пикселя в изображении по предопределённым категориям. Простыми словами, ИИ позволяет разбить изображение на области, соответствующие различным объектам, и выделить интересные участки для дальнейшей обработки. В контексте железных дорог это означает точное выделение рельсов, шпал, подвижного состава, пешеходов, светофоров, препятствий и других критически важных элементов. Алгоритмы сегментации, применяемые в машинном обучении, обладают поразительной способностью "понимать" содержимое изображений, выходя за рамки простого распознавания объектов. Вместо того чтобы лишь определить, что на картинке есть поезд, сегментация позволяет точно очертить его контуры, отделяя от фона и других элементов сцены. Это ключевое отличие открывает дорогу к решению комплекса специфических задач, актуальных для железнодорожной отрасли. Модели, разработанные для сегментации,

например, U-Net и ее вариации, способны присваивать каждому пикселю изображения метку класса. Это означает, что система может не просто обнаружить рельсы, но и выделить каждый миллиметр железнодорожного полотна. Однако, несмотря на впечатляющие успехи, применение методов сегментации изображений на железных дорогах сталкивается с рядом вызовов. Железнодорожные среды отличаются своей динамичностью: переменчивая освещенность, погодные условия (дождь, снег, туман), наличие бликов, грязь на объективах камер — все это может существенно снижать точность алгоритмов. Поэтому современные исследования активно фокусируются на разработке robust-методов, устойчивых к подобным помехам. Это включает в себя использование данных при обучении моделей, разработку моделей, способных работать с мультиспектральными или тепловыми изображениями [2, С. 45].

Цель машинного обучения – научить компьютерные модели "видеть" и "понимать" эти данные, выявляя паттерны, характерные для различных типов дефектов. Внедрение таких систем в реальную эксплуатацию может привести к автоматизации процессов инспекции, своевременному обнаружению критических дефектов, предотвращению аварий, оптимизации ремонтных работ и, в конечном итоге, к снижению эксплуатационных расходов. Дальнейшее развитие и интеграция этих алгоритмов в комплексные системы мониторинга железнодорожной инфраструктуры открывают новые перспективы для создания более надежных и безопасных железных дорог.

#### Список литературы:

1. Лекция по ОП.06 Общий курс железных дорог "Железнодорожный путь. Земляное полотно". Автор материала: Мандзяк Анна Сергеевна. Категория/ученая степень: Первая категория. Место работы: ГБОУ «Васильевская КШИ им. Героя Советского Союза Н. Волостнова». <https://infourok.ru/lekcija-po-op-06-obshij-kurs-zheleznyh-dorog-zheleznodorozhnyj-put-zemlyanoe-polotno-4568428.html>
2. Журнал: ТРАНСПОРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ. ЖУРНАЛ О НАУКЕ, ПРАКТИКЕ, ЭКОНОМИКЕ. Учредители: Российская академия транспорта, Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, ООО "Издательский дом Т-ПРЕССА". Авторы статьи: П.Е. Мащенко, П.П. Ширяев. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44827268>
3. Шубинский И.Б., Замышляев А.М., Проневич О.Б., Игнатов А.Н., Платонов Е.Н. Применение методов машинного обучения для прогнозирования опасных отказов объектов железнодорожного пути. Надежность. 2020;20(2):43-53. <https://doi.org/10.21683/1729-2646-2020-20-2-43-53>
4. Орлов Сергей Павлович, Ефимушкин Николай Андреевич, Ефимушкина Наталья Владимировна ГЛУБОКАЯ НЕЙРОННАЯ СЕТЬ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ЭЛЕМЕНТОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО РЕЛЬСОВОГО ПУТИ // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Технические науки. 2022. №1 (73). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/glubokaya-neyronnaya-set-dlya-dagnostiki-elementov-zheleznodorozhnogo-relsovogo-puti> (дата обращения: 09.12.2025).
5. Медведева Елена Викторовна, Перевощикова Анастасия Александровна Исследование нейросетевых алгоритмов распознавания объектов железнодорожной инфраструктуры на видеоизображениях // КО. 2025. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-neyrosetevyh-algoritmov-raspoznavaniya-obektov-zheleznodorozhnoy-infrastruktury-na-videoizobrazheniyah> (дата обращения: 09.12.2025).

## **Применение искусственного интеллекта в железнодорожной отрасли профессиональными специалистами и обучающимися**

**Воронцов Никита Вадимович,**  
студент

НИПС-филиал ПривГУПС  
г. Нижний Новгород, Российская Федерация

**Хусяинов Рамиль Умярович,**  
преподаватель

НИПС-филиал ПривГУПС  
г. Нижний Новгород, Российская Федерация

**Аннотация:** в статье рассматривается перспективное развитие и активное внедрение искусственного интеллекта не только для совершенствования рабочего процесса, но и для подготовки молодых специалистов по направлению путевое хозяйство. Рассматривается влияние ИИ на образовательный процесс и его качество. Описаны общие примеры разработок в области искусственного интеллекта, которые могут быть применены или уже применяются в железнодорожной отрасли.

**Ключевые слова:** искусственный интеллект, железнодорожный транспорт, моделирование, мониторинг, прогнозирование.

Интерес к искусственному интеллекту стал результатом теоретических и прикладных открытий. В последние десятилетия наука и технологии достигли значимых успехов в этой области, что привело к расширению возможностей использования вычислений в сферах, ранее недоступных для машин. К таким сферам можно отнести обучение, память и мышление. Благодаря развитию алгоритмов машинного обучения и нейронных сетей сейчас стало возможным создание машин, способных адаптироваться к новым условиям и обрабатывать информацию, что схоже с процессами человеческого мышления. Этот прорыв позволил придать новый смысл термину «искусственный интеллект», который теперь ассоциируется не только с фантастическими представлениями, но и с реальными достижениями, имеющими потенциал изменить нашу жизнь [3, С. 79–82].

Искусственный интеллект стремительно углубляется в различные сферы нашей деятельности. В современном мире его влияние ощущается везде, однако отношение к этой технологии неоднозначно. С одной стороны, некоторые считают, что он может негативно сказаться на обучении, отвлекая внимание учеников или заменяя людей на рабочих местах. А с другой, при правильном использовании ИИ становится инструментом, способным значительно улучшить качество образования и эффективность работы. Одним из ключевых преимуществ является его способность обрабатывать огромные объемы данных за очень короткий промежуток времени, делать на их основе выводы, который запросил пользователь. [1, С. 12–15]

Цифровизация производственных процессов и использование больших данных, в том числе и их применение в ОАО «РЖД», требуют создания технологической базы для внедрения искусственных нейронных сетей. Однако на данный момент отсутствует методологическая основа для стандартизации применения ИИ в различных задачах. Поэтому был проведен анализ опыта использования нейросетей на железнодорожном транспорте для определения будущих перспективных направлений их применения и выявления актуальных задач, которые могут быть решены с их помощью. По результатам можно сказать, что с применением нейросети могут быть решены самые разнообразные задачи: мониторинг состояния элементов железнодорожного пути; прогнозирование объемов перевозок, сроков проведения ремонтных работ,

изношенных опасных участков; проектирование оптимальных конструкций пути с учетом требований безопасности (моделирование их работы, прогноз технико-экономических параметров), государственного стандарта и эффективности; альтернатива тяговым расчетам (время на маневровые операции, мощности локомотива, числа вагонов, массы состава, радиусов круговых кривых и уклона пути) [4, С. 7–15].

Искусственный интеллект активно внедряется в образовательную сферу, открывая новые возможности для оптимизации и повышения его эффективности. Он обладает рядом ключевых параметров, которые могут быть полезны для оптимизации и повышения эффективности образовательных процессов:

- Временные параметры помогают более точно планировать учебный процесс, распределять учебную нагрузку и контролировать сроки выполнения заданий.

- Производственные параметры включают сложность учебных задач, требуемые ресурсы и методы обучения.

- Организационные параметры охватывают мощность подразделений системы профессионального образования, программы на планируемый период и эффективное распределение ресурсов для управления учебным процессом.

- Пространственные параметры отражают территориальное размещение учебных материалов и ресурсов, таких как количество аудиторий, лабораторий и библиотек, а также распределение участков работ между студентами и преподавателями.

Таким образом, ИИ способен значительно улучшить планирование, распределение ресурсов и выполнение образовательных задач, повышая качество образовательного процесса. Однако автоматизация процессов, вызванная внедрением ИИ, может привести к сокращению штата сотрудников в некоторых отраслях. [6, С. 12–16]

ИИ позволяет решить задачу, для которой не существует точных алгоритмических действий или правил, способных обеспечить без формальных усложнений искомый результат. В связи с этим, необходимо провести дополнительные исследования и разработать методологическую основу, которая бы стандартизировала использование искусственных нейронных сетей в различных областях железнодорожного транспорта. Это позволит наиболее эффективно использовать потенциал ИИ и повысить уровень цифровизации и автоматизации производственных процессов в ОАО «РЖД» [5, С. 36–41].

Я считаю, что ИИ представляет собой очень удобный и ценный информационный справочник, но только в тех случаях, когда человек обладает глубокими знаниями по материалу и задает не общий вопрос, а формулирует конкретный запрос с дополнительным контекстом, четко описав проект. Тогда ИИ способствует углублению понимания и профессиональному развитию. Иногда спешка, из-за чего в основном студенты и школьники обращаются к нейросети, приводит к тому, что материал может быть недостоверным, поверхностным или материал вовсе не будет усвоен. Важно обеспечить прозрачность и подотчетность таких систем, чтобы избежать возможных злоупотреблений. Вместо самостоятельного анализа и обработки данных, пользователи предпочитают готовые ответы, зачастую не проверяя их достоверность и источники. Стоит помнить, что ИИ, несмотря на его обширную базу данных, не способен генерировать принципиально новые идеи и концепции. Это является продуктом человеческого разума, который, создавая инновационные технологии, не стремится заменить умственный труд, а служит инструментом для его оптимизации и расширения возможностей. В отличие от человека, который вкладывает в свои проекты, труды душу и фантазию. Важно найти баланс между его использованием и сохранением человеческого фактора, чтобы максимально эффективно использовать его потенциал. Не нужно бороться с тем, что создано человеком на его благо.

“То, что нельзя запретить, тем следует управлять”. [2]

#### **Список литературы:**

1. Абрагин А. В. Перспективы развития и применения нейронных сетей / Проблемы

современной науки и образования, 2015. № 12. URL: <https://ipil.ru/images/PDF/2015/42/perspektivy-razvitiya.pdf> (дата обращения: 12.05.2023).

2. Гаранин М. А. // Канал «Гаранин Максим и комплементарий». Цитата из поста. // [Электронный ресурс]. URL: [https://t.me/ma\\_garanin](https://t.me/ma_garanin) (дата обращения: 01.11.2025)

3. Малыгина Ю. П. Нейронные сети: особенности, тенденции, перспективы развития // Молодой исследователь Дона. 2018. № 5 (14)

4. Основные модули системы «Маневровая работа на путях необщего пользования» / Т. А. Нечай, Э. В. Роганова, А. А. Романова, С. В. Кривоногов // Вестник НГИЭИ. 2017. № 9.

5. Полянский, А. В. Проблемы и перспективы автоматизированной разработки организационно-технологических решений в транспортном строительстве / А. В. Полянский, А. И. Герца // Механизация строительства. - 2016. – № 7.

6. Программно-аппаратная система планирования маневровой работы на промышленном железнодорожном транспорте / Т. А. Нечай [и др.] // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2019. Т. 8. № 1.

### **Цифровые двойники рельсовых нитей при строительстве, ремонте и содержании железнодорожного пути**

**Воронцов Никита Вадимович,**

*студент*

*НИПС-филиал ПривГУПС*

*г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

**Хорошайлова Ирина Георгиевна,**

*преподаватель*

*НИПС-филиал ПривГУПС*

*г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

**Аннотация:** одной из важных задач в развитии железнодорожной отрасли в настоящее время является стратегия развития хозяйства диагностики и мониторинга инфраструктуры. Попробуем приблизиться к ее решению, изучив работу с оптоволоконными кабелями с чувствительными датчиками, позволяющими отслеживать состояние рельсовых нитей в прямом времени при меньших временных и трудовых затратах.

**Ключевые слова:** железнодорожная инфраструктура; мониторинг состояния; оценка трека; волоконно-оптическое зондирование; распределенное акустическое зондирование.

Под влиянием вертикальных и горизонтальных сил рельсовый путь испытывает сложные пространственные деформации, т. е. изменение формы, и напряжения. Действующие на рельсы силы стремятся изогнуть их в вертикальной (по уровню) и горизонтальной (в плане) плоскостях, привести к угону, выбросу, перекосу пути и пр. Одна часть деформаций – упругие – исчезают после прохода поезда, а другие – остаточные – никуда не пропадают, а продолжают воздействие на рельсы путем накопления напряжений и износа. Причем интенсивность нарастания остаточных деформаций определяется зачастую следующими факторами: грузо-напряженностью линии и скоростями движения поездов, что наша страна активно пытается увеличивать [2].

Для оценки состояния путей проводят плановые проверки, обхода, осмотры пути, аэрофотосъемку, применяются путеизмерительные вагоны-дефектоскопы, дефектоскопные тележки, основанные на неразрушающем контроле рельсов. Основные методы неразрушающего контроля включают в себя ультразвуковой контроль (УЗК), магнитный контроль, капиллярный контроль (ПВК), радиографический контроль, визуально-измерительный контроль (ВИК) [1,4]. Конечно, такие способы надежны и соответствуют современным требованиям, но их

нельзя назвать инновационными, ведь не осуществляется непрерывное наблюдение, а это значит, что локальные измерения на определенном участке проводятся время от времени. Помимо этого, тележки для контроля рельсов не подходят для мониторинга состояния стрелочных переводов и мостов. Они оцениваются с помощью визуального осмотра. Дистанционное отслеживание состояния путей имеет ряд преимуществ: возможно при любой погоде, экономия времени, трудовых ресурсов.

Техническое решение представляет собой применение в качестве датчиков контроля и диагностики состояния пути волоконно-оптического кабеля, который включает в себя датчики деформаций, температуры (DTS - Distributed Temperature Sensing) и давления. Мониторинг состояния рельсовых нитей с помощью оптоволоконна основывается на принципах оптической рефлектометрии (специальный прибор посылает импульсы света в волокно и анализирует отраженный сигнал) и акустического зондирования (DAS - Distributed Acoustic Sensing) [3]. Оптоволоконный датчик встраивается в рельс (внутри или на поверхность, например, в специальную канавку) или крепится к нему. Такой подход обеспечивает круглосуточный и автоматизированный контроль, что способствует предотвращению аварий на железнодорожных путях и позволяет более точно оценивать остаточный ресурс рельсов, превосходя традиционные методы по точности и скорости работы.

Преимущества оптоволоконного мониторинга:

- Высокая точность и чувствительность к малейшим изменениям в материале рельса;
- Своевременное обнаружение критических дефектов до возникновения аварии;
- Автоматизация и круглосуточный контроль, не требующий остановки движения, разборки элементов пути;
- Точная локализация повреждений;
- Меньше временные и трудовые людские затраты на обнаружение проблемы.

Ввиду неоднородности оптического волокна часть импульсов рассеивается и возвращается в приемник оптического блока. Если деформируется оптический кабель на любом из его участков, возникает изменение структуры светового потока на выходе из оптического волокна, которое фиксируется. При пересечении зоны установки оптического кабеля объектом или сдвиге элементов ВСП происходит микродеформация кабеля, которая вызывает изменение схемы распределения световых потоков на выходе из оптического волокна. Все это фиксируется приемным блоком и анализируется. Мониторинг и анализ могут быть пассивными (по запросу) или активными (онлайн). По результатам анализа данных, выполняемого программным обеспечением на сервере системы диагностики и удаленного мониторинга железнодорожного пути, расположенном в информационно-вычислительном центре дороги, оценивается состояние рельсовой линии и ВСП, контроль положения подвижных единиц на участке железнодорожного пути, причем в автоматическом режиме. Обработанный сигнал передается и визуализируется на мониторе спецоборудования.

Хочу отметить, что введение данной технологии в практику мониторинга состояния пути дополнительно будет автоматизировать ряд измерительных процессов, выполняемых в основном вручную. Любое изменение положения рельсовых нитей или их температуры оказывает прямое воздействие на оптический кабель, что немедленно изменяет длину волны и время прохождения сигнала. Эти изменения могут свидетельствовать о физических деформациях рельсов, таких как трещины, сколы, износ, перегрев или переохлаждение. Все эти факторы влияют на механическую прочность рельсов и величину стыковых зазоров. Высокая чувствительность оптоволоконна позволяет не только визуализировать микродеформации, но и точно локализовать проблемные участки. Внедрение данного метода мониторинга состояния рельсовых нитей открывает перспективы еще и для параллельного отслеживания движения поездов с использованием показателей динамических нагрузок, возникающих в процессе их перемещения.

### Список литературы:

1. Мыльникова М.А. Мониторинг напряженного состояния бесстыкового пути при помощи баллизы: автореферат канд. техн. наук: 05.22.06 / Место защиты: ПГУПС. Екатеринбург, 2019. 23 с.
2. Задачи совершенствования системы критериев оценки пути в современных условиях эксплуатации / В.О. Певзнер, В.В. Третьяков, О.Ю. Белоцветова, И.Б. Петропавловская, Т.И. Громова, И.С. Смелянская, И.В. Третьяков, К.В. Шапетько // Современные проблемы проектирования, строительства и эксплуатации железнодорожного пути: Труды XII Международной научно-технической конференции. М.: МГУПС, 2015. С. 151—155.
3. Тармаш В. Б., Егоров Ф. А., Коломиец Л. Н., Неудодников А. П., Поспелов В. И. Возможности, задачи и перспективы волоконно-оптических измерительных систем в современном приборостроении. // Журнал «Фотон-экспресс», Спецвыпуск «Фотон-экспресс» — наука. 2005. №5. С. 128—140.
4. Фадеев В.С., Конаков А.В., Мацкевич М.В. Устройство для определения температуры закрепления рельсовой плети // Путь и путевое хозяйство. 2022. № 7. С. 37—39.

### Возможные решения проблем, связанные с бесстыковым путем при его укладке и обслуживании

**Воронцов Никита Вадимович,**  
студент

НИПС-филиал ПривГУПС  
г. Нижний Новгород, Российская Федерация

**Куценкова Любовь Сергеевна,**  
преподаватель

НИПС-филиал ПривГУПС  
г. Нижний Новгород, Российская Федерация

**Аннотация:** в статье рассматриваются правила по содержанию и эксплуатации бесстыкового пути, а также решения, которые могут быть предприняты по отношению к проблемам, возникшим при строительстве, ремонте и содержании такого пути. Рассматриваются благоприятные факторы при его укладке и содержании.

**Ключевые слова:** бесстыковой путь, железная дорога, рельсовые плети, уравнильные рельсы, температура, выброс, устойчивость, дефект.

Бесстыковой путь (или бархатный путь) — это железнодорожный путь, где отсутствуют стыковые соединения для компенсации температурных изменений. Вместо этого температурные колебания компенсируются внутренними напряжениями в рельсах. На российских железных дорогах обычно укладывают плети бесстыкового пути длиной 800 м, между которыми размещают 2–4 пары уравнильных рельсов по 12,5 м. Например, в уравнильном пролете с изолирующим стыком используют 4 пары уравнильных рельсов, при соединении рельсовых плетей со стрелочными переводами между концами плетей и стрелочными переводами укладывают 2 пары уравнильных рельсов. Уравнильные рельсы обычно длиной, как и в звеньевом пути - 12,5 метров.

В бесстыковом пути используется специальный метод закрепления рельсов, при котором они не подвергаются значительным продольным деформациям. Для этого рельсы фиксируются на шпалах с помощью тяжелых железобетонных, пружинных или клеммных креплений. Это обеспечивает высокую устойчивость и прочность конструкции.

Для повышения устойчивости и долговечности бесстыкового пути используется балластная призма из крупного щебня. Она равномерно распределяет нагрузку от рельсов на земляное полотно и предотвращает их деформацию.

Бесстыковой путь обладает рядом преимуществ по сравнению с традиционным звеньевым путем:

1. Улучшение качества езды: Отсутствие стыков и зазоров уменьшает вибрации и шум, что делает поездку более комфортной.
2. Увеличение скорости движения: Бесстыковой путь позволяет повысить предельную скорость поездов.
3. Снижение износа подвижного состава: Уменьшение механических нагрузок на колеса и рельсы снижает износ как рельсов, так и подвижного состава.
4. Снижение затрат на обслуживание: Отсутствие стыков и зазоров сокращает необходимость в техническом обслуживании.
5. Повышение безопасности: Устранение потенциальных точек схода с рельсов снижает риск аварийных ситуаций.
6. Экономическая эффективность: Стоимость монтажа бесстыкового пути ниже, чем у традиционных систем.

Однако внедрение бесстыкового пути требует существенных первоначальных инвестиций, поскольку необходимо использовать тяжелые и массивные материалы для верхнего строения пути и балластной призмы. Перспективы применения велики, так как он позволяет увеличить длину бесстыковых плетей до длины перегона, что повысит эффективность движения поездов.

Основными направлениями развития бесстыкового пути являются:

- Увеличение длины бесстыковых плетей: в настоящее время средняя длина плетей составляет 20-30 км, но существует потенциал для их увеличения до длины перегона (до 8–10 км), что может существенно повысить эффективность и надежность железнодорожного сообщения.
- Внедрение тональной автоблокировки: Эта система представляет собой современное решение для повышения безопасности движения поездов и улучшения управления движением на бесстыковом пути, что особенно важно для высокоскоростных магистралей.
- Совершенствование элементов верхнего строения пути: Разработка новых типов рельсов, шпал и креплений, а также улучшение методов их монтажа и обслуживания являются ключевыми направлениями для обеспечения долговечности и устойчивости железнодорожного пути.
- Оптимизация системы ведения путевого хозяйства: Внедрение новых технологий для мониторинга состояния пути и прогнозирования его износа позволяет своевременно выявлять и устранять потенциальные проблемы, что способствует снижению затрат на содержание инфраструктуры и повышению безопасности движения.

На сегодняшний день бесстыковой путь широко используется на многих железных дорогах мира. В России его доля составляет около 40% от общей протяженности железнодорожных путей. В перспективе планируется дальнейшее развитие и распространение бесстыкового пути, что позволит повысить эффективность и безопасность железнодорожного транспорта [3].

Бесстыковой путь является одним из наиболее эффективных решений в современной железнодорожной инфраструктуре. Однако его эксплуатация связана с рядом особенностей, требующих внимательного подхода и соблюдения определенных норм. Одной из ключевых особенностей бесстыкового пути является возникновение высоких продольных температурных сил в рельсовых плетях. Эти силы сжатия появляются при повышении температуры рельсовых плетей выше температуры закрепления, что может привести к выбросу пути. Для обеспечения безопасности и надежности работы бесстыкового пути необходимо правильно опре-

делять фактические и необходимые значения этих сил, а также разрабатывать и внедрять способы и устройства, обеспечивающие их стабильность. Это позволяет усовершенствовать конструкцию бесстыкового пути и систему его эксплуатации, что значительно повышает технико-экономическую эффективность.

Продольные растягивающие силы, в свою очередь, возникают при снижении температуры, что может привести к излому плети или разрыву рельсового стыка вследствие среза болтов. Кроме того, на бесстыковой путь оказывают воздействие силы, возникающие при выправке пути в плане и уровне, очистке щебня и других ремонтно-путевых работах. Все эти особенности требуют строгого соблюдения норм и требований, изложенных в Инструкции по устройству, укладке, содержанию и ремонту бесстыкового пути. Только комплексный подход к решению этих задач позволяет обеспечить надежную и безопасную эксплуатацию бесстыкового пути, что является залогом эффективной работы железнодорожного транспорта [4].

Для бесстыкового пути самым важным природно-климатическим фактором является температура: изменение температуры рельса на 1 °С приводит к появлению в средней части плети продольной силы, равной 20,5 кН (для рельсов типа Р65).

Годовые перепады температуры рельсов на большом протяжении железных дорог Сибири и Дальнего Востока колеблются от 105 до 119 °С. Особо необходимо отметить большие суточные перепады температуры рельсов, так, на Забайкальской железной дороге они достигают 50–57 °С.

Наиболее опасны такие перепады для апреля – мая, когда балласт уже оттаял, а площадка под шпалой еще увлажнена. При наличии влаги под шпалой сопротивление рельсошпальной решетки поперечному сдвигу уменьшается на 20–30 %, что существенно снижает устойчивость пути выбросу.

Выбросом пути называется его изменение в результате самопроизвольной разрядки температурного напряжения в рельсах пути. Рельсы приобретают остаточные деформации и становятся непригодными для работы в пути, часть шпал раскалывается, щебень с балластной призмы отбрасывается. Выброс пути угрожает безопасности: при его возникновении движение поездов на участке закрывается.

Железнодорожный путь и подвижной состав являются единой механической системой. В реальных эксплуатационных условиях рельсы и колеса подвижного состава имеют неровности, которые являются основной причиной его колебаний и возникающих динамических сил взаимодействия.

Основным видом воздействия на путь является переменное по значению, вероятностное динамическое воздействие от проходящих единиц подвижного состава.

Вертикальная динамическая нагрузка от колес подвижного состава складывается:

- из статической нагрузки;
- составляющей, обусловленной колебаниями кузова на рессорах;
- инерционных составляющих, возникающих при отклонении центра тяжести недрессоренной массы от прямолинейной траектории за счет наличия изолированной неровности на пути и на колесе, а также непрерывной неровности на колесе.

Горизонтальные продольные силы возникают в рельсах в результате воздействия колес подвижного состава, а также вследствие изменения их температуры.

В режиме тяги колеса локомотива передают на рельсы продольные силы, которые направлены противоположно движению. В это же время сопротивление перемещению колес вагонов по рельсам вызывает появление продольных сил, совпадающих с направлением движения. Иногда эти силы способствуют продольному перемещению рельсов, т.е. вызывают угон пути. При угоне участка плети изменяется его длина, возникают дополнительные напряжения, влияющие на изменение фактической температуры закрепления.

На угон пути оказывают влияние температурные колебания и тормозные силы.

Взаимодействие пути и подвижного состава происходит также под постоянным воздей-

ствием природно-климатических факторов (атмосферные условия, воздушные потоки, влажность, температура). Так, состояние контактирующих поверхностей рельсов и колес (сухие, влажные, обледенелые, покрытые пылью, песком) влияет на взаимодействие колес и рельсов (в частности, на силу тяги).

Одной из основных проблем устройства и содержания бесстыкового пути является обеспечение его устойчивости. Наличие предельного состояния по устойчивости во время движения подвижного состава определяется несколькими причинами. Во-первых, перед движущимся колесом подвижного состава рельс несколько приподнимается относительно первоначального положения, что сокращает сцепление шпал со щебеночным балластом и сопротивление пути перемещению. Во-вторых, устойчивость подвержена изменениям из-за вибрации позади и впереди поезда, находящегося в движении. В-третьих, из-за угона пути при проходе поезда возникает местное смещение плети с образованием значительных дополнительных сил сжатия или растяжения, которые вместе с температурными силами могут вызвать нарушение устойчивости пути.

При нормальном состоянии балластной призмы и хорошем прикреплении рельсовых плетей к шпалам в процессе эксплуатации не наблюдается остаточных продольных перемещений ни рельсов относительно шпал, ни всей рельсошпальной решетки. Наблюдения бесстыкового пути на эксплуатируемых участках показали, что в период стабилизации после ремонтных работ, связанных с разрыхлением щебеночного балласта, рельсошпальная решетка под действием сил угона перемещается не более чем на 30 мм.

Для бесстыкового пути самым важным природно-климатическим фактором является температура, влияющая на изменение температуры рельса.

Годовые перепады температуры рельсов железных дорог Сибири и Дальнего Востока колеблются от 105 до 119 °С. Наиболее опасны суточные перепады температуры рельса для апреля – мая, при наличии влаги под шпалой сопротивление рельсошпальной решетки поперечному сдвигу уменьшается, что снижает устойчивость пути выбросу. Дополнительное влияние на температуру рельсовых плетей (в сторону ее увеличения) оказывает эксплуатация электровозов за счет прохождения по рельсам тягового тока.

В зимнее время повышается жесткость пути, в связи с чем особое внимание необходимо уделять рельсовому хозяйству. Величина изъятия рельсов Р65 в районах с холодным климатом в 1,9–2,1 раза больше, чем в районах с умеренным климатом; преобладающими являются дефекты 21.1, 21.2 [5].

Усложнение условий работы рельсов при пониженных температурах требует организации более частых проверок состояния рельсовых плетей дефектоскопными средствами. Дополнительный дефектоскопный контроль вводится на весь период действия низких температур. Особое внимание при этом должно обращать на состояние сварных стыков. При температуре рельсов не ниже –30 °С дефектоскопный контроль осуществляется магнитными и ультразвуковыми дефектоскопами, а при температуре ниже –30 °С – только магнитными. При укладке плетей в путь они должны обязательно свариваться электроконтактной сваркой в плети длиной до блок-участка или перегона.

Некоторые способы решения проблем бесстыкового пути:

– Правильная организация технического обслуживания. Необходимо постоянно поддерживать путь в исправном состоянии, учитывая воздействие на него проходящих поездов, продольных температурных сил и природных факторов.

– Компенсация температурных изменений. Для этого используют два варианта:

1. Укладка уравнивающих пролётов. Чаще всего применяется на участках, оборудованных автоблокировкой, а также на участках с профилем пути, имеющим много кривых малого радиуса. В этом случае температурные изменения компенсируются стыковыми зазорами между короткими рельсами уравнивающих пролётов.

2. Укладка уравнильных приборов между плетями или на станциях, ограничивающих перегон. Вариант применяется в основном на участках скоростного движения, где изолирующие стыки на перегонах не нужны, либо они применяются заводские (клееболтовые), которые вварены в плеть.

- Использование гидравлических натяжителей.

- Если температура наружного воздуха в момент укладки плети ниже, чем требуемая температура закрепления, то для ввода в оптимальный температурный интервал плети натягивают с помощью гидравлических натяжителей.

Некоторые современные способы решения проблем бесстыкового пути на РЖД:

- Внедрение 100-метровых рельсов при капитальном ремонте и модернизации пути.

Это позволяет сократить количество дефектов в сварных стыках.

- Устранение поверхностных дефектов шлифовкой. Также ведётся разработка новой технологии наплавки алюминотермитным порошком.

- Вырезка из рельса дефектного места длиной до 75 мм с последующей сваркой двух концов алюминотермитным способом. Эта ресурсосберегающая технология позволит сократить время и сэкономить количество рельсов, которые используются для замены дефектных.

- Замена жёстких креплений упругими. Это позволяет не менее чем в 2 раза сократить периодичность подкручивания гаек.

- Замена обычных стыковых болтов высокопрочными. Это даёт возможность не только повысить сопротивление сдвигу, но и не менее чем в 2,5–3,0 раза сократить периодичность подтягивания болтов.

- Использование графоаналитического метода для определения напряжённо-деформированного состояния бесстыкового пути. С его помощью обнаруживаются опасные для движения поездов участки, где нарушен установленный температурный режим работы пути.

#### Список литературы:

1. Т.Г. Яковлева, Н.И. Карпушенко, С.И. Клинов, Н.Н. Путря, М.П. Смирнов. Часть 1. Раздел 1.6 Бесстыковой путь // Железнодорожный путь / Т.Г. Яковлева. — М.: Транспорт, 2001. — С. 64-77. — [ISBN 5-277-02215-5](#).

2. В.Г. Альбрехт, Н.П. Виноградов, Н.Б. Зверев. Главы 1-3 // Бесстыковой путь / В.Г. Альбрехт, А.Я. Коган. — М.: Транспорт, 2000. — [ISBN 5-277-02170-1](#).

3. Крейнис З.Л., Селезнева Н.Е. Бесстыковой путь. Как устроен и работает бесстыковой путь: Учеб.

4. Инструкция по устройству, укладке, содержанию и ремонту бесстыкового пути. Утв. распоряжением ОАО «РЖД» № 2788 р. от 29.12.2012 г. М., 2012.

5. Классификация дефектов рельсов. НТД/ЦП-1-93. Каталог дефектов рельсов. НТД/ЦП-2-93. Признаки дефектных и остро дефектных рельсов. НТД/ЦП-3-93. М.: Транспорт, 1993.

## Умные решения для железных дорог: внедрение новых материалов и технологий для повышения устойчивости рельсовых стыков

*Денисова Дарья Антоновна, Кондакова Арина Дмитриевна,*  
*студенты*  
*НИПС-филиал ПривГУПС*  
*г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

*Хусяинов Рамиль Умярович,*  
*преподаватель*  
*НИПС-филиал ПривГУПС*  
*г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

**Аннотация:** Железные дороги являются важной частью транспортной инфраструктуры. Устойчивость рельсовых стыков играет ключевую роль в безопасности и надежности железнодорожного движения.

**Ключевые слова:** умные рельсы; наноматериалы; устойчивое развитие; новые материалы; нанобетон.

Рельсовые стыки — это соединительные элементы железнодорожного пути, которые соединяют два отрезка рельсов. Они имеют важные функции: обеспечение плавности движения поезда; устойчивость к внешним нагрузкам и воздействиям; минимизация вибраций и шумов, которые возникают при движении составов. [1, С. 48]

Основные причины износа и разрушения рельсовых стыков. Износ и разрушение рельсовых стыков могут происходить по ряду причин:

- Механическое воздействие: Постоянные нагрузки от поездов приводят к микротрещинам и разрушениям.
- Температурные колебания: Изменения температуры вызывают расширение и сжатие рельсов, что также влияет на состояние стыков.
- Влага и коррозия: Влага, попадающая в стыки, может вызывать коррозию элементов и ухудшать их прочностные характеристики.
- Плохое качество материалов: Использование некачественных материалов для изготовления стыков увеличивает их уязвимость к износу. [1, С. 55]

Существуют различные подходы к ремонту и улучшению рельсовых стыков: использование сварки для соединения рельсов или установка новых стыковых соединений; применение композитов и полимерных материалов для улучшения прочности и устойчивости к воздействию внешней среды. Мониторинг состояния: Внедрение систем автоматического мониторинга, которые позволяют отслеживать состояние стыков в реальном времени и предотвращать их разрушение. [1, С. 89]

### **Новые материалы**

#### **1. Композитные подшпальные прокладки**

Композитные подшпальные прокладки изготавливаются из сочетания различных материалов, таких как полиэфирные и углеродные волокна. Они обладают следующими свойствами:

- Высокая прочность: Композиты значительно крепче традиционных материалов, таких как дерево или бетон.
- Устойчивость к коррозии: они не подвержены гниению и коррозии, что увеличивает срок службы.
- Легкость: Композитные прокладки легче, чем традиционные, что снижает нагрузки на рельсы и основания.

- Хорошие амортизационные свойства: они снижают вибрации, что улучшает комфорт движения поездов.

Композитные подшпальные прокладки уже успешно используются на многих железных дорогах в Европе и Азии. Например, в Германии проводились испытания на высокоскоростных трассах, где показали высокую эффективность и долговечность. [1, С. 44]

## **2. Наноматериалы в железнодорожном строительстве**

Нанобетон — это бетон, в состав которого входят наноразмерные добавки, улучшающие его физические и механические свойства:

- Повышенная прочность: благодаря наночастицам, нанобетон может достигать прочности в 2–3 раза выше, чем обычный.

- Устойчивость к воздействию влаги: Наноматериалы улучшают водоотталкивающие свойства бетона.

- Устойчивость к химическим веществам: Нанобетон имеет повышенные характеристики стойкости к агрессивным химикатам. [2, С. 22]

Наноматериалы помогают бетонным конструкциям не только выдерживать механические нагрузки, но и справляться с воздействием:

- Температурных колебаний: Нанобетон сохраняет свои характеристики в условиях резких температурных изменений.

- Эрозионных процессов: за счет своих уникальных свойств, нанобетон достаточно устойчив к эрозии и разрушению под воздействием окружающей среды. [3, С. 69]

### **Автоматизированные системы мониторинга**

Как работают системы мониторинга? Автоматизированные системы мониторинга используют сложные сенсоры и технологии сбора данных для отслеживания состояния рельсов и рельсовых стыков. [2, С. 54]

Эти системы включают: датчики вибрации и нагрузки (они фиксируют изменения в состоянии рельсов при движении поезда); камеры с системой анализа изображений (позволяют визуально контролировать целостность рельсов и стыков); беспроводные технологии передачи данных. [2, С. 58]

Преимущества использования в реальном времени:

1. Своевременное выявление проблем: Автоматизированные системы позволяют выявлять неисправности на ранних стадиях, непосредственно во время эксплуатации.

2. Снижение затрат на обслуживание: Раннее обнаружение нарушений приводит к более эффективному планированию ремонтов и снижению затрат.

3. Повышение безопасности: Мониторинг в реальном времени помогает предотвратить аварии и инциденты на железной дороге. [3, С. 78]

Как погодные условия влияют на состояние рельсов. Они оказывают значительное влияние на износ рельсов. Модели могут учесть такие факторы, как:

1. Температура: Высокие температуры могут привести к деформации рельсов, а низкие — к трещинам.

2. Влажность: Дождь и снег могут вызывать коррозию и ухудшать состояние материалов.

3. Снег и лед: Накапливание снега и льда на рельсах может увеличить нагрузки и снизить шумоизоляцию. [2, С. 99]

### **Практические примеры**

В Европе внедрение новых технологий в железнодорожное строительство и эксплуатацию стало настоящей революцией. Например:

- Великобритания: на некоторых линиях используются композитные подшпальные прокладки, которые обеспечивают долговечность и снижают уровень вибраций. Система мониторинга в реальном времени позволяет оперативно отслеживать состояние рельсов и вовремя выявлять проблемы.

- Германия: Внедрение искусственного интеллекта в управление грузовыми перевозками значительно увеличило эффективность. Системы предсказания износа рельсов позволяют проводить профилактические ремонты, что снижает риск аварий и затрат на обслуживание. [3, С. 28]

В России также наблюдается активное внедрение современных технологий:

- Технология "умного" рельса: В некоторых регионах, таких как Татарстан, экспериментируют с установкой датчиков на рельсах, которые передают информацию о нагрузке и состоянии в реальном времени. Эта информация помогает оперативно реагировать на возможные проблемы и вносить коррективы в эксплуатацию железной дороги. [3, С. 74]

Внедрение умных решений и инновационных материалов в железнодорожную инфраструктуру имеет огромное значение для повышения безопасности и эффективности. Новые технологии не только сокращают затраты на обслуживание, но и продлевают срок службы рельсовых стыков. [1, С. 62]

### Список литературы:

1. Штайгер Максим Григорьевич, Балановский Андрей Евгеньевич Анализ технологий для сварки высокопрочных рельсов с позиции структурообразования при строительстве и реконструкции скоростных железнодорожных магистралей. Часть 1 // Вестник ИргТУ. 2018. №6 (137). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-tehnologiy-dlya-svarki-vysokoprochnyh-relsov-s-pozitsii-strukturoobrazovaniya-pri-stroitelstve-i-rekonstruktsii-skorostnyh>

2. Перевертов В. П., Юрков Н. К. Система умной инфраструктуры РЖД и нанотехнологии // НиКа. 2018. №. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistema-umnoy-infrastruktury-rzhd-i-nanotehnologii>

3. ГУЩИНА, ЕЮ, and ОВ АРТАМОНОВА. "Наноматериалы и нанотехнологии в современном дорожном строительстве: отечественный и зарубежный опыт." Молодые ученые-развитию Национальной технологической инициативы (ПОИСК) 1-1 (2019): 76-79. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?>

### Инновационные технологии ремонта пути

*Ефимова Виктория Алексеевна,*

*студентка*

*НИПС-филиал ПривГУПС*

*г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

*Гаврилова Ольга Ивановна,*

*преподаватель*

*НИПС-филиал ПривГУПС*

*г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

**Аннотация:** в данной статье рассказано о новых технологиях, предназначенных для ремонта пути, рассказано об кардинальных изменениях технологий в лучшую сторону, плюсы замены традиционных оборудования на новейшие.

**Ключевые слова:** балласт, земляное полотно, технологии, эффективность, новые технологии, внедрение, современное оборудование.

Загрязнение балласта – основная причина дефектов пути, а главный источник затрат на текущее содержание железнодорожной инфраструктуры является очистка балласта.

Неудовлетворительное состояние земляного полотна и балластной призмы способствует к резкому снижению скорости перевозок на железнодорожных участках.

Актуальность проблемы в том, что низкая производительность щебнеочистительных машин является сдерживающим фактором в повышении эффективности ремонтного пути.

На основании данной проблемы были разработаны новые технологии и технические требования к путевым комплексам. На базе новой линейки машин был создан универсальный путевой комплекс для балластной призмы. [1]



Рисунок 1 – универсальный путевой комплекс для балластной призмы.

Указанные машины выполняют такие операции, как уплотнение среза земляного полотна, формирование разделительных слоев, укладка геотекстиля и геосетки.

После внедрения современного оборудования можно выделить большое преимущество в том, что плановый ремонт железнодорожных путей больше не откладывается на неопределённый срок, что ранее в дальнейшем приводило к проведению более серьёзным восстановительным работам.

Сегодня большое внимание удивляется развитию дальним высокоскоростным и тяжеловесным перевозкам, что приводит к нагрузке балластного основания. Поэтому было принято решение, что необходимо укреплять балластный слой, придя к современным технологиям формирования, послойно уплотнённого защитного подбалластного слоя. [2]

Перейдём непосредственно к самим железнодорожным путям. Ранее было сказано, что в нынешнее время на железной дороге преобладают тяжеловесные дальние перевозки, для которых, в первую очередь, должны быть соответствующие условия. Одно из условий является основа всей инфраструктуры – пути. Развитие рельсовых конструкций играет большую роль в повышении их надёжности и безопасности движения поездов.

Современные технологии изменили подход к проектированию и эксплуатации рельсов, позволив значительно увеличить их долговечность, повысить комфорт (касаемо пассажироперевозок), а также, снизить затраты.

Традиционные рельсы из углеродистой стали всё больше уступают место высокопрочным маркам стали с добавлением хрома, молибдена или ванадия, поскольку эти материалы обеспечивают повышенную износостойкость, увеличение срока службы, а также, снижают вероятность появления трещин.

Сейчас внедряются конструкции бесстыковых рельс, которые обеспечивают повышенную плавность хода состава, снижают вибрацию и шум, а также сокращаются затраты на техническое обслуживание. А применяя технологию термической сварки рельсов без каких-либо проблем научились производить непрерывные пути длиной в десятки километров.

Так как сейчас без системы мониторинга трудно куда-либо двинуться, железнодорожные во всю оснащаются встроенными датчиками. Их бывает несколько видов. К примеру, датчики напряжения и вибрации, они позволяют наблюдать за перегрузками на железнодорожных путях; температурные сенсоры, помогающие следить за температурой рельс зимой и летом; системы диагностики микротрещин. Все эти технологии очень удобны в отслеживании состояния рельсов и предотвращения аварийных ситуаций.

Развитие источников энергии привело к созданию рельсы с интегрированными электрическими элементами. Всё проще простого – электроэнергия вырабатывается с помощью проехавшего по рельсам поезда, в дальнейшем она используется для освещения путевой инфраструктуры и питания сигнальных систем.

Балластный слой уже во многих регионах начинают заменять бетонное основание, которое повышает устойчивость к климатическим факторам и приходится на это меньше эксплуатационных затрат.

Также, сейчас стали внедряться цифровизация и BIM-моделирование (Building Information Modeling). Данные системы нужны для планирования ремонта на железной дороге. Преимущества заключаются в точном моделировании всех этапов проведения ремонта, также улучшается взаимодействие между службами во время проведения работ. Можно сравнить с традиционными технологиями и выделить многие положительные факторы, такие как высокая скорость, точность вплоть до миллиметров, срок службы после ремонта варьируется от 8 до 15 лет (ранее было 2-5 лет), меньшее влияние на перебой движения во время ремонтных дел, а также, как и говорилось ранее – минимальные затраты.

Теперь расскажу чуть по подробнее об этих системах и принципах работы. BIM (Building Information Modeling) — это процесс создания и управления цифровой моделью объекта (в данном случае — участка железнодорожного пути), которая содержит не только геометрию, но и всю связанную информацию: материалы, нагрузки, сроки службы, стоимость, данные об обслуживании и так далее.

В железнодорожном строительстве и ремонте BIM применяется к земляному полотну, верхнему строению пути (рельсы, шпалы, балласт), искусственным сооружениям (мосты, тоннели, переезды), контактной сети, системам сигнализации и связи.

Как же создаётся BIM-модель пути? Используется лазерное сканирование, как наземное, так и с помощью дронов; фотограмметрия (это научно-техническая дисциплина, которая занимается определением формы, размеров, положения и иных характеристик объектов по их фотоизображениям); используются данные с путеизмерительных лабораторий; геодезические замеры, а также архивные чертежи и исполнительные схемы. Далее в программных платформах создаётся 3D-модель.

Применения BIM при ремонте используется иначе. Планирование ремонта осуществляется следующим образом: инженеры видят в модели какие – либо дефектные участки (износ рельсов, просадка балласта), далее данные вводят в диагностическую систему, и уже после программа предлагает оптимальные решения. К примеру – обновить дренаж, усилить земляное полотно и так далее. Можно также узнать некие последствия: что же будет, если вовремя не отремонтировать дефекты и как это повлияет на дальнейший срок службы.

Организация ремонтных работ происходит так, что ремонтным бригадам передаётся BIM-модель, далее машины выгружают цифровой профиль пути и выправляют его, а уже после все работы синхронизируются по времени, исключаются все возможные ошибки.

После проведения ремонта уже конечный результат сканируют с BIM-моделью, отклонения фиксируются автоматически, то есть, нет необходимости в ручной проверке.

Данные о каждом ремонте (дата, время, материалы, гарантийный срок), тем самым система сама напомнит, что данный участок через 3 года эксплуатации требует внимания.

В заключение хочу сказать, что инновации в железнодорожной инфраструктуре активно трансформируют ее процветание. Используя высококачественные и прочные материалы позволяют значительно повысить комфорт и эффективность передвижения поездов по железной дороге. Возможно, в ближайшем будущем технологии дойдут до такого, что вся железная дорога будет оснащена “умными” рельсами. [3]

Внедрение современных технологий в железнодорожную инфраструктуру даёт значительные преимущества: повышается надёжность и долговечность пути за счёт использования высокопрочных материалов и улучшенных конструкций балластного слоя; снижаются эксплу-

атационные затраты благодаря эффективной очистке балласта, автоматизированному мониторингу и уменьшению необходимости в частом ремонте; обеспечивается безопасность и плавность движения, особенно при тяжеловесных и высокоскоростных перевозках, за счёт бесстыковых рельсов и систем диагностики; улучшается энергоэффективность — например, за счёт «умных» рельсов, генерирующих электроэнергию от проходящих поездов. Всё это способствует не только росту пропускной способности и комфорта, но и устойчивому, технологически современному развитию железнодорожного транспорта в целом.

Новые технологии ремонта пути делают железнодорожную инфраструктуру надёжнее, безопаснее и экономичнее. Они позволяют увеличить пропускную способность, снизить операционные расходы и обеспечить комфорт пассажирам, а также грузоотправителям.

#### **Список литературы:**

1. Инновационные технологии ремонта пути – [электронный ресурс] // Группа ПТК – <https://tulazdm.ru/technologies>
2. Новые технологии ремонта пути – [электронный ресурс] // РЖД партнёр.ру - <https://www.rzd-partner.ru/zhd-transport/comments/novye-tekhnologii-remonta-puti/>
3. Инновации в рельсовых конструкциях: от традиционных до современных решений– [электронный ресурс] // РОССТИП- <https://rosstip.ru/news/5228-innovatsii-v-relsovykh-konstruktsiyakh-ot-traditsionnykh-do-sovremennykh-reshenij>

#### **Амурский железнодорожный туннель – подробный анализ уникального инженерного сооружения**

*Золотков Аким Алексеевич, Горишунова Александра Анатольевна,*  
*студенты*  
*НИПС-филиал ПривГУПС*  
*г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

*Акимова Галина Николаевна,*  
*преподаватель*  
*НИПС-филиал ПривГУПС*  
*г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

*Аннотация:* в этой статье рассмотрен Амурский железнодорожный тоннель, созданный в 1937 году, его история создания, основные характеристики тоннеля, современный вид и роль тоннеля для настоящего времени.

*Ключевые слова:* железнодорожный тоннель; историческая ценность; техническая характеристика; строительство; роль тоннеля; инженерные системы; уникальность; перспектива.

#### **1. ВВЕДЕНИЕ.**

Подводный железнодорожный тоннель - вершина инженерной мысли, воплощение стремления преодолеть водную преграду для создания непрерывных транспортных связей. Скрытые в толще грунта, они служат не только технологическим триумфом, но и инструментом геополитической и экономической интеграции, кардинально сокращая расстояния и перераспределяя логистические потоки.[1].

История подводного тоннелестроения — это преодоление колоссальных сложностей: давления воды, сложной геологии, проблем безопасности и огромных затрат. Каждый проект, от первых попыток XIX века до современных гигантов вроде Евротоннеля, становится полигоном для научных и технических инноваций.[2]

Данный анализ всесторонне исследует феномен подводного железнодорожного тоннеля как комплексную систему. Мы рассмотрим эволюцию технологий строительства и ключевые инженерные решения, а также аспекты безопасности, логистики, экономики и стратегическое значение этих мегапроектов. Это позволит оценить их роль как артерий будущего, формирующих каркас мировой транспортной сети.



*Рис. 1. Портал Амурского туннеля*

## **2. ИСТОРИЧЕСКАЯ ПРЕДЫСТОРИЯ И ОБОСНОВАНИЕ СТОИТЕЛЬСТВА**

### **2.1. Военно-стратегическая необходимость**

Необходимость возведения Амурского железнодорожного тоннеля была напрямую продиктована крайне напряженной военно-политической обстановкой на Дальнем Востоке в 1930-е годы. После оккупации Маньчжурии Японией в 1932 году Советский Союз оказался перед лицом непосредственной и растущей угрозы у своих восточных границ. Существовавший с 1916 года Амурский железнодорожный мост, будучи единственным звеном Транссибирской магистрали, пересекающим реку в этом регионе, представлял собой критически уязвимую точку с точки зрения обороноспособности. Любое его повреждение или уничтожение парализовало бы стратегические перевозки. Для устранения этой уязвимости и обеспечения бесперебойного движения поездов в условиях военного времени было принято решение о сооружении подводного тоннеля как дублирующего и защищенного перехода. Несмотря на исключительно сложные геологические условия, строительные работы были проведены в сжатые сроки: первая очередь тоннеля вступила в строй уже в октябре 1941 года, а его полное завершение пришлось на 1942 год. [5]



*Рис. 2. Строительство туннеля в 1930-х годах*

## **3. ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ И ПЛАНИРОВАНИЕ**

Первые концептуальные проработки проекта подводного перехода под Амуром начались ещё в 1913 году, однако к их практической реализации приступили лишь в условиях

нарастания военной опасности. Детальное планирование развернулось в 1937 году в рамках секретного объекта, получившего кодовое наименование «**Строительство №4**». Этот план предусматривал создание полноценного двухпутного тоннеля, способного обеспечить устойчивое железнодорожное сообщение даже в случае вывода из строя наземного моста.[5]

Амурский подводный железнодорожный тоннель - сложнейшее инженерное сооружение, построенное в уникальных природно-климатических условиях. Его ключевые параметры и решения направлены на обеспечение максимальной надежности под постоянным воздействием агрессивной водной среды.

### **3. СТРОИТЕЛЬСТВО**

#### **Геометрия и конструкция:**

Общая протяженность составляет около 7 200 метров, что на момент ввода в эксплуатацию делало его одним из самых длинных подводных тоннелей. Он проложен на значительной глубине ниже русла Амура для защиты от размыва и ледовых нагрузок. Конструкция собрана из прочных водонепроницаемых чугунных тубингов - передовая технология того времени, обеспечившая скорость и надежность монтажа. Изначально однопутный, впоследствии он был расширен до двух путей.[5]

#### **Инженерные системы:**

Для эксплуатации создан комплекс систем: многоуровневый дренаж и гидроизоляция, принудительная вентиляция для удаления газов и подачи воздуха, автономное энергоснабжение, а также системы связи, сигнализации и противопожарной безопасности.

#### **Технологии и уникальность:**

Строительство велось щитовым методом, позволявшим безопасно проходить водонасыщенные грунты. Главной инженерной сложностью стала работа в условиях вечной мерзлоты под мощной рекой с серьезными сезонными колебаниями уровня и ледовой обстановкой. Конструкция рассчитана на постоянное гидростатическое давление, динамические нагрузки от течения и сейсмическую активность региона.

Строительство Амурского железнодорожного тоннеля в условиях стратегической срочности и сложных гидрогеологических условий потребовало применения передовых и нестандартных решений. Основной задачей была безопасная проходка в водонасыщенных грунтах под руслом реки в сжатые сроки.

**Основной метод - щитовая проходка.** Механизированный щит, доставленный через береговые шахты, служил подвижной крепью, защищавшей забой. Сразу за ним монтировалась постоянная обделка. Впервые в СССР в таком масштабе была использована чугунная тубинговая обделка. Собираемые из чугунных сегментов кольца обеспечивали высокую прочность, водонепроницаемость и коррозионную стойкость, что позволяло вести монтаж быстро и точно.

**Борьба с водой.** Критически важным стало применение искусственного водопонижения (откачка воды через скважины) и **кессонного метода**. На сложных участках в забой нагнетался сжатый воздух, который вытеснял воду и стабилизировал грунт, создавая условия для работы. Несмотря на тяжесть и опасность труда в кессоне, этот метод был необходимым.

**Ускорение работ.** Для вентиляции и технологических нужд со дна реки была возведена искусственная островная свая-кессон, служившая дополнительной шахтой.

Комбинация щитовой проходки, чугунной обделки, водопонижения и кессонного метода в единой технологической цепочке позволила преодолеть невероятные трудности и ввести тоннель в строй в рекордные сроки, став триумфом инженерной мысли.

Амурский железнодорожный тоннель остается критически важным звеном Транссиба. Его современное состояние - результат многолетней эксплуатации и глубокой модернизации.

### **4.ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕКОНСТРУКЦИЯ**

Главной постоянной проблемой была борьба с фильтрацией воды, требовавшая регулярного ремонта и инъектирования. Коренная реконструкция в 1960-80-х годах связана с электрификацией Транссиба: для размещения контактной сети габариты тоннеля были увеличены.

Чугунную обделку постепенно, под давлением поездов, заменили на сборную железобетонную. Позднее, в 2000-х, был введен второй путь, что потребовало усиления конструкций и значительно повысило пропускную способность.



*Рис.3. Внутренний вид туннеля*

## **5. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ВЫЗОВЫ**

Сегодня тоннель представляет собой гибридную конструкцию, сочетающую исторические и современные элементы. Он находится в стабильно рабочем состоянии, но требует непрерывного высокотехнологичного обслуживания. Ключевыми задачами являются:

Постоянный мониторинг целостности обделки и гидроизоляции.

Повышение уровня автоматизации систем управления и диагностики.

Подготовка к росту грузопотока по Транссибу.

Таким образом, благодаря масштабной реконструкции жизненный цикл тоннеля продлен. Это глубоко модернизированное сооружение, чья судьба неразрывно связана с развитием дальневосточной транспортной инфраструктуры России.

## **6. ХРОНОЛОГИЯ СОБЫТИЙ**

Хронология строительства Амурского железнодорожного тоннеля (1937–1942 гг.) отражает инженерный рывок, осуществлённый в условиях нарастающей военной угрозы.

**1937 год - Старт.** После утверждения проекта («Строительство №4») началась мобилизация сил и подготовка инфраструктуры: строительство посёлков, подъездных путей и береговых шахт. [2]

**1938–1940 годы - Проходка.** Началась проходка с двух берегов. Работы столкнулись с огромными трудностями: пльвуны, водопротоки. Для борьбы с ними активно применялись кессонный метод и водопонижение. Несмотря на высокую аварийность и тяжёлые условия, проходка неуклонно продвигалась.

**22 июня 1941 года - Работа в условиях войны.** С началом Великой Отечественной войны строительство приобрело статус задачи первостепенной важности. Темпы были максимально форсированы для обеспечения бесперебойной работы Транссиба.

**Октябрь 1941 года - Пуск первой очереди.** В рекордные сроки была завершена проходка основного ствола. В октябре 1941 года по тоннелю прошёл первый пробный поезд, что обеспечило стратегический дублирующий путь в критический момент битвы за Москву.

**1942 год – Полное завершение.** Велись работы по отделке, укладке пути и монтажу инженерных систем. К концу года тоннель был принят государственной комиссией и введён в постоянную эксплуатацию.

Бесперебойная эксплуатация Амурского тоннеля, замкнутого подземного пространства под рекой, обеспечивается комплексом критических инженерных систем.

## **7. КЛЮЧЕВЫЕ СИСТЕМЫ И ОБОРУДОВАНИЕ**

**Водоотлив и дренаж:** абсолютно - критическая система для откачки фильтрующихся вод. Разветвлённая сеть каналов и колодцев собирает воду, которую мощные насосные станции откачивают на поверхность, предотвращая затопление, особенно в паводок.

**Вентиляция:** решает задачи удаления выхлопных газов (до электрификации) и подачи свежего воздуха. Обеспечивается вентиляционными шахтами, включая искусственную островную сваю, с принудительными вентиляторами.

**Электроснабжение и освещение:** обеспечивает работу всего оборудования. Автономные генераторы были заменены на централизованное питание. Устойчивое к вибрации и влаге освещение и силовые кабели проложены по всей длине тоннеля.



Рис.4. Схемы туннеля

**Автоматика, телемеханика и связь (СЦБ):** гарантирует безопасность движения в замкнутом пространстве. Включает автоблокировку, электрическую централизацию, поездную радиосвязь и линейную телефонную связь.

**Противопожарная безопасность:** состоит из пожарных постов с оборудованием, гидрантов, сигнализации, а также аварийных выходов и ниш для укрытия.

**Мониторинг и диагностика:** современная система для отслеживания в реальном времени деформаций обделки, уровня воды, состава воздуха и состояния оборудования. Данные с датчиков поступают в диспетчерский пункт.

## 8. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

### 8.1 Технические вызовы.

Спустя более 80 лет эксплуатации ключевыми задачами остаются противокоррозионная защита, обновление инженерных систем и соответствие растущим стандартам безопасности. Особое внимание требует геотехнический мониторинг: контроль состояния грунтов, уровня подземных вод и готовность к возможным сейсмическим воздействиям.

### 8.2 Планы модернизации:

В рамках программы развития на 2025-2030 гг. запланирован комплекс мероприятий: замена изношенных участков обделки, модернизация дренажных и вентиляционных систем, переход к автоматизированному управлению. Цель - увеличение пропускной способности до 70 пар поездов в сутки. Особый приоритет - Цифровизация: внедрение сенсоров IoT для удаленного мониторинга, систем предиктивного обслуживания и создание цифрового двойника для оптимизации эксплуатации.

## 9. МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ И УНИКАЛЬНОСТЬ

Амурский тоннель - уникальное для России инженерно-историческое сооружение. Это единственный подводный железнодорожный тоннель в стране и один из старейших действующих в мире, построенный в экстремальных условиях военного времени.

### Техническая уникальность:

Единственный подводный железнодорожный тоннель в России.

Один из старейших действующих подобных объектов в мире (введён в 1942 г.).

Пример инженерной школы 1930-х годов, адаптировавшей передовые технологии (щитовая проходка, чугунная обделка) к сложнейшим геологическим и климатическим условиям.

**Историческая значимость:**

Возведён в рекордные сроки в годы Второй мировой войны.

Символ индустриального могущества и возможностей централизованного планирования СССР.

Обеспечил надежную дублирующую переправу для Транссиба в критический период.[5]

**10. ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Амурский железнодорожный тоннель - выдающееся инженерное достижение, сохраняющее стратегическое значение для транспортной системы страны. Его безаварийная эксплуатация на протяжении восьми десятилетий доказывает высокую надежность исходных конструкторских решений. [1]

**Ключевые достижения:**

**Надежность:** Стабильная работа без серьёзных аварий с 1942 года.

**Функциональность:** Сохранение роли критического звена Транссибирской магистрали.

**Уникальность:** Единственное сооружение такого типа в России.

Перспективы развития связаны с комплексной модернизацией при сохранении исторической ценности объекта и его интеграцией в цифровую транспортную инфраструктуру. Сегодня тоннель - не только жизненно важная транспортная артерия, но и символ инженерного наследия и устойчивости.



**Список литературы:**

1.Прядкин Виктор Максимович //Секретный тоннель  
[https://lit.lib.ru/p/prjadkin\\_w\\_m/text\\_0220.shtml](https://lit.lib.ru/p/prjadkin_w_m/text_0220.shtml)

2. krisha0703 // Железнодорожный тоннель под рекой Амур  
<https://krisha0703.livejournal.com/34964.html>

3. Валентин Зазукин // Тема: Железнодорожный тоннель под рекой Амур  
<https://scbist.com/obschie-voprosy-zheleznih-dorog/40131-zheleznodorozhnyi-tonnel-pod-rekoi-amur.html>

4. По Амурскому подводному тоннелю протяженностью 7 км прошел первый поезд // <https://company.rzd.ru/ru/9453/page/564703?accessible=true&id=529>

5. antton // Ж/д под Амуром: секретная стройка НКВД и самый длинный подводный тоннель СССР <https://novate.ru/blogs/130523/66353/>

## Современные технологии, направленные на повышение эффективности строительства, ремонта и содержания железнодорожного пути

**Зотов Александр Романович,**  
студент

Тихорецкого техникума железнодорожного  
транспорта - филиала РГУПС (ТТЖТ - филиал РГУПС)  
г. Тихорецк, Российская Федерация

**Сафронова Оксана Владимировна,**  
преподаватель

Тихорецкого техникума железнодорожного  
транспорта - филиала РГУПС

**Аннотация:** в статье рассматриваются современные технологии, направленные на повышение эффективности строительства, ремонта и содержания железнодорожного пути. Сделан вывод о необходимости использования цифровых технологий на железной дороге, позволяющих оперативно реагировать на возникающие проблемы.

**Ключевые слова:** современные технологии, цифровизация, инновации, безопасность, эффективность, материалы нового поколения, автоматизация, экологическая устойчивость, искусственный интеллект.

Железнодорожный транспорт играет ключевую роль в экономике многих стран, обеспечивая эффективное и безопасное перемещение грузов и пассажиров. Однако для поддержания высокой надёжности и безопасности железнодорожного пути необходимо внедрение современных технологий в процессы строительства, ремонта и содержания инфраструктуры. Основные приоритеты развития железнодорожного машиностроения должны быть направлены на снижение стоимости эксплуатации подвижного состава и повышение надёжности функционирования железнодорожного транспорта [1].

Значительная роль в повышении эффективности железнодорожного строительства принадлежит рациональному планированию и оптимальной организации производства, улучшению его комплексной и инженерной подготовки, совершенствованию технологии производства строительно-монтажных работ. Одним из ключевых направлений является использование цифровых технологий. Применение систем управления проектами на основе информационного моделирования зданий позволяет создать трёхмерные модели железнодорожной инфраструктуры, что способствует более точному планированию и снижению затрат. Кроме того, цифровизация процессов обеспечивает возможность дистанционного мониторинга состояния путей и оборудования, что позволяет оперативно реагировать на возникающие проблемы. Основные цели стратегии цифровой трансформации РЖД – обеспечение цифрового лидерства, расширение продуктовой линейки транспортных услуг, повышение эффективности бизнес-процессов и обеспечение технологической безопасности. Эти инновации не только повышают эффективность строительства и ремонта, но и улучшают безопасность и надёжность железнодорожного транспорта.

В последние годы наблюдается активное внедрение материалов нового поколения, которые обеспечивают улучшенные эксплуатационные характеристики и снижают затраты на обслуживание. Использование высокопрочных и устойчивых к воздействию окружающей среды материалов, таких как композиты и специальные сплавы, значительно увеличивает срок службы рельсов и других элементов пути, делая их более устойчивыми к внешним условиям. В производстве рельсов активно используются высокопрочные стали, которые обеспечивают их долговечность. С учётом изменения климатических условий и увеличения требований к экологии, разрабатываются материалы, которые могут противостоять агрессивным факторам:

специальные добавки в бетон улучшают его устойчивость к морозу, влаге и химическим воздействиям, антикоррозийные покрытия используются для защиты металлических элементов от коррозии, что значительно увеличивает срок их службы. Нанотехнологии открывают новые горизонты в создании материалов с уникальными свойствами: наноматериалы могут быть использованы для создания защитных покрытий, которые увеличивают прочность и устойчивость к износу - нанопокровтий. Интеллектуальные материалы способны адаптироваться к условиям эксплуатации, эти материалы могут изменять свою форму в ответ на изменения температуры или нагрузки, что позволяет им восстанавливать свою первоначальную форму после деформации. Всё это, в свою очередь, снижает необходимость в частом ремонте и повышает общую надёжность системы [2].

Современные методы диагностики, включая применение дронов и автоматизированных систем контроля, позволяют проводить инспекции путей с высокой точностью и минимальными затратами времени. Дроны могут оснащаться камерами и датчиками, позволяющими выявлять дефекты на ранних стадиях. Установка датчиков на рельсах и подвижном составе позволяет собирать данные о нагрузках, вибрациях и температуре. Ультразвуковая и магнитная дефектоскопия позволяют обнаруживать скрытые трещины и другие дефекты в рельсах. Эти технологии помогают выявлять дефекты на ранних стадиях, что критически важно для предотвращения аварий и повышения безопасности движения.

На современной стадии развития строительной техники автоматизация осуществляется внедрением автоматических приборов, устройств и систем для управления работой землеройных, монтажных, подъёмно-транспортных и других машин, для контроля качества, учета выполнения объема работ и времени работы машин в процессах приготовления бетонной смеси, раствора асфальтобетона, а также для предупреждения аварий и обеспечения безопасности производства работ. Современные технологии автоматизации значительно упрощают процессы ремонта и обслуживания железнодорожного пути. Использование роботов для выполнения рутинных задач, таких как укладка рельсов или замена изношенных элементов, позволяет снизить трудозатраты и повысить точность выполнения работ. Программные решения для планирования и координации ремонтных работ позволяют оптимизировать ресурсы и минимизировать время простоя инфраструктуры [3].

Не менее важным аспектом является экологическая устойчивость. Железнодорожный транспорт выделяется среди других видов транспорта благодаря своей экологической эффективности и потенциалу для поддержания зелёного будущего. Железнодорожный транспорт известен своей способностью к эффективному использованию топлива и других ресурсов, что делает его выгодным выбором в контексте экологической устойчивости и экономической эффективности. Внедрение экологически чистых технологий в процесс ремонта и содержания путей, таких как переработка старых материалов и использование альтернативных источников энергии, способствует снижению негативного воздействия на окружающую среду. Применение альтернативных источников энергии для работы оборудования и транспортных средств снижает углеродный след строительства и эксплуатации железнодорожной инфраструктуры. Использование переработанных материалов в строительстве и ремонте железнодорожного пути способствует устойчивому развитию отрасли. Благодаря значительному снижению выбросов углекислого газа, повышенной эффективности использования ресурсов, а также внедрению передовых технологических решений, железные дороги представляют собой одно из наиболее предпочтительных средств транспорта для будущего.

Искусственный интеллект (ИИ) становится всё более важным инструментом в сфере железнодорожного транспорта. Искусственный интеллект может значительно повысить безопасность и надёжность железнодорожного пути. Алгоритмы машинного обучения анализируют данные о состоянии пути и предсказывают возможные неисправности, что позволяет заранее проводить профилактические работы. Алгоритмы машинного обучения могут анализировать исторические данные и оптимизировать графики обслуживания. На основе предыдущих поломок и технических осмотров ИИ может предсказывать вероятность возникновения

неисправностей в будущем. Системы могут рекомендовать оптимальные сроки проведения технического обслуживания на основе реального состояния инфраструктуры. ИИ также активно используется в автоматизации процессов управления движением поездов. Это включает оптимизацию маршрутов и управление сигнализацией. Алгоритмы могут рассчитывать наиболее эффективные маршруты для поездов, учитывая состояние путей и загруженность. ИИ может улучшить системы сигнализации, минимизируя риск человеческой ошибки и повышая безопасность движения. Системы видеонаблюдения, оснащенные ИИ, могут использоваться для обнаружения препятствий на путях и контроля за состоянием инфраструктуры. Алгоритмы компьютерного зрения способны идентифицировать объекты, которые могут представлять опасность для движения поездов. Видеонаблюдение может использоваться для мониторинга состояния путей и сигналов, а также для выявления повреждений или дефектов. ИИ может также играть важную роль в обучении сотрудников железнодорожной отрасли. Искусственный интеллект может помочь в разработке оптимальных графиков технического обслуживания на основе анализа исторических данных и текущих условий эксплуатации [4].

Таким образом, современные технологии строительства, ремонта и содержания железнодорожного пути открывают новые горизонты для развития отрасли. Они не только повышают эффективность работы, но и делают железнодорожный транспорт более безопасным и готовым к вызовам времени. Внедрение современных технологий в строительство, ремонт и содержание железнодорожного пути является необходимым условием для повышения его надежности и безопасности. Инновационные материалы, методы диагностики, автоматизация процессов и применение искусственного интеллекта открывают новые горизонты для эффективного управления инфраструктурой. Эти технологии не только способствуют улучшению качества обслуживания, но и обеспечивают устойчивое развитие железнодорожного транспорта, что крайне важно в условиях современного мира.

#### **Список литературы:**

1. Яковлев, О. А., Зайцев, И. В. Современные подходы к ремонту и обслуживанию рельсового пути. М.: Транспорт и инфраструктура, 2020.
2. Гаврилов, А. Н. Инновационные материалы для железнодорожной инфраструктуры. М.: Издательство Политехнического университета, 2020.
3. Иванов, С. П., Петров, И. И. Автоматизация процессов обслуживания и ремонта железнодорожного пути. М.: Технические науки, 2018.
4. Лебедев, А. В., Федоров, М. Ю. Искусственный интеллект в железнодорожном транспорте: новые горизонты. М.: Транспортная наука, 2022.

## **Комплекс ЩОМ-2000 и ВПО-С. Ремонтно-путевые работы по скоростной очистке балласта**

*Кондакова Арина Дмитриевна, Денисова Дарья Антоновна,  
студенты  
НИПС-филиал ПривГУПС  
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

*Кущенко Любовь Сергеевна,  
преподаватель  
НИПС-филиал ПривГУПС  
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

**Аннотация:** комплексы ЩОМ-2000 и ВПО-С представляют собой высокотехнологичные решения для выполнения ремонтно-путевых работ, особенно в сфере скоростной очистки балласта. Эти машины обеспечивают быструю и эффективную очистку балластного слоя, что является критически важным для поддержания качества и безопасности железнодорожной инфраструктуры.

**Ключевые слова:** ЩОМ-2000; ВПО-С; методики скоростной очистки балласта

ЩОМ-2000 — это мощная установка для очистки балласта. Ее грузоподъемность составляет около 30 тонн, а скорость работы достигает до 6 км/ч. Ширина захвата работ составляет 1,5 метра, а производительность может достигать до 1000 м<sup>3</sup>/ч. Энергоснабжение осуществляется как от электрического, так и от дизельного двигателя, что делает ее универсальной в эксплуатации. [2, С. 17]

Принцип работы: ЩОМ-2000 использует специальное механическое оборудование для удаления загрязнений из балласта. Установка работает путем обработки и очистки балластного слоя, удаляя камни, мусор и другие нечистоты. Это позволяет поддерживать железнодорожный путь в отличном состоянии, обеспечивая безопасность и проходимость. [2, С. 23]

### **Общие характеристики ВПО-С**

ВПО-С — это универсальная установка для очистки и рекультивации балласта. Ее грузоподъемность составляет около 15 тонн, а скорость работы достигает до 4 км/ч. Ширина захвата этой установки составляет примерно 1,2 метра, а производительность достигает до 800 м<sup>3</sup>/ч. Энергоснабжение осуществляется с помощью электрического агрегата. [1, С. 9]

Принцип работы: ВПО-С работает на основе вибрационных систем, которые позволяют эффективно удалять загрязнения и восстанавливать структуру балластного слоя. Установка имеет возможность настраивать глубину обработки, что делает ее многофункциональной и подходящей для различных условий работы. Использование ВПО-С позволяет значительно улучшить качество балласта и увеличить срок службы железнодорожного пути. [1, С. 54]

Оба комплекса, ЩОМ-2000 и ВПО-С, имеют свои уникальные характеристики и принципы работы. ЩОМ-2000 выделяется высокой производительностью и скоростью, что делает ее идеальной для больших объемов работ. В свою очередь, ВПО-С является более универсальной установкой с возможностью рекультивации, что открывает ей широкий спектр применения. [3, С. 16]

- Грузоподъемность: ЩОМ-2000 — 30 тонн, ВПО-С — 15 тонн.
- Скорость работы: ЩОМ-2000 до 6 км/ч, ВПО-С до 4 км/ч.
- Ширина захвата: ЩОМ-2000 — 1,5 м, ВПО-С — 1,2 м.
- Производительность: ЩОМ-2000 до 1000 м<sup>3</sup>/ч, ВПО-С до 800 м<sup>3</sup>/ч. [2, С. 21]

### **Ремонтно-путевые работы**

Основные виды ремонтно-путевых работ:

- Капитальный ремонт: полная замена или восстановление всех элементов пути, включает замену рельсов, шпал и балласта.
- Средний ремонт: направлен на замену отдельных элементов пути, таких как шпалы или рельсы, без полной замены.
- Текущий ремонт: включает в себя регулярные проверки и незначительные ремонты, такие как подтяжка рельсов и замена изношенных деталей.
- Профилактическое обслуживание: мероприятия, направленные на предупреждение неисправностей, включая осмотры и очистку.
- Сезонные работы: подготовка пути к различным сезонам, таким как удаление снега или устранение последствий наводнений. [3, С. 14]

#### **Методики скоростной очистки балласта**

К основным этапам работ по скоростной очистке балласта относят:

1. Подготовка к очистке: - Анализ состояния балласта и путевой структуры. - Выбор оборудования, например, машин для мгновенной очистки, которые способны эффективно выполнять задачи.
2. Очистка балласта: - Использование специализированных машин, таких как ЩОМ-2000 или ВПО-С, которые используют вибрационные технологии для удаления нечистот и мусора. - Эти машины могут одновременно извлекать, мыть и сортировать балласт, что значительно сокращает время на выполнение работ.
3. Промывка балласта: - Под высоким давлением проводится промывка балластных камней, что позволяет удалить пыль и мелкие частички. - Важно чтобы камни были чистыми и не содержали загрязнений перед повторной укладкой.
4. Сортировка и укладка: - Отсортированный и очищенный балласт укладывается обратно на путь с учетом необходимых стандартов и плотности. - Заключительная укладка выполняется с соблюдением всех технологических норм, чтобы обеспечить надежность и долговечность пути.
5. Контроль качества: - Проверка выполненных работ с помощью современных измерительных приборов (например, уровень уплотнения и равномерность укладки).
6. Ведение документации о выполненных работах, что способствует дальнейшему анализу и оценке качества. [3, С. 48]

#### **Преимущества скоростной очистки**

- Сокращение времени простоя: Быстрая очистка позволяет минимизировать время, в течение которого путь остается закрытым для движения.
- Повышение безопасности: Качественная очистка снижает риск аварий и улучшает условия для движения поездов.
- Экономия ресурсов: Эффективные технологии помогают снизить затраты на последующие ремонты и обслуживание.

Скоростная очистка балласта — это современный и эффективный метод, который позволяет поддерживать железнодорожные пути в отличном состоянии, заботясь о безопасности и комфорте пассажиров. [3, С. 49]

#### **Обеспечение качества работ:**

- Контроль на всех этапах: регулярные проверки на каждом этапе работ, включая выбор материалов и результаты очистки.
- Документация: ведение журналов и отчетов о проведенных работах и их качестве.
- Использование высококачественного оборудования: применение современных машин и технологий для оптимизации и повышения качества выполнения работ.
- Обучение персонала: регулярные тренинги для работников, чтобы они были в курсе всех новых технологий и методов безопасности. [3, С. 33]

#### **Применение комплекса ЩОМ-2000 и ВПО-С**

##### **Эффективность применения:**

1. Скорость работы: Оба комплекса обеспечивают высокую скорость очистки и восстановления балласта, что значительно сокращает время на проведение ремонтных работ и минимизирует задержки в движении поездов.

2. Качество очистки: ЩОМ-2000 и ВПО-С обеспечивают высокое качество работы, благодаря современным технологиям и оборудованию, что позволяет продлить срок службы балластного слоя и снизить необходимость в частых ремонтах.

3. Универсальность: Оба комплекса могут быть использованы в различных условиях, что делает их подходящими для работы на разных участках железнодорожного полотна.

4. Экономическая выгода: Эффективное выполнение работ позволяет сэкономить средства на последующих ремонтах и увеличить общий срок службы путей. [3, С. 46]

#### **Проблемы и перспективы**

1. Финансовые затраты: Первоначальные инвестиции в оборудование и обучение персонала могут быть высокими, что является значительным барьером для некоторых компаний.

2. Необходимость в техническом обслуживании: как и любое высокотехнологичное оборудование, комплексы требуют регулярного обслуживания и ремонта, что может привести к дополнительным затратам.

3. Ограничения по условиям эксплуатации: В некоторых климатических и географических условиях эффективность работы может снижаться, требуя дополнительных исследований и адаптаций технологий.

4. Перспективы развития: С учетом современных технологий и запросов на высокое качество железнодорожного сообщества, есть потенциал для дальнейшего совершенствования обоих комплексов. Это включает в себя внедрение новых технологий и разработку более экологических решений. [3, С. 69]

#### **Список литературы:**

1. Валиахметов, Алмаз Филюсович. "ВНЕДРЕНИЕ ПРОГРАМНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ РАБОТ МАШИНЫ ВПО-С." (2022): 19-24. URL: <https://auspublishers.com.au/temp/09de28a2a8b0ef4370a6321774800f6a.pdf>

2. Акулинин, Сергей Викторович. "Щебнеочистительная машина ЩОМ-2000: особенности технологии." *Вестник Института проблем естественных монополий: Техника железных дорог* 4 (2019): 69-72. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47107547>

3. КОВТУН, АД. "СОВРЕМЕННЫЕ ПУТЕВЫЕ МАШИНЫ ДЛЯ ОЧИСТКИ РЕЛЬСОШПАЛЬНОЙ РЕШЁТКИ." *Техника и технология наземного транспорта*. 2020. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47107547>

## Современные технологии для надежной работы рельсового пути и устойчивости АЛСН

*Кондакова Арина Дмитриевна, Денисова Дарья Антоновна,  
студенты  
НИПС-филиал ПривГУПС  
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

*Хорошайлова Ирина Георгиевна,  
преподаватель  
НИПС-филиал ПривГУПС  
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

**Аннотация:** современные технологии в железнодорожном транспорте играют ключевую роль в обеспечении надежности работы рельсового пути и устойчивости автоматических локомотивных сигнализаций (АЛСН). С увеличением скорости и интенсивности движения поездов возрастает необходимость в инновационных решениях, способных повысить безопасность и эффективность эксплуатации железных дорог.

**Ключевые слова:** АЛСН; причины сбоев; устойчивое развитие; новые материалы; цифровизация системы; технические неисправности.

Железнодорожные перевозки и сегодня остаются одним из самых надёжных и массовых способов транспортировки пассажиров и грузов экономики любой страны. Но чтобы поезда ходили вовремя, а пассажиры спокойно доезжали до места назначения, нужно не только поддерживать рельсы в отличном состоянии, но и следить за безотказной работой всех автоматических систем, таких как АЛСН (автоматическая локомотивная сигнализация непрерывного действия). [1, С. 56]

Современные требования к качеству и безопасности движения, возрастающий объём перевозок, внедрение высокоскоростных поездов вынуждают специалистов всё чаще обращаться к новым технологиям, чтобы обеспечить надёжную и бесперебойную работу рельсовой инфраструктуры и систем АЛСН. [1, С. 57]

Рельсовый путь представляет собой основную структуру железнодорожного транспорта, которая включает в себя множество компонентов, объединённых для обеспечения безопасного и эффективного движения поездов. [1, С. 60]

Рельсовый путь должен обеспечивать оптимальные условия для движения поезда. Это включает в себя чёткую геометрию пути, минимальные зазоры между рельсами, а также качественное состояние всех элементов (рельсов, шпал, балласта). Он должен быть спроектирован так, чтобы свести к минимуму нагрузки и стеснения, возникающие при движении подвижного состава. [1, С. 24]

Автоматическая локомотивная сигнализация (АЛСН) — это важная система, обеспечивающая безопасность движения поездов. Она функционирует на основе передачи сигналов от рельсовых цепей к локомотиву. [1, С. 33]

### **Принцип работы АЛСН:**

1. Электрические цепи: на железнодорожных путях с устанавливаются специальные устройства, которые передают электрические сигналы по рельсам. Эти сигналы могут варьироваться в зависимости от параметров движения и состояния светофоров.

2. Приём сигналов: на локомотиве существуют катушки, принимающие сигналы. Система интерпретирует эти сигналы и выдает указания машинисту через звуковые и визуальные сигналы.

3. Реакция на сигналы: если локомотив получает сигнал о необходимости остановки (например, красный свет светофора), АЛСН может автоматически применить тормоза, если

машинист не сможет адекватно отреагировать. Это снижает риски аварий и повышает безопасность на железной дороге.

Преимущества: АЛСН помогает в организации более плотного расписания движения поездов, минимизируя вероятность столкновений и повышая общую безопасность системы. [2, С. 146]

### **Влияние состояния рельсового пути на работу АЛСН**

Состояние рельсового пути является критическим фактором, влияющим на работу системы АЛСН. Несоответствия и повреждения в рельсовой инфраструктуре могут значительно нарушить её функционирование. [2, С. 59]

Ключевые аспекты:

- Электрическая изоляция: если рельсы загрязнены или повреждены, это может привести к плохой проводимости электрического сигнала, что, в свою очередь, вызывает сбои в системе АЛСН.

- Геометрия пути: Изменения в кривизне или высоте рельсов могут затруднить правильную интерпретацию сигналов. Например, если путь вогнут или имеет резкие повороты, это может вызвать деформацию сигнала.

- Состояние креплений: если крепления рельсов ослаблены или повреждены, это может привести к изменению их положения, что ухудшает передачу устойчивых сигналов АЛСН. [2, С. 61]

### **Текущие проблемы надежности АЛСН и причины сбоев**

Автоматическая локомотивная сигнализация (АЛСН) является критически важной для обеспечения безопасности на железной дороге, однако она сталкивается с рядом проблем:

1. Технические неисправности:

- Частые срабатывания датчиков и сбой их работы может привести к ложным сигналам.  
- Износ компонентов системы, таких как кабели и соединители, может привести к отказам.

2. Погодные условия:

- Дожди, снег, лед и сильный ветер могут оказывать существенное влияние на работу АЛСН и ловить сигналы (например, замыкание цепей).  
- Увлажнение рельсов и шпал может ухудшать электрическую проводимость.

3. Человеческий фактор:

- Ошибки в управлении со стороны машинистов или диспетчеров могут привести к серьёзным инцидентам.  
- Недостаточная подготовка персонала в использовании технологий АЛСН, что тоже может вызвать сбои.

4. Состояние рельсового пути:

- Неисправности в рельсовом пути (например, деформация рельсов) могут мешать корректной работе АЛСН и вызывать неправомерные реакции системы. [1, С. 4]

### **Интеграция современных технологий в систему АЛСН**

Современные технологии открывают новые горизонты для улучшения надежности и стабильности АЛСН:

- Научные разработки: - Внедрение алгоритмов машинного обучения для предсказания возможных сбоев и автоматического регулирования.

- IoT (Интернет вещей): - Использование сенсоров для мониторинга состояния рельсов и оборудования в режиме реального времени поможет заранее обнаруживать проблемы и предотвращать сбои. Например, системы, способные оценивать нагрузку на рельсы и адаптировать сигналы в зависимости от выявленных потребностей.

- Цифровизация системы: - Переход на цифровую сигнализацию и использование новых типов связи (например, LTE или 5G) увеличивает скорость передачи данных и снижает вероятность передачи ложных сигналов.

- Автоматизация процессов: - Внедрение автоматических систем контроля за состоянием путей и конечной точки для назначения всем поездом более эффективного и безопасного пути. [3, С. 19]

### **Оценка экономической эффективности применения инноваций**

1. Снижение затрат на обслуживание: - Внедрение новых технологий, таких как IoT-датчики, позволяет снизить затраты на техническое обслуживание за счет более раннего обнаружения неисправностей, что предотвращает более дорогие аварии и простои.

2. Увеличение пропускной способности: - Инновационные системы автоматизации и управления, такие как система управления движением на основе искусственного интеллекта, могут увеличить пропускную способность путей, что, в свою очередь, означает больше грузовых и пассажирских перевозок.

3. Сокращение времени простоя: - Применение предиктивного обслуживания может существенно сократить время простоя подвижного состава и инфраструктуры, что в свою очередь увеличивает общую эффективность перевозок.

4. Устойчивость к рискам: - Инновационные подходы к безопасности, такие как современные системы сигнализации, помогают избежать аварий, что экономически выгодно для всех участников транспортной инфраструктуры. [3, С. 65]

### **Будущие направления исследований и разработок**

❖ Развитие всех уровней искусственного интеллекта: - Перспективные исследования в области ИИ и машинного обучения могут улучшить системы управления движением и предсказания возможных неисправностей.

❖ Интеграция беспилотных технологий: - Исследования по внедрению беспилотных поездов требуют тщательной проработки в области безопасности и технологий управления.

❖ Экологически чистые технологии: - Разработка и внедрение более экологичных материалов и технологий для уменьшения углеродного следа и повышения устойчивости инфраструктуры.

❖ Углубленная интеграция с ИТ-системами: - Исследования по углубленной интеграции различных уровней и типов технологий в единую платформу для лучшего управления ресурсами и данными. [3, С. 88]

### **Список литературы:**

1. Пультяков А. В., Скоробогатов М. Э. Системный анализ устойчивости работы систем автоматической локомотивной сигнализации // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2018. №1 (57). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistemnyy-analiz-ustoychivosti-raboty-sistem-avtomaticheskoy-lokomotivnoy-signalizatsii>.

2. Батулин, А. П., and А. П. Осипов. "ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ПРИМЕНЕНИЯ ПОДВИЖНОГО БЛОК-УЧАСТКА С АЛСН." *Р е ц е н з и е н т ы: СЛ Щепанов, кандидат технических наук, начальник* 19 (2023): 72. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=59339554>

3. Батраев В. В. МЕТОДЫ ПРИЕМА И СИНХРОНИЗАЦИИ СИГНАЛОВ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ЛОКОМОТИВНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ // Автоматика на транспорте. 2021. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-priema-i-sinhronizatsii-signalov-avtomaticheskoy-lokomotivnoy-signalizatsii>.

## Передовые технологии в инфраструктуре путевого комплекса

*Лобков Кирилл Евгеньевич, студент*

*НИПС-филиал ПривГУПС  
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

*Быков Максим Сергеевич,*

*студент*

*НИПС-филиал ПривГУПС  
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

*Хорошайлова Ирина Георгиевна, преподаватель*

*НИПС-филиал ПривГУПС  
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

**Аннотация:** развитие путевого хозяйства сегодня неразрывно связано с внедрением высоких технологий. Они служат основным драйвером роста эффективности, безопасности и долговечности железнодорожной инфраструктуры. В данной работе анализируются актуальные технологические решения в сфере диагностики состояния пути, его непрерывного мониторинга и ремонтных работ. Среди них — применение дронов, технологий дистанционного зондирования, автоматизированных комплексов управления. Отдельно исследуется роль цифровых платформ и алгоритмов искусственного интеллекта в оптимизации эксплуатации и системы технического обслуживания путевого комплекса.

**Ключевые слова:** современные технологии, путевое хозяйство, диагностика пути, мониторинг состояния, искусственный интеллект, цифровые платформы, автоматизация, безопасность движения.

Диагностика железнодорожного пути является важным элементом обеспечения безопасности и бесперебойной работы железнодорожного транспорта. Современные методы диагностики позволяют своевременно выявлять дефекты и отклонения, что помогает предотвратить аварии и минимизировать затраты на ремонт. Рассмотрим несколько наиболее распространенных методов диагностики железнодорожного пути.

### **Использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА)**

Беспилотные летательные аппараты (дроны) стали популярным инструментом для обследования железнодорожных путей. Они могут быстро и эффективно обследовать большие участки пути, предоставляя высококачественные фото- и видеоматериалы. Дроны оснащаются камерами высокого разрешения, тепловизорами и другими датчиками, что позволяет проводить детальный анализ состояния пути.

Преимущества использования БПЛА:

- Высокая скорость обследования
- Возможность доступа к труднодоступным участкам
- Минимальное вмешательство в работу железной дороги

Примеры применения дронов включают обследование мостов, туннелей и сложных участков пути, где доступ наземной техники затруднен. [2, С. 116].

### **Системы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ)**

Спутниковые снимки и данные, полученные с помощью систем дистанционного зондирования Земли, используются для мониторинга состояния железнодорожного пути. Эти системы позволяют получать актуальную информацию о состоянии почвы, растительности и других факторов, влияющих на стабильность пути.

Основные преимущества ДЗЗ:

- Обширный охват территории
- Регулярное обновление данных
- Возможность выявления изменений в окружающей среде

Применение спутниковой съемки особенно полезно для мониторинга крупных участков пути и обнаружения потенциальных проблем до того, как они станут критическими. [4, С. 75].

### **Лазерная сканирующая система (LIDAR)**

Технология LIDAR (Light Detection and Ranging) используется для создания трехмерных моделей железнодорожного пути. Лазерный луч сканирует поверхность пути, собирая данные о высоте, ширине и других параметрах. Эта информация затем обрабатывается специальными программами, позволяющими выявить аномалии и дефекты.

Преимущества LIDAR:

- Высокое разрешение и точность измерений
- Создание подробных 3D-моделей пути
- Быстрая обработка больших объемов данных

LIDAR активно применяется для диагностики состояния рельсового полотна, шпал и балласта, позволяя точно определить места, требующие ремонта.

В последние годы в сфере путевого хозяйства наблюдается активное внедрение инновационных материалов и конструкций, направленных на улучшение эксплуатационных характеристик железнодорожного пути, увеличение срока службы его компонентов и снижение затрат на техническое обслуживание. Рассмотрим некоторые из них. [3, С. 320].

### **Композитные материалы для рельсовых скреплений.**

Традиционно используемые металлические элементы рельсовых креплений имеют ряд недостатков, связанных с коррозией, износом и необходимостью частого обслуживания.

Композиционные материалы, такие как стеклопластик и углепластик, обладают рядом преимуществ, делающих их перспективными для применения в путевом хозяйстве.

Преимущества композитных материалов:

- Устойчивость к коррозии и агрессивным средам
- Низкий вес, облегчающий монтаж и транспортировку
- Длительный срок службы без необходимости замены

Экономический эффект от использования композитов заключается в снижении затрат на замену и обслуживание рельсовых креплений, а также в уменьшении простоев, связанных с проведением ремонтных работ. [5].

### **Умные датчики и сенсоры.**

Внедрение интеллектуальных датчиков и сенсоров представляет собой ключевой элемент модернизации инфраструктуры железнодорожного пути. Данные устройства, устанавливаемые на объектах путевого комплекса, осуществляют непрерывный сбор информации о его техническом состоянии, регистрируя температурные режимы, уровни вибрации, динамические нагрузки и другие эксплуатационные показатели.

Организация круглосуточного мониторинга в реальном времени формирует основу для перехода на превентивную модель обслуживания, обеспечивая своевременное обнаружение дефектов и предотвращение инцидентов. Объединение сенсорной сети в централизованную систему управления позволяет проводить комплексный анализ больших данных, повышая обоснованность и оперативность принимаемых решений.

Совершенствование материально-технической базы за счет применения современных композитных материалов и передовых инженерных решений существенно повышает долговечность и надежность пути. Синергия инновационных материалов и технологий интеллектуального мониторинга ведет к оптимизации эксплуатационных расходов. Перспективное развитие данных технологий направлено на достижение максимальных показателей эффективности и бесперебойности железнодорожных перевозок. [1, С. 98]

### **Заключение:**

Технологический прогресс является основным фактором модернизации и развития инфраструктуры путевого хозяйства, обеспечивая качественный рост по ключевым показателям: эффективности, безопасности и надежности. Внедрение инновационных средств мониторинга, включая беспилотные летательные аппараты, системы дистанционного зондирования и лазерные сканеры, кардинально улучшило возможности диагностики и оценки состояния железнодорожного полотна.

Параллельно создание автоматизированных систем управления, базирующихся на цифровых платформах и алгоритмах искусственного интеллекта, формирует основу для оптимального контроля инфраструктуры и проактивного предотвращения аварийных ситуаций.

Внедрение композитных материалов в сочетании с интеллектуальными сенсорными системами способствует продлению жизненного цикла элементов пути и оптимизации затрат на их обслуживание. Указанные технологические решения обеспечивают эволюцию от традиционных методов управления к предиктивной аналитике, основанной на постоянном мониторинге и оперативном реагировании. Данный вектор развития укрепляет статус железнодорожного транспорта как высоконадежной, безопасной, экономически выгодной и комфортной системы перевозок.

### **Список литературы:**

1. Платонов, А. А. Классификационные признаки комбинированного хода дорожно-рельсовых транспортных средств / А. А. Платонов // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – №2. – С. 83.
2. Тарабрин, В. Ф., Бугаенко В. М. Комплексные ресурсосберегающие системы и технологии диагностики инфраструктуры железных дорог // Евразия-Вести: транспортная газета. – 2010. – №4. – С. 24–25.
3. В.М. Ермаков, журнал Евразия вести «Развитие инновационных средств и технологий в путевом комплексе» <http://eav.ru/publ1.php?publid=2012-08a02>
4. Абдурашитов А.Ю., Сычев В.П. «Разработка нормативов содержания путевой инфраструктуры на основе новой классификации 11 железнодорожных линий»
5. В.М. Бугаенко, А.В. Горинов «Эксплуатация железных дорог» (2007) <http://scbist.com/put-putevoe-hozyaistvo/1909-knigi-puteicam-10.html>

### **Безопасность и охрана труда при строительстве и эксплуатации железных дорог**

*Логинова Виктория Александровна, Пудикова Ксения Евгеньевна*  
студенты  
НИПС-филиал ПривГУПС  
г. Нижний Новгород, Российская Федерация

*Хорошайлова Ирина Георгиевна*  
преподаватель высшей категории  
НИПС-филиал ПривГУПС  
г. Нижний Новгород, Российская Федерация

**Аннотация:** в данной статье рассматриваются основные направления обеспечения безопасности и охраны труда при строительстве железнодорожных объектов и их последующей эксплуатации. Рассмотрены основные риски и опасности, а также основные направления обеспечения безопасности и охраны труда

**Ключевые слова:** охрана труда, строительство железных дорог, эксплуатация железных дорог, производственные риски, травматизм.

Охрана труда и безопасность на железнодорожном транспорте — это комплексная система, призванная защитить жизнь и здоровье работников отрасли, пассажиров, а также обеспечить бесперебойное и безопасное движение поездов.

### **1. Специфика рисков на железнодорожном транспорте**

Риски на железнодорожном транспорте отличаются высокой степенью опасности из-за сочетания движущегося подвижного состава большой массы, высоковольтного электрооборудования и необходимости работы людей в непосредственной близости от путей. Их специфика заключается в катастрофической тяжести последствий при реализации даже небольшой ошибки и в комплексном характере (технические, человеческие и организационные факторы переплетаются).[4]

Основные риски:

1. Фактор движения - нахождение людей на путях, нарушение правил перехода, ошибки организации движения могут приводить к наезду на человека, столкновению с препятствием, сходу подвижного состава с рельсов. В общей статистике травматизма достигает 70-80%.[2]

2. Электроопасность - поражение током от контактной сети, шаговое напряжение при обрыве и заземлении провода приводят к тяжелым ожогам, остановке сердца или летальному исходу. Особенно высок риск при работе на вагонах, опорах.[2]

3. Работа с подвижным составом и грузами - Падение с высоты при лазании по вагонам, падение, смещение груза при погрузке/креплении приводят к травмам различной тяжести, в т.ч. несовместимых с жизнью.[2]

4. Производственная среда и инфраструктура - шум и вибрация, которые приводит к профзаболеваниям; работа в любых погодных условиях; снижение внимания, переохлаждение/перегрев, падения повышает вероятность других основных рисков.[2]

### **2. Охрана труда в процессе строительства железных дорог**

Строительство железных дорог связано с выполнением работ повышенной опасности, требующих строгой регламентации.

Ключевой процесс - сооружение земляного полотна, которое включает разработку грунта, перемещение и уплотнение больших масс земли. Работы регулируются специальными Правилами по охране труда, которые устанавливают требования к технологии, территории, складам, транспорту и погрузочно-разгрузочным работам.

Правила устанавливают ряд обязательных мер для минимизации рисков.[3]

#### **1. Организационно-разрешительная документация**

· Наряд-допуск: требуется на выполнение работ с повышенной опасностью. Этот документ определяет условия, меры безопасности и состав бригады.

· Акт-допуск: оформляется для производства работ на территории ОАО «РЖД» подрядной организацией и подтверждает согласование технических и организационных мероприятий по безопасности.[3]

#### **2. Территориальные ограничения и особые зоны**

· Охранные зоны железных дорог: территория по обе стороны полосы отвода, где устанавливается особый режим землепользования для обеспечения безопасности объектов.

· Охранные зоны инженерных сетей: территория вдоль коммуникаций, параметры которой устанавливаются для защиты от внешних воздействий.[3]

#### **3. Работа в условиях действующего движения**

При работах вблизи путей общего пользования особое внимание уделяется: наведённому напряжению и движению подвижного состава.

Безопасность обеспечивается не только техническими, но и организационными мерами. Специалисты, работающие в этой сфере, должны пройти специальное обучение по охране труда. Учебные центры, аккредитованные в системе РЖД, проводят профессиональную переподготовку, включая программы по охране труда на железнодорожном транспорте. Работодатель обязан обеспечивать безопасные условия труда, регулярно проводить оценку профессиональных рисков. Надзор за соблюдением требований правил осуществляется как

внутренними службами охраны труда ОАО «РЖД», так и государственными надзорными органами.[5]

### **3. Охрана труда при эксплуатации объектов железнодорожного транспорта**

Техническое обслуживание, содержание и ремонт объектов инфраструктуры (пути, искусственные сооружения, устройства автоматики, связи и электроснабжения) регламентируется отдельными Правилами по охране труда.

Для работников путевого хозяйства охрана труда включает в себя строгие правила, направленные на минимизацию рисков при работе на железнодорожных путях. Основой являются отраслевые нормативные акты и инструкции, действующие в ОАО «РЖД».[1]

Основные правила безопасности для работников

При нахождении и работе на путях сотрудники обязаны соблюдать следующие правила:

- Передвижение вдоль путей допускается только по обочине или посередине между путями. Необходимо постоянно следить за движением на смежных путях.[2]
- Переход через пути осуществляется только под прямым углом, не наступая на рельс. Категорически запрещено переходить пути в районе стрелочных переводов или подлезать под вагонами.[2]
- При приближении поезда необходимо отойти на расстояние не менее 2-2,5 метров от крайнего рельса, стоять лицом к движению и наблюдать за составом.[2]

Основными документами являются:

1. Правила по охране труда при эксплуатации железнодорожного транспорта (ПОТ РЖД-01-95) - это базовый документ, устанавливающий общие требования для всех работников железнодорожного транспорта.[6]

2. Отраслевые и местные инструкции - разрабатываются более детальные инструкции для конкретных профессий и для работы на конкретных объектах.[6]

3. Федеральные законы и нормативные акты: Трудовой кодекс РФ, Федеральный закон "О железнодорожном транспорте в Российской Федерации", правила технической эксплуатации (ПТЭ).[6]

Основные требования и организационные меры

Безопасность обеспечивается через строгие процедуры и постоянный контроль.[4]

1. Организация безопасного производства работ

· Наряд-допуск, наряд или распоряжение обязательны для большинства работ, особенно вблизи путей. В них указываются время, место, условия безопасного выполнения и ответственные лица.[3]

· Ограждение места работ и подача сигналов - использование красных флажков, фонарей, сигнальных знаков для ограждения опасной зоны.

· Все работники должны быть обеспечены исправными средствами радиосвязи для экстренного оповещения о приближении поезда.

2. Требования к персоналу

· Обязательное обучение и инструктажи. Проводятся перед допуском к работе и периодически. Особое внимание — правилам нахождения в границах железнодорожного пути.[4]

· Медицинские осмотры. Предварительные (при приеме на работу) и периодические для работников, связанных с движением поездов.[4]

· Требования безопасности и охраны труда при обслуживании и ремонте пути

Для работников путевого хозяйства безопасность при обслуживании и ремонте пути регулируется строгими правилами, главными из которых являются «Правила охраны труда при эксплуатации железнодорожного транспорта» и внутренние инструкции РЖД. Для большинства ремонтных работ требуется допуск, который определяет место, время, условия и ответственных за безопасность. Участок места производства работ должен быть огражден сигналами остановки, красными щитами, фонарями. Необходимо наличие исправной двусторон-

ней связи между руководителем работ и дежурным по станции для своевременного предупреждения о приближении поезда. Все работники должны пройти предварительный и периодические медицинские осмотры.[1]

Требования безопасности при:

- Текущем содержании пути: Осмотр пути должен вестись как минимум двумя работниками, один из которых — наблюдает за движением. Работать на участках с движением можно только с сигнальником, который заранее предупреждает бригаду о поездах.[1]

- Капитальном и среднем ремонте пути: Организация «окон» — специальных технологических перерывов в движении поездов. При использовании путевых машин устанавливается зона безопасности, посторонним находиться в которой запрещено.[3]

- Работы на электрифицированных участках: запрещено приближаться к частям контактной сети на расстояние менее 2 метров. Все работы в охранной зоне контактной сети требуют согласования и, как правило, снятия напряжения и заземления. Переносить длинные материалы (рельсы, трубы) можно только горизонтально и под контролем ответственного.[1]

#### **4. Основные направления обеспечения безопасности и охраны труда**

Основные направления обеспечения безопасности при строительстве и эксплуатации железных дорог образуют единую систему, где меры на этапе строительства закладывают основу для безопасной эксплуатации.[2]

Направление 1: Нормативное регулирование и система управления

- На этапе строительства ключевым документом являются ПОТ РЖД-4100612-ЦУКС-2022, которые жестко регламентируют взаимодействие с заказчиком (РЖД), оформление актов-допусков, работу в охранных зонах.[5]

- На этапе эксплуатации основные правила изложены в ПОТ РЖД-01-95 и детализированы в тысячах местных и отраслевых инструкций для каждой профессии.[5]

- Общая основа – внедрение Системы управления охраной труда (СУОТ) и Системы управления профессиональными рисками (СУПР). Это означает переход от реагирования на происшествия к их плановому предупреждению через идентификацию опасностей и оценку рисков для каждого рабочего места и технологической операции.[5]

Направление 2: Управление персоналом и человеческим фактором

Человеческий фактор — основная причина инцидентов, поэтому управление им является центральным направлением.

- Профессиональный отбор и медицинское обеспечение: особенно строгие требования к машинистам, диспетчерам, водителям авто- и спецтехники. Обязательны предварительные, периодические и пред сменные медосмотры.[5]

- Формирование культуры безопасности и мотивация: Цель — сделать безопасное поведение внутренней потребностью работника. Используются методы позитивного подкрепления, диалоговые площадки, анализ «независимых инцидентов» (cases, когда нарушения не привели к аварии).[2]

Направление 3: Организационно-технологические меры защиты.

- Планирование и допуск к работам: Применение нарядов-допусков, распоряжений, актов-допусков, которые определяют состав бригады, время, место и исчерпывающий перечень мер безопасности. На эксплуатации вводятся «технологические окна» — периоды, когда движение поездов на определенном участке прекращается для безопасного проведения работ.[4]

- Изоляция опасной зоны и сигнализация: Использование красных флажков, фонарей, переносных сигналов «Стоить!». Назначение сигнальщиков для предупреждения бригады о приближении поезда. При строительстве — ограждение строительных площадок.[5]

Направление 4: Контроль, надзор и культура безопасности

Трехступенчатый контроль: Ежедневный контроль мастером (1-я ступень), еженедельный – руководителем подразделения (2-я ступень), ежемесячный – комиссией предприятия (3-я ступень).[5]

Административный и государственный надзор: Контроль со стороны служб охраны труда компании, а также надзорных органов (Ространснадзор).[3]

## **5. Предупреждение происшествий и инцидентов**

Предупреждение происшествий и инцидентов при строительстве и эксплуатации железных дорог основано на проактивном и системном подходе, где основная цель — не реагирование, а предотвращение.[2]

### **1. Принцип «Нулевого травматизма» (Vision Zero)**

Концепция предполагает, что каждый несчастный случай можно предотвратить, а безопасность является приоритетом, стоящим выше производственных задач или графика. Вместо поиска виновных после инцидента фокус смещается на поиск и устранение коренных причин рисков.[5]

### **2. Управление профессиональными рисками**

Процесс включает постоянный анализ всех операций - для выявления потенциальных источников вреда; определение вероятности и тяжести последствий; особое внимание уделяется работам в условиях действующего движения, на высоте, с электроустановками; разработку и внедрение мер контроля.[2]

### **3. Управление человеческим фактором**

Поскольку большинство инцидентов связано с действиями людей, профилактика включает:

- Переход от дисциплинарных мер к созданию среды, где работник осознанно соблюдает правила, а руководство открыто для сообщений об ошибках и «почти случившихся» происшествиях.[1]
- Неукоснительное соблюдение нарядно-допускной системы (особенно при строительстве и ремонте) и правил технологических окон.[3]
- Программы поощрения за безопасное поведение, вовлечение работников в аудиты и разработку инструкций.[4]

## **Список литературы:**

1. Охрана труда в путевом хозяйстве [Электронный ресурс]. - URL: [https://instructionsrzd.ucoz.ru/load/dlja\\_putejcev/okhrana\\_truda\\_v\\_putevom\\_khozjajstve\\_tereshin\\_v\\_s\\_kamenskij\\_v\\_b/13-1-0-439](https://instructionsrzd.ucoz.ru/load/dlja_putejcev/okhrana_truda_v_putevom_khozjajstve_tereshin_v_s_kamenskij_v_b/13-1-0-439)
2. Правила по охране труда на железнодорожном транспорте [Электронный ресурс]. - URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_182373/236e58a1485c84da7e1296f2dd2bf2103236f3a0/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_182373/236e58a1485c84da7e1296f2dd2bf2103236f3a0/)
3. Правила по охране труда при сооружении земляного полотна железных дорог [Электронный ресурс]. - URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293853/4293853977.htm>
4. Безопасность на объектах железнодорожного транспорта [Электронный ресурс]. - URL: <https://mindortrans.tatarstan.ru/bezopasnost-na-obektah-zheleznodorozhnogo.htm>
5. Основные задачи охраны труда в ОАО «РЖД» [Электронный ресурс]. - URL: <https://sr2021.rzd.ru/ru/social-aspect/occupational-industrial-safety/management-approach>
6. Распоряжение от 4 декабря 2008 г. №2595р об утверждении инструкции по охране труда для работников, занятых созданием и содержанием защитных лесонасаждений железных дорог - филиалов ОАО «РЖД» [Электронный ресурс]. - URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=134439>

## Путевое хозяйство железных дорог: вектор, направленный в будущее

**Назаров Руслан Денисович, Спахова Анна Александровна,**  
студенты

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования «Ростовский государственный университет  
путей сообщения» (ФГБОУ ВО РГУПС) филиала РГУПС в г. Воронеж,

**Шпилова Юлия Васильевна,**  
преподаватель,

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования «Ростовский государственный университет  
путей сообщения» (ФГБОУ ВО РГУПС) филиала РГУПС в г. Воронеж

**Аннотация:** статья об инновациях в путевом хозяйстве железнодорожного транспорта подчеркивает их значимость для обеспечения безопасности, комфорта и эффективности работы. Рассматриваются современные технологии, новые материалы, системы мониторинга и обучения сотрудников, демонстрирующие потенциал для улучшения инфраструктуры и обслуживания.

**Ключевые слова:** путевое хозяйство, инфраструктура, технологии

Путевое хозяйство занимает ключевое место в обеспечении безопасного и комфортного передвижения пассажиров по железной дороге. Внедрение современных и инновационных технологий в эту сферу способно значительно повысить качество обслуживания и улучшить эффективность функционирования железнодорожного транспорта.

Система управления путевым хозяйством является важнейшим элементом транспортной инфраструктуры, от которого зависят безопасность движения, надёжность перевозок и эффективность эксплуатации железнодорожной сети. В условиях стремительного технологического прогресса и роста требований к уровню транспортных услуг особое внимание уделяется перспективам применения новых методов управления путевой инфраструктурой. В данной работе рассматриваются актуальные тенденции, технические решения и подходы, способные существенно усовершенствовать процессы управления путевым хозяйством [2].

Прежде чем анализировать инновационные методы, необходимо обозначить основные проблемы, характерные для современного состояния путевой инфраструктуры:

- изношенность и необходимость модернизации значительной части железнодорожных путей;
- вопросы безопасности: рост числа инцидентов, связанных с нарушением правил движения и рисками для людей;
- экологическая нагрузка транспортных систем, требующая внедрения более экологичных технологий;
- потребность в рациональном использовании ресурсов, включая оптимизацию затрат на содержание и эксплуатацию путей [3].

Одним из приоритетных направлений развития путевого хозяйства является внедрение современных технических решений. Автоматизация производственных процессов снижает влияние человеческого фактора и повышает общую надёжность работы железнодорожного транспорта. Так, системы управления движением, основанные на технологиях искусственного интеллекта, способны предотвратить аварийные ситуации и сократить количество задержек.

Значительную роль в модернизации путевого хозяйства играет использование систем мониторинга и диагностики. Такие системы позволяют своевременно обнаруживать дефекты инфраструктуры и предотвращать возможные инциденты. Применение диагностического оборудования делает регулярное обследование путей более точным и оперативным. Технологии IoT обеспечивают постоянный контроль состояния рельсов, шпал и других элементов пути.

Датчики, размещённые вдоль полотна, фиксируют нагрузку, вибрации и другие параметры. Аналитические инструменты обработки больших данных помогают прогнозировать потребности в ремонте и разрабатывать оптимальные графики обслуживания и движения поездов.

Перспективным направлением является создание трёхмерных цифровых моделей путевой инфраструктуры, облегчающих проектирование и планирование ремонтных работ. Такой подход позволяет оценить последствия предполагаемых изменений и улучшает качество принимаемых технических решений. Моделирование транспортных потоков и использование симуляций также повышают эффективность управления путевым хозяйством.

Экологическая составляющая становится всё более значимой. Применение альтернативных, экологически безопасных материалов при строительстве и ремонте путей способствует снижению воздействия на окружающую среду. Энергосбережение, в том числе внедрение солнечных панелей и других возобновляемых источников энергии, также рассматривается как важное направление развития.

В современных условиях актуально создание цифровых платформ для взаимодействия с пользователями транспортной инфраструктуры. Такие системы позволяют гражданам сообщать о проблемах, вносить предложения и участвовать в принятии решений, что повышает доверие к органам управления и позволяет оперативно реагировать на возникающие ситуации.

Существенное значение имеет разработка новых материалов и технологических решений, увеличивающих срок службы рельсов, балласта и прочих элементов путевого хозяйства. Инновационные материалы отличаются повышенной устойчивостью к износу и коррозии, что снижает расходы на ремонтно-восстановительные работы [4].

Инновации затрагивают и сферу подготовки кадров. Современные образовательные программы и технологии обучения помогают формировать компетентный персонал, способный эффективно работать с новыми системами и оборудованием, что повышает общий уровень конкурентоспособности железнодорожного транспорта.

Для иллюстрации рассмотрим несколько примеров успешного внедрения инноваций:

1. применение беспилотных летательных аппаратов для осмотра путей — в ряде стран дроны уже используются для оперативной оценки состояния инфраструктуры, что снижает расходы на традиционные проверки;
2. внедрение интеллектуальных транспортных систем (ITS) — в крупных городах такие системы позволили улучшить управление потоками и сократить число ДТП;
3. использование блокчейн-технологий — подобные решения обеспечивают прозрачность процессов ведения документации и заключения контрактов на обслуживание и строительство железнодорожных участков.

Перспективы внедрения новых технологий в управление путевым хозяйством весьма значительны. Интеграция IoT, 3D-моделирования, экологически ориентированных решений и иных инновационных подходов способна существенно повысить уровень безопасности и надёжности транспортной инфраструктуры [5]. Однако успешное применение новаторских технологий требует вложений, подготовки специалистов и сотрудничества государственных структур, частных компаний и общества. Только комплексные меры позволят преодолеть существующие трудности и сформировать устойчивую, эффективную транспортную систему будущего.

Таким образом, развитие и внедрение инноваций в путевом хозяйстве открывает широкие возможности для улучшения качества перевозок, повышения уровня безопасности пассажиров и совершенствования работы железнодорожной отрасли в целом [4]. Продолжение исследований и внедрение новых технологических решений являются важным условием стабильного функционирования путевой инфраструктуры.

#### **Список литературы:**

1. Кочеткова, А.Е. Транспортная безопасность: / А. Е. Кочеткова. — Москва: УМЦ

- ЖДТ, 2024. — 244 с. — 978-5-907695-39-9. — Текст: электронный // УМЦ ЖДТ: электронная библиотека. — URL: <https://umczt.ru/books/971/290003/> — Режим доступа: по подписке.
2. Крейнис, З.Л. Железнодорожный путь: учебник / З. Л. Крейнис, В. О. Певзнер. — Москва: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2009. — 432 с. — 978-5-89035-572-0. — Текст: электронный // УМЦ ЖДТ: электронная библиотека. — URL: <https://umczt.ru/books/1193/223396/> — Режим доступа: по подписке.
3. Крейнис, З.Л. Техническое обслуживание и ремонт железнодорожного пути: учебник / З. Л. Крейнис, Н. Е. Селезнева. — Москва: УМЦ ЖДТ, 2019. — 453 с. — 978-5-907055-60-5. — Текст: электронный // УМЦ ЖДТ: электронная библиотека. — URL: <https://umczt.ru/books/1193/230302/> — Режим доступа: по подписке.
4. Литвинова, С.Г. Строительные материалы и изделия: учебное пособие / С. Г. Литвинова. — Москва: УМЦ ЖДТ, 2023. — 296 с. — 978-5-907479-99-9. — Текст: электронный // УМЦ ЖДТ: электронная библиотека. — URL: <https://umczt.ru/books/1202/280429/> — Режим доступа: по подписке.
5. Новакович, В.И. Математическое моделирование систем и процессов: / В. И. Новакович, Е. В. Корниенко. — Ростов-на-Дону: РГУПС, 2023. — 87 с. — 978-5-907494-56-5. — Текст: электронный // УМЦ ЖДТ: электронная библиотека. — URL: <https://umczt.ru/books/1214/289016/> — Режим доступа: по подписке.

### Современные технологии в путевом хозяйстве

*Паскаль Илья Дмитриевич,  
студент*

*НИПС-филиал ПривГУПС  
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

*Зиновьев Данил Николаевич,  
студент*

*НИПС-филиал ПривГУПС  
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

***Аннотация:** в статье рассматривается трансформация подходов к контролю и обслуживанию железнодорожного пути, связанная с внедрением цифровых технологий. Анализируется переход от традиционных, основанных на ручном труде и периодических осмотрах методов, к системам непрерывного, точного и прогнозного мониторинга как ключевого элемента концепции «Цифровой железной дороги». Также затрагиваются вызовы, стоящие перед отраслью: высокие инвестиционные затраты, сложности интеграции и необходимость подготовки кадров. В заключении обосновывается, что цифровизация мониторинга представляет собой смену парадигмы управления, ведущую к созданию безопасной, надежной и экономически эффективной железнодорожной системы будущего.*

***Ключевые слова:** мониторинг, цифровые технологии, перспективы, автономность, датчики, эффективность, мобильные комплексы, цифровое развитие, безопасность движения.*

Железнодорожный путь — это основа безопасности и бесперебойности движения поездов. Традиционные методы его контроля, основанные на визуальном осмотре и ручных замерах, постепенно уходят в прошлое. Им на смену приходят цифровые технологии мониторинга, которые обеспечивают непрерывный, точный и прогнозный анализ состояния путевой инфраструктуры. Эта трансформация — часть глобального тренда «Цифровых железных дорог» (Digital Railway).

## Ключевые цифровые технологии мониторинга

### 1. Дефектоскопия нового поколения

- Ультразвуковые и электромагнитные дефектоскопы с GPS-привязкой: Современные вагоны-дефектоскопы оснащаются датчиками, которые не просто фиксируют дефект рельса (трещины, расслоения), но и точно определяют его координаты с помощью GPS/ГЛОНАСС. Все данные автоматически заносятся в цифровую базу. [1.С.48]

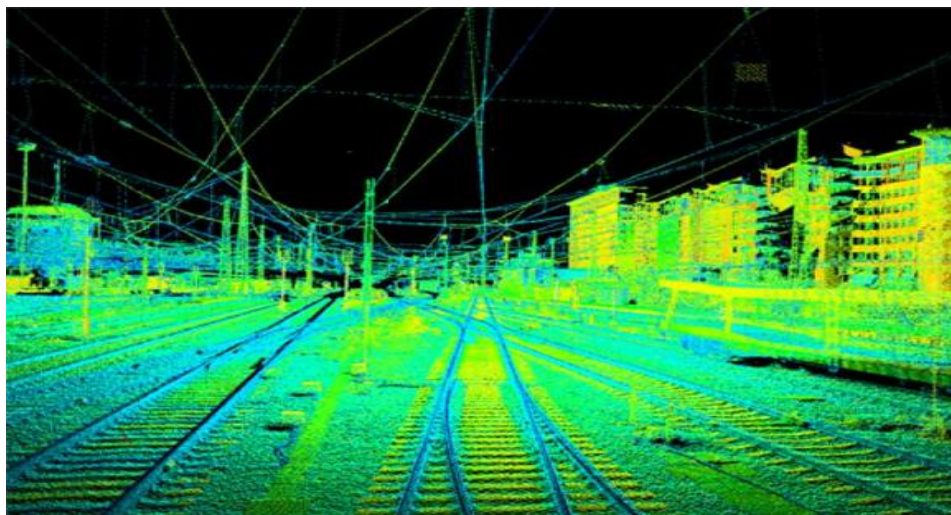


Рисунок 1 - Ультразвуковые дефектоскопы с GPS-привязкой

### Геодезический мониторинг и системы технического зрения

- Мобильные комплексы на основе ГНСС и инерциальных систем: Установленные на вагонах или специальных транспортных средствах, они с высокой частотой (до 200 раз в секунду) измеряют геометрию пути: положение в плане, профиль, уровень, ширину колеи, перекосы. Данные обрабатываются в реальном времени.

- Лазерное сканирование (LiDAR) и фотосъемка: создают точные 3D-модели пути и окружающей инфраструктуры. Позволяют контролировать габариты, состояние откосов, балластной призмы, контактной сети. [2. С. 139]



вание (LiDAR)

Ри-  
сунок 2 -  
Лазерное  
сканиро-

### 2. Системы распределенного и волоконно-оптического контроля

- Акселерометры и датчики напряжения: распределенные сети таких датчиков, установленных вдоль пути, непрерывно регистрируют вибрации и нагрузки от проходящих поездов. Анализ этих данных позволяет оценить состояние балласта, шпал, обнаружить просадки.

- Волоконно-оптические системы (DAS/DTS): оптический кабель, проложенный вдоль пути, работает как распределенный микрофон и термометр. Технология Акустического мониторинга (DAS) «слышит» и анализирует звук проходящего поезда, идентифицируя такие дефекты, как плохие стыки, сколы на колесах или незаконные вмешательства в полосу отвода. Термомониторинг (DTS) отслеживает температуру рельсов. [4.С.63]

### 3. Системы видео аналитики и беспилотного контроля

- Камеры высокого разрешения с ИИ-обработкой: установленные на локомотивах или стационарных опорах, они автоматически распознают и классифицируют дефекты: сломанные рельсы, нарушения балластной призмы, растительность в габарите, посторонние предметы.

- Дроны (БПЛА): эффективны для обследования труднодоступных участков (мосты, тоннели, откосы), создания ортофотопланов и 3D-моделей. Позволяют быстро оценить масштабы чрезвычайных ситуаций (размывы, обвалы). [3.С.98]

### **Преимущества цифровых технологий**

1.Повышение безопасности: раннее выявление критических дефектов, предотвращение сходов и аварий.

2.Рост пропускной способности: сокращение «окон» для проверок, переход к мониторингу в процессе движения.

3.Снижение затрат: оптимизация ремонтных работ, экономия на преждевременной замене элементов, сокращение ручного труда.

4.Объективность и преемственность данных: исключение человеческого фактора, создание полной цифровой истории каждого участка пути.

5.Дальновидное планирование: возможность долгосрочного прогнозирования и стратегического развития инфраструктуры.

### **Вызовы и перспективы**

Внедрение цифровых технологий сталкивается с проблемами: высокие первоначальные инвестиции, необходимость интеграции разрозненных систем, нехватка квалифицированных кадров, вопросы кибербезопасности и работы с большими данными. Однако будущее однозначно за интеллектуальными, самообучающимися системами мониторинга.

Тренды указывают на развитие:

- Полной автономности диагностических комплексов.

- Гипердетализации данных с использованием IoT-датчиков нового поколения.

- Глубокой интеграции с системами управления движением поездов для адаптивного регулирования скорости на проблемных участках. Заключение Цифровизация мониторинга пути — это не просто замена инструментов, это смена парадигмы управления инфраструктурой. От периодических и точечных проверок железная дорога переходит к непрерывному, комплексному и интеллектуальному контролю. Это создает основу для безопасных, надежных и экономически эффективных железнодорожных перевозок в XXI веке, отвечая растущим требованиям к грузо- и пассажиропотокам. Технологии становятся ключевым фактором конкурентоспособности и устойчивого развития транспортных систем. [5.С.13]

### **Заключение.**

Цифровизация мониторинга пути — это не просто замена инструментов, это смена парадигмы управления инфраструктурой. От периодических и точечных проверок железная дорога переходит к непрерывному, комплексному и интеллектуальному контролю. Это создает основу для безопасных, надежных и экономически эффективных железнодорожных перевозок в XXI веке, отвечая растущим требованиям к грузо- и пассажиропотокам. Технологии становятся ключевым фактором конкурентоспособности и устойчивого развития транспортных систем.

### Список литературы:

1. Гусев А.Б., Петров К.Л. Применение волоконно-оптических систем акустического мониторинга (DAS) для контроля состояния железнодорожного полотна // Транспорт Российской Федерации. – 2023. – № 2(87). – С. 45-52.
2. Стандарт организации ОАО "РЖД" СТО РЖД 1.09.003-2020. Мониторинг технического состояния железнодорожного пути с применением цифровых технологий. Основные положения.
3. Концепция развития системы мониторинга и диагностики инфраструктуры ОАО "РЖД" на период до 2025 года. – М.: Департамент пути и сооружений ОАО "РЖД", 2019. – 65 с.
4. Журнал «РЖД-Партнер». Спецпроект "Цифровая магистраль": URL: <https://www.rzd-partner.ru/digest/digital/>

### Роль мостов в годы Великой Отечественной войны

*Попов И.И.,  
студент*

*Чурсанова Н.И.,  
преподаватель колледжа  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования «Гжельский государственный университет» колледж  
Московская область, Раменский округ, пос. Электроизолятор*

**Аннотация:** Одним из важнейших элементов военной инфраструктуры были мосты. В условиях войны каждый мост становился стратегическими объектами, на которых держались целые направления фронта. Особая роль принадлежала железнодорожным мостам. В военное время мосты испытывали ряд нагрузок. После авиаударов или атак химических боеприпасов могли возникать пожары. Для защиты мостов использовали целый комплекс мер. Форсирование Днепра в 1943 году стало одной из крупнейших и сложнейших инженерных операций войны. Генерал Павел Иванович Батов, проявил себя как специалист по форсированию рек. Мосты в годы Великой Отечественной войны стали незаметными героями, без которых невозможно было бы вести наступление и удерживать оборону.

**Ключевые слова:** мосты в годы Великой Отечественной войны, железнодорожные мосты, нагрузки, инженерные войска, временные переправы, форсирование Днепра, Павел Иванович Батов

В истории Великой Отечественной войны обычно выделяют крупные сражения, ключевые операции, действия армий и флотов. Однако за всеми этими масштабными событиями скрывается огромный объем инженерной работы, без которой ни одна операция не могла бы быть выполнена. Одним из важнейших элементов военной инфраструктуры были мосты. Они обеспечивали движение войск, подвоз боеприпасов, эвакуацию раненых и населения, а также соединяли между собой отдельные районы страны.

В условиях войны каждый мост становился стратегическим объектом. Иногда судьба целой армейской группы зависела от того, будет ли мост удержан, восстановлен или своевременно разрушен, чтобы не дать противнику пройти дальше. Немецкое командование также прекрасно понимало значение мостов и стремилось уничтожить их авиаударами, артиллерией и диверсионными группами.

С началом войны мосты стали объектами повышенной важности. Любая армия, ведущая наступление или оборону, нуждается в стабильных путях снабжения. Если снабжение

нарушается, войска быстро теряют боеспособность. Мосты позволяли поддерживать логистику на больших расстояниях, обеспечивать связь между фронтом и тылом. Через мосты проходили танковые колонны, артиллерийские установки, автомобили с боеприпасами и продовольствием, санитарный транспорт, железнодорожные составы с техникой, эвакуационные поезда. Поэтому практически каждый крупный мост либо защищали всеми силами, либо стремились как можно быстрее восстановить после повреждения.

В первые месяцы войны СССР столкнулся с быстрым продвижением немецких войск. Разрушение мостов позволяло задерживать врага, замедлять его движение, давать время для организации обороны. С другой стороны, когда наступала Красная армия, свои мосты требовалось беречь, а разрушенные — срочно восстанавливать [3].

Причины важности мостов. Ограниченность альтернатив. Не везде были дамбы, объездные пути или мелководья. Огромные реки. Такие как Волга, Днепр, Дон, Неман — без мостов преодолеть их быстро было невозможно. Скорость манёвра. Армия, имеющая рабочие мосты, могла передвигаться быстрее. Поддержка крупных операций. Наступления под Москвой, на Курской дуге, форсирование Днепра — всё требовало мощной инфраструктуры. Таким образом, мосты становились объектами, на которых держались целые направления фронта.

Многие мосты в годы войны становились местами ожесточённых боёв. Их пытались удерживать до последнего, иногда подрывали буквально за минуты до захвата врагом. Также противник активно охотился за мостами: авиация наносила точечные удары, диверсанты закладывали взрывчатку, артиллерия обстреливала опоры.

Нередко мосты наши военные старались не разрушать полностью, а делать их временно непригодными, чтобы инженеры могли быстро восстановить конструкцию при смене стороны.

Особая роль принадлежала железнодорожным мостам. От функционирования железной дороги зависел подвоз топлива, военной техники, эшелонов с бойцами. Поэтому железнодорожные мосты охраняли особенно тщательно, выставляли зенитные точки, строили ложные сооружения, маскировали полотна и опоры, ставили дымовые завесы. Разрушение железнодорожного моста могло остановить движение снабжения на многие дни, поэтому инженерные части работали без остановки, чтобы вернуть его в строй.

В мирное время мосты рассчитываются под определённые нормы нагрузки. Однако в войну через них проходила тяжёлая техника — танки, бронетранспортёры, тягачи, артиллерия, а иногда и составы с грузами превышенной массы. Это создавало: динамические нагрузки, ударные воздействия, вибрации, превышающие обычные нормы, прогибы пролётных конструкций. Опоры также испытывали высокое давление, перепады температур и воздействие воды.

На мосты часто наносились удары авиационными бомбами или артиллерией. Взрыв создавал ударную волну, которая разрушала металлические фермы, бетонные пролёты, опоры в воде, настилы и рельсовые пути. Диверсионные группы также устанавливали заряды, пытались повредить наиболее слабые участки — стыки металлоконструкций и швы опор.

Во время войны боевые действия велись в разных климатических зонах: от южных районов СССР до крайних северных территорий. Зимой морозы вызывали хрупкость металла и растрескивание бетона. Летом происходили тепловые расширения материалов. Температурные нагрузки приводили к ослаблению сварных швов, растрескиванию поверхностей, деформации некоторых элементов.

Особенно сложной была ситуация с мостами через крупные реки. Ледоход весной мог повредить опоры, а сильное течение подмывало основание фундамента. Во время паводков вода могла достигать уровня пролётных конструкций. Инженерные войска регулярно укрепляли опоры, устанавливали дополнительные элементы, контролировали состояние грунтов.

После авиаударов или атак химических боеприпасов могли возникать пожары на деревянных мостах или на железнодорожных полотнах, выложенных деревянными шпалами. Их

тушение было сложным и требовало быстрого реагирования. Для защиты мостов использовали целый комплекс мер: вооружённые посты круглосуточной охраны; маскировка сетями, ветками, красками; создание ложных мостов рядом; установка дымовых завес; противоздушная оборона; инженерные заграждения.

Мосты часто перекрывали цепями и баррикадами, чтобы предотвратить проникновение диверсантов.

Роль инженерных войск трудно переоценить. Они занимались: строительством новых временных переправ; обследованием повреждённых конструкций; укреплением опор и пролётов; монтажом металлических ферм; заменой повреждённых элементов. Инженеры работали под обстрелами, иногда ночью, чтобы избежать авиации. Для восстановления применялись: понтонные переправы, деревянные временные мосты, металлические сборные конструкции, фермовые пролёты, временные опоры из бревен и свай. Наиболее важным было быстрое восстановление работоспособности, даже если мост временно получался менее прочным, чем до разрушения [1].

Форсирование Днепра в 1943 году стало одной из крупнейших и сложнейших инженерных операций войны. Большинство мостов были взорваны немцами, и Красной Армии пришлось создавать переправы с нуля. Сапёры наводили понтонные мосты, часто под непрерывными обстрелами. В отдельных участках переправы приходилось перестраивать по нескольку раз на день. Генерал Павел Иванович Батов, командующий 65-й армией, проявил себя как специалист по форсированию рек. 65-я армия получила прозвище «армия прорыва», так как её задачей было создание плацдармов на западном берегу Днепра и обеспечение последующего продвижения советских войск [2].

Как происходило форсирование. Сапёры обследовали реку, выбирали участки с наименьшей скоростью течения и удобными берегами. Устанавливали временные переправы: понтонные мосты, деревянные настилы и металлические сборные конструкции. Одновременно создавались ложные мосты и дымовые завесы для маскировки от немецкой артиллерии.

Для восстановления мостов использовали металлические понтоны и фермы для тяжёлой техники, деревянные мосты и настилы для пехоты и автомобилей, временные опоры из свай, бревен и мешков с песком. В восстановительных работах было задействовано около 15–20 тысяч человек, включая сапёров, пехоту и артиллерию. Люди работали под огнём, часто ночью, в холодной воде и с сильным течением. Через переправы проходили танки Т-34, ИС-2, артиллерия, тягачи с боеприпасами, санитарные и продовольственные колонны. Мосты испытывали динамические нагрузки, вибрации и ударные воздействия, что требовало постоянного ремонта и перестройки.

Батову удалось обеспечить первое успешное переправление войск через Днепр, что стало решающим фактором для последующих операций, включая освобождение Белоруссии и продвижение к Берлину. Инженеры обеспечивали быстрый монтаж, восстановление и укрепление мостов, что позволило армии быстро создавать плацдармы на западном берегу.

Мосты в годы Великой Отечественной войны стали незаметными героями, без которых невозможно было бы вести наступление и удерживать оборону. Они обеспечивали передвижение войск, снабжение и связь фронта с тылом. Работа инженерных войск была столь же важна, как действия боевых подразделений, и во многом определяла успех операций и исход войны.

### **Список литературы:**

1. Аверченко Глеб Александрович, Борисов Вячеслав Андреевич, Васильев Кирилл Андреевич КАПИТАЛЬНОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ МАССИВНЫХ ОПОР МОСТОВ // ИТСТ. 2021. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kapitalnoe-vosstanovlenie-massivnyh-opor-mostov> (дата обращения: 10.12.2025).

2. «Наш Суворов» [Электронный ресурс] // «Военное обозрение», 2010-2025: [сайт]. URL: <https://topwar.ru/117503-nash-suvorov-tak-skazal-rokossovs.html> (дата обращения: 10.12.2025).

## **Роль искусственного интеллекта в обеспечении эффективной работы железнодорожного транспорта**

**Стрелков Константин Алексеевич**

*студент*

*Красноярского техникума железнодорожного транспорта  
г. Красноярск, Российская Федерация*

**Тухватулина Олеся Александровна**

*преподаватель*

*Красноярского техникума железнодорожного транспорта*

**Аннотация.** *в статье проанализировано влияние искусственного интеллекта на повышения качественных показателей производственно – финансовой деятельности железнодорожного транспорта. Основное внимание уделено тому, каким образом технологии искусственного интеллекта могут повысить эффективность труда железнодорожного транспорта, снижая затраты времени и увеличивая продолжительность оперативного времени работы.*

**Ключевые слова:** *затраты, оптимизация, искусственный интеллект, эффективность.*

Внедрение искусственного интеллекта в сферу деятельности железнодорожной отрасли представляет собой значительный шаг вперед в оптимизации процессов, повышения безопасности и снижения затрат. Одним из ключевых аспектов, который обосновывает необходимость использования искусственного интеллекта, является его способность существенно сократить затраты рабочего времени. Это достигается за счет автоматизации рутинных задач, улучшения планирования и прогнозирования, а также повышения эффективности работы персонала.

Сокращение затрат рабочего времени специалистов по нормированию труда можно осуществить уже сейчас за счет компьютерного зрения

Компьютерное зрение - это область искусственного интеллекта, которая занимается тем, как компьютеры и машины могут "видеть" и интерпретировать окружающий мир, подобно тому, как это делает человек. Целью этой работы является автоматизация ручного труда при анализе и обработке видеозаписей производственных работ дистанции пути.

Специалистам по нормированию труда важно знать об итогах обработки и анализа видеозаписей производственных работ работников железнодорожного транспорта по нескольким причинам:

Во – первых, специалисты смогут наглядно увидеть и оценить, как выполняются трудовые задачи, и на основе полученных данных предложить изменения, которые помогут оптимизировать рабочие процессы, тем самым сократить время выполнения операций и повысить общую производительность;

Во – вторых, видеозаписи смогут предоставить объективные данные о времени, затрачиваемом на выполнение различных работ, это позволит пересмотреть основные нормативы на более объективные. Ведь нормы труда являются основой правильной организации труда и заработной платы

В – третьих, специалисты смогут выявить наилучшие практики и методы работы и в будущем использованием их для разработки обучающих программ;

В – четвертых, анализ видеозаписей поможет выявить возможные риски при обеспечении безопасности труда на рабочем месте. [1]

Точно определить эффективность внедрения искусственного интеллекта на этапе проектирования невозможно, но можно попробовать решить эту проблему с помощью имитационного моделирования. Например, если рассмотреть рабочий день двух хозяйствующих субъектов (специалисты по нормированию труда). Для этого определим эффективность рабочего времени каждого из них через фотографию рабочего дня.

Фотография рабочего дня представляет собой метод наблюдения и измерения рабочего времени, в течении всего или части рабочего дня. В основу этого метода ложиться определение эффективности сотрудников и выполняемых процессов, через оценку количества времени, необходимого для выполнения каждой задачи.

Для составления фотографии рабочего дня используют классификацию затрат рабочего времени исполнителя. Классификация затрат рабочего времени изображена в таблице 2.

Таблица 2 – Классификация затрат рабочего времени

Процессы, относящиеся к работе		Процессы, относящиеся к перерывам	
Продуктивные	Непродуктивные	Регламентированные	Нерегламентированные
$T_{пз}$ -подготовительно-заключительное время	$T_{ин}$ -время лишней или случайной работы независимой от исполнителя	$T_{прт}$ -технологические перерывы	$T_{пзи}$ -перерывы, зависящие исполнителя
$T_{об}$ -обслуживание рабочего места	$T_{из}$ -время лишней или случайной работы, зависящей от исполнителя	$T_{прф}$ - перерывы на отдых и личные надобности	$T_{отп}$ -организационно-технические перерывы
$T_{оп}$ - оперативное время	-	-	-

Определить коэффициент использования рабочего времени до применения ИИ можно по формуле (5.1):

$$K_{исп1} = \frac{T_{оп} + T_{об} + T_{пз} + T_{прф}}{T_{см}} \times 100\% = \frac{378 + 10 + 60 + 22}{480} \times 100\% = 97.9\%$$

где  $T_{см}$  – длительность смены без учета обеденного перерыва.

Наглядно заметить распределение трат рабочего времени до применения ИИ можно на рисунке 1.

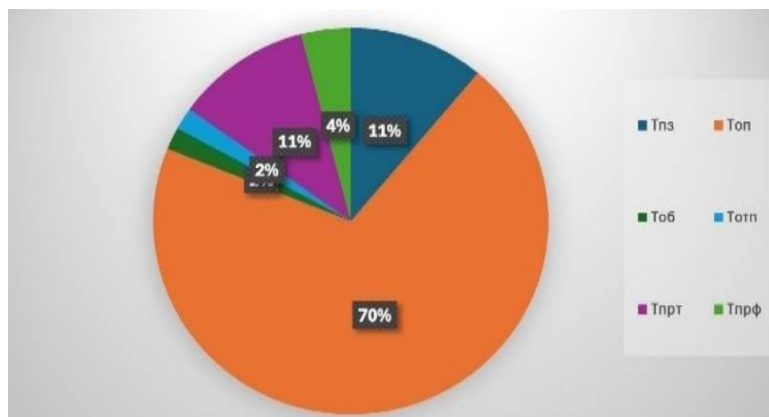


Рисунок 1 – распределение трат рабочего времени по применения ИИ

Определить коэффициент использования рабочего времени после применения ИИ можно по формуле (5.2):

$$K_{\text{исп2}} = \frac{T_{\text{оп}} + T_{\text{об}} + T_{\text{пз}} + T_{\text{прф}}}{T_{\text{см}}} \times 100\% = \frac{(290 + 88) + 10 + 60 + 22}{480} \times 100\% = 97.9\%$$

Наглядно заметить распределение трат рабочего времени до применения ИИ можно на рисунке 2

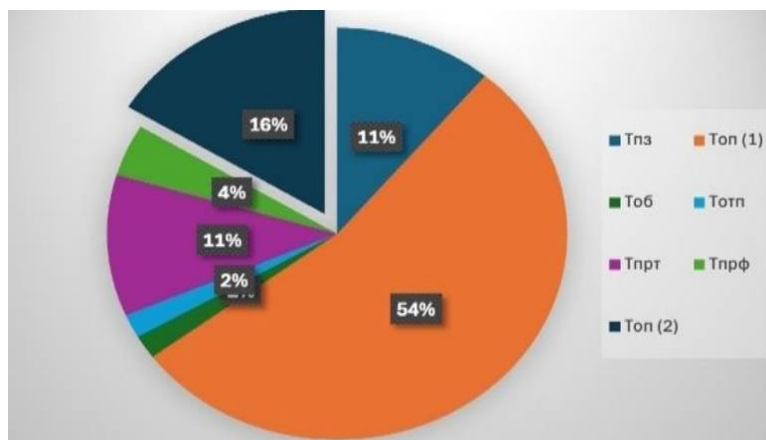


Рисунок 2 - Распределение трат рабочего времени после применения ИИ

По результатам проведенных фотографий рабочего дня определено, что продолжительность рабочего дня осталась неизменной, а затраты рабочего времени на оперативные задачи увеличились за счет применения искусственного интеллекта в работе специалиста по нормированию труда. Это свидетельствует о том, что внедрение современных технологий способствует более эффективному распределению времени и повышению производительности труда без увеличения общего рабочего времени. В результате такой автоматизации достигается баланс между сохранением привычных условий труда и ростом производительности труда.[2]

#### Список литературы:

1. Щукин, А.В. Внедрение искусственного интеллекта в нормирование труда на предприятиях железнодорожного транспорта / А.В. Щукин // Российские железные дороги: взгляд в будущее. – 2022. – № 4. – С. 101-108.
2. Гордеев, А.Ф. Современные подходы к внедрению искусственного интеллекта в промышленное производство / А.Ф. Гордеев, И.А. Никитин // Экономика и управление. – 2022. – № 4. – С. 34-41.

#### Бомбоубежища и спецсооружения в Великой Отечественной войне

**Саратцева К.А.,**  
студентка

**Чурсанова Н.И.,**  
преподаватель колледжа  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования «Гжельский государственный университет» колледж  
Московская область, Раменский округ, пос. Электроизолятор

**Аннотация:** в годы Второй мировой войны в СССР бомбоубежища и специальные защитные сооружения использовали чтобы сократить потери среди населения. К началу Великой Отечественной войны в СССР было построено значительное количество убежищ.

*Каждая категория убежищ отражала специфику места применения, задачи защиты и технические возможности. Первой и наиболее надёжной категорией были капитальные подземные убежища. В дополнение к капитальным сооружениям широко применялись мобильные убежища. Особое место занимали инженерно-фортификационные сооружения. Рассмотрены действующие нагрузки на бомбоубежище.*

**Ключевые слова:** бомбоубежища, специальные защитные сооружения, капитальные подземные убежища, мобильные убежища, инженерно-фортификационные сооружения.

В годы Второй мировой войны в СССР бомбоубежища и специальные защитные сооружения стали опорой гражданской обороны, их использовали чтобы сократить потери среди населения и для налаживания производства в военное время.

Возведение убежищ планировалось заранее в едином комплексе со строительством жилых и промышленных зданий. С угрозой воздушных налётов противника, в начале Великой Отечественной войны, вопросы безопасности населения стали первоочередными. Создание и оперативное строительство бомбоубежищ, а также других защитных сооружений, являлось жизненно важной задачей. До начала войны существовал некоторый опыт по организации гражданской обороны, возведению защитных укрытий. Но реальный опыт первых месяцев войны, с массированными воздушными налетами на советские города, показал недостаточность существовавших мер и необходимость коренной перестройки всей системы защиты населения. Только на основе анализа последствий вражеских бомбардировок, стало понятно, какие типы укрытий наиболее эффективны, где их лучше располагать, и как организовать их строительство в сжатые сроки. Фактический опыт воздушных атак стал катализатором для развертывания массового строительства бомбоубежищ и других защитных сооружений. В своих разработках инженеры учитывали сейсмическую устойчивость и возможность защиты от ударной волны и токсичных веществ.

Переходя к техническим аспектам, стоит проанализировать основные типы конструкций бомбоубежищ, которые использовались в СССР в годы войны, а также материалы и проектные решения, создававшие необходимый уровень защиты. Первой и наиболее надёжной категорией были капитальные подземные убежища - защитные сооружения, которые создавались для защиты от фугасного и осколочного вреда авиабомб и снарядов, частей разрушенных зданий и отравляющего действия ядовитых газов, сооружённые из железобетона [1]. Эти сооружения проектировались, принимая во внимание многослойную защиту от ударной волны, осколков и токсичных веществ. Толстые стены и перекрытия из железобетона и армированного бетона обеспечивали устойчивость к взрывной нагрузке и защищали от радиации. Внутреннее устройство включало системы вентиляции с фильтрацией воздуха, водоснабжение, санитарные узлы и запас продовольствия, что давало возможность продолжительного нахождения большого числа людей в условиях атаки.

Капитальные убежища строились в формате камер различной формы - продолговатых, квадратных или овальных, предназначенных для максимального использования пространства. Механизм входа и выхода предусматривал наличие тамбуров для ликвидации проникновения осколков и газов, а также механические герметичные двери. Придавалось большое значение инженерным коммуникациям: специальные каналы обеспечивали вентиляцию с фильтрами против химического и биологического заражения, что было крайне критично при угрозе применения оружия массового поражения.

В дополнение к капитальным сооружениям широко применялись мобильные убежища - конструкции из металлических каркасов и сборных элементов, которые легко монтировать и разбирать. Такие временные укрытия использовались на территориях с высоким числом воздушных налётов, а также при обороне отступающих войск. Мобильные укрытия отличались более легкой конструкцией, но обеспечивали базовую защиту от обломков и шума, что определяло их как незаменимые в быстрой эвакуации и укрытии гражданского населения и военных подразделений.

Особое место занимали инженерно-фортификационные сооружения - долговременные огневые точки (ДОТы) и деревоземляные огневые точки (ДЗОТы), которые, выполняли оборонительные функции и роль бомбоубежищ для личного состава и гражданских. Используясь опытом фортификационной школы первой половины XX века в СССР, такие сооружения отличались сложной архитектурно-функциональной компоновкой. В частности, форты-батареи Севастопольского оборонительного района демонстрировали обширные композиции бронебашенных установок с многоуровневыми жилыми и защитными секциями. У ДОТов стены и перекрытия - железобетонные с усиленной бронировкой, что обеспечивало защиту от авиационных бомб, артиллерийских снарядов и мин.

Конструктивные решения фортификационных сооружений включали в себя защиту входных групп и вентиляционных стволов, размещённых в отдельно охраняемых зонах. Внутри обеспечивалась жёсткая организация жилого пространства, с учётом необходимости длительной обороны и выживания в условиях боевых действий. При этом техническое оснащение представляло собой систему очистки воздуха и фильтрации, резервные генераторы, а также санитарные помещения и склады с боеприпасами и провизией.

Рассмотрим действующие нагрузки на бомбоубежище. Ограждающие и несущие конструкции убежищ необходимо рассчитывать на особые сочетания нагрузок, которые состоят из постоянных, длительных, кратковременных. Кроме статической нагрузки необходимо учитывать и динамическую нагрузку, от избыточного давления воздушной ударной волны, от обрушения конструкций вышележащих этажей. Постоянная нагрузка действует от основных железобетонных конструкций сооружения: фундаменты, колонны, балки, перекрытия, стеновые панели. Все конструкции сооружения должны выдерживать воздействия ударной волны, обычных средств поражения, ионизирующих излучений, светового излучения и теплового воздействия при пожарах [3]. Длительные нагрузки временного характера действует сезонно, например давление грунта на стены, увеличившееся из-за насыщения водой (весной после таяния снега или осенью в сезон дождей) или же из-за промерзания грунта. Все конструкции сооружения должны быть герметичными. К кратковременным нагрузкам относят мебель, оборудование и людей.

Таким образом, совокупность типов бомбоубежищ в СССР во время войны включала капитальные подземные сооружения из железобетона, мобильные укрытия и инженерно-фортификационные укрепления с богатой архитектурно-функциональной компоновкой. Каждая категория отражала специфику места применения, задачи защиты и технические возможности. Необходимость системного подхода к классификации этих сооружений становится очевидной, поскольку она позволяет упорядочить разнообразие конструкций, определить стандарты проектирования и эксплуатации, а также эффективно организовать гражданскую оборону в крупных городах и стратегически важных районах, что будет предметом следующего раздела.

К началу Великой Отечественной войны в СССР было построено значительное количество убежищ. В Москве, например, могли быть укрыты около 400 тысяч человек. Незадолго до первого воздушного налёта на Москву было возведено 19 500 землянок и щелей, рассчитанных на 236 тыс. человек. К концу 1941 года в столице было подготовлено 1029 газобомбоубежищ с фильтровентиляционными установками и 6125 бомбоубежищ, а также адаптированы станции метрополитена, что позволило укрыть в убежищах капитального типа около 1,4 млн человек – практически все остававшееся после эвакуации население города. [2]. Длительность непрерывного пребывания укрываемых в убежищах составляет 48 часов, а в заглублённых помещениях и сооружениях подземного пространства — до 12 часов. В России на начало 21 века насчитывалось около 33 тыс. убежищ общей вместимостью 12 млн. чел. (с учетом возможностей метрополитенов), что составляло около 10 % населения [3].

#### **Список литературы:**

1. Бонифатьев Е.В., Хаданёнак В.М. Эхо "холодной войны": строительство бомбоубе-

жищ в Витебске в конце 40-х - начале 60-х гг. XX века. // Материалы докладов 46 республиканской научно-технической конференции преподавателей и студентов. 2013. С. 27-29. - [Электронный ресурс]. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30601483> (дата обращения: 05.12.2025).

2. Романченко, С. И. Буслаев, П. П. Годлевский под ред. Л. Н. Романченко Методика разработки и проведения активных и интерактивных видов обучения по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» Часть II // — Москва: КноРус, 2021. С. 31. – [Электронный ресурс]. URL: <https://book.ru/book/941536> (дата обращения: 09.12.2025).

3. Свод правил 88.13330.2014 Защитные сооружения гражданской обороны Актуализированная редакция СНиП II-11-77\* утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 18 февраля 2014 г. N 59/пр и введен в действие с 1 июня 2014 г. П. 7.1.— [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200111826> (дата обращения: 05.12.2025).

### **Железнодорожные шпалы: фундамент безопасности и комфорта на стальных магистралях**

*Сысокин Артем Владимирович,  
студент*

*НИПС-филиал ПривГУПС  
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

*Кущенко Любовь Сергеевна,  
преподаватель*

*НИПС-филиал ПривГУПС  
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

***Аннотация:** работа посвящена всестороннему исследованию железнодорожных шпал – ключевых элементов верхнего строения пути, обеспечивающих стабильность рельсовой колеи, распределение нагрузки от подвижного состава и передачу её на балластный слой. В работе анализируются преимущества и недостатки различных типов шпал, включая деревянные, железобетонные, металлические и полимерные. Особое внимание уделяется исследованию физико-механических свойств материалов, их устойчивости к воздействию климатических факторов, динамическим нагрузкам и процессам гниения (для деревянных шпал).*

*Рассматриваются новые, перспективные разработки в области шпального хозяйства, инновационные композитные материалы. Анализируются экологические аспекты использования различных типов шпал, включая вопросы утилизации отработанных материалов и защиты окружающей среды от загрязнения.*

***Ключевые слова:** железнодорожные шпалы, композиционные шпалы, инфраструктура, характеристики*

Железнодорожные шпалы – это стальные нервы железнодорожной инфраструктуры, испокон веков удерживающие рельсы в объятиях, распределяя титаническую тяжесть проходящих составов. Они – гаранты стабильности пути, молчаливые стражи, оберегающие от деформаций и обеспечивающие безопасность стремительного бега поездов.

Сегодня на стальных магистралях мира можно встретить несколько типов этих незаметных героев:

• **Деревянные:** Пахнущие смолой сосны, крепкие объятия лиственницы, царственный аромат кедра, скромное обаяние березы... Они – ветераны путей, свидетели истории, до сих пор, верно, служащие на менее загруженных участках, словно шепчущие воспоминания о прошлом.[3]

• **Железобетонные:** Монолитные стражи, сотканые из напряженных стальных струн, залитых бетоном. Дети прогресса, воплощение современной инженерии, они отличаются нестигаемой прочностью, долговечностью и непоколебимой стабильностью.

• **Металлические:** Редкие гости на современных путях. Их стальной характер, кованный из прочной стали, проявляется в особых случаях. Однако, высокая металлоемкость, уязвимость перед коррозией и оглушительный аккомпанемент движения поездов ограничивают их триумфальное шествие.

• **Полимерные (композитные):** Новое поколение, рожденное из союза полимеров и армирующих волокон. Они вобрали в себя лучшие качества своих предшественников, демонстрируя невероятную долговечность. Испытания пройдены успешно, но путь к широкому признанию еще только начинается.[1]

Давайте же пристальнее взглянем на достоинства и недостатки каждого из этих типов:

Шпалы	Преимущества	Недостатки
<b>Деревянные</b>	Легкость монтажа, природная амортизация, экономичность.	Недолговечность, потребность в регулярном обслуживании, уязвимость перед гниением и вредителями.
<b>Железобетонные</b>	Впечатляющий срок службы, стойкость к гниению, вредителям и суровым условиям окружающей среды, минимальное обслуживание, отличная амортизация и стабильность.	Высокая стоимость, значительный вес, усложняющий монтаж и транспортировку, ограниченная гибкость при необходимости оперативного ремонта.
<b>Металлические</b>	Непревзойденная прочность и долговечность, иммунитет к гниению и вредителям, возможность быстрого монтажа и демонтажа.	Огромный вес, высокая цена, посредственная амортизация.
<b>Полимерные (композитные)</b>	Беспрецедентный срок службы, непреклонная устойчивость к гниению, вредителям и стихиям, минимальные требования к обслуживанию, малый вес, экологичность.	Значительная стоимость производства, ограниченное распространение.

Анализируя все вышесказанное, мы приходим к выводу, что будущее – за полимерными шпалами. С 90-х годов прошлого века они начали триумфальное шествие по железным дорогам мира, включая скоростные магистрали Японии и Китая. Интерес к ним растет в странах с жарким и влажным климатом – США, Индии, Таиланде и на Филиппинах. Америка, кстати, является лидером в производстве этих шпал, стремясь заменить ими устаревшие деревянные конструкции.[2]

В России эра композитных шпал началась в 2019 году, когда на Бутовской линии московского метрополитена они заменили своих деревянных собратьев. Более 600 новых композитных шпал было уложено на открытом участке между станциями «Улица Скобелевская» и «Улица Горчакова». Этот участок, подверженный воздействию осадков и перепадов температур, получил надежную защиту, гарантирующую безопасность движения.

Стоит отметить и ремонтпригодность композитных шпал. Специальные ремонтные смеси позволяют восстанавливать поврежденные отверстия и обеспечивать нормативное усилие вытягивания. Более того, сколы, возникающие при сходе подвижного состава, также поддаются восстановлению.

И, наконец, важный аспект – полная утилизация. Композитные шпалы, исчерпавшие свой ресурс, могут быть переработаны в новое сырье, что делает их экологически ответственным решением.

Но... Высокая себестоимость и сложность производства пока сдерживают их массовое внедрение. Тем не менее, перспективы использования композитных шпал в метрополитенах рассматриваются с большим энтузиазмом.

В заключение хочется сказать, что композитные шпалы уверенно завоевывают мир, благодаря своим выдающимся эксплуатационным характеристикам, долговечности и экологической безопасности. Они успешно применяются на скоростных, грузовых и пассажирских линиях, особенно в регионах с суровыми условиями и высокой нагрузкой. Внедрение композитных шпал способствует снижению затрат на обслуживание, увеличению срока службы пути и повышению надежности железнодорожных систем. В будущем, с развитием технологий производства и снижением стоимости, они станут еще более привлекательным решением для железнодорожных компаний во всем мире.[2]

Железнодорожные шпалы играют важнейшую роль в обеспечении безопасности и эффективности железнодорожного транспорта, поэтому необходимо постоянно совершенствовать технологии производства и эксплуатации шпал, а также внедрять инновационные материалы и конструкции, отвечающие современным требованиям к надежности, долговечности и экологической безопасности.

#### **Список литературы:**

1. <https://vgudok.com/lenta/kompozitnye-shpaly-dlya-rzhd-vyzyvayut-voprosy-specialistov-ispolzovanie-plastika-dlya>
2. В.А.Кондратюк, В.Н.Петров «Исследование и разработка технологии получения композиционных железнодорожных шпал» - <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-i-razrabotka-tehnologii-polucheniya-kompozitsionnyh-zheleznodorozhnyh-shpal>
3. Вестник ВНИИЖТ. 2016. Т. 75. №3. С. 179–182 статья М.Ю.Хвостик «Шпалы композиционные как альтернатива деревянным» - <https://www.journal-vniizht.ru/jour/article/viewFile/94/95>

#### **Технологические инновации в обеспечении надежности и безопасности железнодорожных путей**

*Тюнина Софья Александровна,  
студентка  
ЕТЖТ – филиала РГУПС  
г. Елец, Российская Федерация*

*Зотов Владимир Александрович,  
преподаватель  
ЕТЖТ – филиала РГУПС*

**Аннотация:** современные методы и инновационные технологии в сфере строительства, ремонта и содержания железнодорожных путей являются важнейшими факторами повышения эффективности, надежности и безопасности транспортной инфраструктуры. В статье рассматриваются основные направления технологического развития, включая ав-

томатизацию проектных и строительных процессов, использования новых материалов, систем диагностики и мониторинга, а также перспективные инновации, такие как цифровые двойники, искусственный интеллект и роботизация. Сделан вывод о необходимости дальнейшего интеграционного развития данных технологий для формирования современного «умного» железнодорожного пути.

**Ключевые слова:** железнодорожные пути, строительство железных дорог, ремонт путевой инфраструктуры, мониторинг состояния путей, информационные технологии в железнодорожном транспорте, автоматизация и роботизация, новые материалы в железнодорожном строительстве, цифровые двойники, искусственный интеллект в железнодорожной отрасли, предиктивное обслуживание, мобильные и беспилотные системы, геотехнические технологии, безопасность и надежность железнодорожных путей, инновационные технологии в транспортной инфраструктуре.

Железнодорожный транспорт по-прежнему занимает ведущее место в системе международных и национальных перевозок благодаря своей высокой эффективности, экологической чистоте и способности транспортировать большие объемы грузов и пассажиров на большие расстояния. Однако эффективность и безопасность функционирования железнодорожной инфраструктуры во многом зависят от качества пути — его конструкции, технического состояния, технологического оснащения [1].

В условиях развития информационных технологий, автоматизации и робототехники в последние годы наблюдается значительный прогресс в обеспечении более качественного, быстрого и безопасного строительства и обслуживания путевой инфраструктуры. Эти достижения существенным образом влияют на снижение эксплуатационных издержек, повышение износостойкости конструкций, сокращение сроков проведения ремонтных работ и повышение общей транспортной надежности [2].

Цель данной статьи — проанализировать современные технологии, применяемые в строительстве, ремонте и содержании железнодорожных путей, выявить их преимущества и перспективы дальнейшего развития.

#### Современные методы проектирования и строительства железнодорожных путей Информационные технологии в проектировании

В современном проектировании железнодорожных путей широко используются автоматизированные системы проектирования (CAD), 3D-моделирование и цифровые двойники [3]. Эти технологии позволяют повысить точность проектных решений, снизить риски ошибок и обеспечить оптимальные параметры конструкции.

Например, внедрение Геоинформационных систем (ГИС) и спутниковых съемок позволяет выбрать оптимальные маршруты, учитывая геологические, гидрологические и экологические параметры. Цифровые модели конструкции путей помогают моделировать поведение инфраструктуры при различных нагрузках, а также планировать мероприятия по обслуживанию.

#### Геотехническая подготовка и сооружение основания

Для обеспечения стабильности путевой базы используются современные геотехнические исследования, в том числе дронные технологии ведения геодезических работ, георадары и лазерные сканеры, позволяющие получать высокоточные данные о геологических и геометрических условиях участка [4].

Технологии твердых оснований предусматривают применение специальных стабилизирующих добавок, минеральных или полимерных материалов, что позволяет повысить прочность и устойчивость основания. Также активно развиваются автоматизированные укладочные машины, управляемые системами ЧПУ, благодаря чему укладка рельсов и балластных слоев становится более точной и быстрой.

#### Укладка рельсовых элементов и креплений

Внедрение инновационных машин и систем автоматической укладки существенно повышает скорость и качество работ. Использование высокоточной техники позволяет точно размещать рельсы и крепления, что способствует снижению толщин и ошибок укладки.

Новшеством является применение новых материалов — высокопрочных рельсов с антикоррозийными покрытиями, полимерных шпал и анкерных систем [5], что повышает износостойкость всей конструкции.

#### Передовые технологии ремонта и обслуживания

##### Диагностика и мониторинг технического состояния

В современной практике широко используют системы сбора и анализа данных с помощью датчиков различного типа (акустические, ультразвуковые, вибрационные, тепловизионные), а также дроны для визуального осмотра. Эти методы позволяют осуществлять непрерывный мониторинг состояния путевых элементов и своевременное обнаружение дефектов.

Например, системы акустической диагностики позволяют выявлять трещины и дефекты сварных швов, а автоматизированные системы теплового контроля — признаки износа подвижных соединений и крепежных элементов [6].

##### Роботизация и автоматизация ремонтных работ

Роботы и автоматизированные системы сегодня выполняют важнейшие задачи по устранению дефектов, заменам деталей и сварке рельсов. Использование машин с системами ЧПУ обеспечивает точное и безопасное выполнение работ, сокращая время ремонта и минимизируя риски для работников.

Применение роботизированных платформ также позволяет работать в сложных и труднодоступных участках, например, в тоннелях, на мостах или на временных участках пути, что существенно повышает уровень безопасности.

##### Использование современных материалов

Для быстрого реагирования на повреждения применяются такие материалы, как быстротвердеющие полимеры, эпоксидные системы и инновационные бетоны. Они позволяют выполнить ремонт за минимальные сроки, что особенно важно в условиях с высоким трафиком и необходимости минимизации времени остановки движения.

##### Технологии содержания и текущего обслуживания

##### Автоматизированные системы смазки

Интеграция систем IoT и автоматизированных установок для смазки подвижных соединений, подшипников и движущихся частей путевых систем позволяет обеспечить стабильное состояние механизмов и снизить износ [7].

##### Предиктивное обслуживание на базе анализа данных

Использование методов искусственного интеллекта, машинного обучения и больших данных позволяет создавать модели, прогнозирующие развитие дефектов и планирующие профилактические меры. Это снижает риск аварийных ситуаций и оптимизирует расходы.

##### Автоматические системы очистки и контроля

Периодическая автоматическая очистка рельсов, кочкового слоя и контроль геометрии с помощью специальных механизированных систем позволяет поддерживать инфраструктуру в оптимальном состоянии и предотвращать накопление загрязнений, что способствует длительной эксплуатации.

##### Перспективные направления развития

Современная отрасль движется в направлении полной цифровизации, включающей создание цифровых двойников инфраструктуры для постоянного мониторинга и анализа. Внедрение системы искусственного интеллекта и машинного обучения позволит управлять инфраструктурой на уровне, ранее недоступном.

Развиваются робототехнические системы, позволяющие автоматизировать практически все виды работ — от укладки до ремонта и обслуживания. Новые материалы, обладающие

высокой износостойкостью, экологической безопасностью и возможностью быстрого ремонта, будут играть важную роль в будущем [8].

Область исследований также включает в себя использование нано- и биотехнологий для улучшения характеристик материалов и увеличения их срока службы, а также разработку экологически безвредных технологий ремонта.

Современные технологии строительства, ремонта и содержания железнодорожных путей представляют собой важнейший фактор повышения надежности, безопасности и эффективности транспортной инфраструктуры. Внедрение информационных технологий, автоматизации, робототехники и новых материалов позволяет значительно повысить качество работ, сократить сроки и расходы на обслуживание путевой инфраструктуры.

Экспертные системы диагностики и мониторинга, использование «умных» решений на базе искусственного интеллекта и цифровых двойников делают возможным создание «умных» железнодорожных путей — систем, способных самопроверяться, диагностировать дефекты и предсказывать возможные аварийные ситуации.

Дальнейшее развитие данных технологий предполагает расширение их функциональных возможностей, внедрение инновационных материалов и систем автоматизации, что даст возможность полностью трансформировать подходы к проектированию, строительству и эксплуатации железнодорожных путей. Создание интегрированной, автоматизированной и устойчивой инфраструктуры будет способствовать не только повышению транспортной безопасности, но и снижению эксплуатационных затрат, улучшению экологической ситуации и обеспечению конкурентоспособности железнодорожного транспорта на мировом рынке.

Для успешной реализации этих задач необходимо активное сотрудничество научных институтов, промышленности и государственных структур, а также создание условий для внедрения передовых технологий и обмена опытом на национальном и международном уровнях.

#### **Список литературы:**

1. Министерство транспорта РФ. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosavtodor.gov.ru/docs/transportnaya-strategiya-rf-na-period-do-2030-goda-s-prognozom-na-period-do-2035-goda>.
2. Материалы и методики инновационного развития ОАО «РЖД» на период до 2025 года. — Компания «Российские железные дороги», 2025. — Режим доступа: <https://company.rzd.ru/ru/9990>.
3. Перспективы цифрового двойника в управлении железнодорожными путями : сборник статей Всероссийской научно-практической конференции «Цифровая экономика и транспорт». — Москва, 2025. — 280 с..
4. Новейшие тенденции в развитии железнодорожных технологий // Журнал «Железнодорожный транспорт». — 2023. — № 4. — С. 15-23.
5. Инновационные материалы и технологии в железнодорожном строительстве : материалы Международной конференции «Путевое хозяйство и безопасность движения». — Санкт-Петербург, 2024. — 360 с.
6. Ультразвуковой контроль сварных соединений (УЗК). Режим доступа: <https://asgard-service.com/terms/ultrazvukovoj-kontrol-svarnyx-soedinenij-uzk/>
7. IoT в транспортных системах / Р. В. Белов. – М.: Транспорт, 2020.
8. Робототехнические системы в строительстве / Н. С. Кузнецов. – М.: Политехника, 2022.

## Технологии укладки стрелочных переводов для скоростного и высокоскоростного движения

*Уколов Илья Андреевич,  
студент  
НИПС-филиал ПривГУПС  
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

*Куценкова Любовь Сергеевна,  
преподаватель  
НИПС-филиал ПривГУПС  
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

**Аннотация:** данная работа посвящена анализу современных технологий укладки стрелочных переводов, применяемых на линиях, предназначенных для скоростного и высокоскоростного движения железнодорожного транспорта. Рассматриваются новейшие достижения в области проектирования, монтажа и обслуживания стрелочных переводов, обеспечивающие безопасное и комфортное движение поездов со скоростями, значительно превышающими традиционные.

В заключение статьи дается оценка эффективности различных технологий укладки стрелочных переводов для скоростного и высокоскоростного движения, а также предлагаются рекомендации по дальнейшему совершенствованию этих технологий с целью повышения безопасности, надежности и экономической эффективности железнодорожного транспорта.

**Ключевые слова:** стрелочные переводы, движение поездов, бесстыковой путь

Стрелочные переводы являются одними из наиболее ответственных элементов железнодорожной инфраструктуры, особенно на линиях со скоростным (до 250 км/ч) и высокоскоростным (свыше 250 км/ч) движением. Они обеспечивают безопасное и плавное изменение направления движения поездов, что требует особых подходов к проектированию, изготовлению и укладке. В условиях высоких скоростей к стрелочным переводам предъявляются повышенные требования по геометрической точности, плавности прохода подвижного состава, долговечности и надёжности.[1]

Ключевые технологии укладки

### 1. Предварительная сборка и контроль на производственной базе

Современные высокоскоростные стрелочные переводы представляют собой сложные пространственные конструкции длиной от 60 до 150 метров. Технология предусматривает их полную сборку на специализированных производственных площадках с использованием лазерного сканирования и геодезического контроля. Это позволяет:

- Выявить и устранить дефекты до доставки на объект
- Обеспечить точность геометрических параметров в пределах  $\pm 1$  мм
- Провести предварительную обкатку и регулировку [3]

### 2. Транспортировка и доставка целыми секциями

Для сохранения точности, достигнутой при сборке, стрелочные переводы транспортируются к месту укладки в собранном виде на специальных транспортёрах. Эта технология включает разборку-сборку, которая неизбежно приводит к потере точности. Крупногабаритные переводы перевозятся по железной дороге на платформах, оборудованных системами фиксации от динамических воздействий.

### 3. Высокоточная укладка с применением геодезических систем

Укладка осуществляется с использованием роботизированных тахеометров и GPS-оборудования, обеспечивающих точность позиционирования:

- Установка на предварительно подготовленное и уплотнённое основание

- Выверка в плане и профиле с точностью до 0,5 мм
- Контроль пространственного положения всех элементов перевода [3]

#### 4. Бесстыковая интеграция

Стрелочные переводы для высокоскоростного движения интегрируются в бесстыковой путь с использованием специальной технологии сварки:

- Термитная сварка рельсовых соединений
- Контроль качества сварных швов ультразвуковой дефектоскопией
- Создание плавного перехода жесткости в зоне перевода

#### 5. Динамические испытания и ввод в эксплуатацию

После укладки проводятся комплексные испытания:

- Поэтапная обкатка с постепенным увеличением скорости
- Мониторинг динамических параметров с помощью вагонов-лабораторий
- Измерение напряжений в элементах конструкции
- Регулировка положения переводной механизмов

#### Особенности конструкций

Современные стрелочные переводы для высоких скоростей отличаются:

- Увеличенными радиусами переводных кривых (до 15 000 м)
- Применением рельсов высокой твердости (свыше 350 НВ)
- Оснащением системам непрерывного контроля состояния (мониторинг температурных напряжений, деформаций, целостности сварных соединений) [2]
- Усовершенствованными переводными механизмами с электронным управлением

Материалы, применяемые для укладки стрелочных переводов для скоростного и высокоскоростного движения, представляют собой сложный комплекс разработок в области металлургии, композитных материалов и полимеров, направленных на обеспечение максимальной надежности, долговечности и безопасности эксплуатации в условиях экстремальных нагрузок и высоких скоростей.

В основе конструкции стрелочных переводов, предназначенных для скоростного и высокоскоростного движения, лежат высокопрочные легированные стали, специально разработанные для выдерживания колоссальных динамических нагрузок и значительных колебаний температур, характерных для эксплуатации в различных климатических зонах. Эти стали обладают высокой износостойкостью, устойчивостью к образованию трещин и деформаций, что обеспечивает сохранение геометрических параметров стрелочного перевода на протяжении длительного периода.

Ключевым аспектом является использование марганцовистых сталей, обладающих способностью к само наклёпу при ударных нагрузках, что позволяет компенсировать износ контактных поверхностей и продлевает срок службы стрелочного перевода. Кроме того, применяются сплавы с добавлением хрома, никеля и молибдена, повышающие твердость, коррозионную стойкость и предел усталости материала.

Помимо сталей, в конструкциях стрелочных переводов все более широкое применение находят композитные материалы, в частности, для изготовления шпал и других элементов, подверженных вибрациям. Композиты обладают высокой прочностью при малом весе, устойчивостью к воздействию агрессивных сред и снижают уровень шума и вибрации, что способствует повышению комфорта пассажиров и увеличению срока службы оборудования.

Наконец, в системах амортизации и демпфирования стрелочных переводов используются современные полимерные материалы, обладающие высокой эластичностью и устойчивостью к износу. Эти материалы обеспечивают плавное переключение стрелки, снижают ударные нагрузки и способствуют повышению безопасности движения.[2]

В заключение, необходимо отметить, что технология укладки стрелочных переводов для скоростного и высокоскоростного движения представляет собой сложную и многогранную задачу, требующую комплексного подхода, основанного на передовых научных исследованиях, инновационных материалах и высокоточном оборудовании. Выбор оптимальной технологии и

материалов зависит от множества факторов, включая интенсивность движения, осевые нагрузки, климатические условия и требования к безопасности и комфорту пассажиров.

Внедрение новых технологий, таких как использование композитных материалов, предварительно напряженных конструкций и интеллектуальных систем мониторинга состояния, позволяет значительно повысить надежность и долговечность стрелочных переводов, снизить затраты на обслуживание и ремонт, а также обеспечить безопасное и комфортное движение поездов со скоростями, превышающими 300 км/ч.

Дальнейшее развитие технологий укладки стрелочных переводов должно быть направлено на создание интеллектуальных систем, способных адаптироваться к изменяющимся условиям эксплуатации, проводить самодиагностику и прогнозировать возникновение неисправностей. Внедрение автоматизированных систем управления и мониторинга, а также развитие методов неразрушающего контроля, позволит минимизировать риски возникновения аварийных ситуаций и обеспечить бесперебойную работу железнодорожного транспорта.

В целом, современные технологии укладки стрелочных переводов для скоростного и высокоскоростного движения являются одним из ключевых факторов, определяющих эффективность и конкурентоспособность железнодорожного транспорта в XXI веке. Постоянное совершенствование этих технологий, а также внедрение инновационных решений, позволит обеспечить безопасное, комфортное и экономичное движение поездов на высоких скоростях, способствуя развитию экономики и улучшению качества жизни населения.

#### **Список литературы:**

1. Федотов, Г. А., & Письменный, Е. Н. Высокоскоростной железнодорожный путь. — М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2018. — 420 с.
2. Климов, В. В., & Шульгин, В. Д. Стрелочные переводы для высокоскоростных магистралей: конструкция и технологии укладки // Вестник ВНИИЖТ. — 2020. — № 4. — С. 35-42.
3. Савичев, А. П., & Миронов, В. С. Технологии строительства и ремонта пути на высокоскоростных железнодорожных линиях. — СПб.: Петербургский государственный университет путей сообщения, 2021. — 315 с.

## **Секция 2. Электроснабжение железных дорог: современное состояние и перспективы развития**

### **Развитие электроснабжения железных дорог России на современном этапе**

*Асрибабаян Эдуард Григорьевич*

*Зеликов Дмитрий Валерьевич*

*студенты*

*Тихорецкого техникума железнодорожного транспорта - филиала РГУПС (ТТЖТ - филиал РГУПС)*

*г. Тихорецк, Российская Федерация*

*Сафронова Оксана Владимировна*

*преподаватель*

*Тихорецкого техникума железнодорожного транспорта - филиала РГУПС*

***Аннотация:** в статье рассматривается развитие электроснабжения железных дорог России на современном этапе. Рассматриваются основные программы и цели развития данного направления в условиях цифровой экономики.*

***Ключевые слова:** железные дороги, электроснабжение, электрификация, модернизация, тяговые подстанции, мощность, высокоскоростное движение, электроэнергия, цифровые системы.*

Современное развитие электроснабжения железных дорог направлено на повышение энергоэффективности, надежности и снижение эксплуатационных расходов через внедрение новейших технологий: модернизацию тяговых подстанций, применение энергосберегающего оборудования, цифровизацию систем управления и интеграцию возобновляемых источников энергии; ключевой тренд - переход к интеллектуальным сетям, рекуперации энергии и использованию высокоэффективных систем постоянного и переменного тока (25 кВ).

Начало электрификации железных дорог в России относится к началу XX века. Первые электрифицированные участки появились в 1900-х годах, и с тех пор процесс постепенно нарастал. Однако настоящий бум электрификации пришелся на послевоенные годы, когда страна нуждалась в восстановлении экономики и увеличении грузоперевозок. К концу XX века электрифицированные участки составили значительную часть всей железнодорожной сети, особенно на магистральных направлениях.

Электрификация железных дорог обладает множеством преимуществ. Во-первых, электрические поезда более экономичны в эксплуатации по сравнению с тепловозами, так как затраты на электроэнергию значительно ниже затрат на дизельное топливо. Во-вторых, электрические локомотивы обеспечивают большую мощность и скорость, что позволяет сократить время в пути и увеличить пропускную способность железнодорожных магистралей. В-третьих, использование электричества способствует снижению выбросов вредных веществ в атмосферу, что особенно актуально в условиях глобального изменения климата [1].

Для обеспечения прогрессивного технического развития железнодорожной отрасли России, в соответствии с Энергетической стратегией ОАО «РЖД» до 2030 года, необходимо сосредоточиться на ключевых направлениях. Среди них – дальнейшая электрификация и модернизация инфраструктуры, повышение качества энергоснабжения и энергоэффективности, снижение потребления электроэнергии, а также внедрение комплексных информационных систем для управления устройствами электроснабжения и рекуперативного торможения.

Конкурентоспособность российского железнодорожного транспорта достигается за счет применения передовых индустриальных технологий электрифицированных рельсовых

систем и современных образовательных подходов к подготовке нового поколения инженеров. Особое внимание уделяется развитию скоростного и высокоскоростного пассажирского сообщения, а также повышению производительности грузовых перевозок. Для решения задач проектирования, строительства и эксплуатации новых железнодорожных линий, университет активно использует научный потенциал школы «Электрификация и электроснабжение железнодорожного транспорта» [2].

В России активно ведется работа над расширением электрификации железных дорог и созданием высокоскоростных магистралей. Планируется строительство ВСМ1 (Москва – Санкт-Петербург) с максимальной скоростью до 250 км/ч и ВСМ2 (Москва – Казань) с потенциалом до 400 км/ч. Ключевым фактором для достижения таких скоростей является достаточная мощность тягового электроснабжения.

Мировой опыт показывает, что для эффективной работы высокоскоростных двухпутных линий требуется удельная мощность электроснабжения в диапазоне 2,5–3 МВА на километр. Развитие высокоскоростной сети предполагает не только строительство новых выделенных линий, но и интеграцию их в существующую железнодорожную инфраструктуру, устраняя "узкие места" и формируя единую систему скоростного и высокоскоростного сообщения. Высокоскоростной железной дорогой считается линия, способная обеспечить движение поездов со скоростью свыше 249 км/ч и организовать пакетное движение однотипных пассажирских поездов с заданным интервалом [3].

При движении поездов со скоростью 350–400 км/ч возрастает нагрузка на инфраструктуру, как механическая, так и электрическая. Отсутствие практического опыта проектирования систем тягового электроснабжения для таких скоростей затруднило разработку второй высокоскоростной магистрали (ВСМ2) Москва – Нижний Новгород – Казань. Поэтому для решения этой задачи пришлось прибегнуть к математическому моделированию и испытаниям на имитаторах.

При проектировании ВСМ ключевыми задачами стали:

- Эффективная передача необходимого объема электроэнергии поездам при поддержании стабильного напряжения.

- Гарантия бесперебойного токо приема, исключая отрыв токоприемника и образование дуги. Это достигается за счет точного контроля давления контактных элементов, регулирования провисания контактного провода (включая участки на станциях), применения специальных устройств для плавного прохождения токоприемника через стрелки, увеличения натяжения проводов контактной сети, использования обратного провода и других инновационных решений.

Современные экологические требования становятся все более строгими, и железнодорожный транспорт должен соответствовать этим стандартам. Электрификация позволяет значительно снизить углеродный след транспортной отрасли. Использование возобновляемых источников энергии, таких как солнечные и ветровые установки, для обеспечения электроснабжения железных дорог может стать следующим шагом к устойчивому развитию.

В рыночных условиях, оценка эффективности железнодорожного транспорта по грузообороту недостаточна для полного понимания его развития. Для электрифицированного транспорта, наряду с качеством обслуживания, ключевыми показателями производительности должны стать скорость и надежность доставки грузов и пассажиров.

Долгосрочный успех высокопроизводительного электрического транспорта зависит от внедрения передовой силовой электроники, современной электромашиностроительной продукции и цифровых систем управления. Важнейшим фактором для достижения этой цели является способность отечественной промышленности обеспечить железнодорожный транспорт электроэнергетическими комплексами, соответствующими мировым стандартам [4].

Перспективы развития электроснабжения железных дорог России выглядят многообещающе. В рамках государственной программы "Развитие транспортной системы" предусмотрено продолжение электрификации существующих и строительство новых участков железных

дорог. Это не только повысит эффективность грузоперевозок, но и улучшит качество пассажирских услуг.

Техническое развитие электрического подвижного состава и устройств тягового электроснабжения может быть достигнуто на базе бесколлекторного тягового электропривода, перевода устройств электроснабжения на высокое напряжение, использование универсальных многоквadrантных силовых преобразователей модуляционного типа на различные уровни напряжения и род тока.

#### Список литературы:

1. Иванов, А. В. Современные тенденции и перспективы развития систем электроснабжения железных дорог России. М.: Транспорт, 2022. — 400 с.
2. Смирнова, Е. И. Технологические инновации в электроснабжении железнодорожного транспорта России. СПб.: Наука и техника, 2021.
3. Петров, В. Ю. Современное состояние и развитие систем электроснабжения на российских железных дорогах. Журнал «Транспорт России», 2023, №2.
4. Лебедев, Ю. В. Энергетическая модернизация железных дорог: история и современные решения. М.: Академический проект, 2020.

#### Электроснабжение железных дорог: современное состояние, инновации и перспективы

*Жилов Семён Александрович,*

*студент*

*НИПС-филиал ПривГУПС*

*г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

*Стоянова Ольга Федоровна,*

*преподаватель*

*НИПС-филиал ПривГУПС*

*г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

**Аннотация:** в статье рассматриваются ключевые аспекты электроснабжения железных дорог, включая текущие технологии, инфраструктуру и экономические факторы, влияющие на эту сферу.

**Ключевые слова:** электроснабжение, железные дороги, технологии, инфраструктура, эффективность

Электроснабжение железных дорог играет ключевую роль в обеспечении эффективного и безопасного движения поездов. В России эта система имеет свою специфику, и вопросы, связанные с ее состоянием и перспективами развития, очень важны.

Текущее состояние электроснабжения железных дорог в России

1. Технологии, используемые для электроснабжения. Основные технологии, применяемые для электроснабжения железных дорог в России, включают - Контактная сеть: это основной способ передачи электроэнергии поездами. Контактные сети бывают двух типов - Постоянный ток (обычно 3 кВ) - Переменный ток (например, 27.5 кВ, 50 Гц). Системы SCADA: используются для мониторинга и управления процессами электроснабжения, позволяя оператору управлять состоянием оборудования, анализировать данные и оптимизировать потребление электричества. Для предотвращения отключений и аварий применяются современные системы автоматизированного управления и защиты. Благодаря им обеспечивается большая безопасность. [2.С.1].

Энергоэффективные технологии. В последние годы внедряются новые технологии, такие как системы рекуперации энергии и использование альтернативных источников энергии (например, солнечные панели на определенных участках).

2. Основные проблемы и вызовы. Несмотря на высокий уровень электрификации, система электроснабжения сталкивается с рядом проблем и вызовов, включая: доступность ресурсов, зависимость от определённых источников энергии (уголь, газ, нефть, атомная энергия) может оказывать влияние на надёжность электроснабжения. Например, если страна сталкивается с дефицитом определённых видов топлива, это может привести к перебоям в поставках электроэнергии и, соответственно, к проблемам с электроснабжением железных дорог. - Электрификация железных дорог может смягчить возможные риски, связанные с зависимостью от угля или других ископаемых ресурсов, поскольку использование возобновляемых источников энергии становится все более распространённым.

3. Развитие инфраструктуры. Энергетическая политика России, направленная на поддержку электрификации железных дорог, может привести к увеличению инвестиций в инфраструктуру. Это, в свою очередь, позволит улучшить качество электроснабжения и повысить эффективность работы железнодорожного транспорта. Если энергетическая политика будет сосредоточена на увеличении доли возобновляемых источников энергии, это может создать условия для более устойчивого и экологически чистого электроснабжения, что важно для будущего железнодорожного транспорта.

Инновационные технологии в электроснабжении. Влияние технологий накопления энергии на эффективность электроснабжения.

1. Балансировка нагрузки. Технологии накопления энергии, такие как батареи, позволяют хранить избыточную электроэнергию, вырабатываемую в периоды низкого потребления, и использовать ее в часы пикового спроса. Это помогает сбалансировать нагрузку на сеть и предотвращает перегрузки.

2. Интеграция возобновляемых источников. Накопители энергии способствуют более эффективному использованию возобновляемых источников энергии, позволяя аккумулировать энергию, когда условия для генерации (например, солнечный свет или ветер) благоприятны, и использовать ее позже.

3. Увеличение надёжности и устойчивости сети. Технологии накопления энергии могут служить резервным источником питания во время отключений или аварий, повышая общую надёжность электроснабжения.

4. Снижение затрат на электроэнергию. Хранение энергии позволяет потребителям управлять своим потреблением более эффективно, что может привести к снижению затрат на электроэнергию за счет оптимизации использования тарифов. В целом, внедрение инновационных технологий в электроснабжение и использование технологий накопления энергии значительно повышают эффективность и устойчивость энергетических систем, способствуя переходу к более устойчивым и экологически чистым источникам энергии.

В России в ближайшие годы планируется ряд проектов по расширению и модернизации электрифицированных участков железных дорог [1.С.3].

Основные направления и инициативы включают:

1. Модернизация существующей инфраструктуры. Обновление контактной сети: Замена устаревших элементов контактной сети на более современные, что позволит повысить надёжность и эффективность электроснабжения. Автоматизация и цифровизация: Внедрение систем управления движением поездов, которые позволят улучшить координацию и безопасность, а также снизить время простоя.

2. Расширение электрифицированных участков. Электрификация новых маршрутов: Продолжение работы по электрификации ключевых железнодорожных направлений, таких как трассы, соединяющие крупные города и промышленные центры. Это включает в себя проекты на Сибирских и Дальневосточных направлениях. • Проекты на высокоскоростных магистралях: Развитие высокоскоростного движения также требует электрификации новых участков, что позволит сократить время в пути и повысить комфорт пассажиров.

3. Инвестиции в возобновляемые источники энергии. Внедрение технологий, использующих солнечную и ветровую энергию для обеспечения электроснабжения удаленных участков железной дороги, что может снизить зависимость от традиционных источников энергии.

4. Участие в международных проектах. Россия рассматривает возможность участия в международных проектах по электрификации железных дорог, что может привести к обмену технологиями и лучшими практиками.

5. Государственные программы и инициативы. Поддержка со стороны правительства России через различные программы модернизации транспортной инфраструктуры, включая финансирование и субсидии для проектов электрификации. 6. Устойчивое развитие и экология: • Проекты будут также учитывать экологические аспекты, направленные на снижение выбросов углерода и повышение энергоэффективности. Эти инициативы направлены на улучшение качества железнодорожного сообщения, снижение затрат на эксплуатацию и увеличение пропускной способности транспортной сети, что является важным шагом для развития экономики страны.

Электрификация Восточного полигона Проект модернизации БАМа и Транссиба включает строительство новых электросетевых объектов. К концу 2024 года провозная способность этих магистралей достигла 180 млн тонн. В рамках второго этапа проекта планируется ввести в эксплуатацию объекты, обеспечивающие дополнительную мощность 1,7 тыс. МВт. Общая стоимость строительства составляет около 200 млрд рублей, а протяжённость линий электропередачи — около 1,7 тыс. км.

#### Перспективы развития

Цифровизация и автоматизация внедряются системы предиктивной аналитики, искусственного интеллекта и Интернета вещей для оптимизации энергопотребления, прогнозирования отказов оборудования и управления тяговой мощностью. Это позволяет минимизировать простои и повысить надёжность систем.

Возобновляемые источники энергии планируется использование солнечной и ветровой энергии в системах тягового электроснабжения. Например, размещение солнечных панелей вдоль железнодорожных коридоров может обеспечить до 15% потребности поездов в электроэнергии. Также исследуется возможность интеграции геотермальных и водородных технологий.

Накопители энергии развиваются технологии литий-ионных аккумуляторов и суперконденсаторов, которые позволяют сглаживать пики нагрузки, повышать энергоэффективность и использовать энергию, вырабатываемую при рекуперативном торможении.

Электропоезда на аккумуляторных батареях Такие поезда могут двигаться без проводов, получая энергию во время остановок или от солнечных панелей на крыше. Это перспективное решение для участков с низкой плотностью движения.

Таким образом, развитие электроснабжения железных дорог направлено на повышение энергоэффективности, надёжности и экологичности. Ключевыми трендами являются цифровизация, внедрение возобновляемых источников энергии и модернизация инфраструктуры. [4.С.4].

#### Список литературы:

1. Бобров, В. А. "Электроснабжение железных дорог." Москва: Транспорт, 2015. • Кузнецов, А. И. "Электрические системы железных дорог." Санкт-Петербург: Политехника, 2018.
2. Лебедев, В. Н. "Современные технологии электроснабжения на железных дорогах." Москва: Энергоатомиздат, 2020.
3. Василянский А. М., Мамошин Р. Р., Якимов Г. Б. Совершенствование системы тягового электроснабжения железных дорог, электрифицированных на переменном токе 27,5 кВ, 50 Гц // Железные дороги мира. 2002. № 8. С. 40...51.
4. Петров, И. И., Смирнова, Т. В. "Инновационные технологии в электроснабжении железнодорожного транспорта." Вестник транспорта, 2020, №2, с. 34-39.

## Современные технологии на железнодорожном транспорте

**Захаров Михаил Сергеевич,**

*студент*

*НИПС-филиал ПривГУПС*

*г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

**Стоянова Ольга Федоровна,**

*преподаватель*

*НИПС-филиал ПривГУПС*

*г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

**Аннотация:** в статье сделан разбор технологии магнитной левитации (Maglev), принципов работы, областей применения и основных физических законов действующих при ее использовании

**Ключевые слова:** магнитная левитация, тяга асинхронный двигатель, стабилизация.

Технология магнитной левитации (Maglev):

Maglev (от Magnetic Levitation — «магнитная левитация») — это технология движения поездов, при которой состав не касается рельса, а парит над ним за счёт силы магнитного отталкивания или притяжения. Это устраняет трение колес о рельс, что позволяет достигать чрезвычайно высоких скоростей и обеспечивает плавный и тихий ход [5, С.15].

Принцип работы и основные физические законы. В основе технологии лежат два ключевых принципа:

1. Левитация (Взаимодействие для подъема):

Электромагнитное подвешивание (EMS): использует электромагниты, расположенные на корпусе поезда, которые притягиваются к ферромагнитным стальным направляющим на полотне. Сила притяжения тщательно контролируется электроникой: когда зазор уменьшается, сила тока в электромагните уменьшается, чтобы поезд не коснулся полотна, и наоборот. Это система нестабильна и требует постоянного контроля.

Электродинамическое подвешивание (EDS): использует мощные сверхпроводящие магниты (охлаждаемые жидким азотом или гелием) на поезде. При движении эти магниты индуцируют ток в проводящих полосах (обычно из алюминия) на полотне пути. Согласно закону Ленца, возникающее магнитное поле направлено так, чтобы противодействовать причине, его вызвавшей, то есть оно отталкивает магниты поезда, создавая левитацию. Левитация в этой системе возникает только на достаточно высокой скорости.

2. Тяга (Взаимодействие для движения вперед):

Обе системы используют линейный асинхронный двигатель (LIM).

Принцип: Статор (неподвижная часть обычного двигателя) «разворачивается» вдоль пути. Бегущая магнитная волна, создаваемая в этом статоре, взаимодействует с магнитами на поезде, толкая его вперед. Чтобы изменить скорость, регулируется частота тока; чтобы изменить направление — последовательность фаз.

3. Стабилизация (Взаимодействие для боковой устойчивости):

Магниты также обеспечивают боковую стабилизацию поезда, не давая ему сместиться влево или вправо от оси пути.

Технология исключает трение, что делает ее высокоэффективной, но требует огромных капиталовложений.

2. Ключевые отличия двух основных систем

Характеристика Электромагнитное подвешивание (EMS) Электродинамическое подвешивание (EDS)

Принцип левитации Притяжение Отталкивание

Необходимая скорость левитирует на любой скорости, включая остановку левитирует только на высокой скорости (~150 км/ч и выше)

Необходимость в колесах Да (для движения на низкой скорости и остановки) Да/Нет (часто требуются для стоянки, некоторые модели обходятся без)

Зазор Малый (10-15 мм) Большой (100-150 мм) [3, С 41].

Энергопотребление меньше для левитации, но требуется постоянный контроль больше для левитации из-за использования сверхпроводящих магнитов

Магниты Обычные электромагниты Сверхпроводящие магниты

Пример Transrapid (Шанхай, Китай) SCMaglev (Япония, опытная линия) [7, С.43].

Преимущества технологии Maglev

1. Скорость: Отсутствие трения позволяет достигать скоростей, недоступных для колесных поездов. Рекорд: 603 км/ч (японский L0 Series, 2015). Рабочая скорость — 430-500 км/ч.

2. Низкий уровень шума и вибраций: нет стука колес, только аэродинамический шум.

3. Минимальное обслуживание: Отсутствие сил трения значительно снижает износ как подвижного состава, так и пути.

4. Высокая безопасность: Поезд «обхватывает» направляющую, что делает сход с пути практически невозможным.

5. Крутые подъемы: может преодолевать более крутые уклоны (до 10%), чем традиционные поезда (до 4%), что позволяет лучше вписываться в ландшафт и сокращать длину линии.

6. Экологичность: нет прямых выбросов (если электричество из возобновляемых источников), меньше шумовое загрязнение.

4. Недостатки и вызовы

1. Высокая стоимость строительства: Создание новой, несовместимой инфраструктуры (направляющие, силовая подстанция) чрезвычайно дорого. Стоимость за километр может в 2-3 раза превышать стоимость ВСМ.

2. Несовместимость с существующей инфраструктурой: Поезда Maglev не могут использовать обычные железнодорожные пути. Это создает проблему «последней мили».

3. Высокое энергопотребление: особенно на высоких скоростях и для систем EDS.

4. Вопросы безопасности: Сильные магнитные поля требуют экранирования, могут создавать помехи для кардиостимуляторов и других устройств.

5. Электромагнитное излучение: Мощные магниты генерируют сильные ЭМ-поля, что требует специальных мер защиты для пассажиров и экипажа.

### Список литературы:

1. Журнал «Железнодорожный транспорт». – М.: ОАО «РЖД», 2020-2023 гг.
2. Официальный сайт ОАО «РЖД»: <https://www.rzd.ru> (разделы «Инновации», «Технологии»).
3. Европейское агентство железных дорог (ERA). Официальный сайт: <https://www.era.europa.eu> (о системе ERTMS/ETCS).
4. Международный союз железных дорог (UIC). Официальный сайт: <https://uic.org> (отчеты о sustainable mobility и цифровизации).
5. Петров, А.В. Интеллектуальные системы управления на железнодорожном транспорте / А.В. Петров, С.И. Козлов. – М.: Маршрут, 2019. – 256 с.
6. Смирнов, И.Г. Высокоскоростные железнодорожные магистрали: мировой опыт и перспективы в России / И.Г. Смирнов. – СПб.: Политехника, 2021. – 198 с.
7. Научная электронная библиотека CyberLeninka: <https://cyberleninka.ru> (статьи по тематике «Smart Rail», «Цифровые двойники в транспорте»).

## **Инновационные материалы и конструкции контактной сети: повышение надежности и снижение эксплуатационных затрат**

**Малофеева Елизавета Алексеевна,**  
студент

НИПС-филиал ПривГУПС  
г. Нижний Новгород, Российская Федерация

**Гаврилова Ольга Ивановна,**  
преподаватель

НИПС-филиал ПривГУПС  
г. Нижний Новгород, Российская Федерация

**Аннотация:** в статье проанализированы современные инновационные материалы и конструкции контактной сети как ключевой фактор повышения надёжности и экономической эффективности системы тягового электроснабжения железных дорог. Сделан вывод о том, что их внедрение требует комплексного подхода, основанного на принципе системности при модернизации инфраструктуры и стратегическом планировании.

**Ключевые слова:** контактная сеть; электроснабжение железных дорог; надёжность; эксплуатационные затраты; композитные материалы; цифровизация.

Глобализация мировой экономики, рост транспортной нагрузки и ужесточение требований к устойчивости транспортных систем способствовали росту интереса специалистов и руководителей транспортной отрасли к проблемам обеспечения надёжности и экономической эффективности железнодорожной инфраструктуры [1]. В частности, повышение скоростей движения, увеличение грузонапряжённости магистралей и необходимость снижения эксплуатационных издержек предъявляют новые вызовы к системам электроснабжения, ключевым элементом которых является контактная сеть.

Исключительное значение стабильного и бесперебойного электроснабжения для работы железных дорог объясняет пристальное внимание исследователей и инженеров к поиску решений, повышающих надёжность и долговечность контактной сети. Как справедливо отмечается в трудах ведущих специалистов, «надёжность и стабильность снабжения энергией лежат в основе... экономического процветания и глобальной стабильности» [2]. В полной мере это относится и к железнодорожному транспорту, где контактная сеть является жизненно важной артерией, а её отказ парализует движение. Таким образом, внедрение инновационных материалов и конструкций становится не просто технической модернизацией, а стратегической задачей, напрямую влияющей на безопасность, пропускную способность и экономику перевозок.

Контактная сеть (КС) — это кровеносная система электрифицированных железных дорог. От её бесперебойной и надёжной работы зависят безопасность, графитовая скорость и пропускная способность магистрали. Однако традиционные материалы и конструкции, десятилетиями использовавшиеся на сети российских железных дорог, зачастую не соответствуют современным вызовам: росту нагрузок от тяжеловесных и скоростных поездов, ужесточению требований к эксплуатационной готовности и необходимости сокращения затрат на обслуживание. В данной статье рассматриваются ключевые инновационные направления в модернизации контактной сети, которые позволяют существенно повысить её надёжность и снизить эксплуатационные расходы.

Серьёзным прорывом становится замена традиционных стальных конструкций на композитные материалы [3]. Все чаще вместо тяжелых железобетонных или стальных опор и металлических консолей применяются конструкции из стекло- или углепластика. Их главные

преимущества: коррозионная стойкость (они абсолютно не подвержены ржавчине, что критически важно в условиях агрессивной среды), маленький вес (масса снижается в 3-5 раз, что упрощает транспортировку, монтаж и снижает нагрузку на фундамент), диэлектрические свойства (композиты не проводят ток, что повышает электробезопасность) и прочность (современные композиты не уступают металлу по несущей способности, но не страдают от усталостных напряжений)[3]. Для питающих и отсасывающих линий активно внедряются самонесущие изолированные провода (СИП). Их полимерная изоляция предотвращает короткие замыкания из-за схлестывания проводов, падения веток или деятельности птиц, что резко повышает надежность электроснабжения [1]. Для самого контактного провода разрабатываются новые медные и бронзовые сплавы с добавками магния, олова или редкоземельных металлов. Эти сплавы обеспечивают более высокую механическую прочность и износостойкость при сохранении отличной электропроводности, увеличивая межремонтный ресурс провода в 1.5-2 раза [2].

Инновации кардинально меняют не только материалы, но и сами принципы проектирования и построения контактной сети, смещая фокус в сторону стабильности, простоты обслуживания и адаптации к экстремальным условиям. Эти решения являются системным ответом на вызовы скоростного движения и сурового климата.

Система постоянного натяжения: основа стабильности для скорости и мороза. Ключевой проблемой традиционной контактной сети с сезонным (ручным) регулированием натяжения является её зависимость от температуры [1]. Стальной несущий трос и медный контактный провод расширяются в жару и сжимаются в холод, что приводит к опасным провисам летом и критическому увеличению натяжения, чреватому обрывами, зимой. Для устранения этого на ответственных участках внедряется система постоянного (автоматического) натяжения [1].

Принцип работы: В концевых анкерных опорах устанавливаются компенсаторы -- либо грузовые (классическая система с противовесом), либо более современные пружинно-грузовые или гидравлические. Эти устройства через систему блоков и тросов постоянно прикладывают к проводу расчетное усилие (например, 20 кН). При нагреве и удлинении провода компенсатор опускает груз, "выбирая" лишнюю длину и сохраняя натяжение. При охлаждении и укорочении — поднимает его, "отдавая" запас провода и не допуская его чрезмерного натяжения [1].

Конкретные преимущества:

Гарантированный качественный токосъём на скорости 250+ км/ч: Постоянная геометрия контактной подвески (высота, положение в плане) обеспечивает идеальный, безотрывный контакт с токоприёмником, минимизируя искрение и износ [1].

Устранение аварийных ситуаций: ликвидируются риски обрыва провода в сильные морозы и схлестывания с несущим тросом в жару [1].

Сокращение эксплуатационных затрат: отпадает необходимость в сезонных бригадах для ручного перенатяжения проводов, что экономит человеко-часы и уменьшает объем работ на перегоне [1].

Упрощённые и модульные конструкции: философия скорости монтажа и обслуживания Современный подход стремится минимизировать количество деталей и операций на месте установки. Это достигается за счет:

Бесстыжковые консоли и кронштейны: Традиционные консоли требуют множества тяг, штанг и изолирующих элементов для фиксации положения. Новая конструкция представляет собой цельную или сборную из минимального числа частей жесткую ферму, которая крепится непосредственно к опоре. Это резко снижает трудоемкость монтажа, повышает надежность (меньше точек ослабления) и улучшает эстетику [3].

Предварительно собранные узлы (модули): на производстве или в ремонтной базе собираются крупные узлы — например, кронштейн с уже установленными изоляторами, регулятором высоты и элементами крепления. На перегоне такой модуль просто поднимается и

фиксируется на опоре болтовыми соединениями. Это [3]:

Сокращает время работ в "окно" (критически важный показатель для ж/д).

Повышает качество сборки, так как она выполняется в заводских условиях.

Упрощает обучение персонала — монтажник работает с крупными, понятными блоками.

Унификация креплений и деталей: Переход на единые типоразмеры болтов, зажимов, клемм и других стандартных элементов сокращает номенклатуру запасных частей на складе, упрощает логистику и позволяет использовать универсальный инструмент [3].

Специализированные устройства для критических зон: инженерная точность в сложных узлах. Наиболее уязвимыми точками контактной сети всегда были места, где нарушается её идеальная прямолинейность или где происходят пересечения.

Фиксаторы с пружинными демпферами для стрелочных переводов: В зоне стрелки, где контактный провод должен обеспечить плавный переход с одного пути на другой, используются не жесткие фиксаторы, а устройства со встроенными пружинами или газовыми амортизаторами. Они допускают небольшое вертикальное и горизонтальное движение провода, "гася" динамические удары от токоприёмника и обеспечивая плотный, но упругий контакт. Это предотвращает вырез контактной поверхности и поломки [2].

Роликовые направляющие (токоприёмники) на пересечениях: В местах пересечения двух воздушных линий (например, главных путей и выезда из депо) устанавливаются специальные роликовые устройства. Они выполняют роль механического направляющего желобка, по которому проходит полз токоприёмника. Это полностью исключает жесткий удар и зацеп, которые случаются при проходе через традиционное пересечение с жесткими креплениями, и многократно увеличивает ресурс как провода, так и самого токоприёмника [2].

Первоначальные капитальные затраты на инновационные материалы (особенно композиты) часто выше, чем на традиционные. Однако общий экономический эффект за жизненный цикл (15-30 лет) оказывается положительным за счет значительного снижения эксплуатационных затрат (ОРЕХ). Во-первых, это сокращение ремонтов и обслуживания. Композитные опоры и СИП не требуют регулярной окраски, очистки от ржавчины. Их ресурс составляет 50 и более лет против 25-30 у стальных. Меньше плановых обходов и проверок [3]. Во-вторых, снижение простоев (повышение пропускной способности). Повышенная надежность КС напрямую сокращает количество отказов и, как следствие, задержек поездов. Это главный источник непрямого экономии [1]. В-третьих, ускорение монтажа и ремонта. Легкость конструкций и модульность позволяют проводить работы быстрее, с привлечением меньшего количества техники и персонала [3]. В-четвертых, снижение потерь электроэнергии. Улучшенное качество контактной поверхности провода и стабильность контакта снижают переходное сопротивление и, как следствие, потери на нагрев [2].

Цифровизация и интеллектуальный мониторинг: переход к предиктивному обслуживанию

Повышение надежности невозможно без современных систем диагностики и управления [2]. Инновационные материалы и конструкции создают физическую основу, а их потенциал максимально раскрывается при интеграции в цифровую среду. Ключевым направлением становится внедрение систем интеллектуального мониторинга состояния контактной сети (СКСК). Эти системы используют датчики, установленные непосредственно на опорах, контактах и проводах, которые в режиме реального времени отслеживают ключевые параметры: натяжение проводов, степень износа контактной поверхности, температуру, механические нагрузки, включая воздействие пассажирского состава. Данные передаются по беспроводным сетям в единый центр управления, где анализируются с помощью алгоритмов искусственного интеллекта [2].

Это позволяет совершить переход от планово-предупредительного ремонта к предиктивному обслуживанию. Система не просто фиксирует аварию, а прогнозирует её вероятность, анализируя тенденции, например, ускоренный износ провода на конкретном километре или

ослабление натяжения в компенсаторе. Таким образом, ремонтные бригады выезжают не по графику или после сбоя, а точно по необходимости, для устранения конкретной выявленной аномалии до её перерастания в отказ. Это радикально снижает количество внеплановых простоев, оптимизирует логистику и загрузку персонала, а также позволяет точно планировать бюджет на запасные части, минимизируя страховые запасы [2]. Цифровой двойник контактной сети, построенный на основе данных мониторинга, становится незаменимым инструментом для моделирования нагрузок, планирования модернизации и обучения персонала в виртуальной среде [2].

Переход на инновационные материалы и конструкции в контактной сети — это не просто модернизация, а стратегический шаг к созданию «умной», устойчивой и экономически эффективной инфраструктуры. Композиты, новые сплавы, системы постоянного натяжения и модульные решения комплексно решают ключевые задачи: повышают устойчивость к внешним воздействиям, обеспечивают стабильный токосъём на растущих скоростях, минимизируют вмешательство человека и сокращают совокупную стоимость владения. Для будущих специалистов, таких как студенты нашего техникума, понимание этих технологий становится обязательным. Именно нам предстоит внедрять, обслуживать и развивать эти системы, обеспечивая надежное и экономичное электроснабжение железных дорог России в XXI веке.

### Список литературы

1. Волков, А. С. Повышение надёжности контактной сети на перегонах с интенсивным движением / А. С. Волков, Е. Н. Петрова // Транспортные системы: электронный научный журнал. – 2023. – № 4(12). – С. 45-58. – URL: <https://elib.istina.msu.ru/temperaturu/zamena> (дата обращения: 15.05.2024).
2. Семёнов, В. И. Цифровизация и интеллектуальный мониторинг систем тягового электроснабжения / В. И. Семёнов // Инновации на транспорте. – 2024. – № 1(8). – С. 22-31. – URL: <https://istina.msu.ru/reviews/view/2024/peregone.?number=8&date=201-07#fig5> (дата обращения: 15.05.2024).
3. Королёв, Д. М. Композитные материалы в конструкциях контактной сети железных дорог: преимущества и перспективы внедрения / Д. М. Королёв // Вестник транспортной науки. – 2022. – № 3(15). – С. 67-75. – URL: [https://berleninka.ru/sistem/reviews?utm\\_source=elibrary\\_scholar&refid=83892](https://berleninka.ru/sistem/reviews?utm_source=elibrary_scholar&refid=83892)

### Проблемы электрификации железной дороги

**Мишура Дарья Валерьевна,**  
студентка

*Курганского института железнодорожного транспорта (КИЖТ) - филиал УрГУПС,  
г.Курган, Российская Федерация*

**Пономарева Ольга Анатольевна,**  
преподаватель

*Курганского института железнодорожного транспорта (КИЖТ) - филиал УрГУПС,  
доцент, к.т.н.*

**Аннотация:** В статье проанализированы проблемы электрификации железной дороги, такие как экономические и финансовые проблемы, технические и инфраструктурные, экологические и социальные, стратегические и управленческие. Сделан вывод, что успех модернизации железнодорожного транспорта будет зависеть не от следования единому шаблону, а от способности к адаптивному и взвешенному выбору технологий, максимально соответствующих локальным экономическим и инфраструктурным условиям.

**Ключевые слова:** железная дорога, проблемы электрификации, контактная сеть, модернизация.

Развитие железнодорожного транспорта как одного из наиболее эффективных и экологических видов перевозок является стратегической задачей для многих стран. В этом контексте электрификация железных дорог выступает в роли ключевого технологического инструмента, способного кардинально повысить провозную и пропускную способность магистралей, снизить зависимость от углеводородного топлива и минимизировать локальное воздействие на окружающую среду. Как отмечается в стратегических документах, транспортный комплекс, и, в частности, железные дороги, играют важнейшую роль в обеспечении энергетической и экономической безопасности государства [1]. Однако процесс перехода на электрическую тягу, особенно в условиях сложившейся обширной инфраструктуры, представляет собой не просто техническую модернизацию, а комплексную проблему, находящуюся на стыке экономики, инженерии, экологии и долгосрочного планирования. Преодоление этих проблем требует взвешенного анализа, учитывающего как мировой опыт, так и национальную специфику. Произведем анализ основных групп проблем, с которыми сталкивается электрификация железных дорог, с акцентом на их проявление в современных условиях.

#### Экономические и финансовые проблемы

Финансовая составляющая часто становится определяющим фактором при принятии решения об электрификации того или иного участка. Высокая стоимость проектов и длительный срок возврата инвестиций создают существенные барьеры.

Наибольшую долю затрат формирует строительство контактной сети (КС). Это включает геодезические работы, изготовление и установку опорных конструкций (опор, консолей, гибких поперечин), монтаж сотен километров контактного провода, несущих тросов и всей арматуры. Параллельно требуются колоссальные вложения в сооружение тяговых подстанций (ТП), которые являются высокотехнологичными объектами, требующими дорогостоящего силового трансформаторного и преобразовательного оборудования, систем релейной защиты и автоматики.

Электрификация редко обходится без масштабной переделки существующих объектов. Повышение габаритов подвески КС зачастую влечет за собой необходимость реконструкции или полной замены искусственных сооружений — мостов, путепроводов, тоннелей. Стоимость таких работ, особенно на исторических линиях, может превышать затраты на саму контактную сеть.

Для реализации преимуществ электрификации необходим соответствующий тяговый подвижной состав — электровозы, электропоезда, авторомотрисы. Их закупка требует отдельного крупного финансирования. Как указывают экономисты, несмотря на меньшие эксплуатационные расходы, цена покупки электрического подвижного состава существенно выше, чем у тепловозного аналога, что увеличивает общую нагрузку на инвестиционный бюджет [3, с. 45].

На линиях с низкой плотностью движения (менее 10-15 пар поездов в сутки) капитальные затраты на создание и поддержание системы электроснабжения становятся неподъемными. Доход от перевозок по таким направлениям не может компенсировать инвестиции в приемлемые сроки (20-30 лет и более). Это создает «зону экономической нецелесообразности» для классической проводной электрификации, характерную для многих регионов России.

Сложность привлечения частных инвестиций в подобные проекты связана с их высокой рискованностью, регулируемым характером тарифов и длительным периодом реализации. Основное бремя финансирования, как правило, ложится на государство или государственные компании, что ограничивает темпы развития в условиях конкуренции за бюджетные ресурсы.

#### Технические и инфраструктурные проблемы

Технологические трудности электрификации связаны с необходимостью интеграции новой сложной системы в плотную и непрерывно работающую транспортную среду.

Прокладка контактной сети на уже эксплуатируемых линиях — это высший пилотаж организации производства. Все основные работы (установка опор, монтаж проводов, подключение секций) выполняются в кратковременные «технологические окна», продолжительностью несколько часов в сутки, когда движение поездов остановлено. Это резко снижает производительность труда, растягивает сроки и увеличивает стоимость проекта в 1.5-2 раза по сравнению с новым строительством.

Каждая тяговая подстанция — это крупный потребитель (десятки мегаватт). Обеспечение ее надежного питания требует создания отдельной линии электропередачи от узловой подстанции энергосистемы, что часто выходит за рамки компетенции железнодорожников и требует сложной координации с сетевыми компаниями и регуляторами.

Контактная сеть, будучи линейным объектом большой протяженности, подвержена влиянию внешних факторов: гололед, сильный ветер, падение деревьев, вандализм. Любое повреждение на даже небольшом участке может парализовать движение на десятках километров. Содержание КС в исправном состоянии требует постоянных затрат на патрулирование, диагностику и ремонт.

Исторически сложившаяся неравномерность стандартов является глобальной проблемой. Наличие в России и мире систем постоянного (1.5 кВ, 3 кВ) и переменного (15 кВ 16.7 Гц, 25 кВ 50 Гц) тока создает необходимость в содержании разнотипного парка локомотивов и усложняет организацию сквозного сообщения. Переход с одной системы на другую требует либо остановки для смены локомотива, либо применения дорогостоящих многосистемных электровозов.

Прохождение тягового тока, особенно постоянного, создает помехи для устройств автоматической локомотивной сигнализации (АЛС) и рельсовых цепей, используемых для контроля занятости блок-участков. Требуется внедрение сложных и дорогих схем гальванической развязки, фильтрации и компенсации, чтобы обеспечить безаварийную работу всех систем одновременно [4].

#### Экологические и социальные проблемы

Экологический профиль электрической тяги не является абсолютным и требует критической оценки с позиции жизненного цикла.

Основной экологический аргумент («ноль выбросов в месте движения») справедлив лишь при условии «чистой» генерации электроэнергии. Если в энергобалансе региона преобладают угольные электростанции, то совокупные выбросы парниковых газов и загрязняющих веществ, отнесенные на железнодорожный транспорт, могут быть сопоставимы с выбросами от современных дизельных двигателей. Таким образом, экологический эффект от электрификации напрямую зависит от снижения углеродного следа энергосистемы в целом, что является более масштабной государственной задачей [2].

Контактная сеть с ее опорами и проводами меняет ландшафт, что может вызывать социальное неприятие, особенно в рекреационных зонах, природных заповедниках и исторических центрах городов. Кроме того, тяговые подстанции являются источниками постоянного низкочастотного шума, который может распространяться на значительные расстояния и требует специальных мер звукоизоляции.

Электрификация порождает вопросы утилизации вышедшего из строя оборудования: опор (часто железобетонных), проводов, изоляторов, а также специализированных масел из трансформаторов тяговых подстанций. Организация цикла переработки этих материалов также сопряжена с затратами и экологическими рисками.

#### Стратегические и управленческие проблемы

В настоящее время классическая электрификация сталкивается с беспрецедентной конкуренцией со стороны новых технологических решений, что заставляет пересматривать традиционные подходы.

Бурное развитие технологий аккумулирования энергии (литий-ионные, натрий-ионные

батареи) и водородных топливных элементов создает жизнеспособную альтернативу проводной электрификации на линиях с умеренной интенсивностью движения. Аккумуляторные электропоезда способны преодолевать значительные расстояния (150-300 км) на одной зарядке, а водородные — до 1000 км. Эти технологии позволяют отказаться от капиталоемкого строительства контактной сети на конечных неэлектрифицированных участках и тупиковых ветках, предлагая большую гибкость и потенциально более низкие удельные затраты.

Проекты электрификации имеют горизонт планирования 20-50 лет. В условиях быстрой технологической эволюции существует риск, что выбранное сегодня дорогостоящее инфраструктурное решение (проводная сеть) через 10-15 лет может быть признано устаревшим по сравнению с более дешевыми и гибкими автономными системами. Это создает дилемму для лиц, принимающих стратегические инвестиционные решения.

Частичная электрификация сети создает логистические неэффективности. Участки, оставшиеся на тепловозной тяге, становятся «узкими местами», требующими смены локомотивов или использования дорогих и менее надежных машин двойного питания, что увеличивает время оборота и операционные издержки.

Контекст для России (ОАО «РЖД»).

В Российской Федерации проблемы электрификации приобретают уникальные черты, обусловленные географическими и историческими факторами:

Колоссальная протяженность малодеятельных линий, где традиционная электрификация экономически не оправдана, но где существует социальный запрос на модернизацию транспорта.

Суровые и разнообразные климатические условия, от арктических морозов до жаркого юга, предъявляющие экстремальные требования к материалам и надежности контактной сети, повышающие частоту обледенений и стоимость обслуживания.

Наследие двух систем тока (3 кВ постоянного и 25 кВ переменного), которое усложняет эксплуатацию, требует содержания двух типов инфраструктуры и ограничивает маневренность парка.

Неравномерность развития энергосистемы, когда многие региональные сети не обладают достаточной резервной мощностью для подключения новых тяговых подстанций без их глубокой модернизации.

Электрификация железных дорог, несмотря на свой более чем вековой путь развития, остается актуальной и сложной задачей. Ее проблемы носят системный характер, переплетая в себе финансовые ограничения, инженерные сложности, экологические дилеммы и стратегические риски. Абсолютизация преимуществ электрической тяги без учета контекста может привести к неэффективному расходованию ресурсов.

Для России ключевой задачей первостепенной важности становится переход от универсального курса на повсеместную электрификацию к гибкой, технологически нейтральной стратегии. Эта стратегия должна основываться на детальном технико-экономическом сравнении всех доступных решений (проводная сеть, аккумуляторы, водород, гибриды) для каждого конкретного участка или коридора. На главных магистралях с огромными грузовыми потоками проводная электрификация, вероятно, сохранит безальтернативное лидерство. Однако на региональных и местных линиях будущее, по всей видимости, будет за автономным подвижным составом. Таким образом, успех модернизации железнодорожного транспорта будет зависеть не от следования единому шаблону, а от способности к адаптивному и взвешенному выбору технологий, максимально соответствующих локальным экономическим и инфраструктурным условиям.

### **Список литературы:**

1. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года (с перспективой до 2035 года): утв. распоряжением Правительства РФ от 27 ноября 2021 г. № 3363-р. -

[электронный ресурс] // Официальный интернет-портал правовой информации. – Режим доступа: <http://pravo.gov.ru> (дата обращения 18.11.2023).

2. Бобылев, С. Н., Соловьева, С. В. Экологические вызовы и «зеленая» трансформация транспортного комплекса России // Экономика региона. – 2022. – Т. 18, № 4. – С. 1021-1036.

3. Иванов, А. В., Петров, К. С. Экономика железнодорожного транспорта: учебник для вузов. – М.: Издательский центр «Академия», 2019. – 384 с.

4. Смирнов, В. Г. Устройства электроснабжения и электроснабжение железных дорог: учебное пособие. – СПб.: Петербургский государственный университет путей сообщения, 2020. – 212 с.

5. Международный союз железных дорог (UIC). Future of Rail 2030: Research and Innovation Priorities. – Париж: UIC, 2021. – [электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://uic.org/> (дата обращения 15.01.2024).

6. . Международное энергетическое агентство (IEA). Rail 2023: Analysis and forecast to 2025. – Париж: IEA, 2023. – [электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.iea.org/> (дата обращения 10.02.2024).

## **Модернизация устройств электроснабжения для снижения потерь энергии**

*Поташев Даниил Павлович,  
студент*

*НИПС-филиал ПривГУПС  
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

*Стоянова Ольга Федоровна,  
преподаватель*

*НИПС-филиал ПривГУПС  
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

***Аннотация:** в статье рассматриваются основные причины потерь электроэнергии и возможные пути их снижения через модернизацию инфраструктуры и внедрение цифровых технологий. Проведен анализ особенностей функционирования энергетических сетей, предложены эффективные методы диагностики и выявлены перспективы применения современных технологий для улучшения их производительности и экономичности.*

***Ключевые слова:** электроснабжение, модернизация, энергетическая эффективность, потери электроэнергии.*

Электроэнергетическая система играет ключевую роль в экономике и инфраструктуре любой страны. Одним из наиболее значимых факторов, влияющих на её эффективность, являются потери электроэнергии, возникающие на всех этапах - от производства до конечного потребления. Потери обусловлены как физическими процессами в оборудовании, так и организационными и управленческими недостатками. Несмотря на то, что полностью исключить потери невозможно, современные технологии позволяют существенно уменьшить их уровень.

### **Классификация электрических потерь**

Чтобы эффективно бороться с потерями энергии, нужно видеть в них не «одну дыру», а набор разных утечек. Каждую такую утечку нужно измерить по-своему и понять её причину. Только тогда можно принять точечные и экономически оправданные меры, а не тратить деньги наугад. Обычно потери электроэнергии можно разделить на три основные группы:

#### **1. Технологические (технические) потери**

Являются неизбежным следствием физических процессов, протекающих в элементах электрических сетей при передаче и распределении электроэнергии. Они возникают даже при полностью исправном оборудовании и корректных режимах работы, поскольку обусловлены активным сопротивлением проводников, магнитными и тепловыми потерями в трансформаторах, а также особенностями конструкции электротехнических устройств. Технические потери подразделяются на:

- **Условно-постоянные потери**, величина, которая практически не зависит от протекающего через сеть тока. Наиболее значимым источником здесь выступают **потери холостого хода в силовых трансформаторах**, связанные с процессами перемагничивания сердечника и возникновением вихревых токов. Современные решения, такие как трансформаторы с сердечниками из аморфной стали, позволяют сократить эти потери на 60-70% по сравнению с традиционными моделями. Другим источником являются **коронные разряды** на воздушных линиях электропередачи (ВЛ) высокого и сверхвысокого напряжения (110 кВ и выше). Эти потери, вызванные ионизацией воздуха вокруг провода, особенно усиливаются в условиях влажной погоды (дождь, изморось) и зависят от состояния поверхности провода и его сечения. [3,4]

- **Нагрузочные (переменные) потери**, которые изменяются пропорционально квадрату тока нагрузки. Главная причина - **омическое (активное) сопротивление** токоведущих частей: проводов и грозозащитных тросов ЛЭП, обмоток силовых трансформаторов и автотрансформаторов, сборных шин распределительных устройств. Помимо этого, значительный вклад, вносят **дополнительные потери в стали магнитопроводов трансформаторов** от вихревых токов, наведённых полем рассеяния обмоток, а также **потери в контактных соединениях** (сжимы, наконечники). Некачественный монтаж или ослабление контактов со временем приводят к росту переходного сопротивления, локальному перегреву и увеличению потерь энергии. [1, 3]

## 2. Коммерческие (нетехнические) потери:

Представляют собой разницу между абсолютными (фактически зафиксированными) и расчётными технологическими потерями. Они появляются в сфере коммерческого учёта, контроля энергопотребления и правоотношений между поставщиком и потребителем. Их структура в XXI веке усложнилась:

- Метрологические погрешности исторически связаны с массовым использованием индукционных электросчётчиков с низким классом точности (2.5 и ниже), являясь источником существенной суммарной погрешности в масштабах страны. Современной проблемой становятся сбои в программном обеспечении электронных счётчиков, несанкционированное вмешательство в их работу, а также ошибки при поверке и калибровке.

- Хищения электроэнергии. Помимо примитивных набросов на провода, сегодня используются более продвинутые методы: применение неодимовых магнитов для воздействия на чувствительные элементы счётчиков, использование специальных устройств-замедлителей хода, искажение схем подключения трансформаторов тока. Особую угрозу начинает представлять киберкриминал, направленный на взлом систем дистанционного сбора данных (АСКУЭ) с целью манипуляции показаниями.

- Административно-организационные утечки возникают из-за несовершенства внутренних процессов сетевых компаний: несвоевременный ввод в эксплуатацию новых точек учёта, ошибки при вводе данных в биллинговые системы, отсутствие эффективного контроля за договорными условиями, особенно у потребителей с высокой мощностью. [2, 3]

## 3. Управленческие потери

Управленческие потери - это убытки из-за слабого планирования и неверных решений. Они снижают прибыль и надёжность энергоснабжения. Основные причины:

- Отсутствие точных данных: Нет детальной картины потерь по элементам сети, невозможно найти проблемные участки.

- Неоптимальная работа сети: Перегрузка одних линий при резерве на других, дисбаланс фаз, низкий коэффициент мощности. Это повышает токи и потери.

- Тактика «латания дыр»: Средства тратятся на аварийный ремонт, а не на плановую модернизацию изношенного оборудования. [3]

### **Современные методы диагностики**

Диагностика в энергетике совершила качественный скачок: от эпизодических проверок она перешла к непрерывному автоматизированному мониторингу. Сегодня это сложный процесс, где сбор больших данных (Big Data) с датчиков сочетается с их интеллектуальным анализом для прогнозирования проблем, а не просто для их констатации.

### **Ключевые технологии**

**1. Тепловизионный мониторинг с помощью БПЛА и стационарных камер.** Если раньше обследование проводили бригады с переносными приборами, то сейчас десятки километров ЛЭП и оборудование подстанций сканируют беспилотники с тепловизорами. Они выявляют перегрев контактов и дефекты изоляторов. Дополняют эту систему стационарные тепловизоры на критических узлах (вводы трансформаторов), ведущие круглосуточное наблюдение.

**2. Анализ вибрации:** мониторинг вибрации машин позволяет обнаружить проблемы с балансировкой и износом подшипников.

**3. Тестирование изоляции:** обследование состояния изоляции кабелей и трансформаторов предупреждает коротко замыкания и дефекта.

**4. Онлайн-мониторинг частичных разрядов (ЧР).** Частичные разряды -это локализованные электрические пробой в небольшой части твёрдой или жидкой изоляции, находящейся под высоким напряжением. В отличие от полного пробоя, ЧР не приводят к немедленному отказу оборудования, но являются предвестниками серьёзных проблем. Современные стационарные системы, установленные на кабелях, в ячейках КРУ и трансформаторах, отслеживают эту опасную активность в реальном времени. Это позволяет прогнозировать остаточный ресурс изоляции и планировать ремонт до аварии.

**5. Автоматизированный анализ газов в масле трансформаторов (ДГА).** Этот классический метод стал цифровым. Встроенные в оборудование газоанализаторы непрерывно контролируют химический состав масла и передают данные в облако. Алгоритмы ИИ анализируют их, выявляя сложные паттерны, характерные для конкретных развивающихся дефектов: перегрева изоляции, электрических разрядов, старения масла.

### **6. Интеграция данных и предиктивная аналитика:**

Высшей формой интеграции становится Цифровой двойник (Digital Twin) – это виртуальная копия объекта, с которой можно взаимодействовать. Информация о ней непрерывно обновляется данными с датчиков. Двойник позволяет:

- Проводить виртуальные эксперименты, моделируя подключение новой нагрузки или изменение схемы сети для поиска оптимального режима с минимальными потерями.

- Осуществлять предиктивное обслуживание, прогнозируя вероятные отказы и планируя ремонт до возникновения аварийных ситуаций. [2,4]

### **Стратегии снижения потерь**

Для эффективного снижения потерь необходим системный подход, объединяющий несколько направлений работы:

#### **1. Технические решения:**

- Модернизация сетей: Замена проводов на большее сечение или с низкой стрелой провеса; массовая замена трансформаторов на энергоэффективные (ТМГ, с аморфной сталью); использование СИП в распределительных сетях 0.4-10 кВ.

- Режимная оптимизация: Установка устройств компенсации реактивной мощности (УКРМ, СТК); применение фазораспределительных трансформаторов; использование FACTS-устройств для управления потоками мощности.

#### **2. Организационно-цифровые решения:**

- Интеллектуальный учет (Advanced Metering Infrastructure, AMI)

Применение интеллектуальных приборов учета с поддержкой передачи данных посредством сетей связи типа Power Line Communication (PLC) либо узкополосного Интернет вещей (NB-IoT/G5). Эти устройства обеспечивают сбор показаний практически в реальном времени, позволяя оперативно выявлять несанкционированные вмешательства (например, вскрытия корпуса, воздействие магнитных полей) и удаленно регулировать потребление путем ограничения мощности.

- **Центры мониторинга потерь**

Создание специализированных центров обработки данных, оснащенных системами геопространственного анализа (Геоинформационная система, ГИС), что обеспечивает наглядное отображение уровня потерь на географической карте сети электроснабжения. Дополнительно используются специализированные программы для анализа профиля нагрузок и автоматического обнаружения отклонений от нормативных значений.

- **Роботизированные системы технического обслуживания**

Автоматизация процесса диагностики состояния линий электропередач и трансформаторных станций осуществляется с использованием беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) и мобильных роботов. Такие решения повышают регулярность и точность инспекций, снижают риски травматизма среди обслуживающего персонала и уменьшают эксплуатационные расходы благодаря минимизации участия человеческого фактора. [3]

### **Перспективные технологии**

На горизонте 10-15 лет находятся прорывные технологии, меняющие саму суть энергетики.

**1. Высокотемпературная сверхпроводимость (ВТСП):** Сверхпроводящие кабели, охлаждаемые жидким азотом, передают гигантские мощности почти без потерь. Пилотные проекты реализованы в Нью-Йорке, Эссене, Сеуле.

**2. Твердотельные трансформаторы (TST):** Построены на силовой электронике, они легче, компактнее и способны активно управлять потоком мощности, что критически важно для сетей с возобновляемой энергетикой.

**3. Интернет энергии (IoE):** Концепция децентрализованной сети, где миллионы участников (электростанции, дома с солнечными панелями, электромобили) обмениваются энергией напрямую. Балансировкой спроса и предложения в реальном времени занимаются алгоритмы ИИ. [1, 5]

### **Заключение**

Снижение потерь электроэнергии — это комплексная задача, требующая совмещения модернизации оборудования, внедрения цифровых технологий, повышения качества управления и профессиональной подготовки персонала. Современные технологии и подходы позволяют значительно повысить эффективность и надёжность энергосистем, снижая потери и повышая уровень энергетической безопасности страны. Внедрение интеллектуальных систем учёта, переход на энергоэффективные материалы и модернизация инфраструктуры являются приоритетными направлениями, способствующими улучшению ситуации в отрасли.

### **Список литературы:**

1. Почаевец В.С. Электрические подстанции: учебник. ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2012.- 491 с.
2. Четыркин Е.М., Волков А.С. Методы и средства диагностики электрооборудования. СПб.: Лань, 2017. – 240 с.
3. Семёнов А.К., Сергеев А.Ю. Эффективные методы снижения потерь электроэнергии. Екатеринбург: УрФУ, 2019. – 296 с.
4. Котельников А.В., Савчук В.П. Диагностика и надёжность электрооборудования подстанций. Новосибирск: Наука, 2019. – 256 с.
5. Леонович В.М., Солдаткин В.Г. Методология расчета потерь электроэнергии в энергосистемах. Киев: Техника, 2018. – 320 с.

## Современные методы секционирования контактной сети железных дорог на примере отечественных технологий и практик Горьковской железной дороги

*Хрупков Данила Антонович,  
студент*

*НИПС-филиал ПривГУПС  
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

*Стоянова Ольга Федоровна,  
преподаватель*

*НИПС-филиал ПривГУПС  
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

**Аннотация:** в статье рассматриваются современные методы секционирования контактной сети, применяемые на железных дорогах России. Особое внимание уделено отечественным техническим решениям, оборудованию и системам управления, используемым для повышения надёжности электроснабжения. На практических примерах Горьковской железной дороги проанализированы ключевые технологии, актуальные проблемы и тенденции развития в области разделения контактной сети на изолированные участки.

**Ключевые слова:** контактная сеть, секционирование, изолирующее сопряжение, пункт секционирования, система диспетчерского управления, релейная защита и автоматика, вакуумные выключатели, отечественное оборудование.

Секционирование контактной сети — это её разделение на отдельные электрически изолированные участки (секции) с помощью специальных устройств. Этот подход является основой для обеспечения надёжной и бесперебойной работы электрифицированных участков железных дорог [4.С.145-150]. На сети Российских железных дорог, включая Горьковскую магистраль, исторически сложилась и продолжает развиваться собственная школа проектирования и эксплуатации систем секционирования. Акцент на применении отечественного оборудования и технологий, особенно в текущих условиях, делает изучение именно российских практик наиболее актуальным.

### **Принципы и задачи секционирования в российской практике**

Основная цель секционирования — локализация возможных повреждений (например, короткого замыкания или обрыва провода) в пределах одного участка, чтобы не допустить останова движения на всём направлении [2.С.78-82]. На российских дорогах, включая нижегородский узел, это достигается за счёт чёткого разделения сети на:

- Анкерные участки, разделённые постоянными изолирующими сопряжениями.
- Секции, питаемые от разных фидеров тяговых подстанций, например, от подстанций «Нижегородская» или «Петряевка».
- Участки, управляемые с пунктов секционирования, где можно дистанционно или вручную изменить схему питания для организации ремонта или обхода повреждённого места.

Такое разделение позволяет ремонтным бригадам безопасно работать на отключённом участке, в то время как движение поездов на соседних секциях продолжается.

### **Отечественное оборудование для секционирования, применяемое на Горьковской железной дороге**

На смену устаревшему масляному оборудованию приходят современные российские разработки.

1. Вакуумные выключатели. Отечественные предприятия, такие как «Энергомашкорпорация» (Чебоксары) или «Таврида Электрик», выпускают вакуумные выключатели на напряжение 27.5 и 3.3 кВ. Они отличаются повышенной пожаробезопасностью, длительным

сроком службы и требуют минимального обслуживания. Их установка на новых и модернизированных пунктах секционирования на направлениях, например, Нижний Новгород — Москва, повышает общую надёжность [5.С.22-26.].

2. Разъединители с моторными приводами. Для дистанционного управления применяются разъединители с электродвигательными приводами российского производства. Управление ими может осуществляться по проводным линиям связи или с использованием технологий высокочастотной связи по проводам контактной сети. Это позволяет диспетчеру из Центра управления электроснабжением (ЦУЭС) Горьковской железной дороги оперативно переключать секции.

3. Микропроцессорные устройства релейной защиты и автоматики (РЗА). Ключевой элемент современного секционирования. Отечественные компании («Радиус Автоматика», НИИЭФА и др.) производят интеллектуальные терминалы, которые не только защищают сеть от токов короткого замыкания, но и могут выполнять функции автоматического повторного включения (АПВ) и телемеханики [6.С.38-45.]. Они фиксируют параметры аварии, что упрощает анализ для специалистов дистанции электроснабжения.

4. Усиленные изолирующие сопряжения и секционные изоляторы. Для обеспечения плавного перехода токоприёмника между секциями под напряжением применяются российские разработки в области полимерных изоляционных материалов, обладающих высокой стойкостью к атмосферным воздействиям и электрической дуге.

### **Системы управления и диспетчеризации российского производства**

Управление сложно-секционированной контактной сетью немыслимо без централизации.

1. Автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУ ТП). Это российский аналог зарубежных систем диспетчерского управления. На Горьковской железной дороге такие системы, созданные отечественными интеграторами (например, на базе платформ «Квинт» или «Голиаф»), объединяют данные со всех тяговых подстанций и пунктов секционирования. Диспетчер видит на экране единую мнемосхему, отображающую состояние всех ключевых разъединителей, уровень напряжения и тока в секциях.

2. Алгоритмы автоматического восстановления питания (АВР). При отключении повреждённой секции система может автоматически, по заранее заданной логике, включить резервный питающий путь. Это сокращает время перерыва в электроснабжении, что критически важно для участков с плотным графиком движения, таких как подходы к узловой станции Нижний Новгород-Сортировочный.

3. Удалённый контроль и диагностика. Современные российские системы позволяют не только управлять, но и диагностировать оборудование. Данные о срабатываниях защиты, количестве операций выключателей, температуре критических узлов передаются в ЦУЭС и в службу диагностики, что позволяет переходить от планово-предупредительного ремонта к ремонту по фактическому состоянию оборудования.

**Актуальные задачи и направления развития на примере нижегородского узла**  
Несмотря на прогресс, перед специалистами дистанций электроснабжения стоят сложные задачи:

1. Модернизация устаревшей инфраструктуры. Многие участки, особенно на ответвлениях от основных магистралей, ещё используют оборудование старых поколений. Поэтапная замена его на современные вакуумные выключатели и микропроцессорные защиты — ключевая задача.

2. Повышение устойчивости систем связи. Надёжность дистанционного управления напрямую зависит от каналов связи. Активно внедряется использование волоконно-оптических линий связи (ВОЛС), проложенных вдоль путей, что обеспечивает высокую помехозащищённость и скорость передачи данных для систем телемеханики.

3. Развитие отечественного программного обеспечения и элементной базы. В условиях импортозамещения особое внимание уделяется созданию и внедрению полностью российских программно-аппаратных комплексов для АСУ ТП и устройств РЗА, не зависящих от зарубежных компонентов.

4. Подготовка кадров. Внедрение сложных цифровых систем требует от инженеров и электромехаников дистанций электроснабжения новых компетенций. Вузы, в том числе Нижегородский институт путей сообщения, актуализируют учебные программы, делая упор на изучение современных отечественных систем автоматики и телемеханики.

#### Заключение

Секционирование контактной сети на российских железных дорогах развивается по пути активной цифровизации и импортозамещения. Применение современных отечественных вакуумных выключателей, микропроцессорных терминалов релейной защиты и автоматики, а также мощных систем диспетчерского управления (АСУ ТП) позволяет достигать высоких показателей надёжности электроснабжения. Опыт Горьковской железной дороги, в том числе в рамках модернизации нижегородского транспортного узла, наглядно демонстрирует эффективность этого подхода. Дальнейшее развитие будет связано с комплексной модернизацией инфраструктуры, углублением автоматизации и подготовкой квалифицированных специалистов, способных работать с передовыми российскими технологиями.

#### Список литературы:

1. Бобров, В. А. «Электроснабжение железных дорог». Москва: Транспорт, 2015.
2. Правила устройства и технической эксплуатации контактной сети электрифицированных железных дорог. М.: Транспорт, 2019.
3. Лебедев, В. Н. "Современные технологии электроснабжения на железных дорогах." Москва: Энергоатомиздат, 2020.
4. Марквардт, К. Г. «Контактная сеть». Москва: Транспорт, 2016.
5. Петров, И. И. "Опыт внедрения микропроцессорных устройств РЗА на тяговых подстанциях Горьковской железной дороги." Журнал «Энергетик железных дорог», 2021, №3, с. 22-26.
6. Якимов, Г. Б., Мамошин, Р. Р. «Повышение надёжности контактной сети через совершенствование методов секционирования». Железные дороги мира, 2019, №12, с. 38-45.
7. Отчёт о техническом перевооружении объектов электроснабжения Горьковской дирекции инфраструктуры за 2020-2023 гг. // Внутренние материалы ГЖД.

## Современное электроснабжение железных дорог: тенденции и направления развития

**Черных Алексей Евгеньевич,**

студент

Областное государственное автономное  
профессиональное образовательное учреждение  
«Старооскольский индустриально-технологический  
техникум» (ОГАПОУ «СИТТ»),  
г. Старый Оскол, Российская Федерация

**Бусько Наталья Алексеевна,**

преподаватель

Областное государственное автономное  
профессиональное образовательное учреждение  
«Старооскольский индустриально-технологический  
техникум» (ОГАПОУ «СИТТ»)

**Аннотация:** в статье рассматривается современное состояние электроснабжения железных дорог, анализируются ключевые аспекты, влияющие на эффективность и безопасность транспортной инфраструктуры. Обсуждаются исторические этапы электрификации железных дорог, а также современные технологии и системы, используемые в этой области. Внимание уделяется актуальным проблемам, таким как износ инфраструктуры, необходимость модернизации и внедрения инновационных решений.

**Ключевые слова:** электроснабжение; железные дороги; электрификация; энергоэффективность; инфраструктура; модернизация; устойчивое развитие; возобновляемые источники энергии; системы управления энергией; инновационные технологии; надежность; безопасность; экологические технологии.

Текущее состояние систем электроснабжения железных дорог характеризуется несколькими ключевыми аспектами:

1. Электрификация: В последние десятилетия многие страны активно электрифицируют свои железнодорожные сети. Это связано с необходимостью повышения энергоэффективности и снижения выбросов углерода. На данный момент электрифицированы значительные участки железных дорог, особенно в Европе и Азии. [1]

2. Типы электроснабжения: на железных дорогах используются различные системы электроснабжения, включая постоянный (DC) и переменный ток (AC). Выбор системы зависит от технических характеристик и требований конкретной железнодорожной сети. [2]

3. Инфраструктура: Современные системы электроснабжения включают в себя не только контактные сети, но и подстанции, трансформаторы, системы управления и мониторинга. Модернизация этих элементов является важной задачей для повышения надежности и безопасности. [3]

4. Инновационные технологии: Внедрение новых технологий, таких как системы управления энергией, интеллектуальные сети и автоматизация процессов, способствует повышению эффективности работы систем электроснабжения. Также активно развиваются технологии накопления энергии, что позволяет оптимизировать потребление электроэнергии. [1]

5. Возобновляемые источники энергии: С учетом глобальных трендов на устойчивое развитие, железные дороги начинают интегрировать возобновляемые источники энергии (солнечные панели, ветряные установки) в свои системы электроснабжения. Это позволяет снизить зависимость от традиционных источников энергии. [1]

6. Экологические аспекты: Системы электроснабжения железных дорог становятся более экологически чистыми благодаря переходу на более эффективные и менее загрязняющие

технологии. Это также связано с глобальными инициативами по борьбе с изменением климата. [9]

В целом, системы электроснабжения железных дорог находятся на этапе активного развития и модернизации, что открывает новые возможности для повышения их эффективности и устойчивости. [1]

В области электроснабжения железных дорог существует ряд проблем и вызовов, которые требуют внимания и решения. Вот некоторые из них:

1. Устаревшая инфраструктура: Многие железнодорожные сети работают на основе устаревших технологий и оборудования, что приводит к частым сбоям и снижению надежности. Модернизация инфраструктуры требует значительных финансовых вложений и времени. [1]

2. Финансирование проектов: Реализация новых проектов электрификации и модернизации существующих систем часто сталкивается с нехваткой финансирования. Это может быть связано с ограничениями бюджетов, а также с необходимостью привлечения частных инвестиций. [1]

3. Интеграция возобновляемых источников энергии: Внедрение возобновляемых источников энергии в системы электроснабжения требует разработки новых технологий и подходов, а также учета нестабильности генерации (например, солнечной или ветровой энергии). [1]

4. Сложность управления энергией: Современные системы требуют эффективного управления энергопотоками, особенно в условиях повышенного спроса и переменной генерации. Необходимость интеграции интеллектуальных систем управления усложняет эту задачу. [1]

5. Экологические требования: Ужесточение экологических норм и стандартов требует от железнодорожных компаний поиска более чистых и эффективных решений для электроснабжения, что может потребовать дополнительных инвестиций и изменений в технологиях. [9]

6. Кибербезопасность: С увеличением автоматизации и цифровизации систем электроснабжения возрастает риск кибератак. Защита критически важной инфраструктуры от потенциальных угроз становится важной задачей. [5]

7. Климатические изменения: Изменения климата могут оказывать влияние на работу электроснабжения, включая увеличение частоты экстремальных погодных явлений, что требует адаптации систем к новым условиям. [9]

8. Нехватка квалифицированных кадров: Развитие новых технологий и систем требует наличия квалифицированных специалистов, что может стать проблемой в условиях дефицита кадров в данной области. [1]

9. Совместимость различных систем: В странах с разными стандартами электрификации и типами подвижного состава возникает необходимость в разработке совместимых решений, что может быть технически сложным. [1]

Эти проблемы требуют комплексного подхода и сотрудничества между государственными органами, частными компаниями и научными учреждениями для разработки эффективных решений и внедрения современных технологий в системы электроснабжения железных дорог. [8]

Перспективы развития электроснабжения железных дорог включают в себя несколько ключевых направлений, которые могут значительно улучшить эффективность, надежность и устойчивость систем электроснабжения. Вот некоторые из них:

1. Модернизация инфраструктуры: Замена устаревшего оборудования и технологий на современные решения, такие как высоковольтные линии, системы автоматизации и мониторинга, позволит повысить надежность электроснабжения и снизить эксплуатационные расходы. [4]

2. Интеграция возобновляемых источников энергии: Использование солнечных, ветровых и других возобновляемых источников энергии для электроснабжения железных дорог может снизить зависимость от ископаемых видов топлива и уменьшить углеродный след. Разработка гибридных систем, которые комбинируют традиционные и возобновляемые источники, станет важным шагом в этом направлении. [11]

3. Электрификация неэлектрифицированных участков: Расширение электрифицированных маршрутов и подключение неэлектрифицированных участков к электрической сети повысит общую эффективность железнодорожного транспорта и снизит затраты на топливо. [1]

4. Умные сети (Smart Grids): Внедрение технологий умных сетей позволит оптимизировать распределение электроэнергии, управлять нагрузками и обеспечивать более гибкое реагирование на изменения в спросе. Это также включает использование интеллектуальных систем управления для повышения надежности и безопасности. [10]

5. Хранение энергии: Разработка и внедрение технологий хранения энергии, таких как аккумуляторные системы и системы на основе водорода, могут помочь сгладить пики нагрузки и обеспечить бесперебойное электроснабжение в условиях переменной генерации. [1]

6. Автоматизация и цифровизация: Внедрение современных информационных технологий, большие данные и искусственный интеллект, позволит улучшить управление энергопотоками, прогнозирование спроса и мониторинг состояния оборудования. [6]

7. Кибербезопасность: Учитывая растущие угрозы кибератак, развитие систем кибербезопасности станет важной частью стратегии модернизации электроснабжения железных дорог. [1]

8. Сотрудничество с другими отраслями: Обмен опытом и технологиями с другими секторами экономики (например, энергетикой, транспортом и телекоммуникациями) может привести к новым инновациям и улучшениям в области электроснабжения. [7]

9. Устойчивое развитие: Внедрение экологически чистых технологий и практик, таких как использование низкоуглеродных технологий и материалов, поможет снизить негативное воздействие на окружающую среду. [9]

10. Обучение и подготовка кадров: Развитие программ обучения и повышения квалификации специалистов в области новых технологий электроснабжения будет способствовать успешной реализации проектов модернизации. [7]

Эти направления развития могут значительно повысить эффективность и устойчивость систем электроснабжения железных дорог, способствуя их интеграции в более широкую транспортную и энергетическую инфраструктуру. [1]

#### **Список литературы:**

1. Иванов, И. И. Основы электротехники / И. И. Иванов. — Москва: Изд-во МГУ, 2020. — 320 с.
2. Иванов, И. И. Практическое руководство по энергетике / И. И. Иванов, А. А. Петров. — СПб.: Политехника, 2021. — 400 с.
3. Справочник по электротехнике / под ред. А. А. Сидорова. — М.: Просвещение, 2022. — 500 с.
4. Иванова, М. И. Современные методы энергосбережения / М. И. Иванова // Энергетика и электротехника. — 2023. — № 3. — С. 12–18.
5. Документы компании ОАО "РЖД" [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://company.rzd.ru/ru/9353/page/105104?id=35> (дата обращения: 07.12.2025).
6. Марковский, В. В. Автоматизация энергетических систем / В. В. Марковский. — Новосибирск: Наука, 2020. — 250 с.
7. Международная конференция «Регуляторная гильотина» в сфере транспорта и логистики. Материалы конференции [Электронный ресурс]. — Москва, 2020. — Режим доступа: сайт Всероссийского университета транспорта (RUT) (дата обращения: 08.12.2025).

8. Патент РФ № 123456. Устройство для накопления энергии / А. А. Васильев; заявитель и патентообладатель ООО «Техэнерго». — Опубл. 2023.

9. Экология и энергетика: теория и практика / под общ. ред. И. И. Романова. — Екатеринбург: Уралтехэнерго, 2022. — 150 с.

10. Предложения по развитию возобновляемых источников энергии в железнодорожной отрасли [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://eenergy.media/news/29757> (дата обращения: 07.12.2025).

11. Преображенский, Е. Б. Накопители электрической энергии как фактор повышения энергоэффективности и провозной способности РЖД / Е. Б. Преображенский // Инновации транспорта. — 2020. — № 1(39). — С. 38–55.

### **Перспективы развития энергосистемы российских железных дорог: проблемы, решения и перспективы**

*Чеботарев Артём Вячеславович,  
студент  
НИПС-филиал ПривГУПС  
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

*Стоянова Ольга Федоровна,  
преподаватель  
НИПС-филиал ПривГУПС  
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

***Аннотация:** статья посвящена состоянию и перспективам развития электроснабжения железных дорог. Рассматриваются современные технологии и оборудование, используемые в системах тягового электроснабжения, контактные сети и силовые линии электропередачи. Особое внимание уделено перспективным направлениям, таким как использование возобновляемых источников энергии, инновационных накопителей энергии, автоматизацию и цифровизацию процессов, а также повышению экологической устойчивости отрасли.*

***Ключевые слова:** электроснабжение, железные дороги, тяговые подстанции, контактная сеть, возобновляемая энергия, цифровые технологии, экологичность, электроэнергия, надежность, развитие.*

Российские железные дороги играют ключевую роль в транспортной инфраструктуре страны, обеспечивая перевозки пассажиров и грузов на большие расстояния. Эффективность функционирования железной дороги напрямую связана с качеством и надежностью электроснабжения. Рассмотрим текущее положение дел и возможные направления дальнейшего совершенствования систем энергоснабжения отечественных железных дорог.

Сегодняшняя система электрификации российского железнодорожного транспорта представлена сетью электрических сетей переменного тока напряжением  $2 \times 25$  кВ и постоянного тока напряжением 3 кВ. Для снабжения поездных локомотивов энергией используются мощные электрические трансформаторные подстанции, распределительные устройства и линия контактной подвески над рельсовыми путями.

Основные элементы современной системы включают: Трансформаторные подстанции: они отвечают за преобразование высокого напряжения от энергетической системы в необходимое напряжение для питания движущихся транспортных единиц. Высоковольт-

ные воздушные линии передач: обеспечивают доставку электроэнергии от центральных генерирующих станций к пунктам потребления. Контактная подвеска: Подвесные провода передают электрическую энергию непосредственно на локомотивы и мотор-вагоны.

Однако несмотря на достигнутый уровень технического прогресса, данная инфраструктура сталкивается с рядом проблем: старение оборудования и необходимость модернизации существующего парка трансформаторов и воздушных линий передач. Высокие потери энергии вследствие больших расстояний и устаревших технических решений. Рост энергопотребления ввиду увеличения объемов грузовых и пассажирских перевозок.

Кроме того, развитие логистической инфраструктуры и интеграция в международные транспортные коридоры требуют дальнейших инвестиций в обновление электрооборудования и улучшение его эксплуатационных характеристик.

Несмотря на значительные успехи в развитии электроснабжения железнодорожного транспорта, существует ряд серьезных проблем, которые тормозят дальнейшее эффективное функционирование железных дорог: устаревшие энергетические установки нуждаются в замене либо глубокой реконструкции. Высокая стоимость обслуживания и ремонта существующих энергоустановок ограничивает темпы обновления парка техники. Недостаточная синхронизация действий операторов железных дорог и поставщиков электроэнергии усложняет координацию мероприятий по улучшению энергоснабжения. Отсутствие достаточной пропускной способности существующей сети электропередач мешает расширению грузопотоков и созданию дополнительных маршрутов. Эти факторы негативно влияют на стабильность поставок товаров и услуг, снижают привлекательность железнодорожных перевозок и замедляют общий экономический рост регионов.

Учитывая существующие трудности, необходимы радикальные меры для преодоления недостатков и эффективного продвижения вперед. Выделяются следующие приоритетные направления:

повышение уровня цифровой трансформации энергетики - Переход на интеллектуальное управление и мониторинг состояния всей инфраструктуры позволят значительно сократить расходы на ремонт и профилактику, минимизировать риски возникновения аварийных ситуаций и оптимизировать расход ресурсов. Внедрение автоматизированных систем контроля позволит получать точные данные о состоянии каждого элемента цепи, сокращая временные издержки на выявление неисправностей. [1]

Оптимизация затрат на модернизацию - Принимая во внимание значительную протяженность российских магистралей, важно грамотно планировать этапы работ по обновлению, учитывая сроки службы имеющихся установок и объемы перевозимых грузов. Необходимо проведение детального анализа потребности в модернизации каждой конкретной линии, выделение зон риска и определение оптимального порядка замены наиболее изношенных участков.

Переход на возобновляемые источники энергии - Применение солнечной и ветровой энергии станет серьезным вкладом в снижение зависимости от ископаемых топливных ресурсов и обеспечит стабильное энергоснабжение даже удаленных территорий. Особенно перспективно выглядит размещение солнечных панелей вдоль трасс, что сократит расстояние транспортировки электричества и повысит коэффициент полезного действия используемых мощностей. [3].

Развитие международного сотрудничества - Активное взаимодействие с зарубежными партнерами даст возможность привлечь дополнительные инвестиции, воспользоваться современными техническими разработками и обменяться опытом организации эффективной работы транспортного сектора. Международные проекты типа Северного морского пути, БАМ-Абайского маршрута и строительства скоростных магистралей открывают широкие горизонты для укрепления позиций России на мировом рынке грузоперевозок.

Прогнозы и ожидания: будущее отечественного железнодорожного транспорта связано с комплексным решением вопросов, касающихся энергоснабжения. Дальнейшее успешное развитие возможно лишь при условии реализации вышеуказанных мер и активного участия государственных органов власти, бизнеса и научных кругов в процессе реформирования.

Благодаря новым технологиям и инициативам ожидается значительное увеличение количества электротранспортных средств, сокращение сроков доставки грузов и улучшение общей конкурентоспособности железнодорожного транспорта внутри страны и на международной арене.

Итак, решив стоящие задачи по совершенствованию системы электроснабжения, Россия сможет укрепить свои позиции как крупного игрока на международном рынке транспортных услуг, повысить свою инвестиционную привлекательность и создать условия для динамичного экономического роста. [2, С. 75].

#### **Список литературы:**

1. О перспективах развития железнодорожного транспорта | Совет Федерации Федерального Собрания Российской Федерации [council.gov.ru/activity/documents/144219/](https://council.gov.ru/activity/documents/144219/)
2. [https://mintrans.gov.ru/storage/app/media/files/4\\_itog\\_report\\_2022\\_2023\\_2025.pdf?ysclid=mi6mao9k5b878761254](https://mintrans.gov.ru/storage/app/media/files/4_itog_report_2022_2023_2025.pdf?ysclid=mi6mao9k5b878761254) ДОКЛАД О РЕЗУЛЬТАТАХ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МИНИСТЕРСТВА ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ЗА 2022 ГОД, ЦЕЛЯХ И ЗАДАЧАХ НА 2023 ГОД И ПЛАНОВЫЙ ПЕРИОД ДО 2025 ГОДА
3. [https://lib.rgups.ru/site/assets/files/5635/daidzhest\\_1\\_kvartal\\_2024.pdf](https://lib.rgups.ru/site/assets/files/5635/daidzhest_1_kvartal_2024.pdf) Перспективные технологии развития отрасли железнодорожного транспорта
4. <https://lib.rgups.ru/site/assets/files/2762/daidzhest-2022-4.pdf> перспективные технологии развития отрасли железнодорожного транспорта

### **Секция 3. Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте: современное состояние и перспективы развития**

#### **Перспективы развития автоматики, телемеханики и связи на железнодорожном транспорте России**

*Голованов Максим Иванович,  
Чобанян Давид Ашотович,  
студенты*

*Тихорецкого техникума железнодорожного  
транспорта - филиала РГУПС (ТТЖТ - филиал РГУПС)  
г. Тихорецк, Российская Федерация*

*Сафронова Оксана Владимировна  
преподаватель*

*Тихорецкого техникума железнодорожного  
транспорта - филиала РГУПС*

**Аннотация:** *в статье рассматриваются перспективы развития автоматики, телемеханики и связи на железнодорожном транспорте России. Освещаются основные приоритетные направления по реализации данной программы.*

**Ключевые слова:** *железные дороги, автоматика, телемеханика, связь, концепция развития автоматики и телемеханики, эффективность, современные методики, передовые технологии.*

Железнодорожный транспорт играет ключевую роль в экономике России, обеспечивая перевозку пассажиров и грузов на большие расстояния. В условиях стремительного технологического прогресса и растущих требований к безопасности, скорости и эффективности транспортных систем, развитие автоматики, телемеханики и связи становится важнейшей задачей для железнодорожной отрасли. Эти технологии не только повышают уровень безопасности, но и способствуют оптимизации процессов управления движением поездов, что в свою очередь ведет к улучшению качества обслуживания пассажиров и снижению эксплуатационных затрат.

Основная цель работы хозяйства автоматики и телемеханики – гарантировать бесперебойное функционирование систем автоматики и телемеханики на железной дороге. Это необходимо для поддержания стабильного графика движения поездов и обеспечения максимального уровня безопасности перевозок.

В рамках реализации Концепции до 2030 года планируется провести ряд мероприятий, направленных на повышение эффективности работы хозяйства. Эти меры призваны обеспечить достаточную пропускную способность железнодорожных участков, гарантировать безопасность движения поездов, снизить влияние человеческого фактора и оптимизировать использование трудовых, финансовых и материальных ресурсов. Соблюдение этих условий, наряду с требованиями к пропускной способности и безопасности, также обеспечит положительный социальный эффект [1].

При формировании ключевых направлений, инициатив и проектов развития хозяйства автоматики и телемеханики проводились консультации с экспертами. Для этого были разработаны специальные анкеты, на основе которых были опрошены главные инженеры дирекций инфраструктуры, руководители служб автоматики и телемеханики, участники рабочей группы по разработке Концепции, а также представители Департамента безопасности движения и других профильных подразделений. Такой подход позволил создать наиболее полную и обоснованную стратегию развития хозяйства.

При разработке концепции использовались современные методики и инструменты для анализа и выбора наиболее перспективных направлений развития, которые наилучшим образом способствуют достижению поставленных целей.

Автоматизация процессов управления движением поездов позволяет значительно повысить безопасность на железной дороге. Современные системы автоматизированного управления движением (АСУД) используют сложные алгоритмы и датчики для мониторинга состояния путей, локомотивов и вагонов в реальном времени. Это позволяет оперативно реагировать на возможные неисправности и предотвращать аварийные ситуации. Внедрение таких систем, как Европейская система управления движением поездов (ERTMS), обеспечит более высокую степень безопасности и эффективность использования инфраструктуры [2].

В приоритете – внедрение передовых технологий в производственные процессы автоматики и телемеханики, планируется реализовать следующие инициативы:

- Автоматизация управления активами: Создание и внедрение систем, которые позволят нам более эффективно управлять всем парком оборудования автоматики и телемеханики.
- Цифровизация технической документации: Разработка и внедрение системы для автоматического ведения и актуализации всей необходимой технической документации.
- Современное обслуживание ЖАТ: Повышение качества технического обслуживания и ремонта устройств ЖАТ путем учета их реального технического состояния и условий работы.

Второе приоритетное направление – совершенствование управления и развитие персонала – предполагает:

- Реструктуризация дистанций СЦБ: Пересмотр организационной структуры с целью выделения специализированных подразделений для текущего ремонта и обслуживания аппаратуры ЖАТ.
- Новые подходы к обслуживанию ЖАТ: Внедрение аутсорсинга или привлечение сторонних подрядчиков, а также переход на модель сервисного обслуживания систем ЖАТ.
- Управление профессиональным ростом: Целенаправленное развитие и поддержание профессиональных компетенций наших сотрудников.

Для оценки результативности этих мероприятий мы будем отслеживать первичные показатели деятельности (ППД), которые напрямую влияют на достижение наших целевых индикаторов (КПИ): повышение уровня безопасности движения, увеличение производительности труда и поддержание инфраструктуры в надлежащем состоянии.

Телемеханика представляет собой важный аспект развития железнодорожного транспорта, обеспечивая возможность дистанционного контроля и управления различными технологическими процессами. Системы телемеханики позволяют отслеживать состояние оборудования, сигналов, светофоров и других элементов инфраструктуры на больших расстояниях. Это не только повышает надежность работы системы, но и снижает необходимость в постоянном присутствии персонала на местах, что оптимизирует затраты [3].

Реализация данной Концепции призвана улучшить безопасность и надежность перевозок, повысить конкурентоспособность, производительность и экономическую эффективность ОАО «РЖД». Основные ожидаемые эффекты включают:

- Увеличение пропускной способности железных дорог: Это достигается за счет внедрения передовых систем ЖАТ, минимизации рисков сбоев и сокращения времени на восстановление инфраструктурных объектов.
- Повышение эффективности управленческих и технологических решений: Оптимизация распределения трудовых, материальных и финансовых ресурсов на основе точных данных.
- Совершенствование операционной деятельности: Создание новых аналитических инструментов, информационных сервисов и автоматизированных систем, которые оптимизируют внутренние процессы, опираясь на точную и своевременную информацию, поступающую от систем ЖАТ.

- Улучшение взаимодействия с другими службами: Автоматизация и оптимизация управления инфраструктурными активами, стандартизация обмена данными и формирование единой базы данных.

Наиболее вероятные выгоды от реализации Концепции:

- Экономия ресурсов: Снижение эксплуатационных расходов и капитальных вложений.  
- Коммерческая выгода: Сокращение затрат на оплату труда и материалы, а также улучшение характеристик нового оборудования.

- Управленческие преимущества: Повышение качества планирования и организации основных производственных процессов в хозяйстве.

Несмотря на очевидные преимущества, развитие автоматизации, телемеханики и связи на железнодорожном транспорте сталкивается с рядом вызовов. Во-первых, необходимы значительные инвестиции в модернизацию существующей инфраструктуры и внедрение новых технологий. Во-вторых, требуется подготовка квалифицированных кадров, способных работать с современными системами. В-третьих, необходимо учитывать вопросы кибербезопасности, поскольку возрастающая зависимость от цифровых технологий делает железнодорожный транспорт уязвимым для кибератак [4].

Перспективы развития автоматизации, телемеханики и связи на железнодорожном транспорте России выглядят многообещающе. Интеграция современных технологий в систему управления движением позволит повысить безопасность, эффективность и комфорт перевозок. Важно понимать, что успешная реализация этих перспектив требует комплексного подхода, включая инвестиции, обучение кадров и внимание к вопросам безопасности. Только так можно обеспечить будущее российской железнодорожной отрасли в условиях быстро меняющегося мира.

#### **Список литературы:**

1. Смирнова, Е. И. Инновационные технологии связи и телемеханики на железных дорогах России. СПб.: Наука и техника, 2021.
2. Петров, В. Ю. Перспективные решения в области автоматизации и телемеханики для российских железных дорог. Журнал «Транспорт России», 2023.
3. Лебедев, Ю. В. Развитие систем связи и автоматического управления на железных дорогах России. М.: Академический проект, 2020.
4. Кузнецова, Н. Г. Современные подходы к развитию инфраструктуры телемеханики и связи в российских транспортных системах. М.: Наука, 2021.

#### **Современные системы автоматизации и телемеханики**

***Ефимова Виктория Алексеевна,***

*студентка*

*НИПС-филиал ПривГУПС*

*г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

***Гаврилова Ольга Ивановна,***

*преподаватель*

*НИПС-филиал ПривГУПС*

*г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

***Аннотация:*** в данной статье рассказано, что такое автоматика и телемеханика, что к ней относится и особенности современных автоматизированных систем. Более подробно описан принцип работы системы электрической централизации стрелок и светофоров, как используется нынешняя система и её преимущества.

**Ключевые слова:** система, электрическая централизация стрелок и светофоров, автоматизированная система, автоматика и телемеханика, пропускная способность, безопасность, преимущества, современные системы.

Железнодорожная автоматика и телемеханика — это отрасль техники, которая заведует задачами регулирования и обеспечения безопасности движения поездов. Это все происходит с помощью методов автоматического и телемеханического управления.



Рисунок 1 – табло дежурного по станции, пост ЭЦ.

К основным элементам автоматики и телемеханики относятся сооружения и устройства сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ). В их состав входят: путевая блокировка, электрожелезная система, централизация сигналов и стрелок, устройства автоматики и телемеханики сортировочных горок, автоматическая регулировка движения поездов, диспетчерская централизация и так далее.

Хочу рассказать поподробнее об устройствах централизации стрелок и сигналов. Это комплекс технических средств для дистанционного управления стрелками и светофорами с единого поста, обеспечивающий безопасность движения поездов. [1]

Современные системы централизации стрелок и сигналов основаны на микропроцессорной технологии, которая заменяет устаревшие релейные системы. Эти системы обеспечивают централизованное управление движением поездов, автоматизацию процессов, повышение безопасности и пропускной способности железнодорожных станций.

Сейчас расскажу поподробнее особенности современных систем.

К примеру, микропроцессорная централизация заменила релейные системы, повысив надёжность и гибкость управления, а в некоторых случаях были улучшены релейные системы. Внедрилось централизованное управление, то есть, дежурный по станции имеет возможность управлять стрелками дистанционно. Автоматизация помогает автоматически контролировать безопасность движения составов, а также формировать маршруты. Повышенная безопасность сейчас играет тоже большую роль, т.к. люди могут допустить в чём-либо недочёт, а благодаря системе взаимозависимости стрелок и сигналов в наше время всё проходит лучшим и безопасным образом. Безопасность движения предотвращает столкновения поездов. Состояние всех напольных устройств можно узнать и увидеть на табло с помощью системы отображения информации.

Для более эффективного использования железнодорожных путей увеличили пропускную способность (максимальное количество поездов/пар поездов, которое может пройти по участку за единицу времени), также сокращается время на формирование маршрутов.

Чтобы увеличить пропускную способность, железнодорожные участки оснащаются дополнительными главными путями, современными и надёжными средствами связи и сигнализации, мощными локомотивами. [2]

Микропроцессорная централизация (далее- МПЦ) применяется на отдельных пунктах любой конфигурации, то есть, как на малых, так и крупных станциях, а также на обгонных пунктах, разъездах и путевых постах с путевым развитием, на которых предусмотрены маневровые передвижения со светофорной сигнализацией, расположенных на участках диспетчерской централизации и участках с автоблокировкой.

Она пришла на смену более старой системе такой как ЭЦ (электрическая централизация), обеспечивает безопасное управление стрелками, сигналами и маршрутами, с использованием микропроцессорной техники.

МПЦ строится по модульному принципу, то есть включает в себя центральный пост управления и полевое оборудование. То есть, диспетчерский пульт с компьютерами и мониторами, напрямую связанные со стрелочными электроприводами, светофорами и рельсовыми цепями, которые контролируют занятость путей и стрелок. Также, помимо этого внедрена коммуникационная сеть, проходящая между центральным постом управления и полевыми устройствами и микропроцессорные блоки.

Также, МПЦ полезна тем, что она контролирует на постоянной основе состояние оборудования. При неисправности (обрыва провода, залипания рельсовой цепи и так далее) система моментально фиксирует ошибку, отображает её на мониторе, может перевести участок в безопасное состояние, к примеру – погасить сигнал

Преимущества МПЦ в том, что у нее полуавтоматическое управление, полная диагностика в реальном времени, высокая надёжность

Можно выделить небольшой вывод, что микропроцессорная централизация является «нервной системой станции», которая гарантирует безопасность движения, повышает пропускную способность, сокращает количество человеческих ошибок и упрощает техническое обслуживание. [4]

Усовершенствование релейных систем привело к многочисленным плюсам в их эксплуатации, к примеру, высокая устойчивость к электромагнитным помехам, которые часто возникают при грозовых явлениях, при повышенной температуре; наглядность схем обеспечения безопасности, позволяющие широкому кругу специалистов вносить изменения и контролировать их нормальную работу. [3]

Хочу наглядно продемонстрировать как подключалась система электрической централизации светофоров и стрелок.

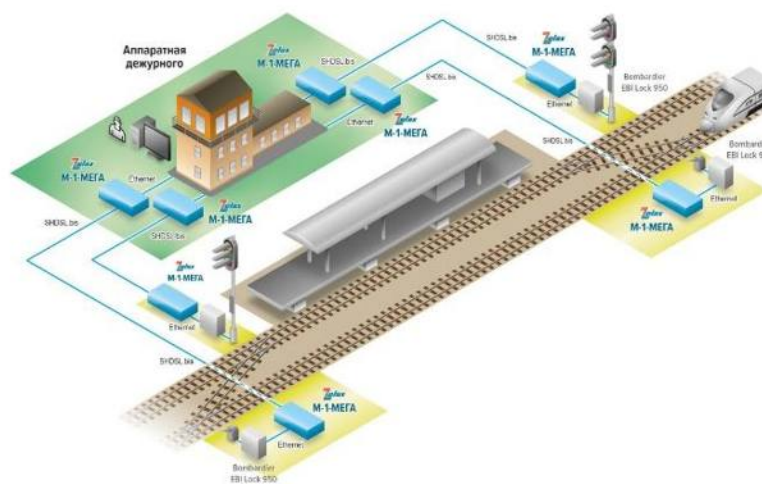


Рисунок 2 – система электрической централизации стрелок и светофоров.

По участку устанавливаются модемы, на картинке модели М-1 Мега. Эти модемы передают данные в Ethernet (некий коммуникатор, который позволяет форматировать и передавать информацию).

Эти модемы позволяют осуществить внедрение современных систем микропроцессорной централизации стрелок и сигналов с использованием существующих медных кабельных линий связи для подключения оборудования.

Применение модемов обеспечивает подключение систем электрической централизации, их устанавливают, как на линейных пунктах, так и на poste у дежурного по станции.

Таким образом, дежурный по станции задаёт маршрут при помощи нажатии кнопок на пульте управления, система отправляет электрический сигнал по кабелям к стрелочным электроприводам, которые переводят стрелки в нужное положение.

Переходя на микропроцессорную централизацию, повышается ранее перечисленный аспект, как пропускная способность станции более чем на 50%, а также обеспечивается более высокая безопасность движения поездов. [5]

Внедрение микропроцессорных систем централизации стрелок и сигналов обеспечивают значительные преимущества по сравнению с традиционными релейными системами. Ключевые из них — повышение безопасности движения за счёт исключения человеческого фактора и надёжной взаимозависимости стрелок и сигналов, а также автоматизация управления, позволяющая оперативно и точно формировать маршруты.

Современные системы увеличивают пропускную способность железнодорожных станций более чем на 50 %, сокращают время на организацию движения и обеспечивают удобный дистанционный контроль состояния всей инфраструктуры через информационные табло. Кроме того, использование существующих кабельных линий и современных модемов упрощает модернизацию без полной замены инфраструктуры. Даже усовершенствованные релейные системы сохраняют ценность благодаря устойчивости к электромагнитным помехам и простоте обслуживания. В совокупности эти преимущества делают современные СЦБ неотъемлемой частью эффективной, безопасной и надёжной работы железнодорожного транспорта.

#### **Список литературы.**

1. Железнодорожная автоматика и телемеханика – [электронный ресурс] // Вологодская областная универсальная научная библиотека – <https://www.booksite.ru/fulltext/1/001/008/038/994.htm>
2. Микропроцессорные централизации станций – [электронный ресурс] // Эльтеза электротехнические заводы - <https://www.elteza.ru/products/mikroprotsessornye-tsentralizatsii-stantsiy/>
3. Обобщение тенденций развития устройств электрической централизации и опыта тиражирования компьютерных систем оперативного управления движением поездов – [электронный ресурс] // Научно-исследовательская лаборатория, компьютерные сети автоматики - <https://nilksa.ru/obobshhenie-tendencij-razvitiya-ustrojstv-elektricheskoy-centralizacii-i-opyta-tirazirovaniya-kompyuternyx-sistem-operativnogo-upravleniya-dvizheniem-poezdov/>
4. Микропроцессорная централизация стрелок и сигналов МПЦ-И - [электронный ресурс] // Промэлектроника - <https://www.npcprom.ru/produkcija/upravlenie-stanciyami/centralizaciya-strelok-i-signalov-mpc-i>
5. Подключение систем электрической централизации стрелок и светофоров - [электронный ресурс] // Зелакс - <https://www.zelax.ru/solutions/for-the-railway-industry/podklyuchenie-sistem-elektricheskoy-czentralizaczii-strelok-i-svetoforov/>

## Современное состояние и будущее развитие автоматизации, телемеханики и связи на железнодорожном транспорте

*Ларионова Екатерина Евгеньевна,  
студентка*

*Красноярского техникума железнодорожного транспорта (КрИЖТ – филиал ФГБОУ ВО  
ИрГУПС) г. Красноярск*

*Зайцев Евгений Дмитриевич  
преподаватель*

*Красноярского техникума железнодорожного транспорта (КрИЖТ – филиал ФГБОУ  
ВО ИрГУПС) г. Красноярск*

**Аннотация:** в докладе рассматривается текущее состояние систем автоматизации, телемеханики и связи на железнодорожном транспорте, их роль в повышении безопасности и эффективности перевозок. Анализируются ключевые технологии, используемые в современной железнодорожной инфраструктуре, а также основные тренды и перспективы их развития с учётом цифровизации и инноваций в транспортной отрасли.

**Ключевые слова:** автоматика, телемеханика, связь, железнодорожный транспорт, цифровые технологии, безопасность движения, интеллектуальные системы.

Автоматизация железнодорожного транспорта включает комплекс технических средств для управления движением поездов и оборудования пути. Ключевыми элементами выступают:

- Автоматическая блокировка (АБ) — система, которая регулирует движение поездов, разделяя путь на участки, закрываемые для проезда только одного поезда, предотвращая столкновения. Автоматизация блокировок значительно повысила безопасность и повысила пропускную способность линий.

- Автоматическая локомотивная сигнализация (АЛС) — информирует машиниста о состоянии пути впереди, позволяет автоматически тормозить поезд при нарушении сигналов светофора.

- Системы управления движением (СУД) — комплексные решения, используемые для координации движения на больших участках линии, включая планирование маршрутов и контроль за выполнением графика.[1]

На сегодняшний день автоматические системы охватывают большинство основных железнодорожных направлений, обеспечивая непрерывный мониторинг и управление.

Телемеханика — это совокупность технических средств для дистанционного управления и получения информации о состоянии железнодорожной инфраструктуры. Сегодня она широко используется для:

- Управления стрелками и сигналами из централизованных диспетчерских пунктов, что значительно снижает время перевода и вероятность ошибок при управлении.

- Контроля состояния рельсов, стрелочных переводов и путевого оборудования с помощью встроенных датчиков (например, температуры, вибрации, износа), передающих данные в режиме реального времени.

- Автоматизированного обнаружения неисправностей и подачи сигналов тревоги для оперативного реагирования



Данные технологии позволяют сократить время простоев, повысить надежность движения и снизить затраты на эксплуатацию.[2]

Высококачественная связь является основой координации всех процессов на железной дороге. Основные направления:

- GSM-R — специализированная цифровая стандартная система мобильной связи для железных дорог, обеспечивающая голосовую связь и передачу данных с высокой степенью защиты и приоритетности сообщений. GSM-R способствует беспрепятственной передаче команд диспетчера машинистам и операторам.[5]

- Оптоволоконные линии — обеспечивают высокоскоростную передачу больших объемов данных между объектами инфраструктуры и централизованными пунктами управления.

- IP-технологии и сети LTE/5G — внедряются для обеспечения быстрого обмена информацией, поддержки систем видеонаблюдения, передачи телеметрии и использования цифровых сервисов.

Связь становится неотъемлемой частью «умных» железных дорог, интегрированных в общие транспортные информационные системы.[4]

Перспективы развития и тренды. Технологический прогресс формирует несколько ключевых направлений развития:

- Цифровизация и искусственный интеллект. Внедрение систем на базе ИИ позволяет прогнозировать износ оборудования, оптимизировать управление движением и повысить уровень автоматизации. Пример — системы предиктивного обслуживания (Predictive Maintenance).

- Интернет вещей (IoT). Развертывание широкомасштабных сетей датчиков для контроля состояния инфраструктуры и подвижного состава. Такая информация облегчает принятие решений и снижает аварийность.

- Применение 5G-связи. Быстрая и надежная связь открывает возможности для дистанционного управления робототехническими комплексами, передачи больших объемов данных в реальном времени и интерактивного взаимодействия.

- Интеграция с интеллектуальными транспортными системами (ИТС). Объединение железнодорожных систем с дорожными и городскими транспортными системами позволит создавать более гибкие и эффективные мультимодальные маршруты.

- Автоматизированные и беспилотные поезда. Создаются проекты автономных составов, способных передвигаться без участия машиниста, что повышает безопасность и снижает эксплуатационные затраты.[3]

Автоматика, телемеханика и связь — фундаментальные компоненты современного высокотехнологичного железнодорожного транспорта.

Внедрение передовых цифровых технологий, Интернета вещей (IoT) и искусственного интеллекта (ИИ) становится драйвером качественного скачка в развитии железнодорожной отрасли. Эти инновационные решения позволяют значительно повысить уровень безопасности перевозок, создать максимально оптимизированные и эффективные эксплуатационные процессы, а также обеспечить устойчивое и масштабное развитие всей транспортной системы.



В ближайшие годы ожидается повсеместное внедрение интеллектуальных автоматизированных систем, которые трансформируют железные дороги в интегрированную часть современной цифровой транспортной экосистемы. Такой подход обеспечит не только гибкое управление движением и ресурсами, но и повысит пропускную способность, снизит эксплуатационные затраты и минимизирует риски, связанные с человеческим фактором и техническими сбоями.

Таким образом, развитие автоматики, телемеханики и систем связи создаст основу для создания инновационного, надежного и экологически устойчивого железнодорожного транспорта будущего, способного стать ключевым звеном в глобальной инфраструктуре умных городов и стран.

#### **Список литературы:**

1. Березин В.А. Автоматизация и телемеханика в железнодорожном транспорте. — М.: Транспорт, 2020.
2. Кузнецов Н.И. Современные системы связи на железных дорогах. — СПб: КомТех-Пресс, 2021.
3. Петров А.В., Смирнова О.М. Цифровизация железнодорожных систем. // Вестник транспорта, 2022, №4.
4. Иванов С.П. Интеллектуальные системы в телемеханике. — М.: Инфра-М, 2019.
5. Международный союз железных дорог. Технические стандарты GSM-R. — Париж, 2023.

#### **Телемеханика в мониторинге инфраструктуры: от рельсовой цепи к волоконно-оптическим датчикам**

*Лось Михаил Юрьевич,  
студент  
НИПС-филиал ПривГУПС  
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

*Завьялова Светлана Владимировна,  
преподаватель, кан. истор. н.  
НИПС-филиал ПривГУПС  
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

**Аннотация:** в статье прослеживается эволюция телемеханических систем мониторинга железнодорожной инфраструктуры. Проведен анализ классических методов, основанных на рельсовых цепях, и рассмотрены современные подходы с использованием волоконно-оптических датчиков. Определены ключевые преимущества и перспективы новых технологий

для повышения безопасности, надежности и эффективности эксплуатации пути и объектов инфраструктуры.

**Ключевые слова:** телемеханика, мониторинг инфраструктуры, рельсовая цепь, волоконно-оптический датчик, железнодорожный транспорт, диагностика, безопасность.

### **Введение.**

Обеспечение безопасности и бесперебойности движения поездов немислимо без непрерывного контроля состояния инфраструктуры. Телемеханика, как совокупность методов и технических средств для дистанционного управления и контроля, исторически является основой для решения этих задач. Эволюция данных методов прошла путь от простых схем контроля занятости до сложных распределенных систем диагностики, способных прогнозировать состояние объектов. Целью данной работы является анализ перехода от традиционных систем на базе рельсовых цепей к перспективным технологиям волоконно-оптического мониторинга.

### **Основная часть.**

Основная часть начинается с анализа классических рельсовых цепей, которые, будучи основой телемеханики, обеспечивают контроль занятости участков пути и выявление грубых неисправностей, таких как обрыв рельса. Однако их функционал принципиально ограничен: они неспособны предоставить информацию о физическом состоянии пути, его температуре, деформациях или вибрациях, а их надежность напрямую зависит от качества балласта и электрических контактов, что в условиях интенсивной эксплуатации и сурового климата является существенным недостатком. Более того, на долю рельсовых цепей и других напольных устройств приходится до 80% отказов в системах железнодорожной автоматики и телемеханики, что делает этот узел критически уязвимым [1].

Стремление преодолеть эти ограничения привело к внедрению поколения дискретных датчиков, таких как системы контроля схода колес (СКАТ) или обнаружения перегрева букс (ДОПБ). Эти устройства, объединенные в телемеханические сети, позволили адресно отслеживать ключевые параметры безопасности. Однако их повсеместное развертывание столкнулось с экономическими и логистическими барьерами: создание такой сети на протяженных магистралях требует тысяч единиц оборудования, сложной кабельной инфраструктуры и автономного питания для каждого узла, что ведет к колоссальным капитальным затратам и высоким эксплуатационным расходам на обслуживание, делая систему масштабируемой лишь выборочно [2].

Кардинальный прорыв в этой области связан с появлением волоконно-оптических систем мониторинга, которые предлагают принципиально иную парадигму. В них сам оптоволоконный кабель, проложенный вдоль пути, выступает в роли непрерывного распределенного сенсора, что устраняет необходимость в тысячах точечных датчиков. Технология основана на анализе изменений параметров лазерного импульса (интенсивности, фазы, длины волны), рассеянного в волокне под внешним воздействием, что позволяет с точностью до метра локализовать и идентифицировать событие. Конструктивная надежность таких систем для суровых условий пути обеспечивается, например, патентованными решениями, где чувствительный элемент размещен в защитном корпусе-стакане с пружинным механизмом, нормирующим силовое воздействие независимо от внешних условий [5].

Многофункциональность этих систем является их ключевым преимуществом: одна линия волокна может одновременно использоваться для решения широкого спектра задач, формируя комплексную картину состояния инфраструктуры. Она способна обнаруживать и точно классифицировать вибрации от проходящих поездов, определяя тип подвижного состава и даже выявляя дефекты колесных пар, такие как «плоский» скат. Параллельно та же система работает как высокочувствительный сенсор для мониторинга деформаций земляного полотна (просадок, оползней), контроля целостности искусственных сооружений и охраны периметра, обнаруживая несанкционированные проникновения в полосу отвода по их акустическому следу [3].

Интеграция волоконно-оптических технологий выводит телемеханику на уровень активного элемента систем управления. Получаемые в реальном времени данные о точном местоположении, скорости и состоянии поезда становятся основой для перспективных систем интервального регулирования движения, открывая путь к созданию архитектуры так называемой «квантовой централизации», где управление строится на обработке оптических, а не электрических сигналов, что резко повышает быстродействие и помехозащищенность [6].

В Российской Федерации данному направлению уделяется стратегическое внимание в рамках долгосрочных программ развития транспорта. Отечественные компании, такие как холдинг «Швабе» Госкорпорации «Ростех», активно ведут разработку и испытания национальных систем мониторинга. Планируется, что первоочередное внедрение таких систем произойдет на наиболее ответственных и сложных участках: в районах вечной мерзлоты, на нестабильных грунтах и в сейсмоопасных зонах, где непрерывный контроль деформаций критически важен для безопасности (Ростех успешно испытал систему мониторинга состояния железных дорог [9]).

Эффективность работы интеллектуальных волоконно-оптических комплексов, таких как отечественный ПАК «Дунай», напрямую зависит от мощных алгоритмов обработки данных. Современные системы используют гибридные методы, сочетающие адаптивные алгоритмы для первичного детектирования событий и дообучаемые нейронные сети для их точной классификации, что позволяет достигать точности распознавания свыше 98% (Виброакустический сенсор «Дунай» для позиционирования и классификации подвижного состава (ООО "Т8 Сенсор", 2020.) [10]).

Параллельно с развитием сенсорики решается важнейшая задача обеспечения кибербезопасности, поскольку одно волокно часто выступает и как датчик, и как магистральный канал связи. Разрабатываются и внедряются специализированные методы, например, с использованием лазерных дальномеров, для контроля физической целостности оптической линии и мгновенного обнаружения с точной локализацией любых попыток несанкционированного доступа к кабелю [7].

Переход к столь высокотехнологичным системам требует соответствующей трансформации в подготовке кадров. Ведущие транспортные вузы, включая ПГУПС, уже активно внедряют в учебный процесс автоматизированные обучающие системы и интерактивные тренажеры. Эти инструменты позволяют эффективно готовить специалистов нового поколения, способных обслуживать и эксплуатировать как традиционное оборудование, так и сложные волоконно-оптические комплексы мониторинга и управления [8].

#### **Заключение.**

Проведенный анализ позволяет сделать вывод о том, что развитие телемеханики в области мониторинга инфраструктуры движется по пути перехода от простых, узкоспециализированных систем (рельсовые цепи) к сложным, распределенным и многофункциональным (волоконно-оптические датчики). Этот переход открывает новые возможности для перехода от планово-предупредительного к предиктивному обслуживанию, когда ремонты назначаются на основе точных данных о фактическом состоянии объекта. Внедрение ВОС способствует значительному повышению уровня безопасности, снижению эксплуатационных затрат и увеличению пропускной способности железных дорог, что определяет их как одно из самых перспективных направлений развития отрасли.

#### **Список литературы:**

1. Архангельский, Е.В. Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте: учебник для вузов / Е.В. Архангельский. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: УМЦ ЖДТ, 2020. – 480 с.
2. Министерство транспорта Российской Федерации: официальный сайт. – Москва. – Обновляется в течение суток. [Электронный ресурс] – URL: <https://mintrans.gov.ru/>

3. Горбунов, А.А. Перспективы применения волоконно-оптических систем мониторинга на железнодорожном транспорте // Транспорт: наука, техника, управление: науч.-техн. сборник. – М.: ВИНТИ, 2022. – № 5. – С. 25-31.
4. Стратегия развития железнодорожного транспорта Российской Федерации до 2030 года с прогнозом до 2035 года: утв. распоряжением Правительства РФ от 17.03.2022 № 682-р. – Текст: электронный // КонсультантПлюс: справочно-правовая система. [Электронный ресурс] – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_412271/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_412271/) (дата обращения: 01.11.2024).
5. Волоконно-оптический датчик для мониторинга железнодорожного пути [Электронный ресурс] – URL: <https://patents.google.com/patent/RU2674547C1/ru>
6. Ефанов Д. В., Осадчий Г. В., Хорошев В. В. Применение оптических датчиков в системах управления движением поездов // Научная статья. – М.: Российский университет транспорта (МИИТ)
7. Филиппов М.В., Чичварин Н.В. Метод мониторинга информационной безопасности волоконной оптической линии связи // Научная статья. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана.
8. Научные разработки кафедры автоматики и телемеханики на железных дорогах ПГУПС [Электронный ресурс] – URL: [https://www.pgups.ru/struct/kafedra\\_avtomatika\\_i\\_telemechanika\\_na\\_zheleznykh\\_dorogakh/nauchnye-razrabotki-at](https://www.pgups.ru/struct/kafedra_avtomatika_i_telemechanika_na_zheleznykh_dorogakh/nauchnye-razrabotki-at).
9. Ростех успешно испытал систему мониторинга состояния железных дорог [Электронный ресурс] – URL: <https://rostec.ru/media/news/rostekh-uspeshno-ispytal-sistemu-monitoringa-sostoyaniya-zheleznykh-dorog/>.
10. Виброакустический сенсор «Дунай» для позиционирования... [Электронный ресурс] – URL: [t8-sensor.ru/post/exc3non4fp-vibroakusticheskii-...](http://t8-sensor.ru/post/exc3non4fp-vibroakusticheskii-...)

## Секция 4. Подвижной состав железных дорог: современное состояние и перспективы развития

### Эволюция железнодорожного транспорта

*Антипин Никита Андреевич,*

*студент*

*НИПС-филиал ПривГУПС*

*г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

*Завьялова Светлана Владимировна,*

*преподаватель, кан. истор. н.*

*НИПС-филиал ПривГУПС*

*г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

**Аннотация:** *в статье рассказывается об эволюции железнодорожного транспорта: от паровых машин до современных технологий.*

**Ключевые слова:** *железная дорога, транспорт, история, технологии.*

Железнодорожный транспорт имеет обширную историю, протяжённостью, ни много ни мало, а целых четыре столетия. Задача: рассмотреть, с чего всё начиналось, каковыми были первые железные дороги, для чего людям прошлого было необходимо их создание, и как с годами менялось к ним отношение, а также разобраться в перспективах современного развития данной транспортной отрасли.

Родоначальником железнодорожного транспорта являются деревянные рельсовые пути, которые использовались в шахтах для перевозки различного вида руд, за счёт конной тяги. Такого рода железные дороги появлялись в XVI веке. Первая наземная рельсовая дорога была построена между 1603 и 1604 годами для перевозки угля на конной тяге между посёлками Стрелли и Уоллатон рядом с Ноттингемом, именуемая Уоллатонской вагонной дорогой. Длина её составляет, примерно, три километра. [1]

В России первая железная дорога появилась в 1788 году — это была не пассажирская, а промышленная дорога, построенная на Александровском пушечном заводе в Петрозаводске для нужд предприятия. [2]

Первая в мире железная дорога общего пользования была построена в Англии Джорджем Стефенсоном в 1825 году — между Стоктоном и Дарлингтоном. Длина дороги составляла около 40 километров. Это была первая железная дорога, использовавшая паровую тягу. [3]

Первый отечественный паровоз встал на рельсы в августе 1834 года на Нижнем Тагиле благодаря промышленным инженерам-механикам Мирону и Ефиму Черепановым. А самой известной ранней линией стала Николаевская железная дорога, соединившая Санкт-Петербург и Москву в 1851 году. [3]

К началу XX века по всему миру постепенно сложилась сеть железных дорог. Железнодорожный транспорт стал основным видом сухопутного транспорта. Это было связано с техническими достижениями, развитием инфраструктуры и особенностями эксплуатации железных дорог. Однако, развитие железных дорог происходило неравномерно в разных странах. [4]

В Западной Европе Великобритания, Франция и Германия имели густую железнодорожную сеть, за исключением северной и восточной частей. В 1880 году наибольшую протяжённость железных дорог в Европе имела Германия — 33 838 км, за ней шла Великобритания — 28 854 км, затем Франция — 26 189 км. [5]

В Российской империи к 1875 году было проложено свыше 20 тыс. км железных дорог, в конце XIX века длина сети составила 53,2 тыс. км. В 1891–1916 годах была сооружена круп-

нейшая в мире Транссибирская магистраль между Челябинском и Владивостоком, соединившая Европейскую часть России с Дальним Востоком. [6]

В Азии важнейшие железнодорожные районы составляли Британская Ост-Индия и Япония. Средняя Азия и Китай имели лишь зачатки железнодорожной сети. Колониальные страны развернули строительство железных дорог в своих колониях, главным образом, для вывоза сырья. Большинство железных дорог в колониях строились от мест добычи полезных ископаемых к морским портам. [5]

Крупнейшие железнодорожные районы Северо-Американского континента составляли большинство штатов США, Канада и Мексика, в Южной Америке — пшеничные районы Аргентины, кофейные районы Бразилии и побережье Чили с залежами селитры. В США первая железная дорога Балтимор—Огайо начала работу в 1830 году. А к 1916 году максимальная протяжённость железнодорожной сети США — 409 тыс. км. [5]

К техническим достижениям той эпохи являлись переход к электрической и дизельной тяге, совершенствование вагонов, создание тепловозов, разработка систем сигнализации и управления движением. Так, например, первый электровоз был создан в 1879 году немецким инженером Вернером фон Сименсом; в 1867 году на заводах Джорджа Пульмана, в США, построили пассажирские вагоны с мягкими сидениями, в 1873 году — спальные вагоны появились в Европе; первый тепловоз для работы на магистральных линиях начали создавать под руководством Рудольфа Дизеля в 1909 году; в начале XX века появилась автоблокировка, начали применять радиосвязь. [6]

Первоначально электрическая тяга применялась на городских трамвайных линиях и на промышленных предприятиях, особенно на рудниках и в угольных шахтах, но скоро оказалось, что она выгодна на перевальных и тоннельных участках железных дорог, а также в пригородном движении и в городских транспортных системах. [7]

В XX веке развитие железнодорожного транспорта включало процессы по всему миру, а также внедрение технологических инноваций и развитие нормативно-правовой базы. [3]

Весь мир осуществлял переход к электрической и дизельной тяге. Электрификация железных дорог позволила повысить скорость и пропускную способность, а также снизить эксплуатационные расходы. Первые электрифицированные участки появились в Европе и Северной Америке; произошло внедрение высокоскоростных железных дорог (ВСМ). Эти системы, способные развивать скорость более 250 км/ч, изменили междугородние и международные перевозки, предложив альтернативу авиаперелётам на средние расстояния. Например, в 1959 году началось строительство новой скоростной линии между Токио и Осакой в 514 км, которая завершилась в 1964 году — дорогу назвали «Синкансэн». По ней начали ходить поезда серии 0, которые разгонялись до 220 км/ч; началось сокращение сети железных дорог в ряде стран из-за развития других видов транспорта. Например, в США сеть железных дорог уменьшилась почти в 2 раза. [8]

В Советском Союзе провели электрификацию железных дорог. Первым электрифицированным участком стал Москва — Мытищи в 1929, за ним — Москва — Люберцы в 1933 году; создали первый отечественный электровоз: в ноябре 1932 года завод «Динамо» выпустил модель ВЛ19; реорганизовали железнодорожную сеть в конце 1950-х — начале 1960-х годов: ранее существовавшие 56 железных дорог СССР преобразованы в 26 крупных магистралей, союзная сеть железных дорог впервые начала развиваться по комплексному плану; разработали скоростное железнодорожное сообщение в середине 1950-х годов: например, в 1957 году тепловоз ТЭ7-001 с грузовым составом массой 1000 тонн впервые в истории советского железнодорожного транспорта достиг скорости 134 км/ч на перегоне Покровка — Клин. [3]

Железнодорожный транспорт современности характеризуется внедрением современных технологий, развитием инфраструктуры, оптимизацией управления и повышением экологичности. Эти изменения направлены на повышение эффективности, безопасности и устойчивости транспортных систем. [9]

Технологическими аспектами современного железнодорожного транспорта являются автоматизация и искусственный интеллект. Например, беспилотные поезда, которые могут самостоятельно управляться и двигаться по определённому маршруту без участия машиниста; умные поезда с датчиками, которые собирают информацию о состоянии поезда, путей и инфраструктуры; умные сети железнодорожного транспорта, позволяющие интегрировать данные о движении поездов с другими видами транспорта, такими как автобусы, трамваи, метро; технологии рекуперации энергии — возврата электроэнергии при торможении, которые сокращают энергопотребление на 20–30%. [9]

Технологическими аспектами современной железнодорожной инфраструктуры являются электрификация — замена дизельных локомотивов на электрические, что снижает выбросы вредных веществ. Современные технологии позволяют электрифицировать даже сложные участки, где ранее это считалось нерентабельным; солнечные электростанции — железнодорожные компании устанавливают солнечные панели вдоль путей и на станциях для обеспечения поездов и вокзалов чистой энергией; ветроэнергетика — в некоторых регионах, например, в Дании, часть поездов работает на энергии, полученной от ветряных турбин. [10]

Технологическими аспектами современной системы управления являются система диспетчерской централизации — позволяет управлять стрелками и сигналами на расстоянии. Диспетчер видит на мониторе схему своего участка в режиме реального времени: положение всех поездов, состояние путей, стрелок и сигналов; система автоблокировки — автоматически разделяет железнодорожный путь на блок-участки, поезд не может войти на занятый блок-участок — система устанавливает запрещающий сигнал; автоматизированная система управления перевозочным процессом (АСУП) — интегрирует все аспекты железнодорожных перевозок: от планирования маршрутов до контроля выполнения графика движения. [11]

Развитие инфраструктуры и железнодорожных перевозок отличается в разных регионах мира. Однако есть страны, которые выделяются по разным показателям: протяжённости железнодорожной сети, длине высокоскоростных железных дорог, протяжённости электрифицированных путей. [12]

В Азии выделяющимися странами являются Китай, как лидер по протяжённости железнодорожной сети, составляющей более 130 тыс. км, причём около двух третей сети электрифицировано. Железнодорожной инфраструктурой охвачены все провинции страны за исключением специального административного района Макао; Япония, в которой находятся скоростные железнодорожные магистрали, например, линия Токайдо-синкансэн, соединяющая станции Токио и Син-Осака; Индия, в качестве мирового лидера по загруженности железнодорожных направлений, ежегодно ими пользуются свыше 8 млрд пассажиров. [12]

В Европе наиболее выделяются Германия, которая отличается разветвлённой сетью железных дорог и государственной поддержкой инициатив по модернизации; Бельгия, имеющая наибольшую плотность железнодорожной сети (100 км/100 км<sup>2</sup>). В других европейских странах плотность железных дорог в среднем составляет 4–18 км/100 км<sup>2</sup>. [12]

На Американских континентах лидерами являются США, имеющие самую длинную железнодорожную сеть — почти 300 тыс. км. Эта протяжённость почти в два раза превышает магистрали Китая и в более чем в три раза — длину российских железных дорог; Канада, в которой выделяются значительные инвестиции в железнодорожную инфраструктуру, особенно в контексте расширения возможностей по грузоперевозкам. Правительство Канады считает железнодорожный транспорт одним из ключевых компонентов своей транспортной стратегии. [12]

Таким образом, железнодорожный транспорт прошёл долгий путь, за который он преобразился до неузнаваемости. Он перепробовал множество форм существования: от обычных тележек на конной тяге для рабочих на шахтах, до изобретения паровой и тепловой тяг, преобразование существующей электрической тяги с городских трамваев, до железнодорожных систем. И существующие виды — ещё не предел его совершенствования. Мы видим, как железнодорожный транспорт модернизируется, становясь более экологичным, в то же время —

высокоскоростным, в него вносятся идеи по автоматизации, что в будущем может позволить преобразовать железнодорожную систему показатель качества новых технологий. Как и всегда – лучшее ждёт нас впереди, остаётся лишь самим ко всему стремиться.

#### **Список литературы:**

1. Первые в мире и в России железные дороги — Легенды и интересные факты о ж/д дорогах [Электронный ресурс]. – URL: <https://peterburg.center/story/pervye-v-mire-i-v-rossii-zheleznye-dorogi-legendy-i-interesnye-fakty-o-zhd-dorogah.html> - (Дата обращения: 16.10.2025).
2. Первые поезда [Электронный ресурс]. – URL: [diletant.media](http://diletant.media) - (Дата обращения: 16.10.2025).
3. «С блистательным успехом». Как в России построили первую железную дорогу [Электронный ресурс]. – URL: [ruskiymir.ru](http://ruskiymir.ru) - (Дата обращения: 19.10.2025).
4. Железнодорожные войска России [Электронный ресурс]. – URL: [statehistory.ru](http://statehistory.ru) - (Дата обращения: 16.10.2025).
5. Развитие железных дорог мира во второй половине 19-20 вв. [Электронный ресурс]. – URL: [BiblioFond.ru](http://BiblioFond.ru) - (Дата обращения: 16.10.2025).
6. Бурное развитие железнодорожного транспорта во 2-й половине XIX – начале XX вв. [Электронный ресурс]. – URL: [studfile.net](http://studfile.net) - (Дата обращения: 16.10.2025).
7. ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА [Электронный ресурс]. – URL: [scienceforum.ru](http://scienceforum.ru) - (Дата обращения: 16.10.2025).
8. Железные дороги в России [Электронный ресурс]. – URL: [bigenc.ru](http://bigenc.ru) - (Дата обращения: 16.10.2025).
9. Будущее железнодорожного транспорта: новые технологии и инновационные решения [Электронный ресурс]. – URL: [vk.com](http://vk.com) - (Дата обращения: 16.10.2025).
10. Будущее на рельсах: как железнодорожный транспорт становится экологичнее [Электронный ресурс]. – URL: [rosstip.ru](http://rosstip.ru) - (Дата обращения: 16.10.2025).
11. Как работает система управления движением поездов: взгляд изнутри [Электронный ресурс]. – URL: [rusbiletnapoezd.ru](http://rusbiletnapoezd.ru) - (Дата обращения: 16.10.2025).
12. Размер и прогноз рынка железных дорог на 2026–2035 гг. по сегментам (тип, конечное использование), возможностям роста, инновационному ландшафту, изменениям в регулировании, стратегическому региональному анализу (США, Япония, Китай, Южная Корея, Великобритания, Германия, Франция) и динамике конкуренции (CRRC, Alstom, Siemens Mobility, Bombardier, Hitachi Rail) [Электронный ресурс]. – URL: [fundamentalbusinessinsights.com](http://fundamentalbusinessinsights.com) - (Дата обращения: 19.10.2025).

#### **Эволюция подвижного состава РЖД: от модернизации парка к технологиям будущего**

***Баринова Виктория Евгеньевна,**  
студентка  
НИПС-филиал ПривГУПС  
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

***Гаврилова Ольга Ивановна,**  
преподаватель,  
НИПС-филиал ПривГУПС  
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

***Аннотация:** в статье проведен анализ текущего состояния и стратегических направлений развития парка подвижного состава Российских железных дорог. Рассмотрены ключевые вызовы, связанные с физическим и моральным старением парка, и системные меры по*

его модернизации. Сделан вывод о том, что эволюция подвижного состава движется в направлении комплексной цифровизации, повышения энергоэффективности и внедрения перспективных тяговых технологий, что является основой для обеспечения конкурентоспособности железнодорожного транспорта в национальной логистической системе.

**Ключевые слова:** подвижной состав; модернизация; цифровизация; энергоэффективность; тяговый подвижной состав; интеллектуальные системы.

Подвижной состав – это, по сути, главный инструмент в работе железной дороги, от которого зависит, насколько хорошо и стабильно она работает. Сейчас в мире много чего меняется: экология становится важнее, логистика переходит в цифру, и нужно перевозить всё больше грузов. Поэтому поезда и вагоны нужно серьёзно обновлять. У российских железных дорог парк техники – один из самых больших в мире, и перед ними стоит сложная задача: нужно и старые машины заменять, и переходить на новые технологии сразу. Это важно, потому что обновление парка техники – ключевая задача для развития транспорта в стране [1.С.7–8].

Современное состояние российских железных дорог отражает далеко идущие перемены, при которых обновление поездов и вагонов — это не просто замена старого на новое, а часть более масштабной программы по модернизации всей технологической базы отрасли. Раньше главной задачей было решить проблему устаревшего оборудования, возраст которого иногда превышал 30–35 лет. Теперь же цель — создать хорошо сбалансированную систему, которая включает в себя как активное обновление техники, так и серьёзные изменения в том, как эта техника используется и обслуживается. Этот переход требует детального анализа текущего положения дел и перспектив развития. Важно учитывать не только физический износ оборудования, но и моральное устаревание применяемых в нём технологий. Просто заменить старый вагон на новый недостаточно. Необходимо внедрять современные системы управления, диагностики и ремонта, чтобы новая техника работала максимально эффективно и долго. Это подразумевает инвестиции не только в закупку новых образцов, но и в обучение персонала, создание новых сервисных центров и развитие отечественной компонентной базы. Кроме того, необходимо учитывать изменения в структуре грузо- и пассажиропотоков. Развитие новых промышленных регионов, изменение потребительских предпочтений, интеграция в международные транспортные коридоры — всё это требует от железнодорожного транспорта гибкости и адаптивности. Необходимо не просто обновлять парк, а создавать технику, которая будет соответствовать новым требованиям: более грузоподъёмную, скоростную, экологичную и комфортную. При этом важно помнить об экономической целесообразности. Обновление парка — дорогостоящий процесс, и необходимо тщательно планировать инвестиции, чтобы они приносили максимальную отдачу. Необходимо учитывать стоимость жизненного цикла техники, затраты на её эксплуатацию и обслуживание, а также потенциальную прибыль, которую она может принести. Важно найти оптимальный баланс между стоимостью и качеством, чтобы обновление парка не привело к росту тарифов и снижению конкурентоспособности железнодорожного транспорта. Таким образом, обновление парка подвижного состава — сложная и многогранная задача, требующая комплексного подхода и учёта множества факторов. Это не просто замена старого на новое, а создание современной, эффективной и конкурентоспособной железнодорожной системы, способной удовлетворить потребности экономики и населения страны. Успешное решение этой задачи позволит российским железным дорогам занять лидирующие позиции в мировой транспортной индустрии [1.С.10–22].

На первом этапе модернизации (приблизительно 2010-2020 годы) усилия были сосредоточены на решении наиболее острых проблем. В грузовом движении это выразилось в массовом обновлении парка локомотивов - переходе на современные серии 2ЭС10 «Гранит» и 2ТЭ25А «Витязь», которые не только обладают повышенной мощностью и надёжностью, но и значительно экономичнее своих предшественников. Важной особенностью стало внедрение системы диагностики и мониторинга технического состояния уже на этапе проектирования

новых моделей. В пассажирском сегменте революционные изменения произошли в пригородном сообщении, где практически полностью обновлен парк электропоездов - от современных отечественных разработок (ЭП2Д, «Иволга») до адаптированных для российских условий импортных моделей («Ласточка») [5.С.1–4].

Однако настоящий прогресс начался не просто с замены старого оборудования. Он пришёл с появлением продуманного подхода к развитию поездов как части цифровой системы. Главным направлением последних пяти лет стала полная цифровизация. Это проявляется в нескольких взаимосвязанных областях. Во-первых, применяется предиктивная аналитика. Она позволяет перейти от планового обслуживания к обслуживанию по фактическому состоянию. Датчики на новых локомотивах постоянно передают данные о работе всех важных узлов. Это помогает не только предотвращать поломки, но и повышать эффективность использования поездов. Во-вторых, активно развиваются интеллектуальные системы помощи в управлении. Сюда входят как уже привычные системы помощи машинисту, так и будущие разработки в области автоматического управления поездом. Испытания систем автоведения на полигоне в Щербинке показали, что можно снизить потребление электроэнергии на 10–15 %. Это происходит за счёт более точной регулировки тяги и торможения. Разработки в области автоматического управления поездами позволяют сократить число сотрудников, занятых в обслуживании, что также даёт экономический эффект. Кроме того, стоит учитывать, что автоматизированное управление помогает предотвратить ошибки, вызванные человеческим фактором, и повысить безопасность. В будущем предполагается создание единой цифровой платформы, объединяющей все элементы железнодорожной системы. Это позволит в режиме реального времени отслеживать состояние подвижного состава, инфраструктуры и перевозочного процесса. Это поможет принимать быстрые и обоснованные решения для оптимизации работы всей сети железных дорог. Таким образом, цифровизация железнодорожной отрасли — это не просто установка нового оборудования, а комплексный процесс, охватывающий все аспекты её деятельности. Это переход к более эффективной, безопасной и устойчивой системе [2.С.12–15].

Трансформация в области энергосбережения и экологичности заслуживает отдельного рассмотрения. Раньше задачи по экономии энергии решались простыми методами, такими как улучшение аэродинамики и применение энергосберегающего освещения. Сейчас мы наблюдаем переход к комплексным решениям. В современных моделях электропоездов активно внедряется рекуперативное торможение, которое позволяет возвращать в контактную сеть до 25 % потребляемой энергии. Это существенный вклад в повышение энергоэффективности. Применение облегчённых материалов также играет важную роль. Использование алюминиевых сплавов в кузовах вагонов и композитных материалов в элементах интерьера позволяет снизить вес поездов, сохранив при этом необходимые прочностные характеристики. Это уменьшает нагрузку на пути и снижает энергопотребление. Разработка поездов, работающих на альтернативных видах топлива, выглядит одним из самых перспективных направлений. Создание и испытания поезда на водородном топливе на полигоне в Саратовской области открывают новые перспективы для эксплуатации на неэлектрифицированных участках. Там, где использование традиционных тепловозов становится экономически и экологически невыгодным, водородные поезда могут стать отличной альтернативой [3.С.2–4].

Важно отметить, что технологическая эволюция потребовала соответствующих изменений в инфраструктуре и системе подготовки кадров. Современные депо постепенно трансформируются в высокотехнологичные сервисные центры, оснащенные диагностическим оборудованием и системами анализа больших данных. Изменяется и роль обслуживающего персонала - от ремонтников к операторам сложных технических систем, что требует принципиально нового подхода к обучению и повышению квалификации [5.С.5–6].

Таким образом, эволюция подвижного состава РЖД демонстрирует сложный, многогранный процесс, выходящий далеко за рамки простого обновления техники. От решения пер-

воочередных задач по замене устаревшего парка отрасль перешла к формированию комплексной стратегии создания интеллектуальной, экологичной и экономически эффективной транспортной системы. Успешная реализация этой стратегии требует не только продолжения технологической модернизации, но и синхронного развития инфраструктуры, нормативной базы и кадрового потенциала. Дальнейшее движение в этом направлении позволит не только сохранить, но и усилить конкурентные преимущества железнодорожного транспорта в национальной логистической системе России [1.С.28–30].

#### Список литературы:

1. Стратегия развития железнодорожного транспорта Российской Федерации до 2030 года. - [электронный ресурс] // Официальный сайт ОАО «РЖД». - Режим доступа: <https://rzd.ru> (дата обращения 24.11.2025).
2. Иванов, А.В., Петров, С.К. Цифровые двойники в управлении жизненным циклом подвижного состава // Транспорт: наука, техника, управление. – 2022. – № 5. – С. 12-18.
3. Концепция развития водородной энергетики в Российской Федерации. Утверждена Распоряжением Правительства РФ от 5 августа 2021 г. № 2162-р.
4. Бессонов, В.В. Перспективные тяговые системы для грузовых перевозок // Локомотив. – 2021. – № 4. – С. 5-9.
5. Официальный сайт АО «Трансмашхолдинг». [электронный ресурс]. URL: <https://www.tmholding.ru> (дата обращения 24.11.2025).

#### Тормоза прогресса

*Богдашкин Владислав Александрович,  
студент  
НИПС Филиала ПривГУПС,  
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

*Маланин Павел Александрович,  
студент  
НИПС Филиала ПривГУПС,  
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

*Акимова Галина Николаевна,  
преподаватель  
НИПС Филиала ПривГУПС.*

*Аннотация:* В статье изучен создатель тормоза для грузовых поездов, который используется и по сей день, так же ознакомились с его основной частью. Сформировано важное представление о том, насколько полезно детище Матросова

*Ключевые слова:* безопасность; тормоза Матросова; железная дорога; конструкция механизма

#### Создатель Тормоза

**Иван Константинович Матросов** (1886-1965) - советский изобретатель систем железнодорожных автоматических тормозов. Родился 16 (28 июня) 1886 года в селе Малые Соли (ныне Некрасовский район, Ярославская область) в семье сапожника. Работал слесарем, затем машинистом поезда в депо Рыбинск (1905-1916), после того как закончил соответствующее училище в Петрограде - техникум путей сообщения на СЗЖД (с 1922 года).



Рис. 1. Иван Матросов

В 1926 году Матросов разработал тормоз для грузовых поездов, который за счёт резкого сокращения тормозного пути позволил значительно увеличить вес и длину состава, скорость и безопасность движения. Продвижение тормоза в СССР поначалу встречало бюрократические преграды в НКПС и Матросов пошёл на продажу изобретения американской фирме «Френкель» за 250 тысяч долларов. Советские власти осудили этот поступок; одновременно была раскритикована работа НКПС и в 1931 году тормоз был принят в качестве типового, вытеснив ручное торможение. В 1935 году Матросов реконструировал тормоз для поездов метрополитена, а в 1945 году - для пассажирских поездов.

Матросов изобрёл ряд узлов для тормозных систем: концевой кран клапанного типа (1935), двухрежимный регулятор давления в главном резервуаре тормозной системы поезда (1944, совместно с Е. В. Клыковым), кран машиниста и др. В 1953 году Матросов создал электропневматический тормоз для грузовых поездов, который в 1955-1956 годах усовершенствовал с учётом конкретных условий эксплуатации подвижного состава.

Умер 30 октября 1965 года. Похоронен в Москве на Новодевичьем кладбище (участок № 6).[1]



Рис.2 Железнодорожное депо Рыбинска



Рис.3 Петроградское училище техников путей сообщения

Начал трудовой путь в 19 лет, в 1905 году, в железнодорожном депо города Рыбинска. Сначала работал слесарем, потом - помощником машиниста и наконец машинистом.

После революции Матросов окончил Петроградское училище техников путей сообщения, причём многое изучал самостоятельно, помимо программы.

### *Как было раньше*

Кстати, а вы не задумывались над словами песни: «Кондуктор, нажми на тормоза!»? Дело в том, что когда-то это была суровая профессия - кондуктор не проверял билеты, а лично останавливал поезда своими мозолистыми руками. Его задачей было вручную заблокировать колёса вагонов по команде машиниста. Тот дёргал за верёвочку, а у каждой тормозной площадки висел колокольчик. Это и было командой кондукторам, чтобы начинать крутить специальный рычаг, соединённый с тормозными колодками на колесе вагона, которые, сжимаясь, останавливали поезд. Сколько вагонов, столько и кондукторов-«тормозильщиков». [2]

**Тормоз Матросова** — это автоматический воздушный тормоз, разработанный советским изобретателем **Иваном Константиновичем Матросовым** для грузовых поездов. Система отличается оригинальной конструкцией воздухораспределителя, которая позволила сократить тормозной путь и обеспечить плавное торможение.

### *Воздухораспределитель системы Матросова*

Воздухораспределитель системы Матросова является типовым. Основная масса грузовых тормозных вагонов снабжена этим прибором. Его ставят на новых грузовых вагонах подвижного состава. Он состоит из трёх основных частей: корпуса, цилиндра и режимного колпака. В воздухораспределителе тормоза Матросова имеются три рабочих органа, действующих в такой последовательности:

1. магистральный поршень 1 с золотником 2 приводится в действие изменением давления в магистрали;
2. главный поршень 3 перемещается вверх или вниз в зависимости от изменения давления в надпоршневом пространстве, передвигая золотник 7 при помощи кулисы 4, рамки 6 и кулисного камня 5;
3. уравнительный поршень 11 испытывает с одной стороны давление пружин, а с другой давление воздуха, поступающего в тормозной цилиндр, и, передвигаясь, устанавливает в соответствующее положение уравнительный золотник 8 при помощи лабиринтового штока 10.

Кроме того, в золотнике помещается обратный питательный стальной шаровой клапан 9 (впоследствии заменённый клапаном с мягким седлом).

При зарядке тормоза воздух из магистрали поступает в золотниковую камеру и по каналам в золотниках 7 и 8 заполняет запасный резервуар. При нахождении поршня 3 в нижнем положении воздух по каналу поступает в рабочий резервуар объёмом 9л.

При торможении поршень 1 с золотником 2 передвигается вправо, сообщив своими каналами магистраль и золотниковую камеру с атмосферой. Происходит дополнительная (к произведённой краном машиниста) разрядка магистрали в атмосферу, что ускоряет прохождение тормозной волны по поезду. Вследствие снижения давления в золотниковой камере поршень 3 движется вверх, перемещает вправо кулисой 4 золотник 7, который прерывает связь магистрали и золотниковой камеры с атмосферой и сообщает соответствующие каналы золотника 8 запасный резервуар с тормозным поступлением воздуха тормозной цилиндр давление в нём, а следовательно, и слева от поршня 11 увеличивается, и поршень 11, преодолевая силу пружин 12 и 13, двигается вправо.

Если давление в магистрали было снижено для полного служебного торможения, то поршень 3 займёт верхнее положение, а поршень 11 - крайнее правое положение. Если же давление в магистрали было снижено до ступени торможения, то поршни 3 и 11 займут соответственно промежуточные положения.

Величина конечного давления в тормозном цилиндре определяется силой режимных пружин 12 и 13. При гружёном режиме упорка 14 вворачивается внутрь и поршень 11 должен преодолеть силу обеих пружин, равновеликую давлению воздуха в 3,5 ат на площадь поршня 11. При порожнем режиме упорка 14 выворачивается настолько, что пружина 13 выключается и поршень 11 преодолевает силу одной пружины 12, которая сжимается при давлении воздуха 1,8 ат.[3]

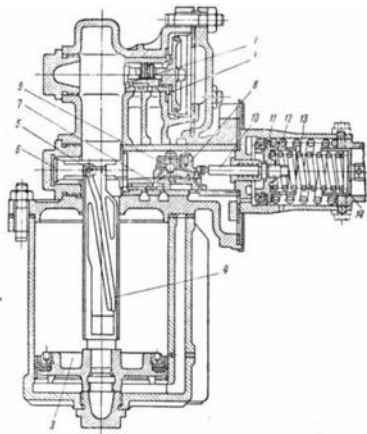


Рис. 4 Воздухораспределитель системы Матросова

### Испытания

Тормозные системы, предложенные Матросовым, были испытаны в 1930-1931 годах. Сначала на равнинной железной дороге на участке Москва - Савелово, затем в горных условиях на Сурамском и Джеджурском перевалах Северо-Кавказской железной дороги. Испытания показали, что тормоз Матросова способен значительно сократить длину тормозного пути и обеспечить плавное торможение. В 1930 году на специальный грузовой состав были установлены экспериментальные тормоза трех советских конструкторов: Матросова, Флорентия Казанцева, Бронислава Карвацкого и фирмы «Вестнигауз».

Вагоны загрузили по полной и протестировали все системы на протяжении 80 километров очень крутого уклона Джеджурского перевала. От «американцев» к концу спуска ничего не осталось - «выкипели», а среди наших лучшим оказался тормоз Матросова.

Так в Советской России закончилось «царствование» американских тормозов. СССР рвался вперед. Начиналась индустриализация. Допотопные заокеанские тормоза, задержавшиеся на советских железных дорогах чересчур долго, были побеждены в честной борьбе.

Стоит отметить, что в это время конкурировали две советские школы тормозов для железнодорожного транспорта: Ивана Матросова и Флорентия Казанцева. Как говорят специалисты, принцип работы у них был похож, но оригинальные идеи, внедрённые Матросовым, показали лучшие эксплуатационные характеристики

За свои разработки, которые спасли немало жизней, Матросов был награжден орденами Красной Звезды и Трудового Красного Знамени.[2]

### Список литературы:

1. [https://ru.ruwiki.ru/wiki/Матросов,\\_Иван\\_Константинович](https://ru.ruwiki.ru/wiki/Матросов,_Иван_Константинович)
2. Статья Дмитрия Невзорова “Тормоза прогресса. Механизм, придуманный Матросовым, используют во всём мире” <https://aif.ru/society/history/tormoza-progressa-mehanizm-pridumannyy-matrosovym-ispolzuyut-vo-vsyom-mire?ysclid=mig3v07pgw172017111>
3. Энциклопедия по машиностроению <https://mash-xxl.info/page/060209194141111098108253017161043090131026065181/>

## Технологии искусственного интеллекта на железнодорожном транспорте

**Богдашкин Владислав Александрович,**

студент

НИПС-филиал ПривГУПС

г. Нижний Новгород, Российская Федерация

**Куценкова Любовь Сергеевна,**

преподаватель

НИПС-филиал ПривГУПС

г. Нижний Новгород, Российская Федерация

**Аннотация:** в данной статье рассматривается актуальная тема применения и дальнейшего развития технологий искусственного интеллекта (ИИ) в сфере железнодорожного транспорта. Анализируются ключевые направления внедрения ИИ, такие как повышение безопасности движения, оптимизация перевозочных процессов, прогнозирование технического состояния подвижного состава и инфраструктуры, а также улучшение клиентского сервиса. Статья освещает текущие достижения и перспективы использования ИИ для создания более эффективной, надежной и безопасной железнодорожной системы будущего.

**Ключевые слова:** искусственный интеллект, транспортная логистика, железнодорожный транспорт

Развитие искусственного интеллекта (ИИ) стало одним из ключевых факторов цифровой трансформации железнодорожной отрасли России. Усложнение инфраструктуры, рост объемов перевозок, необходимость повышения безопасности и эффективности требуют новых технологических решений. ИИ предоставляет инструменты для обработки огромных массивов данных, прогнозирования событий, автоматизации критически важных процессов и оптимизации работы железных дорог на всех уровнях — от обслуживания путей до планирования грузопотоков. В последние годы российские железные дороги активно инвестируют в создание интеллектуальных систем, что постепенно меняет подход к управлению транспортом и логистикой.[3]

### 1. Основные направления применения технологий ИИ

#### 1.1. Предиктивная диагностика и интеллектуальное обслуживание инфраструктуры

Одним из наиболее значимых направлений внедрения ИИ является предиктивная диагностика путевой инфраструктуры и подвижного состава. Традиционные методы контроля требуют значительных трудозатрат и не всегда позволяют своевременно выявлять скрытые дефекты. Использование алгоритмов машинного обучения и компьютерного зрения позволяет анализировать видео- и фотоданные с диагностических вагонов, дронов и стационарных камер. Системы автоматически обнаруживают повреждения рельсов, шпал, стрелочных переводов, элементов контактной сети. На основе данных вибрации, температуры, нагрузки и других параметров формируются прогнозы срока службы элементов пути, что позволяет переходить от планово-предупредительных ремонтов к обслуживанию по фактическому состоянию. Это снижает эксплуатационные затраты и уменьшает вероятность аварийных ситуаций.

#### 1.2. Интеллектуальное управление движением поездов

ИИ активно применяется для оптимизации графика движения и регулирования загрузки железнодорожной сети. Современные алгоритмы анализируют данные о текущем движении поездов, временных задержках, погодных условиях, техническом состоянии локомотивов и путей. На основе этих данных формируются оптимизированные расписания, позволяющие уменьшить интервалы между поездами и снизить вероятность заторов на перегонных участках. Интеллектуальные системы могут формировать рекомендации машинисту по выбору оптимальной скорости для снижения расхода энергии и обеспечения своевременного

прибытия. В перспективе это создаёт основу для постепенного внедрения полуавтономного и автономного вождения, особенно на грузовых участках.

### 1.3. Прогнозирование пассажирских и грузовых потоков

Одной из важнейших задач железнодорожной отрасли является точное прогнозирование объёмов перевозок. ИИ позволяет анализировать огромные массивы информации — исторические данные, сезонные колебания, экономические показатели, изменения в промышленности и логистике. На основе таких данных строятся прогнозные модели, которые помогают планировать работу вокзалов, формирование составов, управление локомотивами и вагонами. Для грузового сектора это особенно важно: грамотное прогнозирование позволяет заранее перераспределять подвижной состав, избегать простоев и оптимизировать цепочки поставок. В пассажирском сегменте ИИ помогает определять пиковые нагрузки, корректировать расписания и улучшать сервис.

### 1.4. Автоматизация логистики и управления грузами

ИИ играет ключевую роль в улучшении процессов логистики и взаимодействия разных звеньев транспортной системы. Интеллектуальные решения позволяют оптимизировать маршруты следования грузов, формировать поезда с учётом приоритетов доставки, анализировать занятость сортировочных станций и пропускную способность узлов. На контейнерных терминалах внедряются системы автоматизированного управления операциями, в том числе распознавание номеров контейнеров и вагонов, оптимизация расположения грузов и планирование траекторий перемещения техники. Это повышает скорость обработки грузов и снижает риски ошибок, связанных с человеческим фактором.

### 1.5. «Умный локомотив» и системы помощи машинисту

Современные локомотивы оснащаются системой датчиков, камер и вычислительных модулей, что превращает их в интеллектуальные платформы. Системы технического зрения позволяют распознавать сигналы, препятствия, людей на путях и посторонние предметы. Алгоритмы анализируют скорость, тормозной путь и состояние пути, предлагая машинисту оптимальные решения или автоматически корректируя движение. Такие системы значительно повышают безопасность движения, особенно в условиях плохой видимости или сложного рельефа. В долгосрочной перспективе внедрение элементов автономного вождения может стать стандартом для промышленных железнодорожных линий, где движение происходит по предсказуемым маршрутам.[1]

### 1.6. Цифровые двойники инфраструктуры и подвижного состава

Цифровые двойники становятся важным инструментом планирования и управления железнодорожной инфраструктурой. Создаются детальные виртуальные модели участков сети, станций, локомотивов и вагонов, в которых можно просчитывать различные сценарии эксплуатации. ИИ-алгоритмы позволяют анализировать поведение системы при различных нагрузках, прогнозировать последствия ремонтов или модернизации. Такие технологии сокращают риски при проектировании, ускоряют внедрение новых решений и делают управление инфраструктурой более точным и гибким.[2]

## 2. Развитие искусственного интеллекта в железнодорожной отрасли России

### 2.1. Цифровая трансформация отрасли

За последние годы в России активно развивается цифровая инфраструктура железных дорог:

- внедряются платформы для обработки больших данных;
- модернизируются системы связи и телематики;
- развивается дистанционный мониторинг путей и подвижного состава;
- внедряются цифровые двойники объектов инфраструктуры.

ИИ является логическим следующим шагом в этом процессе.

## 2.2. Создание инфраструктуры данных и вычислительных центров

Для эффективного применения ИИ необходимы мощные вычислительные ресурсы. В последние годы в России создаются дата-центры, способные обрабатывать огромные массивы данных, поступающих с десятков тысяч датчиков и камер. На базе этих центров работают системы предиктивной диагностики, аналитические платформы для прогнозирования грузопотоков и цифровые двойники. Создаются внутренние облачные сервисы, позволяющие интегрировать решения ИИ между собой и обеспечивать их бесперебойную работу.

## 2.3. Нормативно-правовое обеспечение

Развитие ИИ в железнодорожной сфере требует формирование нормативной базы. Регулируются вопросы безопасности использования автоматизированных систем, сертификации программных комплексов и защиты критически важных данных. Для автономных систем управления требуется разработка новых стандартов, регламентирующих их применение. Работа в этом направлении активно ведётся совместно с государственными органами и отраслевыми институтами.

## 3. Экономический эффект от внедрения ИИ

Применение интеллектуальных технологий приносит значительные экономические выгоды. Предиктивная диагностика позволяет снизить затраты на обслуживание инфраструктуры и уменьшить количество внеплановых ремонтов. Улучшение управления движением повышает пропускную способность сети без дорогостоящего строительства новых путей. В логистике сокращаются простои, повышается оборачиваемость вагонов и локомотивов. Совокупный эффект выражается в повышении эффективности перевозок и конкурентоспособности отрасли.

## 4. Вызовы и ограничения

Несмотря на очевидные преимущества, внедрение ИИ сталкивается с рядом трудностей. Одной из основных проблем является нехватка качественных и размеченных данных, необходимых для обучения моделей. Существуют высокие требования к надёжности и безопасности: любая ошибка в алгоритме может привести к сбою, поэтому ИИ проходит длительное тестирование и сертификацию. Также ощущается дефицит квалифицированных специалистов в области анализа данных и разработки нейросетей. Дополнительные сложности создаёт неравномерность развития инфраструктуры в разных регионах страны.

## 5. Перспективы развития

В ближайшие годы ожидается расширение использования ИИ на всех уровнях управления железнодорожным транспортом. Будет расти число участков, где применяются элементы автономного управления локомотивами. Цифровые двойники станут стандартом для проектирования новых объектов и планирования ремонтов. Интеграция ИИ с промышленным интернетом вещей позволит создавать полностью интеллектуальную сеть мониторинга состояния инфраструктуры. Большие перспективы открываются и в мультимодальной логистике, где ИИ будет использоваться для координации различных видов транспорта.

Искусственный интеллект становится стратегически важной технологией для развития железнодорожного транспорта России. Его внедрение обеспечивает повышение безопасности, сокращение расходов, улучшение качества услуг и расширение пропускной способности сети. Отрасль получает новые инструменты для принятия решений, планирования и управления сложными процессами. При дальнейшем развитии технологий и поддержке государства ИИ будет играть всё более значимую роль в формировании инновационной и конкурентоспособной транспортной системы страны.[3]

### Список литературы:

1. Бочегов М. А., Медникова О. В. «Искусственный интеллект на железной дороге» // «Проблемы науки»
2. Помозова Ю. А., Мاستилин А. Е. «Искусственный интеллект в высокоскоростных железных дорогах» // «Научные междисциплинарные исследования», 2021

### **Развитие цифровой экономики железнодорожного транспорта: современные тенденции и перспективы**

**Вагнер Александр Андреевич,**  
студент

*Областного государственного автономного  
профессионального образовательного учреждения  
«Старооскольский индустриально-технологический  
техникум» (ОГАПОУ «СИТТ»)  
г. Старый Оскол, Российская Федерация*

**Бусько Наталья Алексеевна,**  
преподаватель

*Областного государственного автономного  
профессионального образовательного учреждения  
«Старооскольский индустриально-технологический  
техникум» (ОГАПОУ «СИТТ»)*

**Аннотация:** статья посвящена развитию цифровой экономики в сфере железнодорожного транспорта, подчеркивая важность скорости, мобильности и показателей эффективности перевозок грузов и пассажиров. Основной целью исследования является анализ современного состояния парка подвижных составов (ПС) в России, выявление ключевых проблем и определение перспективных направлений их развития в условиях цифровой трансформации.

**Ключевые слова:** цифровая экономика, скорость, мобильность, показатели, парк подвижных составов (ПС), возрастной износ, электроэнергия, экология, разрыв между техникой и кадрами, виртуальный двойник, предиктивное техническое обслуживание, искусственный интеллект (ИИ), безопасность, интеллектуальные железнодорожные единицы, модернизация, подготовка кадров.

Развитие цифровой экономики — это про скорость, мобильность и конечно про показатели. В нынешней реальности, важна скорость доставки груза, пассажиров и при этом, монетизация всех перевозок. Ключевыми элементами являются показатели и подвижные составы, которые используются. [1]

Цель – проанализировать современное состояние парка ПС России, выделить актуальные проблемы и сформулировать перспективные направления его развития в русле цифровой экономики. [2]

Современное состояние ПС и их проблемы:

Несмотря на масштабные программы обновления парка, подвижные составы сталкиваются с комплексом взаимосвязанных проблем:

Возрастной износ: Значительная часть парка, особенно грузовых вагонов, приближается к предельным срокам эксплуатации. Это ведет к росту затрат на содержание и ремонт, а также к рискам снижения безопасности. Техника, которая используется и по сей день, прошла не один капитальный ремонт. Например, электровозам ВЛ-80 уже более 50 лет, тепловозу 2ТЭ116 54 года, а маневровому тепловозу ЧМЭЗ 52 года. Практика показывает, что страдает не только тяговое оборудование, но и остальные узлы. На кузове и раме за столько лет появились очаги коррозии и ржавчины. В местах крепления оборудования появляются зазоры и микротрещины. [1]

· Электроэнергия и экология: Выбор дизельной тяги на неэлектрифицированных участках и устаревшие энергосистемы приводят к повышению цен на топливо, а также делает удар по нормам экологии. Так как тянуть контактную сеть может не представляться возможным, тогда в ход идут тепловозы, для перевозки; [3]

· Разрыв между техникой и кадрами: Внедрение сложных систем требует новой квалификации обслуживающего персонала и инженеров. Существует дефицит специалистов в новых технологиях, кибербезопасности и работы с гибридными системами. Из-за того, что все привыкли к тому парку, который по сей день остается с нами, понять принцип работы электровоза, легче на старом ВЛ-80, чем на более новом ЭП2К. [1]

Таким образом, ключевая проблема – не только физический износ, но и так называемый, "Разрыв поколений" значительной части парка, не позволяющая в полной мере использовать преимущества данных для управления. [3]

Современные технологии предъявляют повышенные требования к уровню подготовки обслуживающего персонала. Новые модели поездов оснащены сложными электронными системами управления, диагностическими устройствами и системами связи. Недостаточная квалификация сотрудников затрудняет эффективное использование технических возможностей современной техники. [1]

Особенно остро эта проблема проявляется при переходе на цифровые технологии, включая автоматизацию процессов обслуживания и диагностики. Молодые специалисты часто испытывают трудности в освоении принципов работы новых моделей локомотивов и вагонов, особенно если они привыкли к старым технологиям. [4]

Перспективы развития цифрового железнодорожного транспорта

Для эффективного функционирования современного железнодорожного хозяйства необходимы инновационные подходы к организации производства и эксплуатации подвижного состава. Среди наиболее перспективных направлений можно выделить создание виртуальных двойников подвижного состава, внедрение технологий предиктивной аналитики и развитие интеллектуальных транспортных систем. [5]

Создание "Виртуального двойника" ПС. Это не просто 3D-модель, а виртуальная копия, непрерывно обновляемая данными с бортовых датчиков. Двойник позволит:

· Производить предиктивное техническое обслуживание, а не регламентное, прогнозируя проблемы, вызванные неисправностью того или иного узла.

· Оптимизировать режим вождения для экономии энергии и топлива.

· Формирование базы данных, о том или ином вагоне, по его номеру: при этом сделав программу, где при вбитом номере вагона, можно будет посмотреть, когда он проходил ремонт и каких узлов, точные даты замены оборудования, год выпуска, тип вагона. Это поможет слесарям, при производстве ремонта.

· Подключение ИИ для различных целей. Например, для конструктивного анализа работы датчиков, реле, положений рубильников, срабатывание сигнализаций. [5]

При всем этом, нельзя забывать про безопасность. Нельзя делать так, чтоб поезд сам себя вел от точки А в точку Б, локомотивная бригада, должна всегда быть бдительна. На базе ИИ можно усилить приборы бдительности машиниста, это уже начали применять, но не в 100%.

Подвижной состав железных дорог стоит на пороге революции. Его будущее – это не просто более новые вагоны и локомотивы, а «интеллектуальные железнодорожные единицы», глубоко встроенные в единую цифровую систему транспорта. Для этого нужны будут средства, по сколько нужно не только сконструировать такой ПС, но и научить будущее поколение машинистов и помощников грамотно водить технику, принимать решения самостоятельно, разбираться в принципе работы тех или иных узлов, решать не решаемые задачи, по сколько это очень ответственная профессия. Я как студент, осознаю и понимаю степень обязательств, возложенных на меня. [6]

### Список литературы:

1. Современное состояние железнодорожного транспорта, стратегия развития [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://studfile.net/preview/7398134/page:6/#9> (дата обращения: 07.12.2025).
2. Направления развития транспортной системы: российские и мировые стратегии [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://trasscom.ru/blog/napravleniya-razvitiya-transportnoj-sistemy-rossijskie-i-mirovye-strategii/> (дата обращения: 05.12.2025).
3. Возможные пути развития железнодорожного транспорта [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://moluch.ru/conf/tech/archive/164/9457/> (дата обращения: 07.12.2025).
4. Какими будут железные дороги будущего? [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/toshibarus/blog/478100/> (дата обращения: 07.12.2025).
5. Перспективы развития железнодорожного транспорта [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://cssrzd.ru/news/perspektivu.php> (дата обращения: 08.12.2025).
6. Будущее железных дорог — энергетика и окружающая среда [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://railstorg.ru/budushhee-zheleznyh-dorog/> (дата обращения: 07.12.2025).

### Пронзающий просторы страны - ВЛ-80С

*Волков Никита Александрович,*  
*студент*

*НИПС-филиал ПривГУПС*  
*г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

*Кущенко Любовь Сергеевна,*  
*преподаватель*

*НИПС-филиал ПривГУПС*  
*г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

**Аннотация:** В статье рассматривается текущее состояние и перспективы эксплуатации электровоза ВЛ-80С — одной из самых массовых и знаковых моделей грузового локомотива переменного тока, выпускавшейся с 1979 по 1995 год. На основе анализа технической эволюции и программ модернизации показано, как эта машина, созданная в эпоху СССР, сохраняет актуальность в условиях современной железнодорожной отрасли.

**Ключевые слова:** подвижной состав; безопасность использования подвижного состава; устойчивое развитие; современное состояние, электровоз.

Железнодорожный подвижной состав — рельсовые транспортные средства, предназначенные для обеспечения железнодорожных грузовых и пассажирских перевозок и функционирования железнодорожной инфраструктуры.

Он включает в себя локомотивы, грузовые вагоны, пассажирские вагоны локомотивной тяги, моторвагонный подвижной состав, а также различный специальный подвижной состав.

Электровоз ВЛ80С — одна из самых массовых и значимых моделей грузовых локомотивов переменного тока, созданная в эпоху СССР. Его история началась в конце 1950-х годов, когда возникла потребность в более мощных локомотивах для линий переменного и постоянного тока.

В 1958 году конструкторское бюро Новочеркасского электровозостроительного завода (НЭВЗ) разработало проект восьмиосного электровоза с тягой до 40 000 кгс. Конструкция предусматривала две четырёхосные секции. В сентябре 1961 года завод выпустил первый опытный электровоз Н8О-001, а вскоре ещё два — Н8О-002 и Н8О-003.

В 1963 году эти машины получили обозначение ВЛ-80 — в честь Владимира Ленина.

Развитие серии ВЛ80 За годы производства появилось множество модификаций:

ВЛ80К (1963 год) — улучшенные тяговые двигатели.

ВЛ80Т (1970 год) — реостатный тормоз и характерные «глаза» буферных фонарей.

ВЛ80Р (1974 год) — более точное регулирование напряжения.

Появление ВЛ80С ВЛ80С был разработан на базе ВЛ80Т и выпущен в 1979 году. Его ключевая особенность — возможность работы в составе двух, трёх или четырёх секций при управлении из одной кабины по системе многих единиц (СМЕ). Изначально электровоз строился с возможностью работы только двух или четырёх сцепленных секций. В 1982 году были построены опытные электровозы №550–552, которые могли работать в составе двух, трёх или четырёх секций. С электровоза №697 (1983 год) все машины выпускались с такой возможностью [3].

Технические характеристики:

-Осевая формула: 2(20-20).

-Напряжение: 25 кВ, 50 Гц.

-Конструкционная скорость: 110 км/ч.

-Масса: 192 т.

-Мощность часового режима: 6520 кВт.

-Сила тяги часового режима: 442 кН.

ВЛ-80С строился с 1979 по 1995 год. Всего было выпущено 2746 единиц. Электровозы эксплуатировались на железных дорогах СССР, а позже — России, Беларуси, Украины, Казахстана, Узбекистана. На Белорусской железной дороге первые ВЛ80С поступили в 1982 году для вождения грузовых поездов. По состоянию на 2012 год ВЛ80С был единственной серией грузовых электровозов на БелЖД.

ВЛ-80С — один из самых массовых и востребованных грузовых электровозов переменного тока в истории отечественного локомотивостроения. Его сильные стороны — сочетание проверенной конструкции, адаптивности и экономической целесообразности.

Ключевые преимущества:

1) Многосекционная компоновка

2) Возможность работы по системе многих единиц (СМЕ) в составе 2, 3 или 4 секций при управлении из одной кабины.

3) Гибкость в формировании тягового усилия: можно подбирать мощность под вес поезда, не задействуя избыточные ресурсы.

- Надёжность и долговечность

1) Конструкция, отработанная десятилетиями эксплуатации, доказала устойчивость к тяжёлым условиям (температуры от  $-50$  до  $+40$  °С, сложные профили пути).

2) Массовое производство (2 746 единиц) обеспечило развитую сеть сервисного обслуживания и доступность запчастей.

- Высокая тяговая мощность

1) Мощность часового режима — 6 520 кВт.

2) Сила тяги часового режима — 442 кН, что позволяет водить тяжеловесные грузовые составы.

3) Конструкционная скорость — 110 км/ч, достаточная для магистральных перевозок.

- Универсальность применения

1) Работает на сетях переменного тока 25 кВ, 50 Гц, распространённых на большей части железных дорог постсоветского пространства.

2) Эксплуатируется в России, Беларуси, Казахстане, Узбекистане и др., адаптирован к разным климатическим зонам.

- Экономическая эффективность

1) Низкие эксплуатационные затраты по сравнению с новыми локомотивами при сопоставимой производительности.

2) Возможность модернизации: замена устаревших узлов на современные (например, кремниевые выпрямители вместо ртутных) продлевает срок службы без полной замены парка.

- Модернизационный потенциал

Современные доработки повышают комфорт и безопасность:

- 1) новые кресла и стеновые панели в кабине;
- 2) системы кондиционирования и биотуалеты;
- 3) светодиодные осветительные приборы;
- 4) автоматические форсунки песочниц для экономии материалов.

Улучшенная эргономика снижает утомляемость локомотивных бригад, повышая общую безопасность движения.

- Простота обслуживания

1) Унифицированные узлы и агрегаты упрощают ремонт и обучение персонала.

2) Наличие документации и опыта эксплуатации облегчает диагностику и устранение неисправностей.

- Устойчивость к перегрузкам

1) Прочная механическая часть (сварная рама тележек, межбуксовые амортизаторы) выдерживает длительные нагрузки.

2) Тяговые двигатели постоянного тока демонстрируют стабильную работу при резких изменениях нагрузки.

- Историческая преемственность

1) Наследие серии ВЛ80 (начало выпуска — 1961 год) обеспечило накопленный опыт эксплуатации и оптимизацию конструкции.

2) ВЛ-80С стал логическим развитием моделей ВЛ-80К, ВЛ-80Т, унаследовав их лучшие черты.

- Экологичность

1) Работа на электричестве исключает локальные выбросы вредных веществ, что важно для густонаселённых регионов и тоннелей.

2) Энергоэффективность при вождении тяжеловесных составов снижает удельное потребление энергии на тонну груза [1,2].

В 2025 году электровоз ВЛ-80С продолжает активно использоваться на железных дорогах России и стран СНГ, сохраняя статус одной из самых массовых моделей грузовых локомотивов переменного тока. Его применяют для перевозки грузов на магистральных линиях, а также проводят модернизацию для повышения комфорта и безопасности локомотивных бригад.

Области применения:

ВЛ80С эксплуатируется на следующих железных дорогах:

В России: Горьковская, Северная, Западно-Сибирская, Приволжская, Красноярская, Октябрьская, Южно-Уральская и другие.

В странах СНГ: Беларусь (Белорусская железная дорога), Казахстан, Узбекистан, Украина.

Локомотивы работают на линиях с питанием переменного тока 25 кВ, 50 Гц, адаптированы к различным климатическим условиям — от  $-50$  до  $+40$  °С.

Модернизация и улучшения:

В 2025 году продолжается программа модернизации ВЛ-80С, направленная на повышение комфорта и безопасности работы машинистов. Примеры обновлений:

Кабина: замена стеновых панелей, напольного покрытия, установка новых кресел, системы управления микроклиматом с датчиками температуры, ударопрочных стеклопакетов с электрообогревом.

Освещение: переход на светодиодную технику, включая прожекторы и буферные фонари.

Бытовые условия: установка биотуалетов, умывальников, обогреваемых баков для воды, розеток с USB и Type-C выходами.

Технологические решения: автоматические форсунки песочниц для экономии материалов, улучшенные тормозные комплексы.

ЛокоТех Сервис представил обновленный электровоз ВЛ80с № 1524 Регионы Селдон  
Новости

Перспективы:

Несмотря на внедрение современных моделей электровозов, ВЛ-80С остаётся востребованным благодаря своей надёжности и проверенной конструкции. Он – живое воплощение истории, трудолюбивый ветеран, продолжающий исправно нести свою вахту на стальных магистралях современности. В РЖД отмечают, что эти локомотивы будут эксплуатироваться ещё как минимум 10 лет. Модернизация позволяет продлить срок службы парка и снизить эксплуатационные затраты.

В 2025 году электровоз ВЛ-80С привлекает внимание благодаря пилотному проекту модернизации, который демонстрирует потенциал продления срока службы и улучшения условий труда локомотивных бригад. Вот несколько интересных фактов:

1) Пилотный проект в депо «Горький-Центральный». В феврале 2025 года был представлен модернизированный ВЛ-80С-1524, выпущенный в 1986 году. Реновация включала обновление интерьера кабины, установку удобных кресел, светодиодного освещения, системы управления микроклиматом и ударопрочных стеклопакетов с электрообогревом.

2) Бытовые улучшения. В кабине появились биотуалет, умывальник, обогреваемый бак для воды, розетки с USB и Type-C выходами, а также системы хранения инструментов. Эти изменения значительно повысили комфорт работы машинистов.

3) Технологические новшества. Установлены светодиодные прожекторы и буферные фонари, а также автоматические форсунки песочниц, которые обеспечивают равномерную подачу песка и экономят расходные материалы.

4) Опытная эксплуатация. После модернизации ВЛ80С-1524 проходит испытания на протяжении 10 тысяч километров. По итогам эксплуатации специалисты примут решение о возможном расширении программы обновления парка.

5) Оценка машинистами. Локомотивные бригады отметили улучшенные условия работы, удобную шумоизоляцию и хорошее освещение. Машинист эксплуатационного депо «Агрыз» Фанис Мустахимов заявил, что в таких условиях вести поезд — «удовольствие».

6) Перспективы. Решение о продолжении программы модернизации зависит от результатов испытаний и оценок специалистов. Если проект окажется успешным, реновация может быть распространена на другие локомотивы парка.

7) Исторический контекст. ВЛ-80С — самая многочисленная модификация в серии ВЛ80. Большинство из них работает в России, а также в Беларуси, Казахстане, Узбекистане и других странах.

8) Сравнение с новыми моделями. Несмотря на появление современных электровозов (например, 2ЭС5К «Ермак»), ВЛ-80С остаётся востребованным благодаря надёжности и экономической целесообразности модернизации.

Эти факты подчёркивают, что ВЛ-80С продолжает играть значимую роль в железнодорожной отрасли, а его модернизация открывает новые возможности для продления эксплуатационного ресурса [4, С. 6-10].

#### Список литературы

1. Николаев А. Ю., Сесявин Н. В. «Устройство и работа электровоза ВЛ80с»
2. Г. В. Сазыкина и Д. Н. Москалевой «Устройство, техническое обслуживание и ремонт узлов локомотива. Электровозы ВЛ80С и ЭП1М». <https://urait.ru/book/ustroystvo-tehnicheskoe-obsluzhivanie-i-remont-uzlov-lokomotiva-elektrovozy-vl80s-i-ep1m-569093>
3. [https://rusneb.ru/catalog/000200\\_000018\\_RU\\_NLR\\_bibl\\_1114756/](https://rusneb.ru/catalog/000200_000018_RU_NLR_bibl_1114756/)

4. Хромова Г. А., Раджибаев Д. О. «Численные исследования по расчёту показателей надёжности и долговечности по результатам диагностирования электровоза ВЛ-80С» (2024).

### **Перспективы развития подвижного состава железных дорог России в XXI веке**

**Калиганова Юлия Александровна,  
Карклина Александра Ивановна,**  
*студенты  
НИПС-филиал ПривГУПС  
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

**Гаврилова Ольга Ивановна,**  
*преподаватель  
НИПС-филиал ПривГУПС  
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

**Аннотация:** в статье проанализированы состояние подвижного состава, важность перспектив его развития. Сделан вывод о необходимости комплексного подхода к изучению всего подвижного состава и его состояния, для обеспечения безопасности движения, предполагающие реализацию перспективных идей развития.

**Ключевые слова:** подвижной состав; безопасность использования подвижного состава; устойчивое развитие; современное состояние.

Железнодорожный подвижной состав — рельсовые транспортные средства, предназначенные для обеспечения железнодорожных грузовых и пассажирских перевозок и функционирования железнодорожной инфраструктуры.

Он включает в себя локомотивы, грузовые вагоны, пассажирские вагоны локомотивной тяги, моторвагонный подвижной состав, а также различный специальный подвижной состав.

Подвижной состав подразделяется на:

- по роду работы: пассажирский, грузовой, состав специального назначения (дрезины, автомотрисы, самоходные машины);
- по основной функции: тяговый подвижной состав (локомотивы, моторвагонный подвижной состав, дизель-поезда, автомотрисы) и не тяговый подвижной состав (вагоны).

Различают самоходный железнодорожный подвижной состав, к которому относятся локомотивы и автономные (так называемые моторные) вагоны, имеющие для передвижения собственный источник энергоснабжения. В группу несамоходного железнодорожного подвижного состава входят пассажирские и грузовые вагоны различного назначения, передвигающиеся за счёт локомотивной тяги.

Аспекты современного состояния подвижного состава железных дорог:

Опережающий рост парка грузовых вагонов. За первые восемь месяцев 2024 года он вырос на 39,16 тыс. единиц и достиг 1,367 млн. Максимальный прирост наблюдался в секторе полувагонов — 18 тыс. единиц.

Негативное влияние избыточного парка. Замедляются такие показатели, как оборот вагонов и участковая скорость. Избыток предложения сказывается на доходах операторов. Например, по расчётам ИПЕМа, за последние четыре года доходность оперирования полувагонами при экспортных перевозках угля по маршруту сократилась в 1,5 раза без учёта инфляции.

По данным на декабрь 2023 года, общий парк грузовых вагонов на сети ОАО «РЖД» составил 1321,2 тыс. единиц. Рабочий парк грузовых вагонов в декабре 2023 года (среднесуточный показатель за месяц) составил 1147,2 тыс. единиц, что на 5,9% выше аналогичного показателя декабря 2022 года. Также известно, что в среднем по ОАО «Российские железные дороги» степень износа подвижного состава составляет около 40%. На ключевых, самых загруженных направлениях (Транссибирская магистраль, участки, обслуживающие крупные промышленные центры) ситуация в целом стабильная. Здесь проводятся регулярные ремонтные работы, а самые критические объекты обновляются.

Некоторые аспекты состояния подвижного состава железных дорог в 2025 году:

Спад погрузки и избыток вагонов: по итогам января–сентября 2025 года погрузка на сети РЖД снизилась на 6,7% год к году — это крупнейшее падение за последние 10 лет. При этом общий парк грузовых вагонов продолжал расти и достиг 1,4 млн единиц, включая 660 тыс. полувагонов.

Обвал арендных ставок: профицит подвижного состава и слабая грузовая база обрушили арендные ставки почти для всех типов вагонов. Единственный сегмент с ростом — контейнерные платформы.

Тарифы РЖД и рост затрат на вагон: в 2025 году тарифы РЖД были проиндексированы на 13,8%, в том числе на 10% по порожнему пробегу. На фоне обвала ставок это сделало инфраструктурную составляющую доминирующей — до 75% в цене перевозки.

Обновление парка и списания: за январь–июль 2025 года в России списано около 20,5 тыс. единиц подвижного состава по сроку службы, что в 1,8 раза превышает аналогичный показатель прошлого года. Одновременно на сеть поступило более 37,8 тыс. новых вагонов.

Простой вагонов: по данным на июнь 2025 года, в простое находились более 48 тыс. вагонов, что вызвано отсутствием достаточного количества погрузочных и разгрузочных окон в портах и на ключевых станциях, а также несвоевременным возвратом подвижного состава с дальних плеч маршрута, особенно в восточном направлении.

В то же время есть и позитивные тенденции. Например, к середине мая 2024 года уже завершён ремонт 850 километров путей из запланированных на этот год 5,2 тыс. километров. Всего за 2023–2035 годы планируется отремонтировать 82,2 тыс. километров железнодорожных путей. [1,2]

Также РЖД активно цифровизирует свою инфраструктуру, устанавливая датчики на рельсы, стрелки, опоры контактной сети и другие элементы пути для мониторинга их износа, деформации, температуры и других параметров. Это позволяет своевременно выявлять и устранять неисправности, а также планировать ремонтные работы. [3]

Некоторые цифры, характеризующие современное состояние железных дорог:

По итогам 6 месяцев 2024 года показатель объёма перевозок составил 658,0 млн тонн, что на 3,7% ниже аналогичного показателя за тот же период 2023 года.

По состоянию на июнь 2024 года общий парк грузовых вагонов (всех родов подвижного состава) составил 1350,5 тыс. единиц, что на 2,2% больше, чем в декабре 2022 года (1321,2 тыс. вагонов).

Рабочий парк грузовых вагонов в июне 2024 года (среднесуточный показатель за месяц) составил 1189,9 тыс. единиц, что на 3,7% или на 42,7 тыс. единиц выше аналогичного показателя декабря 2023 года (1147,2 ед.).

Оборот грузового вагона рабочего парка по итогам 6 месяцев 2024 года составил 20,1 суток (481,8 часа), что на 10,2% больше, чем показатель аналогичного периода предыдущего года (18,2 суток или 437,2 часа).

Перспективы развития подвижного состава железных дорог:

Рост объёмов грузоперевозок. Это создаст дополнительный спрос на вагоны повышенной грузоподъёмности и новые типы вагонов.

Продолжение тренда контейнеризации грузов. Будет увеличиваться спрос на платформы для перевозки контейнеров и строиться больше транспортно-логистических центров.

Обновление текущего парка подвижного состава. Это произойдёт с учётом прогнозируемого выбытия вагонов по сроку службы.

Активное внедрение инноваций и технологических разработок. Например, систем мониторинга и управления подвижным составом на основе искусственного интеллекта и больших данных, которые позволят оптимизировать маршруты и снизить издержки.

Внедрение новых материалов и технологий производства вагонов. Это поможет снизить себестоимость и повысить надёжность подвижного состава. По информации на 1 ноября 2025 года, на Горьковской железной дороге (ГЖД) проводят тестовые испытания новой роботизированной машины для путевых работ. Машина А650 предназначена для подбивки, выправки и рихтовки железнодорожных путей. Уникальность техники в том, что у неё нет кабины, а управляют ей удалённо с помощью искусственного интеллекта. Это позволяет вывести человека из опасной зоны работ. После доработки и тестирования при низких температурах машину планируют применять для ремонта путей на Горьковской магистрали.

Кроме того, на ГЖД внедрена интеллектуальная система защиты контактной сети. Интеллектуальные посты секционирования установлены на участке интермодального движения Казань — Аэропорт и на станции Второво скоростного участка Нижний Новгород — Москва. В будущем разработку планируют внедрить на всём полигоне Горьковской магистрали. [6]

В рамках обновления Центрального транспортного узла (ЦТУ) планируется закупка 15 новых поездов до 2030 года. Эти составы будут обслуживать региональные направления, связывающие Москву с Калужской, Тульской, Владимирской и другими областями.

На Ярославском направлении Московской железной дороги уже эксплуатируются поезда «Иволга 4.0». К 2030 году здесь планируется запустить 92 поезда, что позволит полностью обновить действующий парк и сократить средний возраст подвижного состава до 3,5 лет.

Развитие инфраструктуры для перевозки контейнеров и мультимодальных перевозок. Это откроет новые возможности для роста и повышения эффективности железнодорожных перевозок в России.

Развитие производства вагонов с повышенной грузоподъёмностью и энергоэффективностью. Например, переход вагонного парка на твёрдые колёса позволит снизить отцепки в ремонт и увеличить межремонтные пробеги вагонов.

Внедрение систем мониторинга и управления подвижным составом на основе искусственного интеллекта и больших данных. Это поможет оптимизировать маршруты и снизить издержки.

Разработка и внедрение роботизированных комплексов и систем управления для выполнения маневровой работы, обслуживания подвижного состава, оперативного диагностирования технического состояния пути, инженерных сооружений, других транспортных средств.

Применение новых материалов и технологий производства вагонов. Например, разработка резинотехнических изделий с повышенными показателями износостойкости и сроком эксплуатации, внедрение смазочных материалов со сроком использования в тормозных устройствах и буксовых узлах до 10 лет, широкое применение композитных материалов.

Разработка подвижного состава с применением передовых тяговых решений. Например, литий-ионных аккумуляторов и водородных топливных элементов. Такая техника призвана заменить дизельную тягу на не электрифицированных путях и снизить антропогенное воздействие на климат. [4 с.60-63]

Проблемы подвижного состава железных дорог России:

Дефицит вагонов-цистерн. С 2022 года в стране сформировался дефицит, который вызван высокими темпами списания вагонов из-за истечения сроков службы. В целом за последние 10 лет было списано около 65 тысяч вагонов-цистерн, тогда как новых было закуплено всего около 16 тысяч единиц. Кроме того, вырос срок оборота вагонов на сети РЖД после введения антироссийских санкций и перенаправления потоков внутри страны.

Проблемы с обслуживанием локомотивов. Количество оставленных без движения поездов в 2023 году выросло в 2,4 раза, основной причиной стали трудности с ремонтом локомотивов. Сервисным компаниям не хватает деталей для ремонта и персонала, в том числе высококвалифицированного, особенно на Дальнем Востоке. Трудности связаны с износом оборудования в ремонтных депо и доступностью деталей.

Падение объёмов грузоперевозок. Грузовладельцы отмечают нехватку инфраструктуры и тяги в РЖД по самым востребованным направлениям перевозок и видам грузов. Снижается скорость обработки грузов в зонах погрузки и выгрузки, появляются сообщения о заторах и росте числа брошенных поездов.

Длительный простой цистерн. РЖД обращает внимание на длительный простой цистерн в очереди к сливу на нефтебазах, преимущественно среди предприятий на юге страны. Также фиксируются случаи несвоевременной выгрузки нефтепродуктов операторами морских терминалов на Дальнем Востоке. [5с.137]

Перспективы развития подвижного состава железных дорог в России в XXI веке связаны с внедрением цифровых технологий, повышением скорости перевозок, импортозамещением и модернизацией существующего парка. Эти направления формируют основу для повышения эффективности, безопасности и комфорта как грузовых, так и пассажирских перевозок.

#### **Список литературы:**

1. Долгосрочная программа развития ОАО «РЖД» до 2025 года
2. Годовые отчёты и инвестиционные программы ОАО «РЖД» за 2024 г. и плановый период 2025–2026 гг.
3. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года (утверждена распоряжением Правительства РФ от 27.11.2021 № 3363-р).
4. Кудрявцева, А. В. Цифровизация — важный фактор повышения качества бизнес-процессов в сфере грузовых железнодорожных перевозок / А. В. Кудрявцева. — 2024
5. Годовой отчёт ОАО «РЖД» за 2024 год
6. Годовой отчёт о ходе реализации государственной программы Российской Федерации «Развитие транспортной системы» за 2024 год / Министерство транспорта РФ.

#### **Перспективы развития подвижного состава железных дорог России**

*Компаниец Артём Сергеевич,  
студент*

*Тихорецкого техникума железнодорожного  
транспорта - филиала РГУПС (ТТЖТ - филиал РГУПС)  
г. Тихорецк, Российская Федерация*

*Сафронова Оксана Владимировна  
Преподаватель*

*Тихорецкого техникума железнодорожного  
транспорта - филиала РГУПС*

**Аннотация:** в статье рассматриваются перспективы развития подвижного состава железных дорог России. Описываются основные цели, задачи и направления данного развития с учётом применения современных технологий.

**Ключевые слова:** подвижной состав, современные технологии, цифровизация, инновации, безопасность, эффективность, автоматизация, искусственный интеллект, инфраструктурное развитие, модернизация, высокоскоростное движение.

Более 180 лет железнодорожный транспорт – ключевое звено транспортной системы и экономики России. Стабильная работа и дальнейшее развитие инфраструктуры железных дорог стимулируют значительный рост оборота во всех секторах экономики, повышение качества уровня жизни в регионах и агломерациях. На сегодняшний день на разных стадиях реализации находятся проекты по модернизации железнодорожной инфраструктуры, направленные на удовлетворение растущих потребностей клиентов. Помимо этого, удобная транспортная логистика позволяет российским предприятиям расширить зону присутствия на международных рынках сбыта, а также сделать Россию конкурентоспособной в качестве транзитной страны и надежного торгового партнёра.

Подвижной состав является неотъемлемой частью транспортной инфраструктуры любой страны, и Россия не является исключением. С учётом огромных пространств и разнообразия природных условий, эффективная работа подвижного состава имеет ключевое значение для экономики и социальной жизни. В последние годы в России наблюдается активное развитие подвижного состава, что открывает новые перспективы и возможности для транспортной отрасли [1].

В настоящее время высокоскоростное движение является инновационным шагом в развитии железнодорожного транспорта в России. Благодаря высокоскоростным магистралям в России будут внедрены новые технологии строительства железных дорог и новый подвижной состав, рассчитанный на высокие скорости. В результате значительно повысится связность территорий России и мобильность населения (время в пути между населёнными пунктами значительно сократится). Россия перестанет отставать в железнодорожной отрасли от зарубежных стран.

До 2030 года предусмотрена реализация 20-ти проектов по строительству высокоскоростных магистралей. Это позволит организовать более 50 скоростных маршрутов. Главными перспективными проектами ВСМ в России являются линии: Москва – Казань – Екатеринбург с подключением Уфы и Челябинска; Москва – Санкт-Петербург и Москва – Сочи. Планируется внедрение и использование современных высокоскоростных поездов, таких как «Сапсан» и «Ласточка», которые обеспечивают комфорт и безопасность на больших скоростях [2].

Состояние железнодорожной инфраструктуры будет обеспечивать текущие потребности экономики перевозках, как по объёму, так и по качеству. Сеть железных дорог станет ключевым транспортным элементом национальной логистической инфраструктуры. Магистральные направления сети будут интегрированы в международные транспортные коридоры (Восток-Запад, Север-Юг). Предстоит реализовать программу электрификации основных грузонапряженных направлений. В эксплуатацию должен поступать подвижной состав, соответствующий по основным характеристикам (производительности, скорости, надёжности) мировому уровню. При осуществлении текущего содержания, технического обслуживания и ремонта преимущественное распространение получают безлюдные технологии. Намечено повышение скорости перевозок. Будет сокращено воздействие железных дорог на окружающую среду. Кардинальным образом повысятся возможности по осуществлению интермодальных перевозок грузов и пассажиров, использованием контейнеров различных типов для перевозок грузов различными видами транспорта.

Целью программы является повышение пассажирооборота, ускорение темпов экономического роста и повышение качества жизни населения России за счет создания сети высокоскоростного железнодорожного сообщения, обеспечивающего оптимальное для пассажиров соотношение скорости, комфорта и стоимости проезда. В программе делается акцент на проектах создания новых выделенных высокоскоростных линий либо реконструкции существующих путей [3].

Одной из главных тенденций в развитии подвижного состава является внедрение инновационных технологий. Современные поезда становятся все более высокоскоростными, комфортными и безопасными. Например, проекты по созданию высокоскоростных магистралей, таких как "Москва – Казань", обещают значительно сократить время в пути между крупными

городами. Использование новых материалов и технологий, таких как магнитная левитация, также может изменить представление о железнодорожном транспорте.

С учётом глобальных вызовов изменения климата, экологические аспекты становятся все более актуальными. Россия активно работает над переходом на более экологически чистые виды топлива и электрические системы. Развитие электрификации железных дорог и использование альтернативных источников энергии, таких как солнечные панели и ветряные установки, могут существенно снизить углеродный след подвижного состава [4].

Цифровизация играет ключевую роль в модернизации подвижного состава. Внедрение систем управления движением на основе искусственного интеллекта позволяет оптимизировать маршруты, повышать безопасность и снижать затраты. Автоматизация процессов обслуживания и ремонта подвижного состава также способствует увеличению его надежности и снижению времени простоя.

Не менее важным направлением является развитие региональных перевозок. Учитывая огромные размеры страны, важно обеспечить доступность транспортных услуг для отдаленных и малонаселенных районов. Развитие легкорельсового транспорта, а также улучшение автобусных и речных перевозок может значительно повысить уровень мобильности населения и способствовать экономическому развитию регионов [5].

Современное развитие подвижного состава в России направлено на технологический суверенитет, повышение грузоподъемности и скорости, удовлетворение растущих потребностей экономики и пассажиров. Модернизация железнодорожной инфраструктуры является стратегически важным шагом для обеспечения устойчивого развития общества и экономики, улучшения качества жизни граждан и защиты окружающей среды. Улучшение транспортной доступности способствует развитию удаленных регионов, привлекая инвестиции и создавая новые рабочие места.

#### **Список литературы:**

1. Гусев, М. А. "Высокоскоростные железные дороги: опыт и перспективы в России". М.: Москва: Транспорт, 2017.
2. Иванов, А. В. Тенденции и перспективы развития подвижного состава железнодорожного транспорта России. М.: Транспорт, 2021. — 384 с.
3. Лебедев, Ю. В. Современные инновации в производстве и эксплуатации вагонного парка России. М.: Академическая культура, 2019.
4. Смирнова, Е. И. Инновационные технологии и новые модели вагонного парка: взгляд в будущее. СПб.: Наука и техника, 2020.
5. Сидоров, А. В. Перспективные виды подвижного состава для российских железных дорог. В сборнике: «Транспорт будущего», 2021.

## От дыма и пара к интеллекту и комфорту: История победы электропоезда

*Лось Михаил Юрьевич,*

*студент*

*НИПС-филиал ПривГУПС*

*г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

*Завьялова Светлана Владимировна,*

*преподаватель, кан. истор. н.*

*НИПС-филиал ПривГУПС*

*г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

**Аннотация:** в статье ставится под сомнение упрощенный взгляд на историю электропоезда как на плавный и неизбежный прогресс. Основная цель - показать, что его путь к успеху был сложным, полным конкуренции с другими технологиями и борьбы за выживание; прослеживаются ключевые этапы эволюции - от «войны токов» до прорывов в электронике, чтобы понять, что на самом деле привело к победе электрической тяги.

**Ключевые слова:** история, железная дорога, транспорт, электропоезд, рельсы, ток, электрификация, наука, экология.

Сложно представить себе современную жизнь без электропоезда. Для миллионов людей именно он является тем самым «рабочим конем», который ежедневно доставляет их на работу и обратно, связывает города и страны. Однако, оглядываясь на путь, который прошел этот вид транспорта, становится ясно, что его триумф был не столь очевиден. Проблема данного исследования заключается в том, что в общественном сознании история электропоезда часто предстает как линейный и неизбежный процесс прогресса, тогда как в реальности она была полна острой конкуренции технологий, тупиковых ветвей развития и настоящей борьбы за выживание с паровой и дизельной тягой. Цель этой статьи — проследить ключевые вехи этой сложной и увлекательной эволюции, чтобы понять, какие именно факторы в конечном итоге предопределили победу электричества на рельсах.

### **Истоки: рождение идеи в дыму и паре.**

Первые опыты с электрической тягой в конце XIX века были скорее экзотикой, чем практичной технологией. Мир принадлежал паровозам — могучим, но чрезвычайно «прожорливым» и неэкологичным машинам. Они дымили, потребляли огромное количество воды и угля и были малопригодны для интенсивного движения с частыми остановками, например, в городской черте или на пригородных направлениях. Именно в этой «ахиллесовой пяте» паровой тяги и зародилась ниша для электропоезда. Первые успешные демонстрации, такие как опытная электрическая железная дорога Вернера фон Сименса 1879 года в Берлине, доказали принципиальную возможность использования электродвигателя для движения по рельсам. Эти первые «электровозики» были игрушками по современным меркам, но они показали главное: чистоту, высокий КПД и потрясающую способность к быстрому разгону [1].

### **Эпоха великого раскола: война токов на рельсах.**

К началу XX века инженерная мысль столкнулась с фундаментальным выбором: какой тип тока использовать для питания поездов — постоянный или переменный? Это была настоящая «война токов», развернувшаяся на рельсах. Постоянный ток был проще с точки зрения конструкции двигателей, но его передача на большие расстояния сопровождалась огромными потерями, что вынуждало строить частые и дорогие тяговые подстанции. Переменный ток, особенно трёхфазный, решал проблему дальности, но делал конструкцию электроподвижного состава невероятно сложной. Интересно, что выбор, сделанный разными странами в тот период, во многом предопределил их дальнейший путь развития. Например, Великобритания и Франция массово пошли по пути постоянного тока, в то время как Германия и США активно

экспериментировали с переменным. Эта «вавилонское столпотворение» стандартов на десятилетия замедлило глобальное распространение электропоездов, но зато закалило технологию в конкурентной борьбе [2].

### **Золотой век и технологический рывок: рождение скоростей.**

После Второй мировой войны человечество остро нуждалось в быстром и эффективном восстановлении. Электропоезд оказался идеальным инструментом для этого. Началась эпоха массовой электрификации магистралей. Но настоящую революцию совершило не столько электричество само по себе, сколько развитие силовой электроники. Появление в 1960-х годах тиристоров, а затем и силовых транзисторов позволило плавно и почти без потерь регулировать мощность тяговых электродвигателей. Это был качественный скачок. Апофеозом этой эпохи стал японский «Синкансэн», запущенный к Олимпиаде 1964 года. Он не просто был быстрым; он стал символом национального возрождения Японии, доказавшим, что поезд может конкурировать с самолетом на дистанциях до 500-600 км [3].

### **Современность: интеллект, экономия и комфорт.**

Сегодня развитие электропоездов вышло на новый виток. Если раньше инженеры бились над увеличением мощности и скорости, то теперь ключевые слова — «энергоэффективность», «надежность» и «пассажирский комфорт». Сложные бортовые системы диагностики в реальном времени следят за состоянием всех узлов, предсказывая возможные неисправности до их возникновения. Пассажирский салон превратился в мобильный офис: везде есть Wi-Fi, розетки, комфортабельные кресла. Такие проекты, как российские «Ласточки» или «Иволги», ярко демонстрируют этот тренд: они не бьют рекордов скорости, но обеспечивают высочайшую плотность и комфортность перевозок, став настоящей «кровеносной системой» для агломераций [4].

Подводя итоги этого исторического экскурса, можно сделать несколько ключевых выводов:

1. Развитие электропоездов никогда не было данью чистой науке; каждый технологический скачок был прямым ответом на вызовы времени: будь то неэффективность пара, послевоенная необходимость в скоростном восстановлении или современный запрос на «зеленую» логистику.

2. Победа электропоезда стала возможной благодаря симбиозу технологий. Без прорывов в электротехнике, силовой электронике и материаловедении он так и остался бы курьезным аттракционом на выставке.

3. Сегодня электропоезд — это гораздо больше, чем транспорт. Это социальный инструмент, который определяет развитие городов, экологию регионов и мобильность миллионов людей. Его история — это история о том, как упорство инженеров и ясное видение будущего смогли преодолеть инерцию устоявшихся решений и изменить мир к лучшему.

### **Список литературы:**

1. Сидоров, А.В. Электрификация железных дорог: истоки и перспективы. — М.: Транспорт, 2010. — 300 с.
2. Иванов, П.С. История железнодорожного транспорта Европы. — СПб.: Наука, 2015. — 450 с.
3. Tanaka, H. The Birth of Shinkansen. — Tokyo: Japan Railway Press, 2001. — 250 p.
4. Петров, В.И. Современный электроподвижной состав. — Екатеринбург: УрГУПС, 2018. — 400 с.

## Беспилотные поезда: новая эра в железнодорожной индустрии

**Мартынов Денис Александрович,**  
Студент  
НИПС-филиал ПривГУПС  
г. Нижний Новгород, Российская Федерация

**Куценкова Любовь Сергеевна,**  
Преподаватель  
НИПС-филиал ПривГУПС  
г. Нижний Новгород, Российская Федерация

**Аннотация:** в работе рассматриваются вопросы развития беспилотного железнодорожного транспорта — одного из направлений модернизации российской системы транспорта. Внедрение автоматизированных поездов откроет новые возможности для повышения безопасности, эффективности и экономичности перевозок.

**Ключевые слова:** железнодорожный транспорт беспилотный поезд, «Ласточка», машинист, перевозки

«Беспилотный железнодорожный транспорт — это не просто технологическая новинка, а стратегическое направление развития российской экономики»

В России беспилотный железнодорожный транспорт находится на начальном этапе развития, но обладает огромным потенциалом для оптимизации грузоперевозок, повышения безопасности и снижения эксплуатационных расходов. Интерес к беспилотным технологиям в железнодорожной отрасли обусловлен стремлением к повышению эффективности и конкурентоспособности российских железных дорог.

Беспилотный поезд — это состав, способный выполнять движение и все необходимые операции без непосредственного участия машиниста в кабине. Автоматическое управление осуществляется с помощью:

1. Систем технического зрения — камеры и лидары для распознавания объектов на пути.
2. Цифровых двойников путей — высокоточных электронных карт с данными о профиле пути, стрелках, сигналах.
3. Систем связи — LTE-R и будущих сетей 5G для передачи данных в реальном времени.
4. Искусственного интеллекта — алгоритмов принятия решений и прогнозирования.
5. Кибербезопасности — защиты от несанкционированного доступа и кибератак.[3]

Алгоритм работы

1. Подготовка к рейсу
  - Автоматическая проверка систем на пути отстоя.
  - Получение маршрута и разрешений.
2. Движение к платформе
  - Следование по заданным координатам с контролем препятствий.
  - Снижение скорости при ухудшении видимости (дождь, снег).
  - Точная остановка у платформы с возможной погрешностью  $\pm 30$  см.
3. Посадка пассажиров
  - Автоматическое открытие дверей.
  - Контроль зоны у края платформы (предотвращение падений).
  - Автоматическое закрытие
4. Следование по маршруту

- Поддержание скорости согласно графику.
- Реакция на сигналы светофоров и расстояние между поездами.
- Применение экстренного торможения при обнаружении препятствий.

#### 5. Завершение рейса

- Движение на путь отстоя в беспилотном режиме.
- Самодиагностика перед следующим рейсом.[3]

Уровень автоматизации варьируется от частичной (помощь машинисту) до полной (полностью автономное движение).

Текущие проекты в России

#### I. Беспилотная «Ласточка»

Наиболее продвинутый проект — беспилотная «Ласточка», разрабатываемая РЖД совместно с производителями подвижного состава.

Её ключевые возможности это:

1. автоматическое ведение поезда по маршруту;
2. контроль скорости и соблюдение графика;
3. распознавание препятствий на пути;
4. автоматическая остановка в случае опасности;
5. дистанционное управление из центра.

В 2023–2024 гг. прошли успешные испытания на экспериментальном кольце в Щербинке.

С августа 2024 года по МЦК беспилотная «Ласточка», работает с третьим уровнем автоматизации (УА 3). Поезд движется автоматически, но в кабине присутствует машинист, который контролирует работу систем, открывает и закрывает двери и при необходимости может взять управление на себя.

«Ласточка» проехала уже более 100 тысяч километров. Уже анонсирован запуск полностью беспилотного поезда (УА 4) на МЦК в 2026 году. При этом контроль за движением будет вестись дистанционно, без постоянного присутствия человека в кабине.[1]

В 2026 году планируется запустить первые поезда четвёртого уровня автоматизации и на междугородных маршрутах, но сначала они пройдут тестирования без пассажиров.

#### II. Метрополитен Москвы

В Московском метро на некоторых линиях уже эксплуатируются поезда с уровнем GoA2 (Москва 2024) (автоматическое ведение, но машинист в кабине);

ведутся испытания систем более высокого уровня автоматизации;

планируется постепенный переход к полностью беспилотным составам на новых линиях.[3]

#### III. Грузовые перевозки

В сфере грузовых перевозок также ведутся разработки и тестирование автономных маневровых локомотивов а вместе с ними разрабатываются системы автоматического формирования и расформирования составов, системы управления грузопотоками.

Преимущества беспилотных поездов

Безопасность — снижение человеческого фактора, минимизация ошибок.

Эффективность — точное соблюдение графика, оптимизация расхода энергии.

Экономичность — сокращение затрат на персонал, увеличение пропускной способности.

Регулярность — возможность круглосуточной работы без перерывов.

Экологичность — оптимизированное энергопотребление снижает выбросы.

Вызовы и ограничения

Несмотря на прогресс, остаются серьёзные препятствия:

- Нормативно-правовая база — требуется доработка законодательства для эксплуатации полностью беспилотных составов.

- Инфраструктурные требования — необходимость модернизации путей, сигнализации, связи.

- Кибербезопасность — высокие риски кибератак на особо важные системы.

- Социальные аспекты — возможное сокращение рабочих мест для машинистов.

- Климатические условия — сложность работы систем в условиях снега, льда, тумана.

Перспективы развития

По планам РЖД и Минтранса, развитие беспилотных поездов в России будет идти в несколько этапов:

2025–2030 гг. — расширение испытаний, внедрение GoA3 (с машинистом-оператором) на отдельных маршрутах.

2030–2035 гг. — запуск первых полностью беспилотных линий (GoA4) на новых участках.

После 2035 г. — масштабное развёртывание технологии на магистральных направлениях. [4]

Беспилотные поезда — не фантастика, а ближайшее будущее российской железнодорожной отрасли. Несмотря на технические, правовые и социальные вызовы, прогресс в этой сфере неизбежен. В ближайшие десятилетия беспилотные технологии могут кардинально изменить облик железных дорог, сделав перевозки более безопасными, эффективными и экологичными.

Внедрение беспилотных технологий в железнодорожной отрасли может привести к существенному экономическому эффекту за счет снижения затрат на оплату труда, топливо и обслуживание подвижного состава. Кроме того, увеличение пропускной способности и оптимизация логистических процессов позволят повысить конкурентоспособность российских железных дорог на мировом рынке.

#### Список литературы:

1. статья К. Загвоздкина «РЖД: переход на беспилотные поезда» <https://www.forbes.ru/tekhnologii/547003-v-rzd-dopustili-perehod-na-bespilotnye-poezda-v-teceniie-25-let>

2. Пресс центр Министерства транспорта РФ «Беспилотный поезд впервые запустили в России» <https://mintrans.gov.ru/press-center/branch-news/4792>

3. РЖД mash <https://bespilotnikrzd.mash.ru/>

4. Пресс-центр Министерства транспорта РФ <https://mintrans.gov.ru/press-center/news/12278>

#### Перспективы развития высокоскоростного движения на железнодорожном транспорте

*Мухин Сергей Антонович,*

*студент*

*НИПС-филиал ПривГУПС*

*г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

*Кущенко Любовь Сергеевна,*

*преподаватель*

*НИПС-филиал ПривГУПС*

*г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

**Аннотация:** в статье сделан обзор перспектив развития высокоскоростного движения на железнодорожном транспорте, показаны ее возможности и материальная база. Внедрение инновационных технологий для обеспечения безопасности перевозок.

**Ключевые слова:** ВСМ, безбалластные пути, российские студенческие отряды, скоростное движение, железные дороги.

Высокоскоростное движение на железной дороге является важным фактором для получения прибыли от перевозок. Чем быстрее будет доставлен груз или пассажир, тем больше получится перевезти за определенный промежуток времени при меньших затратах.

Однако возведение высокоскоростного полотна и подвижного состава под это полотно требует значительные капиталовложения. Необходимо рассмотреть несколько крупных проектов скоростного движения на железных дорогах разных стран.[2]

Мировым лидером в строительстве высокоскоростных магистралей (ВСМ) является Япония. Компания «Синкансэн» (в переводе с японского — «новая линия» или «новая магистраль») является первопроходцем в развитии мирового скоростного движения. Примечательно, при разработке скоростного поезда, главный инженер компании вдохновился зимородком. Эти птицы благодаря клюву входили в воду без шума и всплеска. Благодаря такому техническому решению, «поезд-пуля» развивает скорость до 320 км/ч. Уникальный пример внедрения природных технологий на железную дорогу.[4]

Европейские ВСМ пронизывают все страны ЕС и Великобританию, соединяя почти все железнодорожные узлы между собой. Особенного успеха достигли Германия, Франция и Англия. Самая масштабная стройка ВСМ в истории человечества стал «Евротоннель». Двухпутный железнодорожный тоннель длиной около 51км, из них 39км проходят под проливом Ла-Манш. Соединяет Великобританию и Францию в районе Па-де-Кале. Благодаря средней скорости по ВСМ Европы в 300км/ч, добраться из Парижа в Лондон можно за 2 часа 15 минут.[3]

В связи с множественными кризисами, которые переживала наша страна после распада СССР и последующих санкций со стороны ЕС, проекты высокоскоростного движения в России пришлось отложить. Заговорили о возведении ВСМ в Российской Федерации лишь в 2016 году. Сейчас на российских железных дорогах уже курсируют знаменитые «Ласточки» и «Сапсаны». Данные поезда были разработаны немецкой компанией «Siemens» по заказу РЖД. Путевая скорость «Ласточки» - 120км/ч а «Сапсана» - 250км/ч.

К главным будущим объектам высокоскоростного движения в нашей стране относятся ВСМ-1 Москва – Санкт-Петербург, ВСМ-2 Москва - Казань и ВСМ-3 Москва – Ростов-на-Дону – Адлер. В стадию строительства в 2023 году была запущена ВСМ-1. Нужно сказать, что для строительства ВСМ нужны уникальные материалы и инфраструктура, рассчитанная на большие скорости и нагрузки. [1]

Искусственные сооружения. Около 70% путей ВСМ планируют пустить поверх земляного полотна, а 30% разместить на эстакадах. Эстакады будут основываться на коробчатых железобетонных балках длиной 32 м и весом более 700 тонн.[2]

Безбалластные пути. Рельсы будут укладывать не на традиционную рельсошпальную решётку, а на жёсткую бетонную конструкцию. Такая технология обеспечивает стабильность пути, уменьшает объём работ по их обслуживанию и повышает скорость движения поездов. Данные пути будут производить непосредственно рядом с ВСМ в Новгородской области для их моментальной доставки на место работ. Завод по производству данных путей начали возводить одновременно с ВСМ-1 в 2023 году.

Система управления движением. Потребуется разработка современной российской системы управления и обеспечения безопасности движения с функциями автоматического управления, систем диагностики и мониторинга инфраструктуры, широкополосных систем цифровой радиосвязи.

Пересечения с другими видами транспорта. В пределах крупных станций и узлов, особенно конечных пунктов, трассу ВСМ необходимо увязывать в единую сеть с другими видами транспорта: городским, пригородным и авиатранспортом.

Стоит отметить, что в рамках молодежного движения *российских студенческих отря-*

дов («МОО РСО») студенты различных учебных заведений отправляются на работу в каникулярный период в различные сферы, в том числе и на железную дорогу. Студенты нашего техникума принимали активное участие во всероссийской стройке «БАМ 2.0» и в будущем будут направлены для помощи в строительстве первой российской ВСМ. Взяв за основу опыт европейских стран, Россия разработала новейшую систему полотна. Ее можно эксплуатировать без серьезного ремонта 50-60 лет.

Стандартные рельсы длиной 25 м для ВСМ не годятся. Нужны в четыре раза длиннее – 100 м. В ходе укладки пути их сваривают вместе, получается плеть длиной от 800 м и больше. За счет этого шум при движении состава (знакомый перестук вагонных колес) снижается до минимальных значений.[2]

В 2013 году российские металлургические компании «Евраз» и «Мечел» ввели в строй два комбината совокупной мощностью 850 тыс. тонн рельсов в год. Известно, что они проводили сертификационные испытания своих 100-метровых рельсов для высокоскоростных магистралей (для скоростей до 400 км/ч).

Также отечественные предприятия готовы удовлетворить спрос строителей ВСМ по большинству других позиций – от стрелочных переводов до элементов контактной сети. Кроме того, во многих регионах РФ производство электроэнергии сегодня превышает потребление. Например, после отказа Финляндии импортировать из РФ электричество в Северо-Западном федеральном округе образовался резерв в 300 мВт. Так что в этом отношении за будущее проекта ВСМ-1 можно быть спокойным. Открытие движения ожидается в 2028 году. Путь по линии «двух столиц»/[1]

ВСМ-2 и ВСМ-3 пока находятся в стадии проектирования. Сказывается нехватка финансов и размышления об экономической целесообразности этих двух проектов.

Вопрос строительства еще одной высокоскоростной железнодорожной магистрали, Москва – Минск, требует согласования с белорусской стороной. Владимир Путин обещал свое содействие – лично переговорить с президентом Александром Лукашенко. Российский лидер уверен, что минское направление будет востребовано гражданами РФ и Белоруссии, поскольку мы «хорошим темпом развиваем строительство Союзного государства».

Расстояние между Москвой и Минском по прямой – 675 км. Почти столько же, столько между Москвой и Петербургом. На основании этого, думается, можно предполагать, что стоимость тоже окажется сопоставимой – около 1,7 трлн руб. в сегодняшних ценах. Сроки строительства могут быть сокращены, поскольку к началу реализации проекта компании приобретут опыт и компетенции при строительстве ВСМ-1. [1]

Из всего вышперечисленного можно сделать вывод о том, что скоростное движение на железных дорогах России продолжает развиваться. Несмотря на давление санкциями и экономическую изоляцию, наша страна возводит все новые объекты скоростной железнодорожной инфраструктуры.

Однако существует и немало преград. Хорошо электрифицированной является лишь европейская часть нашей страны. Для постройки ВСМ в азиатской части нужна дополнительная, экономически затратная электрификация. Проблема нехватки опытных кадров и нехватка качественного оборудования из-за ухода зарубежных компаний из России.

Все эти проблемы решаемы и у высокоскоростного движения в нашей стране есть большое будущее. Стимулирование экономики и поддержка со стороны стран СНГ во многих проектах помогут в развитии ВСМ на всем постсоветском пространстве.

Интеграция РЖД в систему железных дорог ЕС дало бы мощный стимул к развитию международных отношений и железнодорожных перевозок. К сожалению, в сегодняшних реалиях это невозможно, но совместные проекты Европы и России в области ВСМ, безусловно были, например, «Общеввропейский транспортный коридор №2» (Берлин – Варшава – Минск – Москва – Нижний Новгород). [4]

Наша страна является важнейшим стратегическим хабом для перевозки грузов из Азии в Европу. Убежден, в будущем все страны проявят максимальную вовлеченность в развитии

российских железных дорог для быстрой и качественной перевозки своих грузов в любую точку мира, и наша страна получит мощный стимул для развития своей экономики.

### **Список литературы:**

1. Официальный сайт Правительства РФ. Статья от 17.03.23 «Открытие работ на участке скоростного движения Москва – Санкт-Петербург»
2. Стрелы железных дорог: что необходимо для строительства высокоскоростных магистралей - Информационное агентство Деловой журнал Профиль - profile.ru
3. Использование принципов бионики для транспортных инноваций: фундаментальная экономическая основа технических решений № 1–2 (104–105) 2023/ «Транспорт Российской Федерации»
4. Журнал «Железнодорожный транспорт» №7, 2025, статья «Мониторинг и диагностирование инфраструктуры ВСМ-1» первого заместителя начальника департамента технической политики ОАО «РЖД» Д.А. Коренькова.

### **Технология ресурсосбережения на РЖД**

*Хренков Юрий Романович,  
студент*

*Красноярского техникума железнодорожного транспорта (КТЖТ)  
г. Красноярск, Российская Федерация*

*Домнин Сергей Владимирович,  
Преподаватель высшей категории*

*Красноярского техникума железнодорожного транспорта (КТЖТ)*

***Аннотация:** в статье проанализированы сущность, системообразующие факторы и технологии ресурсосбережения на РЖД. Сделан вывод о необходимости комплексного подхода к изучению технологии ресурсосбережения на РЖД.*

***Ключевые слова:** РЖД, транспорт, ресурсосбережение.*

Российские железные дороги (РЖД) являются не только крупнейшим транспортным оператором страны, но и одним из самых значительных потребителей энергоресурсов. В связи с этим, вопросы ресурсосбережения имеют для компании стратегическое значение. Эффективное использование топливно-энергетических ресурсов, воды, материалов и снижение воздействия на окружающую среду напрямую влияют на себестоимость перевозок и конкурентоспособность компании.

Цель данной статьи – рассказать об эффективной важности технологии ресурсосбережения на РЖД.

Это одно из приоритетных направлений, которое включает в себя несколько ключевых аспектов:

**Рекуперация электроэнергии:** Современные электровозы и электропоезда оснащаются системами рекуперативного торможения. При торможении тяговые электродвигатели работают как генераторы, возвращая выработанную электроэнергию обратно в контактную сеть. Эта энергия может использоваться другими поездами на том же участке, что приводит к значительной экономии. Ежегодно благодаря рекуперации «РЖД» возвращает в сеть миллиарды киловатт-часов электроэнергии.

**Внедрение интеллектуальных систем освещения:** на вокзалах, в депо и других объектах инфраструктуры массово устанавливаются светодиодные светильники с датчиками движения и освещенности. Они потребляют до 70% меньше энергии по сравнению с лампами накаливания и автоматически отключаются, когда в помещении никого нет.

Оптимизация движения поездов: Использование систем интеллектуального ведения поездов позволяет выбирать наиболее экономичные режимы движения, минимизируя расход энергии на разгон и торможение. Автоматизированные системы управления движением помогают оптимизировать графики, сокращая простои и холостые пробеги.

Рациональное использование водных ресурсов особенно актуально для объектов инфраструктуры, таких как пункты экипировки и очистки подвижного состава, а также крупные вокзалы [1, С.3].

Системы оборотного водоснабжения: на промывочно-пропарочных станциях для очистки цистерн внедряются замкнутые циклы водопользования. Вода после мойки проходит многоступенчатую очистку и используется повторно, что коренным образом сокращает водозабор пресной воды.

Водосберегающее санитарно-техническое оборудование: при реконструкции вокзалов устанавливаются краны и душевые смесители с аэраторами, системы автоматического отключения воды и экономичные бачки унитазов.

Переработка отходов: «РЖД» реализует программу по отдельному сбору и переработке отходов. Это касается как твердых коммунальных отходов (ТКО) с вокзалов и офисов, так и промышленных отходов (металлолом, отработанные шпалы, масла). Например, деревянные шпалы, отслужившие свой срок, перерабатываются в щепу для технических нужд или производства композиционных материалов.

Использование вторичных материалов: при ремонте и строительстве инфраструктуры все чаще применяются материалы, произведенные из отходов. Яркий пример – использование резиновой крошки от переработки старых автомобильных покрышек для создания шумопоглощающих и амортизирующих элементов в железнодорожной инфраструктуре [2, С.3].

Эффективность работы поезда напрямую зависит от состояния его базовых элементов. Колесная пара – это не просто стальные колеса и ось, а сложный узел, от которого зависят безопасность, энергопотребление и экологичность. Работа с этим компонентом – яркий пример точечного ресурсосбережения.

Продление жизненного цикла с помощью современных методов обработки: вместо простой замены, колесные пары на специализированных предприятиях «РЖД» проходят процесс восстановительной обработки. С помощью токарно-катальных станков производится точная проточка поверхности катания колес, что позволяет устранить дефекты (например, волнообразный износ) и вернуть им идеальную геометрию. Это многократно увеличивает срок службы колесной пары, экономя тысячи тонн металла ежегодно [3, С.4].

Снижение сопротивления качению и шума: правильно обработанная, идеально круглая поверхность колеса создает минимальное сопротивление качению. Это напрямую снижает энергозатраты на движение поезда. Кроме того, ровные колеса меньше шумят и уменьшают вибрацию, что снижает нагрузку на путевую инфраструктуру и улучшает экологическую обстановку вдоль железных дорог.

Внедрение диагностических систем: для своевременного выявления дефектов «РЖД» использует автоматизированные комплексы дефектоскопии колесных пар. Эти системы, установленные на путях, в режиме реального времени оценивают состояние колес проходящих поездов. Раннее обнаружение проблем позволяет планировать ремонт и избегать более серьезных повреждений, экономя ресурсы и повышая безопасность.

В гигантском хозяйстве РЖД, где в обороте находятся миллионы колесных пар, даже миллиметры износа, умноженные на масштаб, превращаются в тонны металла и миллиарды рублей затрат. Поэтому ресурсосбережение здесь – это не абстрактная концепция, а набор конкретных инженерных решений, начинающихся с простого измерительного шаблона и заканчивающихся роботизированной сваркой [3, С.4].

### **Шаблон колесной пары: главный инструмент экономии**

В основе всей системы контроля лежит, казалось бы, простой инструмент – шаблон для измерения колесной пары. Это эталонная калиброванная пластина, с помощью которой осматривают вагоны и локомотивы вручную проверяют ключевые параметры:

Толщину обода колеса (предотвращает поломку).

Высоту и толщину гребня (критично для безопасности схода с рельсов).

Вертикальный подрез гребня (показатель износа в кривых).

Ресурсосберегающая роль шаблона фундаментальна: он позволяет выявить износ на самой ранней стадии. Обнаружив отклонение, технические службы не отправляют колесо под замену сразу. Они планируют его восстановление – проточку или наплавку – в оптимальные сроки, предотвращая развитие катастрофического износа. Это переход от политики «вышло из строя – заменили» к стратегии «контролируем и обслуживаем». Шаблон – первичный датчик в этой системе.

Ручной контроль точен, но точечен и зависим от человеческого фактора. Ресурсосбережение требует тотального и объективного мониторинга. Эту задачу решают Автоматизированные станции контроля (АСК) колёсных пар.

Эти комплексы, встроенные в путь, – «умные» наследники простого шаблона. Когда поезд проходит через АСК, лазерные сканеры и камеры создают цифровой 3D-профиль каждого колеса со скоростью до 200 км/ч. Система в автоматическом режиме сравнивает этот профиль с цифровым шаблоном-эталонем, заложенным в её память, и вычисляет все параметры износа с точностью до десятых долей миллиметра [3, С.4].

#### **Что это даёт для экономии ресурсов?**

100% охват: контролируется каждое колесо в каждом составе.

Объективность: исключаются ошибки и субъективная оценка.

Предиктивная аналитика: Данные со множества АСК стекаются в единый центр. Алгоритмы анализируют тенденции износа конкретных колёсных пар, предсказывая остаточный ресурс и оптимальную дату следующего обслуживания. Это и есть ремонт по фактическому состоянию – золотой стандарт ресурсосбережения.

Восстановление вместо замены: где шаблон снова в деле, когда диагностика показывает, что параметры колеса выходят за безопасные пределы, наступает этап восстановления. И здесь шаблоны возвращаются в игру, но уже в ином качестве.

Токарная обработка (проточка): Колесную пару обрабатывают на станке, чтобы вернуть ей правильную геометрию. Станочник использует шаблоны или их цифровые аналоги для настройки оборудования, чтобы снять металл именно там и ровно столько, сколько необходимо, не допуская переточки. Цель – максимально сохранить ресурс металла.

**Наплавка** – вершина ресурсосбережения: если проточка невозможна из-за сильного износа, применяется наплавка. Это не «заплатка», а высокотехнологичный процесс.

Робот-манипулятор, управляемый компьютерной программой, наносит слой износостойкой стали точно на изношенные участки гребня или поверхности качения.

Программа робота – это и есть цифровой шаблон будущего профиля. После наплавки колесо протачивается до идеальной геометрии, заданной этим шаблоном.

Экономический эффект колоссален: Стоимость восстановленной наплавкой колёсной пары в 3-5 раз ниже новой. Продлевается жизнь дорогостоящей оси. Экономятся тысячи тонн стали.

Система замкнутого цикла: от цифрового шаблона до вторичного металла

Таким образом, в РЖД выстроена сквозная ресурсосберегающая цепь:

Контроль: Физический шаблон (ручной контроль) → Цифровой шаблон в АСК (автоматический контроль) → Прогноз износа.

Восстановление: Шаблон для настройки станка → Цифровой шаблон для робота-наплавщика → Восстановленная колёсная пара.

Утилизация: не подлежащие восстановлению колёса идут в переплавку, их металл возвращается в производственный цикл [3, С.4].

Политика ресурсосбережения в ПАО «РЖД» – это комплексный и непрерывный процесс. Он сочетает в себе масштабные технологические проекты, такие как внедрение рекуперации, и, казалось бы, малые, но массовые решения, как установка светодиодных ламп. Как

мы видим на примере колесной пары, даже один, казалось бы, простой элемент становится объектом пристального внимания инженеров, где за счет продления срока службы и точного обслуживания достигается значительная экономия металла и энергии. Инвестируя в «зеленые» технологии сегодня на всех уровнях, «РЖД» закладывает фундамент для своего устойчивого и конкурентоспособного развития в долгосрочной перспективе.

### **Список литературы.**

1. Тильк, И. Г., Ляной, В.В., Тильк, Г. И., Денисова, П. Р. Ресурсосберегающие технологии как основа эффективной работы хозяйства автоматики и телемеханики // Промэлектрика: официальный сайт [электронный ресурс]. URL: <https://www.npcprom.ru/prensa/resursosberegayushchie-tehnologii-kak-osnova-effektivnoy-raboty-hozyaystva-avtomatiki-i> (дата обращения 21.11.2025).

2. Кобзев, С. Как РЖД делает железнодорожный транспорт экологичнее // Сайт РБК тренды [электронный ресурс]. URL: <https://trends.rbc.ru/trends/green/cmrm/5e79d2929a79473675459dc1?from=copy> (дата обращения 22.11.2025).

3. Российские железные дороги: официальный сайт [электронный ресурс] / ОАО «РЖД». – Москва, 2003 – 2025. URL: <https://company.rzd.ru/>. (дата обращения 25.11.2025).

## **Секция 5. Методы управления перевозочным процессом в условиях цифровой экономики**

### **Технологии управления и обслуживания транспортного хозяйства: настоящее и ближайшее будущее**

*Антоненко Анастасия Евгеньевна,  
студент*

*Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения выс-  
шего образования  
«Ростовский государственный университет путей сообщения»  
(ФГБОУ ВО РГУПС)  
филиала РГУПС в г. Воронеж*

*Шпилова Юлия Васильевна,  
преподаватель*

*Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения выс-  
шего образования  
«Ростовский государственный университет путей сообщения»  
(ФГБОУ ВО РГУПС)  
филиала РГУПС в г. Воронеж*

**Аннотация:** в статье рассматриваются вопросы мониторинга состояния инфра-  
структуры современного железнодорожного транспорта и повышения качества его ра-  
боты.

**Ключевые слова:** автоматизация перевозочного процесса, автоматизация управления  
движением поездов, инновации в железнодорожной отрасли, современные технологии, циф-  
ровизация, автоматизация.

По всему миру железнодорожная отрасль стремительно осваивает современные цифровые технологии, направленные на повышение производительности, безопасности и устойчивости инфраструктуры. Инновационные решения включают автоматизацию процессов управления движением, внедрение технологий искусственного интеллекта и Интернета вещей. Железные дороги продолжают оставаться востребованным видом транспорта благодаря своим преимуществам — надежности, экономичности и экологической чистоте. Тем не менее, традиционные подходы к обслуживанию железнодорожных путей требуют значительных затрат и труда для поддержания высоких стандартов безопасности и эффективности перевозок. Решением становится применение новейших технологий, позволяющих существенно повысить уровень эксплуатационной готовности и снизить риски происшествий.

Новые технологические достижения оказывают значительное влияние на развитие железнодорожного транспорта, делая его удобнее и надежнее для пользователей. По всему миру железнодорожная отрасль стремительно осваивает современные цифровые технологии, направленные на повышение производительности, безопасности и устойчивости инфраструктуры. Инновационные решения включают автоматизацию процессов управления движением, внедрение технологий искусственного интеллекта и Интернета вещей. Железные дороги продолжают оставаться востребованным видом транспорта благодаря своим преимуществам — надежности, экономичности и экологической чистоте. Тем не менее, традиционные подходы к обслуживанию железнодорожных путей требуют значительных затрат и труда для поддержания высоких стандартов безопасности и

эффективности перевозок. Решением становится применение новейших технологий, позволяющих существенно повысить уровень эксплуатационной готовности и снизить риски происшествий.

Новые технологические достижения оказывают значительное влияние на развитие железнодорожного транспорта, делая его удобнее и надежнее для пользователей. Поезда оснащаются современными средствами мониторинга состояния оборудования и инфраструктурных элементов, что помогает оперативно реагировать на возможные неисправности и планировать профилактическое обслуживание. Это ведет к повышению общей надежности железнодорожного комплекса и улучшению качества обслуживания пассажиров.

Активно развиваются системы мониторинга и управления на базе IoT-технологий, обеспечивающие постоянный контроль над состоянием подвижного состава, координацию маршрутов и снижение расхода энергоресурсов. Анализ больших объемов данных позволяет предугадывать поломки и заблаговременно организовывать ремонтные мероприятия, минимизируя простой техники и поддерживая бесперебойную эксплуатацию парка.

Процесс автоматизации охватывает практически все ключевые объекты железнодорожной отрасли. Автоматизация современных сортировочных станций заметно увеличивает их пропускную способность и ускоряет обработку грузовых составов. Основные направления развития автоматизации включают:

- **Автоматические вагозамедлители**, способствующие равномерному движению вагонов по сортировочным путям;
- **Роботизированные механизмы** для быстрой загрузки и разгрузки товаров;
- **Интеллектуальные логистические системы**, помогающие рационально распределять потоки груза, формировать эффективные маршруты и минимизировать задержки транспортировки.

Одним из ключевых аспектов модернизации являются интеллектуальные логистические системы, собирающие и обрабатывающие большие объемы данных о положении вагонов, загруженности путей и ожидаемых объемах трафика. Такие системы способствуют оптимизации графика движения поездов, снижают издержки на топливо и предупреждают образование узких мест на участках железной дороги.

Особое внимание уделяется вопросам автоматизации управления движением поездов. Современные автоматизированные системы контроля, такие как европейская система ETCS, находят широкое распространение в европейских странах и начинают внедряться в России. Они контролируют перемещение поездов в режиме реального времени, предупреждая столкновение и увеличивая пропускную способность линий путем точного измерения положения поездов, контроля скорости и передачи важных команд машинистам.

Еще одно решение позволило упростить работу клиентов и железнодорожных операторов – онлайн-ресурс для заказа перевозок, вагонов и сопутствующих услуг. Заказ услуги занимает всего несколько минут. Крупнейшие компании уже разместили там свои вагоны, пополнение площадки продолжается. Платформа особенно подходит для тех грузовладельцев, у кого перевозки по сети нерегулярные или «горящие».

Мониторинг состояния инфраструктуры современного железнодорожного транспорта представляет собой важнейшую составляющую эффективного функционирования транспортных сетей. Оперативное выявление любых отклонений и предупреждение потенциальных угроз обеспечивается посредством использования множества специализированных устройств и автоматизированных систем контроля.

Особое внимание уделяется применению разнообразия датчиков и сенсоров, установленных вдоль железнодорожных путей и ключевых объектов инфраструктуры. К примеру, датчики температуры обеспечивают контроль нагрева важных узлов и механизмов, сигнализируя о возможном перегреве оборудования. Акселерометры регистрируют вибрацию и перемещение объектов, помогая своевременно зафиксировать нарушения целостности конструкций. Акустический мониторинг направлен на выявление шумов, характерных для появления дефектов, таких как трещины в шпалах или фундаментах опор. Камеры видеонаблюдения оснащаются специальными алгоритмами

анализа изображений, способствующими быстрому обнаружению изменений состояния дорожного полотна, туннелей и мостов. Камеры наблюдения с функциями компьютерного зрения применяются повсеместно на железнодорожных вокзалах и объектах инфраструктуры. Эти устройства способны мгновенно распознавать подозрительные предметы, лица нарушителей порядка или экстренные ситуации вроде пожаров и падений людей на путь. Также ИИ эффективно контролирует усталость машинистов и предупреждает происшествия.

В сфере пассажирских перевозок ИИ обеспечивает создание более комфортных условий и повышение уровня сервиса. Интеллектуальные системы позволяют персонализировать предложения, автоматизировать процесс продажи билетов, реализовать автоматизированные системы контроля и проверки билетов, а также обеспечить эффективное информирование пассажиров через мобильные приложения, чат-боты и информационные дисплеи на вокзалах. Внутри вокзальных комплексов системы на базе ИИ помогают управлять потоками пассажиров, оптимизировать работу служб безопасности и обслуживания.

Дополнительные преимущества приносит внедрение метода лазерного сканирования и геоинформационных технологий. Линейное оборудование LiDAR создает точные трёхмерные модели инфраструктуры, облегчая процесс регулярного обследования сложных и удалённых участков. Космические снимки дополняют картину общей ситуации, обеспечивая регулярное обновление топографической базы данных. Значительную роль в процессе мониторинга играет искусственный интеллект, применяемый для предиктивной диагностики.

Еще из нововведений являются цифровые двойники — виртуальные модели реальных объектов и процессов — будут широко использоваться для моделирования и оптимизации транспортных сетей. Эти цифровые копии позволят тестировать сценарии развития, оценивать последствия изменений и разрабатывать стратегии улучшения существующей инфраструктуры. Цель цифрового двойника заключается в создании точной симуляции реального мира, позволяющей проводить эксперименты, диагностировать неисправности и предсказывать поведение объекта в различных условиях.

Также беспилотные поезда становятся реальностью. В каких-то случаях машинист контролирует только работу оборудования. Например, в метро Санкт-Петербурга используется компьютерная система, которая контролирует движение и торможение состава, а машинист следит за открыванием и закрыванием дверей и реагирует на внештатные ситуации.

Повышению срока службы элементов инфраструктуры способствуют и новейшие строительные материалы. Примером такого материала служит полимерпесчаная смесь, используемая для изготовления плит, настилов и покрытий. Этот материал обладает повышенной устойчивостью к воздействию влаги, химикатов и механических нагрузок [1, с. 100-105].

Также активно развиваются технологии нанесения защитных покрытий на металлические элементы конструкции. Покрытия из наноструктурных композитов помогают предотвратить коррозию и износ деталей даже в агрессивных условиях внешней среды.

Инновации в рельсовых конструкциях активно трансформируют железнодорожную отрасль. Использование высокопрочных материалов, интеллектуальных систем мониторинга и альтернативных технологий прокладки путей позволяет значительно повысить безопасность, комфорт и эффективность движения поездов [2, с. 221-224].

Вместе с этим экологическое сознание становится всё более важным аспектом деятельности транспортных предприятий. Переход на экологически чистые виды топлива, использование электромобилей и гибридных автомобилей способствует снижению выбросов вредных веществ в атмосферу и улучшению экологической обстановки в городах. Многие уже внедряют подобные решения, демонстрируя свою приверженность устойчивому развитию.

Современные технологии на железнодорожном транспорте обладают рядом преимуществ и недостатков. К плюсам относится значительное повышение уровня безопасности благодаря внедрению автоматизированных систем управления движением поездов, которые уменьшают вероятность столкновений и ошибок человеческого фактора. Применение датчиков и сенсоров для по-

стоянного мониторинга состояния инфраструктуры позволяет заблаговременно выявлять неисправности и проводить профилактическое обслуживание, что увеличивает долговечность и надёжность всей системы.

Однако наряду с этими преимуществами имеются и некоторые недостатки. Переход на новую технику требует значительных финансовых вложений, модернизации существующей инфраструктуры и переобучения персонала. Вопросы кибербезопасности приобретают особую важность, поскольку незащищённость цифровых систем может привести к серьёзным последствиям. Экологические инициативы, хотя и способствуют экономии энергии, требуют масштабных инвестиций и адаптации старых маршрутов к новым требованиям [3, с. 92-95].

Технологии управления и обслуживания транспортного хозяйства находятся на этапе активной цифровой трансформации, направленной на повышение эффективности, безопасности и экологичности транспортных систем. В ближайшем будущем развитие искусственного интеллекта, автономных систем и устойчивых энергетических решений будет способствовать созданию более интеллектуального, адаптивного и экологически ответственного транспортного хозяйства, способного удовлетворять растущие потребности общества и экономики.

Развитие железнодорожного транспорта невозможно без интеграции современных технологий. Цифровизация, автоматизация, искусственный интеллект, передовые материалы и стремление к экологичности формируют новый облик железных дорог, делая их быстрее, надежнее, безопаснее и более дружелюбными к окружающей среде.

#### **Список литературы:**

1. Дайджест перспективных технологий развития отрасли железнодорожного транспорта. IV квартал 2024 г.: дайджест /. — Ростов-на-Дону: РГУПС, 2024. — 108 с. — Текст: электронный // УМЦ ЖДТ: электронная библиотека. — URL: <https://umczt.ru/books/1016/297374/> — Режим доступа: по подписке.

2. Терешина, Н.П. Управление инновациями на железнодорожном транспорте: учебное пособие / Н. П. Терешина, В. А. Подсорин. — Москва: ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2020. — 544 с. — 978-5-907206-36-6. — Текст: электронный // УМЦ ЖДТ: электронная библиотека. — URL: <https://umczt.ru/books/1216/242286/> — Режим доступа: по подписке.

3. Трофименко, В.Н. Вычислительная техника и информационные технологии: / В. Н. Трофименко. — Ростов-на-Дону: РГУПС, 2019. — 151 с. — 978-5-88814-885-3. — Текст: электронный // УМЦ ЖДТ: электронная библиотека. — URL: <https://umczt.ru/books/1214/253832/> — Режим доступа: по подписке.

## **К вопросу об исследовании организации вагонопотоков на сети железных дорог Российской Федерации**

**Богодухова Ольга Антоновна  
Олдосонова Анна Валентиновна**

*студенты Улан-Удэнского колледжа железнодорожного транспорта  
г. Улан-Удэ, Российская Федерация*

**Красильникова Наталья Николаевна,**  
*преподаватель*

*Улан-Удэнского колледжа железнодорожного транспорта – филиал ФГБОУ ВО ИргГУПС  
преподаватель высшей категории к.т.н.*

**Аннотация:** в статье рассматривается организация вагонопотоков в современных экономических условиях, факторы, влияющие на структуру и динамику вагонопотоков, а также классы их ограничений.

**Ключевые слова:** организация вагонопотоков, маршрутизация перевозок, план формирования поездов.

В настоящее время цифровизация различных производственных и технологических процессов активно развивается. Следует отметить, что железнодорожный транспорт всегда был одним из лидеров в внедрении новых автоматизированных систем и технологий, поскольку без структурированных данных, аналитических и управленческих функций невозможно достичь главной цели компании — удовлетворения потребностей в грузоперевозках.

Основные преимущества автоматизации организации вагонопотоков заключаются не только в снижении производственных затрат, но и в повышении эффективности, а также в минимизации потенциальных рисков, связанных как с нарушением условий перевозки, так и с недостаточным освоением заявленных объемов грузопотоков.

В сфере экономических, социальных и технологических изменений железнодорожный транспорт играет важную роль в обеспечении логистики. Понимание и оптимизация вагонопотоков становятся необходимыми для повышения эффективности работы всей транспортной системы.

Задачи:

1. исследовать динамику уровней транзитности вагонопотоков и маршрутизации перевозок;
2. определить факторы, способствующие улучшению организации вагонопотоков;
3. рассмотреть классы ограничений организации и управления вагонопотоками.

Цель исследования: исследовать проблемы организации вагонопотоков на сети железных дорог Российской Федерации (РФ).

Предмет исследования: исследование системы организации вагонопотоков.

Объект исследования: сеть железных дорог РФ.

Вагонопотоки являются важным показателем эффективности железнодорожного транспорта и служат индикатором состояния экономики страны. В России, которая обладает одной из крупнейших железнодорожных систем в мире, анализ вагонопотоков помогает выявить текущие тенденции в грузоперевозках, определить проблемные области и обозначить перспективы для дальнейшего развития.

На 2025 год ситуация на рынке вагонопотоков в РФ показывает стабильность с некоторыми признаками роста в отдельных сегментах. Ключевые показатели включают общий объем грузовых перевозок, составляющий около 1,2 миллиарда тонн в год, и количество перемещаемых вагонов, которое составляет примерно 25 миллионов в год.

Ключевыми маршрутами и направлениями вагонопотоков являются Восточный экспорт (в том числе в страны Азиатско - Тихоокеанского региона), а также внутренние перевозки между регионами, особенно между промышленными центрами и портами.

По данным исследования динамики с 2010 по 2024 год уровень транзитности и уровень маршрутизации значительно вырос (рис. 1), число переработок за оборот грузового вагона сократилось, уровень рейсов и пробегов грузовых вагонов вырос, а число и мощность назначений формируемых поездов также значительно повысился [1, с.11].

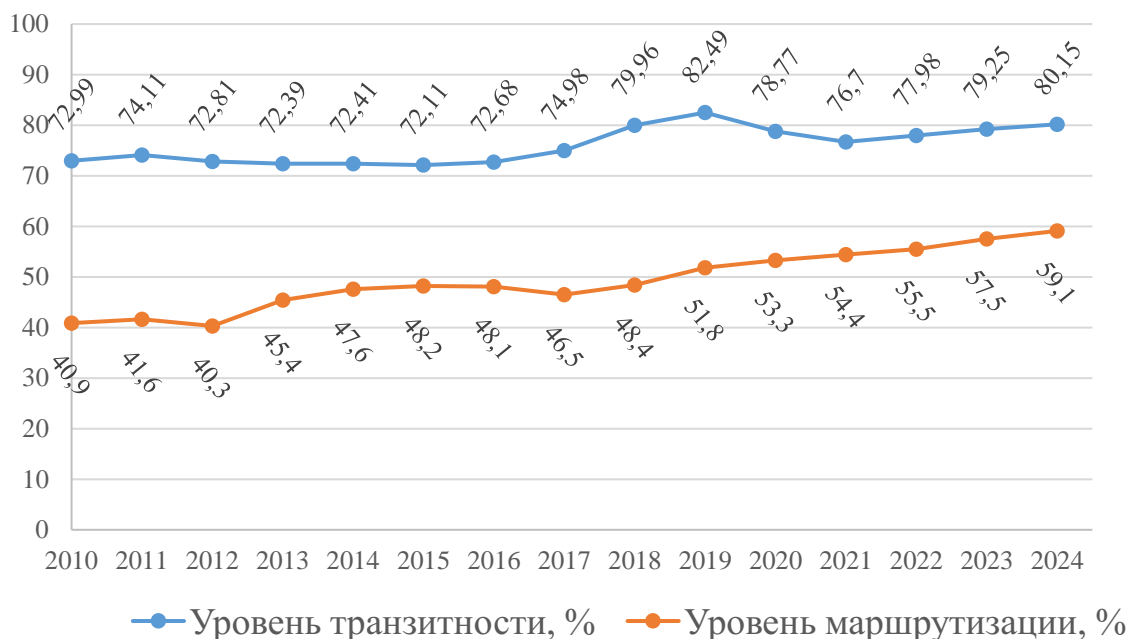


Рисунок 1 – Динамика уровней транзитности вагонопотока и маршрутизации перевозок

Динамика уровней транзитности вагонопотоков и маршрутизации перевозок на железной дороге связана с оптимизацией системы организации вагонопотоков, которая включает планирование формирования поездов и формирование маршрутов. Эти процессы направлены на повышение эффективности перевозок, сокращение переработок в пути следования и рациональное использование мощностей инфраструктуры.

Факторы, способствующие улучшению организации вагонопотоков:

1. экономические: рост грузопотока, развитие внешнеэкономической деятельности;
2. технологические: внедрение новых технологий, цифровизация процессов, разработка оптимального плана формирования;
3. инфраструктурные: развитие логистических центров, интеграция с другими видами транспорта;
4. организационные: увязка плана формирования поездов с графиков движения, оперативное планирование назначения поездов.

Основные классы ограничения задач организации и оперативного управления вагонопотоками подразделяются на логистические, инфраструктурные и ресурсные. Логистические ограничения представляют собой допустимое время нахождения грузовых отправок на сети, допустимые режимы продвижения, их регулярность и согласованность. Инфраструктурные характеризуются допустимыми размерами движения по участкам массой длина грузовых поездов, размерами переработки вагонов к и число назначений формируемых поездов, размеры движения транзитных поездов по техническим станциям, размеры переработки вагонов на станции погрузки-выгрузки, а также размерами эксплуатируемого и неэксплуатируемого

парка грузовых вагонов на станции. А ресурсные доступными ресурсами парков поездных локомотивов грузового движения, ресурсы парков на маневровых локомотивах и парков грузовых вагонов.

Решением, вышеперечисленных ограничений, является создание нормативного плана формирования поездов и плана маршрутных перевозок с их периодическими корректировками, что позволит ускорить доставку груза, сократить потребность в рабочем парке вагонов.

Вагонопоток в России, особенно на Восточном полигоне (включающем Байкало-Амурскую и Транссибирскую магистраль), представляет собой две взаимосвязанные, но отличающиеся по динамике и особенностям области. Общий вагонопоток по стране отражает состояние экономики в целом, тогда как Восточный полигон играет важную роль в развитии экспортного потенциала Сибири и Дальнего Востока. Этот полигон характеризуется высокой загруженностью и значительными темпами роста.

Однако, несмотря на свои возможности, развитие вагонопотока сталкивается с серьезными трудностями: ограниченная пропускная способность, износ инфраструктуры и нехватка квалифицированных специалистов. Кроме того, существуют проблемы с управлением порожними вагонами, такие как их накопление на припортовых станциях. Это приводит к тому, что подвижной состав занимает пути станций и портов, что затрудняет выполнение грузовых операций.

Для решения существующих проблем и увеличения пропускной способности Восточного полигона реализуется программа модернизации, которая включает строительство дополнительных путей, реконструкцию станций, обновление подвижного состава и внедрение современных систем управления вагонопотоками. Например, активно используется технология погрузки контейнеров в пустые полувагоны, направляющиеся с востока на запад.

Таким образом, оптимизация вагонопотоков не только способствует развитию железнодорожного транспорта, но и играет важную роль в экономике страны, обеспечивая надежную и эффективную логистику. В условиях глобализации следует уделять внимание данной теме для устойчивого развития транспортной системы России.

#### **Список литературы:**

1. Бородин, А.Ф. Организация вагонопотоков: условия, ограничения, цифровые решения / А.Ф. Бородин, К.Ю. Николаев, Р.В. Шиндеров, В.В. Прозоров // Железнодорожный транспорт. – 2025. – № 6. С.11-19.

## Проблема роспуска порожних газовых цистерн с сортировочной горки

*Калиганова Юлия Александровна,  
Карклина Александра Ивановна,  
студенты  
НИПС-филиал ПривГУПС  
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

*Девятов Дмитрий Михайлович,  
зам. Директора по учебной работе  
Немчевский Валерий Станиславович  
ст. преподаватель кафедры ТТЖТ  
НИПС – филиал ПривГУПС  
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

**Аннотация:** в статье рассматривается технологический процесс роспуска порожних вагонов с сортировочной горки — ключевой операции в работе железнодорожных сортировочных станций. Актуальность исследования обусловлена необходимостью повышения безопасности и эффективности маневровой работы при обработке порожнего вагонного парка.

**Ключевые слова:** сортировочная горка, роспуск вагонов, порожние вагоны, скорость соударения, перерабатывающая способность горки.

Сортировочная горка — специальное сооружение на сортировочных и крупных грузовых станциях, предназначенное для ускоренного формирования и расформирования составов поездов. Принцип работы основан на использовании силы земного тяготения: вагоны скатываются с уклона, что существенно повышает производительность по сравнению с традиционными методами (вытяжные пути). Первая сортировочная горка в России построена в 1899 году на станции Ртищево Рязанско-Уральской железной дороги.

Типовая сортировочная горка включает:

путь надвига — участок с пологим подъёмом, по которому локомотив подаёт состав на горку;

горб горки — высшая точка сооружения, где подъём переходит в крутой спуск;

спускная часть — участок с уклоном до 50‰, по которому отцепы скатываются под действием силы тяжести;

стрелочная горловина — зона разветвления путей с быстродействующими стрелочными переводами;

под горочный парк — система путей, куда направляются отцепы согласно плану формирования;

тормозные позиции — участки с вагонными замедлителями для регулирования скорости отцепов;

обходные пути — соединяют крайние пути под горочным парком с путём надвига в обход горба горки.

Стандартная высота горки — 3,5–4,5 м.

Процесс роспуска состава состоит из этапов:

Надвиг — подача состава локомотивом на горб горки.

Расцепка — отделение отцепов в зоне горба (состав сжат, что облегчает разъединение автосцепок).

Скатывание — движение отцепов по спускной части под действием гравитации.

Интервальное торможение (первая тормозная позиция) — создание безопасных разрывов между отцепами на стрелках.

Регулирование скорости (вторая тормозная позиция) — корректировка темпа скатывания.

Прицельное торможение (третья тормозная позиция) — точная остановка отцепы на под горочном пути.

Для контроля скорости применяют:

-вагонные замедлители (балочные, клещевидные);

-телеметрические датчики;

-оптические измерители на базе видеокамер и вычислительных комплексов.

Роспуск порожних вагонов-цистерн из-под сжатых, сжиженных и растворённых под давлением газов, имеющих трафарет «С горки не спускать», запрещается.

Согласно ПТЭ, такие вагоны после постановки на сортировочные пути должны быть ограждены со стороны горки, полугорки или вытяжного железнодорожного пути двумя охраняемыми тормозными башмаками. Их укладывают на оба рельса через 25 м друг от друга таким образом, чтобы общее расстояние от ограждаемых вагонов до тормозного башмака, расположенного первым от сортировочного устройства, было не менее 50 м.

Последующие отцепы, направляемые на эти железнодорожные пути, должны быть остановлены перед местом расположения охранных тормозных башмаков до накопления группы, состоящей не менее чем из 10 вагонов. Роспуск вагонов возобновляется после соединения этой группы с ограждаемыми вагонами. Все работники, участвующие в роспуске, должны внимательно обеспечивать безопасность роспуска и сохранность железнодорожного подвижного состава.

Опасность при роспуске порожних вагонов из-под газа (например, сжиженных углеводородных газов) при железнодорожных перевозках опасных грузов заключается в риске аварийных ситуаций. Газы, которые перевозятся в таких вагонах, обладают взрывопожароопасными свойствами, и нештатные ситуации могут привести к пожарам и взрывам [1, С.259-260].

5 км/ч — допустимая скорость соударения порожнего вагона с группой стоящих вагонов при роспуске с сортировочной горки.

Это требование установлено «Правила перевозок железнодорожным транспортом грузов в открытом подвижном составе», утверждённые приказом Минтранса России от 14 января 2020 года №9 [2, С.27,6].

Однако есть исключение: для вагонов с грузами отдельных категорий, требующими особой осторожности, скорость сцепления с другими вагонами — не более 3 км/ч.

Конденсат в вагонах-цистернах после перевозки сжиженных газов может образовываться по нескольким причинам, связанным с физико-химическими свойствами газов, технологическими процессами и условиями эксплуатации. Рассмотрим основные факторы:

Неполное испарение компонентов газовой смеси. Сжиженные газы, такие как пропан и бутан, состоят из углеводородов с разной температурой кипения. При снижении температуры или давления более тяжёлые фракции (например, бутан) могут оставаться в жидком состоянии на дне цистерны. Это особенно вероятно, если цистерна была заполнена не полностью или условия транспортировки не обеспечили полное испарение.

Наличие примесей и тяжёлых фракций. В процессе производства, транспортировки или хранения в сжиженный газ могут попасть механические примеси, нефтепродукты или другие компоненты. При охлаждении или изменении давления эти вещества могут оседать в виде конденсата.

Образование кристаллогидратов. При высокой влажности газа и определённых условиях (температура, давление, турбулентность потока) могут формироваться кристаллогидраты — соединения молекул воды с другими веществами. Это явление чаще встречается в газопроводах, но не исключено и в цистернах.

Нарушение технологии заправки и слива. Если цистерна не была полностью опорожнена перед новой заправкой или использовалась без предварительной очистки после перевозки других веществ, остатки предыдущих грузов могут смешиваться с новым газом и образовывать конденсат.

Качество сжиженного газа. Использование газа низкого качества, не соответствующего стандартам, увеличивает риск образования конденсата. Например, «летний» газ, содержащий больше бутана, при низких температурах может частично оставаться в жидком состоянии.

Температурные перепады. Резкие изменения температуры окружающей среды во время транспортировки или хранения могут влиять на фазовое состояние компонентов газовой смеси. Охлаждение вызывает конденсацию паров, а нагрев — испарение жидкости, что создаёт динамический баланс.

Коррозия и повреждения цистерны. Повреждения внутренней поверхности цистерны могут способствовать накоплению остатков газа и влаги, что ведёт к образованию конденсата. Регулярный осмотр и обслуживание цистерн помогают предотвратить эту проблему.

Для минимизации образования конденсата важно соблюдать правила подготовки цистерн к перевозке, контролировать качество газа, избегать резких температурных перепадов и проводить регулярное техническое обслуживание оборудования. Также необходимо учитывать сезонные особенности при выборе состава газовой смеси.

Несвоевременное удаление конденсата может привести к коррозии металла, снижению объёма полезной загрузки и другим негативным последствиям.

Для удаления остатков сжиженных газов из железнодорожных цистерн применяются различные методы, которые обеспечивают безопасность и эффективность процесса. Основные технологии включают пропарку, дегазацию с использованием азота, вакуумно-компрессорную откачку и другие методы [3,7].

Пропарка — распространённый метод очистки, при котором в цистерну подаётся пар высокого давления и температуры (до 180 °С). Это позволяет размягчить и смыть остатки грузов, а также снизить концентрацию взрывоопасных паров. Процесс включает несколько этапов:

Полная разгерметизация ёмкости.

Подача пара, который способствует стеканию конденсата и удалению остатков газа.

Остывание стенок цистерны и, при необходимости, ручная очистка оставшихся отложений.

Струйная мойка водой (для некоторых типов цистерн).

Пропарка используется не только для удаления остатков газа, но и для подготовки цистерн к ремонту или смене вида перевозимого груза.

Дегазация с использованием азота.

Технология основана на охлаждении смеси азота и паров СУГ до температуры конденсации и разделении этой смеси на самоочищающемся стекловолоконном фильтре. Процесс происходит следующим образом:

Газообразный азот под давлением поступает в цистерну.

За счёт давления азота происходит слив остатков СУГ.

После удаления жидкости в цистерну снова подаётся азот.

Смесь азота и паров СУГ направляется в криогенный блок, где происходит конденсация паров.

Сконденсированные пары отделяются от азота в фильтре-сепараторе и сливаются в сборник.

Очищенный азот выводится в атмосферу.

Этот метод обеспечивает взрыво- и пожаробезопасность за счёт использования инертного газа.

Вакуумно-компрессорная откачка.

Вакуумно-компрессорные установки откачивают газы из цистерны, создавая глубокое разрежение. Затем газы сжимаются, переводясь в жидкое состояние, и собираются в приёмную ёмкость для последующего использования в качестве топлива. Преимущества метода:

Экономия энергетических ресурсов.

Отсутствие выбросов в атмосферу.

Возможность повторного использования полученного продукта.

Дегазация одной цистерны объёмом 75,5 м<sup>3</sup> занимает около трёх часов.

Выгрузка из вагонов-цистерн — сложный технологический процесс, требующий соблюдения норм безопасности (особенно при работе с опасными грузами).

Общие требования к выгрузке.

Перед началом работ обязательно:

-зафиксировать цистерну тормозными башмаками;

-перевести стрелки в положение, исключающее заезд другого подвижного состава;

-проверить техническую исправность цистерны и записать в журнал о её пригодности

для выгрузки;

-обеспечить наличие лицензии у грузополучателя на погрузочно-разгрузочную деятельность.

Основные технологии выгрузки:

Самотечная выгрузка (под действием гравитации).

Применяется для жидких грузов с хорошей текучестью.

Цистерна устанавливается на эстакаде с уклоном; открывается нижний сливной прибор.

Преимущества: простота, низкие энергозатраты.

Ограничения: не подходит для вязких, застывающих или газообразных продуктов.

Выгрузка с помощью насосов

Используется для большинства жидких грузов (нефть, нефтепродукты, химические жидкости).

Применяются центробежные, поршневые или винтовые насосы в зависимости от вязкости и агрессивности среды.

Обязательна герметичность системы и контроль давления.

Для опасных грузов — взрывозащищённое оборудование.

Выгрузка под избыточным давлением (газ/пар)

В цистерну подаётся инертный газ (азот) или пар, вытесняющий продукт через сливной патрубок.

Применяется для вязких, кристаллизующихся или опасных веществ.

Требует контроля давления и предохранительных клапанов.

Вакуумная выгрузка

Создаётся разрежение в приёмной ёмкости, за счёт чего продукт перетекает из цистерны.

Подходит для легковоспламеняющихся и токсичных жидкостей (минимизирует испарение).

Необходима герметичная система и вакуумные насосы.

Комбинированные методы

Например, подогрев + насосная выгрузка (для застывающих нефтепродуктов).

Или инертный газ + вакуум (для высокоопасных веществ).

Специальные случаи.

Сжиженные газы (пропан, аммиак и др.)

Выгрузка через верхний вентиль с контролем давления.

Обязательна защита от статического электричества.

После слива — проверка остаточного давления (по нормативам для конкретного газа).

Вязкие и застывающие продукты (мазут, парафины)

Предварительный подогрев (паровыми рубашками, электроподогревом).

Использование насосов высокой производительности.

Агрессивные химические вещества

Оборудование из коррозионностойких материалов (нержавеющая сталь, фторопласт).

Двойные уплотнения насосов и трубопроводов.

Этапы выгрузки (типовой процесс):

1)Подготовительный

-Осмотр цистерны, проверка пломб и документации.

-Закрепление на эстакаде, подключение заземляющих устройств.

-Монтаж трубопроводов/насосов, проверка герметичности.

2)Основной (выгрузка)

-Открытие сливных приборов или подключение насосов/вакуумной системы.

-Контроль скорости слива и давления.

-Отбор проб (при необходимости).

3)Заключительный

Полное опорожнение цистерны (проверка по датчикам/визуально).

Отключение оборудования, демонтаж соединений.

Оформление документов (в т. ч. запись о полном сливе и остаточном давлении).

Роспуск порожних вагонов-цистерн из-под газов — технологически сложный и потенциально опасный процесс, требующий строгого соблюдения норм безопасности и регламентации [4,5].

Исходя из вышеперечисленного роспуск порожних газовых цистерн может быть безопасен, в случае исключения возможности приведения скорости соударения отцепов и соблюдении условий эксплуатации цистерн.

#### **Список литературы:**

1. Кобзев В. А., Старшов И. П., Сычев Е. И. Проблемы повышения безопасности роспуска составов на сортировочных горках //Транспортные системы: тенденции развития. – 2016. – С. 259-262.

2. Ганилов В. О. К вопросу оптимизации интервального регулирования скорости отцепов состава на сортировочных горках //ДНЕПРОПЕТРОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА имени академика В. Лазаряна. – С. 27.

3. Акимов В. А., Соколов Ю. И. Риски транспортировки опасных грузов. – 2011.

4. Еловой И. А. и др. Условия перевозки грузов. – 2022.

5. Смагин Ю. С. и др. Способ и система управления подвижным составом при осуществлении надвига и роспуска с сортировочной горки. – 2019.

6.Правила перевозок опасных грузов по железным дорогам <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=415017>

7. Конструкция цистерны для перевозки сжиженного газа <https://gazovik-lpg.ru/cat/articles2/instrukciya/opisanie/>

## Современные разработки в области защиты железнодорожной инфраструктуры от атак БПЛА

*Камышниковая Ирина Олеговна,  
студент*

*НИПС-филиал ПривГУПС  
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

*Гаврилова Ольга Ивановна,  
преподаватель*

*НИПС-филиал ПривГУПС  
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

**Аннотация:** в статье проанализированы новейшие разработки в области защиты железнодорожной инфраструктуры от атак БПЛА. Сделан вывод о необходимости введения комплексного подхода к безопасности железнодорожного транспорта с целью повышения уровня защиты инфраструктуры, который в свою очередь будет способствовать укреплению доверия к железнодорожным перевозкам как к безопасному и надежному виду транспорта.

**Ключевые слова:** БПЛА; железнодорожная инфраструктура; комплекс «БАРЬЕР РИ 2.0»; защита от дронов.

С развитием технологий беспилотные летательные аппараты (БПЛА) стали не только полезным инструментом, но и потенциальной угрозой, особенно для объектов транспортной инфраструктуры. Защита железных дорог от БПЛА – это критически важная задача, направленная на предотвращение несанкционированного проникновения дронов, которые могут использоваться для диверсий, шпионажа или террористических актов. В этой статье рассмотрим современные разработки, комплексы и методы обеспечения безопасности в сфере защиты железных дорог.

Почему же железные дороги нуждаются в усиленной защите от дронов?

Железные дороги – это зоны повышенной опасности, из-за большого скопления людей и стратегического значения [2, С. 1-4]. Беспилотники в таких транспортных комплексах могут использоваться для:

- незаконной съемки (в целях разведки инфраструктуры);
- доставки запрещенных предметов (таких как оружие, взрывчатка);
- создания помех в работе транспорта и систем безопасности.

Поэтому защита от дронов для железных дорог становится неотъемлемым элементом комплексной безопасности.

Одной из новейших разработок в России стал проект комплекса для защиты железнодорожной инфраструктуры от атак с применением БПЛА (беспилотных летательных аппаратов). В него вошли системы обнаружения и подавления дронов.

Система будет состоять из трёх основных блоков [3, С. 2-3]. Первый направлен на защиту составов, второй отвечает за обеспечение безопасности вокзалов и железнодорожных станций с возможностью контроля воздушного пространства в радиусе нескольких километров. Третий блок представляет собой ситуационный центр, который будет собирать, и обрабатывать информацию о находящихся в воздухе аппаратах. Сами блоки в настоящее время находятся на этапе проектирования.

Проект принадлежит Группе ФТК (холдингу, специализирующемуся на защите промышленной и критической инфраструктуры). Заместитель председателя правления по техно-

логическому развитию ФТК Вячеслав Шустов сообщил, что в перспективе планируется расширить спектр применения на весь транспортно-логистический сектор для защиты объектов во всех регионах России.

Оборудование по защите вокзалов и других объектов транспортной инфраструктуры (ОТИ) от угроз БПЛА и дронов

ООО «Рубеж-Инжиниринг» является разработчиком и серийно производит комплексы обнаружения и радиоэлектронного подавления малых дистанционно управляемых беспилотных летательных аппаратов (МБПЛА), предназначенные для всепогодной и круглосуточной защиты объектов [5, С. 2].

С 2018 года компания обеспечила создание систем защиты от МБПЛА более 70 предприятий различных отраслей в более чем 20 регионах Российской Федерации.

Решения «Рубеж-Инжиниринг» обеспечивают защиту от угроз БПЛА, дронов, как точечных, так и площадных объектов транспортной инфраструктуры (вокзалы, тоннели, мосты). Они сконструированы с учетом необходимости мешающих воздействий на средства широкой связи и вещания и имеют направленный характер, что обеспечивает бесперебойную работу персонала ОТИ, ТС, служб безопасности.

Комплекс «БАРЬЕР РИ 2.0». Технические характеристики

«БАРЬЕР РИ 2.0» (Рисунок 1) имеет до 16 каналов обнаружения и нейтрализации, которые обеспечивают зону противодействия БПЛА до 5 км<sup>2</sup>. При этом скорость обнаруживаемых целей находится в пределах: 1 – 30 м/с. Все это обеспечивает дальность обнаружения цели с ЭПР 0,01 м<sup>2</sup> не менее 600 метров, высота не менее 500 метров. Комплексное решение функционирует по принципу подавления каналов управления, навигации и видеотрафика БПЛА [1, С. 2-3].



Рисунок 2 – Комплекс «БАРЬЕР РИ 2.0»

«БАРЬЕР РИ 2.0». Преимущества:

К основным преимуществам БАРЬЕР РИ 2.0 следует отнести:

1. Обнаружение, идентификация и радиоэлектронное подавление каналов управления и навигации БПЛА в автоматическом или автоматизированном режиме;
2. Интеллектуальным алгоритм излучения помех БАРЬЕР РИ 2.0 позволяет добиться низкого энергопотребления без необоснованного повышения мощности подавления сигнала;
3. Обеспечивает защиту от угроз БПЛА, как точечных и площадных ОТИ (вокзалы, тоннели, мосты);
4. БАРЬЕР РИ 2.0 сконструирован с учетом необходимости мешающих воздействий на средства широкой связи и вещания и имеют направленный характер, что обеспечивает бесперебойную работу персонала ОТИ, ТС, служб безопасности;
5. Возможность использовать комплекс в связке с другими средствами борьбы;
6. Возможность 24/7 контролировать безопасность объекта;
7. Малый вес и неприметность.

Мобильные противодронные системы на транспорте: защита поездов

Железнодорожные составы представляют собой протяжённую и уязвимую цель, особенно при перевозке опасных грузов: топлива, вооружения или химикатов. Дроны способны атаковать конкретный вагон или проводить разведку всего состава. Для защиты в таких случаях используются вагоны, оснащённые модулями РЭБ, которые могут быть интегрированы непосредственно в состав или следовать в сопровождении [4, С. 3].

Модуль РЭБ – это устройство для создания радиопомех для обмана, нарушения работы или уничтожения вражеских систем связи и управления, а также радаров, систем наведения и т.д.

Решения от компании «ОВС Технологии» позволяют размещать подавляющее оборудование в одном или нескольких модулях, создавая непрерывное защитное поле вдоль всего состава. Система может работать автономно, реагируя на сигналы тревоги, или быть подключена к центральному пункту управления.

Современные способы защиты вокзалов от беспилотников:

1. Радиоэлектронное подавление (глушение сигнала БПЛА)

Системы радиоэлектронной борьбы (РЭБ) перехватывают управление дроном или заглушают его сигнал, заставляя аппарат либо вернуться к оператору, либо совершить аварийную посадку.

2. Радарное обнаружение дронов

Специальные радары для обнаружения БПЛА позволяют выявлять беспилотники на дальних подступах к вокзалу. Они работают в сочетании с камерами и системами оповещения.

3. Лазерные и кинетические системы перехвата

В некоторых случаях применяются лазерные установки или сети для физического перехвата и нейтрализации дронов.

4. Сетевые и GPS-глушилки

Эти устройства нарушают навигацию дрона, лишая его связи с оператором и спутниковой системой позиционирования.

5. Правовое регулирование и зонирование

Организация запретных зон для полетов БПЛА вокруг вокзалов с использованием геозон (геофенсинг) помогает предотвратить несанкционированные запуски.

Как обезопасить железнодорожную инфраструктуру от беспилотников: комплексный подход

Для максимальной эффективности защиты железнодорожной инфраструктуры от БПЛА рекомендуется использовать многоуровневую систему, включающую:

- Обнаружение (радары, камеры, акустические датчики).
- Идентификацию (анализ типа дрона и его угрозы).
- Нейтрализацию (глушение, перехват, физическое уничтожение).

Заключение

Защита железнодорожной инфраструктуры от дронов – это необходимость в современных условиях.

Инновационные технологии и разработки в области защиты от БПЛА позволяют эффективно выявлять, отслеживать и нейтрализовать угрозы, что способствует не только сохранению жизни и здоровья людей, но и обеспечению стабильности экономики и функционирования логистических цепочек.

Использование передовых технологий, таких как радиоподавление, радары и лазерные системы, позволяет минимизировать риски и обеспечить безопасность пассажиров и инфраструктуры.

Комплексный подход к безопасности железнодорожной инфраструктуры позволит значительно снизить риски и повысить уровень защиты, что в свою очередь будет способствовать укреплению доверия к железнодорожным перевозкам как к безопасному и надежному виду транспорта.

### Список литературы:

1. Защита железнодорожных и автобусных вокзалов, станций и других объектов Министерства транспорта от угроз БПЛА | РУБЕЖ ИНЖИНИРИНГ. Средства, системы и комплексы защиты от угроз БПЛА – [электронный ресурс] // Дзен. – Режим доступа: <https://dzen.ru/a/YxG38fxq9IkNbQua> (дата публикации 02.09.2022).
2. Защита вокзалов от БПЛА: современные методы и технологии – [электронный ресурс] // Системы промышленной связи и безопасности, системная интеграция, производство и проектирование. – Режим доступа: <https://git-holding.ru/articles/zashchita-vokzalov-ot-bpla-effektivnye-sposoby-protivodeystviya-dronam/>
3. В России представили проект защиты железнодорожной инфраструктуры от дронов – [электронный ресурс] // Новости Йошкар-Олы и РМЭ. – Режим доступа: <https://www.marimedia.ru/news/russia/item/176434/> (дата публикации 08.08.2024).
4. Мобильные противодронные системы на транспорте: защита поездов и автоколонн технологии – [электронный ресурс] // ОВС ТЕХНОЛОГИИ | Надежный поставщик и лидер в области радиолокационного оборудования. – Режим доступа: <https://hfc-tech.ru/blog/mobilnye-protivodronnye-sistemy-na-transporte-zashchita-poezdov-i-avtokolonn>
5. Защита железнодорожных и автобусных вокзалов, станций от бпла – [электронный ресурс] // Рубеж Инжиниринг. – Режим доступа: <https://www.rub-in.ru/services/zashchita-obektov-ot-ugroz-bpla/zashchita-zheleznodorozhnykh-i-avtobusnykh-vokzalov-stantsiy-ot-ugroz-bpla/>

### Клиентоориентированность в работе с пассажирами на ОАО «РЖД»

*Красильникова Екатерина Дмитриевна,  
студентка  
НИПС-филиал ПривГУПС  
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

*Гаврилова Ольга Ивановна,  
преподаватель  
НИПС-филиал ПривГУПС  
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

**Аннотация:** в статье проанализированы аспекты работы с пассажирами при пользовании железнодорожным транспортом и направления работы по улучшению качества оказываемых услуг. Сделан вывод о необходимости ориентироваться на запросы клиента и комплексного подхода для решения возникающих трудностей.

**Ключевые слова:** пассажиры; клиентоориентированность; услуги; качество обслуживания.

Сегодня в конкурентной среде транспортных услуг выигрывает не тот, кто просто перемещает людей из точки «А» в точку «Б», а тот, кто создает ценность на каждом этапе пути. Для ОАО «РЖД» клиентоориентированность давно перестала быть лишь лозунгом — она стала практической стратегией, материализующейся, в том числе, в масштабной программе обновления вагонного парка.[1] Если раньше железная дорога ассоциировалась с надежностью, но порой и с неизбежным дискомфортом, то сегодня она все активнее стремится стать выбором по желанию, а не по необходимости. И ключевую роль в этой трансформации играет не только сервис, но и физическая среда, в которой проходит путешествие - сам вагон.

Обновление вагонов — это далеко не только выполнение нормативов. Это прямой и наиболее существенный диалог с пассажиром. Каждый новый вагон серии — это материаль-

ный ответ на запросы и ожидания пассажира. [2, С.12 – 18] Через массу стараний и нововведений- от усиленной шумоизоляции и современных систем климат-контроля до обилия розеток - компания транслирует простую мысль: «Мы думали о вас, когда это проектировали».[1]

Целью данной работы является анализ того, как программа обновления вагонного парка ОАО «РЖД» служит ключевым инструментом реализации клиентоориентированной стратегии. Мы рассмотрим, как технические решения в новых составах напрямую отвечают на выявленные потребности пассажиров, как это меняет их восприятие услуги и, в конечном итоге, как инвестиции в «железо» трансформируются в рост удовлетворенности и конкурентные преимущества компании на транспортном рынке. Это исследование позволит увидеть в модернизации подвижного состава не просто инфраструктурный проект, а целенаправленную работу по построению доверительных и долгосрочных отношений с каждым, кто покупает билет на поезд.

Необходимо отметить обновление парка пассажирских вагонов.

В настоящее время, происходит активное введение в эксплуатацию современных вагонов моделей «Иволга» и «Буревестник» на направлениях из Нижнего Новгорода в Москву, Санкт-Петербург и другие города.[6] Эти составы предлагают совершенно другой уровень комфорта: низкопольные входы, климат-контроль, эргономичные кресла, информационные табло и современные туалеты. Это не просто техническое обновление, а прямой ответ на запросы пассажиров о скорости, удобстве и технологичности.[7]



**Электропоезд «Иволга»** - новые вагоны модели «Иволга» — это главная «звезда» обновления. Это не просто отремонтированные старые вагоны, а вагоны нового поколения, которые строят с нуля на Тверском вагоностроительном заводе. По информации газеты «Гудок», стало известно, что: «Демиховский машиностроительный завод» завершил масштабную программу развития производственного комплекса. Предприятие добилось полного импортозамещения основных компонентов электропоездов ЭП2ДМ и ЭП3Д.[2,С.12-13] Инвестиции в проект превысили 1 млрд 800 млн рублей. Из них 1 млрд 450 миллионов в виде льготного займа предоставил Фонд развития промышленности. [5] Также в рамках проекта завод приобрел высокотехнологичное оборудование, которое позволило освоить производство редукторов для электропоездов «Иволга». На сегодняшний день завод может производить и ремонтировать 630 вагонов ежегодно. [2, С.14]

**Новый скоростной фирменный поезд «Буревестник»:** — это не эволюция, а маленькая революция на рельсах! Если «Сапсан» когда-то стал шоком от скорости, то «Буревестник» — это шок от качества движения. Его главный секрет — не в лошадиных силах (хотя их много), а в уникальной конструкции.



Он относится к так называемым моторвагонным поездам — это значит, что двигатели равномерно «размазаны» под многими вагонами, а не сконцентрированы только в голове. Результат? Он разгоняется и тормозит плавно, как электромобиль, и идет по рельсам с такой уверенностью, что можно не бояться расплескать кофе на повороте.[6]

По информации представителей ОАО «РЖД» стало известно, что вагоны габарита Т начнут курсировать в сообщении Москва — Санкт-Петербург, «Буревестник» в своём новом облике снова выйдет на линию Москва — Нижний Новгород, модернизированные вагоны СВ появятся в составах поездов дальнего следования на направлениях между Москвой и Ростовом-на-Дону, Грозным, Анапой и другими городами. [1,7]

На ОАО «РЖД» постепенно заменяют старые купейные и СВ вагоны советских моделей на совершенно новые, современные вагоны с повышенной комфортностью. Это часть большой федеральной программы по обновлению парка РЖД.[1]

Разберем на примере Горьковской железной дороге;

Горьковская дорога обслуживает огромный регион (Поволжье, часть Урала и центра России). Обновление идет по нескольким направлениям:

Модернизация старых вагонов до состояния «Эконом+» или «Премиум». Их не просто красят, а капитально переделывают внутри.[7]

Ввод в эксплуатацию вагонов с двухместными купе (СВ) в поездах повышенной комфортности, таких как «Стриж» (Москва — Нижний Новгород) и других фирменных поездах.[7]

Чем же обновленные вагоны лучше старых?



Тишина и плавность хода, а также новые тележки и глубокая шумоизоляция. Вы меньше чувствуете стыки рельсов и меньше слышите грохот колес.

Современный дизайн представлен светлыми тонами, приятными материалами, акцентным освещением, большими зеркалами. «Советский» коричневый интерьер ушел в прошлое.

Удобные спальные места, более широкие и анатомические полки, качественные матрасы, индивидуальные светильники для чтения, большие сетки для вещей.

Теперь много розеток и USB. У каждого пассажира есть как минимум одна розетка и USB-порт.

Кондиционер работает эффективно и индивидуально в каждом вагоне, а не только в дорогих СВ.

Во многих новых вагонах СВ и даже в некоторых купе есть отдельные душевые кабины.

Информация и Wi-Fi: Электронные табло, информирующие о маршруте, скорость, расписание. На некоторых направлениях — бесплатный Wi-Fi. [1,7,8]

Безопасность приближается к мировым-современные системы пожаротушения и видеонаблюдения. [1,3]

На вокзалах ОАО «РЖД» появляется много интересных и полезных новшеств. Они направлены на то, чтобы сделать пребывание пассажира удобным, быстрым и приятным. [1,7]

Технологии и самообслуживание

Электронная регистрация: на многих поездах (особенно пригородных и новых дальних) можно пройти на посадочную платформу по QR-коду из электронного билета в телефоне, без распечатки.[8]

Автоматические камеры хранения багажа (постоматы): появились на крупных вокзалах (Нижний Новгород, Казань и др.). Работают круглосуточно, оплата картой. Удобно, если у вас много времени до поезда и хотите погулять по городу.[7]

Станции бесплатной зарядки (power bank) и USB-розетки. Их устанавливают в зонах ожидания, чтобы пассажиры могли зарядить гаджеты.[7]

Бесплатный Wi-Fi: на большинстве крупных вокзалов РЖД есть бесплатный Wi-Fi (обычно нужно ввести номер мобильного для получения кода доступа).[7]

Интерактивные табло и терминалы: помимо обычных табло, появляются сенсорные киоски, где можно узнать расписание, схему вокзала, найти услуги.[7]

Новые сервисы и услуги

Онлайн-заказ дополнительных услуг: через приложение «РЖД Пассажирам» или на сайте можно заранее заказать такси, гостиницу, экскурсию, а также услуги носильщика или встречу/проводы на перрон.[8]

«Зеленая улица» (сквозной проход): на некоторых вокзалах внедрена система, позволяющая пассажирам с билетами пройти сразу на привокзальную площадь после выхода из поезда, минуя досмотр в зале прилета. Ускоряет поток.[7]

«Умные» туалеты: Платные туалеты (часто с системой "верни рубль") становятся чище и технологичнее: сенсорные смесители, автоматическая уборка.[7]

Развитие «вокзала как торгово-сервисного центра»: появляются не просто киоски, а брендовые кофейни (как Starbucks на Московском вокзале в Нижнем), пекарни, магазины полезных товаров в дорогу, аптеки, салоны связи.

Безопасность и навигация

Умные системы видеонаблюдения с функцией аналитики (помогают находить потерянные вещи, контролировать скопление людей).[7]

Современные системы досмотра на входе, работающие быстрее.[7]

Улучшенная навигация: Ясные и яркие указатели на пути от входа к платформам, каскам, выходам в город. Напольная навигация, понятная пиктограммы.[7]

Масштабные проекты реконструкции

Это самое большое нововведение, но оно затрагивает не все вокзалы сразу.

Яркий пример — вокзал Нижний Новгород-Московский. Он прошел полную реконструкцию к 800-летию города. Теперь это современный транспортно-пересадочный узел:[7]

-Объединен со станцией метро «Московская».

- Единое пространство с торговыми галереями.
- Панорамные окна, стеклянные купола, много света.
- Удобные переходы между платформами.
- Стильный архитектурный облик.
- Аналогичные, но менее масштабные работы ведутся и на других вокзалах дороги (Ижевск, Киров и др.).[7]

Помимо нововведений на вокзалах, обновления также распространяются на терминалы:[7]

Если вы давно не были на крупных вокзалах вроде Нижнего Новгорода, Казани или Ижевска, то вас ждет приятный сюрприз. Помимо привычных расписаний на стенах, здесь теперь появились сенсорные информационные терминалы – что-то вроде огромных планшетов, встроенных в стойки. Это не просто «электронные указатели», а настоящие многофункциональные помощники для любого путешественника.

Что умеют эти «умные стойки»? Вся информация в несколько этапов:

1. Маршрут и расписание в реальном времени. Не нужно всматриваться в общее табло. На терминале можно мгновенно найти свой поезд, увидеть точное время отправления, номер платформы и – что критически важно – актуальную информацию об опозданиях. Данные синхронизируются с центральной системой в режиме «здесь и сейчас». [7,8]

2. Навигация по вокзалу – «Как пройти к...?». Заблудиться в многоуровневом комплексе современного вокзала проще простого. Терминал решит эту проблему. Нужна камера хранения, туалет, касса или выход к определенной платформе? Просто выберите нужный пункт в меню, и на экране появится понятная схема с вашим маршрутом, подсвеченным цветной линией, как в навигаторе.[7]

3. Справочник услуг и не только. В памяти терминала заложен полный гид по вокзалу:[7]

- Где найти аптеку, комнату матери и ребенка или медпункт.
- Расположение кафе, магазинов и зон отдыха.
- Контакты и график работы сервисных центров (услуги носильщиков, аренда и т.д.).
- Правила провоза багажа и актуальные тарифы.

4. Доступ к городской информации (на ключевых станциях). На терминалах в узловых пунктах, таких как Нижний Новгород, часто есть раздел о самом городе: основные достопримечательности, схема общественного транспорта у вокзала, контакты справочных и экстренных служб. Это идеально для туристов, только что сошедших с поезда.[7]

#### **Заключение:**

Подводя итог, можно утверждать, что клиентоориентированность в ОАО «РЖД» перестала быть теоретической программой лояльности. Она превратилась в осязаемую архитектуру путешествия, соединяясь в трех ключевых точках соприкосновения с пассажиром: в вагоне, на вокзале и в цифровых интерфейсах терминалов. Этот подход формирует новую систему сервиса, где каждая деталь работает на одну цель — не просто перевезти человека, а обеспечить ему предсказуемый, комфортный и уважительный путь от решения о поездке до выхода на конечной станции. [1,3,4]

#### **Список литературы:**

1. Официальный сайт ОАО «Российские железные дороги». Раздел «Пассажирам»: информация о подвижном составе, сервисах и программе модернизации. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.rzd.ru> (дата обращения: 25.04.2024).
2. Официальная газета ОАО «РЖД» «Гудок». Статья: «Обновление парка подвижного состава: итоги и перспективы». [Электронный ресурс]. URL: <https://gudok.ru> (дата обращения: 25.04.2024).
3. Журнал «Железнодорожный транспорт». Статья: «Пассажирский комплекс РЖД: новые стандарты сервиса». — 2022. — №5. — С. 12-18.

4. Петров, А.И. Логистика и управление пассажирскими перевозками: учебник / А.И. Петров, С.К. Сидорова. — М.: Транспорт, 2021. — 345 с.
5. Пресс-релиз Фонда развития промышленности. «Демиховский машиностроительный завод завершил программу импортозамещения для электропоездов». [Электронный ресурс]. URL: <https://frprf.ru/press-tsentr/novosti/>
6. Информационный портал «ТАСС». Раздел «Транспорт». Материалы о вводе в эксплуатацию поездов «Иволга» и «Буревестник». [Электронный ресурс]. URL: <https://tass.ru/transport>
7. Сайт проекта «Горьковская железная дорога – филиал ОАО «РЖД». Раздел «Новости» и «Пассажирам». [Электронный ресурс]. URL: <https://gzd.rzd.ru>.
8. Официальное мобильное приложение и сайт «РЖД Пассажирам». Описание функций и услуг. [Электронный ресурс]. URL: <https://pass.rzd.ru>.

### **Кадровый дефицит в транспортной отрасли**

*Киукин Максим Анатольевич,  
студент*

*НИПС-филиал ПривГУПС  
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

*Гаврилова Ольга Ивановна,  
НИПС-филиал ПривГУПС*

*г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

***Аннотация:** в статье рассмотрен кадровый дефицит в стране во всех отраслях, кадровый дефицит на железнодорожном транспорте, совмещение профессий на железной дороге. Сделан вывод о субъективном решении проблемы кадрового дефицита в стране.*

***Ключевые слова:** кадровый дефицит, совмещение профессий, кадровый голод, железная дорога.*

Транспортная отрасль играет ключевую роль в обеспечении экономического роста и развития государства. От эффективности функционирования транспорта зависит своевременность доставки грузов, доступность товаров и услуг, мобильность населения и стабильность бизнеса. Однако современный этап характеризуется нарастающим кадровым дефицитом, что создает значительные риски для устойчивого развития транспортных компаний и экономики в целом.

Целью исследования является выявление основных факторов кадрового дефицита в транспортной отрасли и разработка рекомендаций по его преодолению.

Актуальность исследования обусловлена рядом обстоятельств:

- Усиление конкуренции на рынке транспортных услуг требует повышения качества обслуживания клиентов и уровня профессионализма сотрудников.
- Быстрое развитие технологий и цифровизация процессов предъявляют новые требования к квалификации работников.
- Старение персонала и недостаточная привлекательность профессии среди молодежи создают угрозу нехватки опытных специалистов.
- Недостаточное финансирование образовательных учреждений, занимающихся подготовкой кадров для транспортной отрасли, снижает качество профессиональной подготовки будущих специалистов.

**Нехватка кадров в стране**

В 2025 году российские компании испытывают острую нехватку квалифицированных кадров. Особенно актуально это для сфер IT, здравоохранения, агропромышленности, производства. Причины кадрового голода — в сочетании экономических, демографических, политических, инновационных и других факторов. [1, С, 1]

Вот топ-15 дефицитных профессий в России:

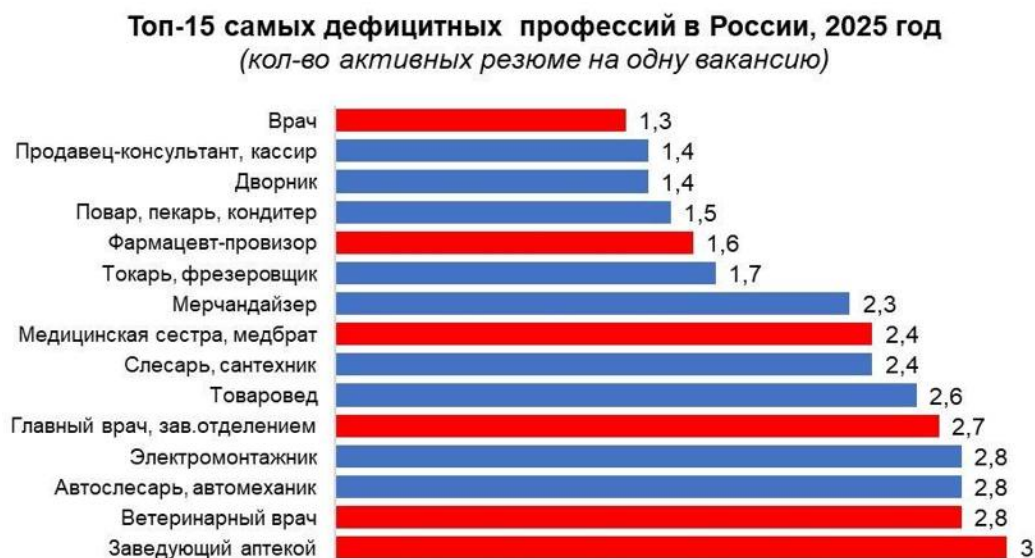


Рисунок 1 – График дефицитных профессий в России, 2025 (кол-во активных резюме на одну вакансию)

Из графика (Рисунок 1) видно, что в стране наблюдается острая нехватка специалистов в самых разных сферах — от здравоохранения до торговли и ЖКХ.

На первом месте рейтинга оказалась профессия врача — на каждую вакансию приходится лишь 1,3 резюме. Это говорит о крайне высоком спросе и недостатке медицинских кадров. Чуть меньше дефицит, но всё ещё острый, ощущается по таким позициям, как продавец-консультант и кассир (1,4 резюме на вакансию), дворник (1,4), повар и пекарь (1,5), а также фармацевт (1,6).

Также в топ вошли представители рабочих специальностей: токари, фрезеровщики, электромонтажники, автослесари и сантехники. Примечательно, что даже руководящие медицинские должности, такие как заведующий отделением или заведующий аптекой, остаются вакантными — на них подаётся в среднем не более 2,7–3 резюме. [2, С, 2]

### **Железная дорога**

Железнодорожная отрасль и предприятия промышленного транспорта столкнулись с крайне чувствительной проблемой. Согласно данным опроса, более 85% предприятий — членов Ассоциации «Промжелдортранс» испытывают дефицит кадров рабочих профессий. Больше всего не хватает монтеров пути (25% ответов респондентов), составителей поездов (23,8%), слесарей по ремонту подвижного состава (20%) и машинистов (16,3%) (Рисунок 2).

По словам исполнительного директора СРО Ассоциация «Промжелдортранс» Александра Маняхина, причин дефицита много, и это, скорее, накопительный эффект, который усилился в связи с последними событиями. Многие специалисты вовлечены в ВПК, другие уходят за лучшими условиями в ОАО «РЖД». [3, С, 2-3].

«Проблема не является новой, но с каждым годом становится острее, сейчас приобретает катастрофический характер. Дефицит мы наблюдали последние 5–7 лет по некоторым профессиям, но сейчас расширяется и список этих профессий», — сказал в беседе с [vgudok.com](http://vgudok.com) г-н Маняхин.

Количество вакантных мест в отрасли растёт, но откликаться на них желающих не много. Руководитель пресс-службы сервиса по поиску работы и подбору сотрудников SuperJob Наталья Ильченко рассказала [vgudok.com](http://vgudok.com), что вакансий в сфере железнодорожных перевозок

в целом по России за год стало больше в 1,5 раза. А вот количество резюме выросло всего на 3%. [5, С, 2-3]

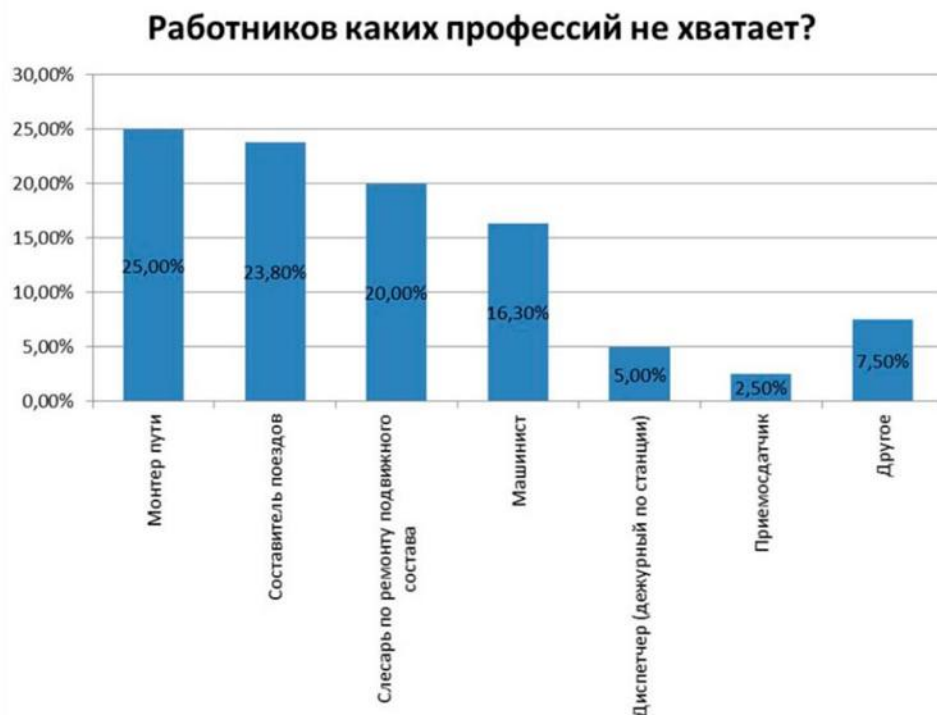


Рисунок 2 – Нехватка профессий на железнодорожном транспорте в процентном отношении

### **Совмещение профессий на железной дороге**

Железная дорога приспособилась к «кадровому голоду» путём совмещения нескольких профессий. Сегодня в Горьковской дирекции управления движением действуют два регламента по совмещению профессий. С 2017 года – с дирекцией тяги, когда помощник машиниста совмещает профессию составителя поездов, и с дирекцией инфраструктуры, где осмотрщик вагонов на станции Окская совмещает профессию сигналиста. А в 2019 году утверждён регламент по совмещению профессий осмотрщиком вагонов за приёмщика поездов.

Кроме того, сейчас в процессе согласования находится регламент по выполнению работ составителем поездов за осмотрщика вагонов. В планах – разработка регламента по совмещению профессии сигналиста и выполнения его работы осмотрщиком вагонов. [4, С, 3-4]

### **Вывод**

Проблема кадрового дефицита в транспортной отрасли носит системный характер и вызвана несколькими ключевыми факторами:

- Старение кадров: Большинство специалистов имеют значительный стаж работы, приближаются к пенсионному возрасту, а молодёжь слабо заинтересована в профессиях транспортного профиля.
- Отсутствие престижа профессий: Работа в транспортной отрасли часто ассоциируется с тяжёлыми условиями труда, отсутствием карьерных возможностей и относительно невысокими заработками.
- Быстрый технический прогресс: Современное транспортное оборудование и технологии усложняются, требуя от специалистов глубоких знаний и постоянных курсов повышения квалификации.

Наиболее острый дефицит отмечается в железнодорожных компаниях, автотранспортных предприятиях, авиакомпаниях и флотских структурах. Водители грузовых автомобилей, пилоты самолётов, капитаны судов и специалисты по техническому обслуживанию транспортных средств находятся в зоне риска нехватки кадров.

Решить данную проблему возможно путем реализации комплекса мер:

- Государственное субсидирование образовательных учреждений, ориентированных на подготовку специалистов для транспортной отрасли.
- Улучшение условий труда и увеличение оплаты, что повысит заинтересованность молодого поколения.
- Активное продвижение образов профессии в средствах массовой информации и специализированных программах, направленных на формирование позитивного восприятия транспортных специальностей.

Эти мероприятия обеспечат восстановление баланса спроса и предложения рабочей силы, снизят риск снижения качества услуг и обеспечат устойчивое развитие транспортной отрасли России.

### Список литературы:

1. Дефицит кадров в России в 2025 году: причины, отрасли // Официальный сайт «Клерк» [электронный ресурс]. URL: <https://www.klerk.ru/buh/articles/663218/#chapter-v-chem-prichina-kadrovogo-deficita-v-rossii> (дата обращения 29.09.2025)
2. Врачи, кассиры и дворники — самые дефицитные профессии в России в 2025 году // телерадиокомпания «Челны-ТВ» [электронный ресурс] URL: <https://tvchelny.ru/news/obshchestvo/vrasi-kassiry-i-dvorniki-samye-deficitnye-professii-v-rossii-v-2025-godu> (дата обращения 16.06.2025)
3. Где взять людей для железных путей? // Официальный сайт «Vgudok Light» [электронный ресурс] URL: <https://vgudok.com/light/gde-vzyat-lyudey-dlya-zheleznyh-putey-deficit-kadrov-na-seti-rzhd-i-v-promyshlennosti> (дата обращения 05.09.2023)
4. Безопасное совмещение // Официальный сайт «Гудок» [электронный ресурс] URL: <https://gudok.ru/zdr/168/?ID=1546409&ysclid=miyoa1z3vu699663680> (дата обращения 11.12.2020)
5. Железные дороги в поиске кадров // Официальный сайт «Ведомости. Промышленность» [электронный ресурс]. URL: [https://www.vedomosti.ru/industry/industrial\\_policy/articles/2023/11/29/1008500-zheleznie-dorogi-v-poiske-kadrov?ysclid=miyo43jjlp705752146](https://www.vedomosti.ru/industry/industrial_policy/articles/2023/11/29/1008500-zheleznie-dorogi-v-poiske-kadrov?ysclid=miyo43jjlp705752146) (дата обращения 30.11.2023)

## Влияние цифровизации на оптимизацию транспортных операций

**Онипко Валерия Евгеньевна**

студент

Тихорецкого техникума железнодорожного  
транспорта - филиала РГУПС (ТТЖТ - филиал РГУПС)  
г. Тихорецк, Российская Федерация

**Сафронова Оксана Владимировна**

преподаватель

Тихорецкого техникума железнодорожного  
транспорта - филиала РГУПС

**Аннотация:** в настоящей работе исследуется влияние цифровых технологий на процессы оптимизации транспортных операций. Анализируются современные цифровые инструменты, а также их роль в повышении эффективности, снижении затрат и улучшении качества обслуживания в транспортной сфере. Работа включает обзор текущих тенденций, практических кейсов внедрения цифровых решений и оценки их воздействия на управление транспортными потоками.

*Ключевые слова: технологический прогресс, цифровизация, цифровые технологии, планирование маршрутов, логистические операции, киберугроза.*

Цифровизация транспортной логистики — это внедрение современных цифровых решений и технологий, которые упрощают и оптимизируют процессы перевозки грузов. Речь идет не просто об автоматизации отдельных операций, а о полном пересмотре логистической модели с акцентом на данные, скорость и прозрачность.

Актуальность темы связана с тем, что в эпоху быстрого технологического прогресса транспортная отрасль сталкивается с необходимостью адаптации к новым условиям для повышения своей эффективности, конкурентоспособности и устойчивости. Цифровизация играет ключевую роль в этом процессе, являясь главным драйвером внедрения инновационных решений, которые трансформируют привычные схемы работы. В современном мире использование информационных технологий позволяет значительно ускорить процессы планирования, оптимизировать затраты и повысить уровень сервиса, что особенно важно в условиях глобализации и растущей нагрузки на транспортные системы.

Современные транспортные системы уже невозможно эффективно развивать без цифровых решений. В основе стратегического управления лежит интеграция данных в реальном времени, автоматизация процессов перевозки и тесная связка между складом, транспортом и потребителем. Применение инструментов цифровой логистики дает компаниям возможность снижать операционные издержки и быстрее адаптироваться к рыночным изменениям.

Основные направления цифровизации в транспорте охватывают широкую сферу технологий. Среди них особое место занимают системы автоматизированного планирования маршрутов, которые позволяют в реальном времени учитывать дорожную ситуацию, погодные условия и загруженность дорог. Внедрение платформ электронного документооборота и систем мониторинга транспортных средств на базе интернета вещей способствует более прозрачной и управляемой логистике. Электронные системы оформления грузовых перевозок, таможенных процедур и внутренних документов сокращают время на обработку, уменьшают количество ошибок и повышают точность данных, что значительно повышает эффективность работы с бумагой и ускоряет процессы перевозки. Эти решения позволяют не только контролировать текущие операции, но и анализировать большие объемы данных для выявления резервов повышения эффективности. Еще одним важным направлением является интеграция участников транспортной цепи через цифровые платформы, которая обеспечивает быструю коммуникацию, сокращение времени выполнения заказов и снижение затрат [1].

Одной из ключевых целей цифровизации является ускорение процессов планирования маршрутов и загрузки транспортных средств. Современные системы, обладая большими возможностями анализа, позволяют формировать оптимальные маршруты с учетом дорожной обстановки и погодных условий, что сокращает время доставки и расход топлива. Автоматизация загрузки грузов позволяет максимально эффективно использовать внутреннее пространство транспортных средств, снижая количество пустых пробегов и повышая экономическую отдачу каждой перевозки. Всё это в совокупности способствует повышению общей эффективности логистических операций и снижению их стоимости.

Также современные системы позволяют своевременно обнаруживать неисправности транспортных средств, предотвращать аварии и киберугрозы, а также обеспечивают надежное хранение и обработку данных, что повышает безопасность и защищенность всей транспортной системы. Такой комплекс мер повышает уровень надежности и устойчивости транспортных предприятий.

Внедрение современных информационных систем способствует более эффективному использованию ресурсов, позволяя лучше планировать загрузку транспортных средств, управлять запасами и проводить техническое обслуживание по предиктивным моделям. Эти технологии дают возможность создавать более гибкую логистическую систему, адаптированную к потребностям современного рынка, и повышать прозрачность операций для всех участников

цепочки поставок. В перспективе развитие цифровых технологий обещает внедрение автономных и беспилотных транспортных средств, что, безусловно, откроет новые горизонты для повышения безопасности, скорости и стоимости транспортных процессов.

Необходимость переподготовки персонала становится важным условием успешного использования новых систем. Специалисты должны освоить работу с современными информационными платформами, аналитическими инструментами и технологиями автоматизации. Это требует формирования новой культуры управления, основанной на данных, аналитике и автоматическом принятии решений. В результате менеджмент становится более гибким, оперативным и ориентированным на постоянное совершенствование процессов, что в свою очередь способствует повышению конкурентоспособности организации [2].

Одной из ключевых перспектив развития цифровых технологий в транспорте является внедрение автономных и беспилотных транспортных средств. Такие системы используют передовые сенсоры, камеры, ГПС и искусственный интеллект для самостоятельного управления движением без участия человека. Это может значительно снизить количество аварий, связанных с человеческим фактором, повысить эффективность перевозок и уменьшить затраты на содержание водителей. Кроме того, автоматизация может обеспечить круглосуточную работу транспортных средств без перерывов, что особенно актуально для грузовых и коммерческих перевозок. Внедрение беспилотных технологий требует мощной инфраструктуры, системы связи и кибербезопасности, поэтому развитие этого направления связано с совместными усилиями государства, бизнеса и научных организаций, направленными на создание безопасной и устойчивой транспортной платформы будущего.

Для дальнейшего развития отрасли важно продолжать инвестировать в инновационные решения, обеспечивать интеграцию цифровых платформ и расширять возможности анализа данных. Кроме того, необходимо уделять внимание вопросам безопасности информационных систем, защите персональных данных и устойчивому развитию. Акцент на обучение и формирование новой управленческой культуры позволит максимально раскрыть потенциал цифровизации и обеспечит конкурентоспособность транспортного сектора в долгосрочной перспективе. Такие меры создадут условия для более гибкой, эффективной и экологичной транспортной инфраструктуры, способной отвечать современным вызовам и потребностям общества [3].

Подводя итог, можно сказать, что цифровизация кардинально меняет представление о транспортных операциях, открывая новые возможности для повышения их эффективности и устойчивого развития. Для дальнейшего успеха необходимо продолжать внедрение инновационных решений, создавать условия для профессионального развития сотрудников и развивать инфраструктуру для поддержки цифровых технологий. Важными рекомендациями являются активное использование платформ для интеграции участников транспортной цепи, постоянное обновление технологической базы и поощрение культуры инноваций. Только при комплексном подходе транспортная отрасль сможет максимально реализовать потенциал цифровых технологий, обеспечить качество и безопасность перевозок, а также повысить свою конкурентоспособность на мировом рынке.

#### **Список литературы:**

1. Кузнецов, В. П. "(2019). Информационные системы в логистике и транспорте: теория и практика. Санкт-Петербург: Питер.
2. Иванов, А. А., & Смирнова, Е. В. (2021). Цифровизация и инновации в логистике и транспорте: современные подходы. *Журнал транспортной логистики*, 12(3), 45-60.
3. Литвинова, Н. В. (2020). Использование информационных технологий в управлении транспортом. Москва: Новое издательство.

## **Развитие методов управления перевозочным процессом в условиях информационных технологий**

**Палагота Антонина Руслановна  
Чернобrivцев Савелий Александрович**

*Студенты  
Тихорецкого техникума железнодорожного  
транспорта - филиала РГУПС (ТТЖТ - филиал РГУПС)  
г. Тихорецк, Российская Федерация*

**Сафронова Оксана Владимировна**

*Преподаватель  
Тихорецкого техникума железнодорожного  
транспорта - филиала РГУПС*

**Аннотация:** *в статье рассматривается развитие методов управления перевозочным процессом в условиях информационных технологий. Рассматриваются программы и основные направления по развитию данной деятельности.*

**Ключевые слова:** *железные дороги, перевозочный процесс, информационные технологии, модернизация, инфраструктура, управление движением, системы управления.*

Транспортные проектировщики и строители, на плечи которых ложится основная доля работ по осуществлению нового железнодорожного строительства, должны постоянно наращивать объемы и скорости проведения работ и при этом не уступать по качеству современным мировым стандартам, а стоимость выполняемых работ должна быть конкурентоспособной на строительном рынке. Получить такие результаты в железнодорожном строительстве можно лишь на основе инновационных технологий.

Модернизация железнодорожной инфраструктуры включает в себя ряд методов и технологий, направленных на улучшение безопасности, эффективности и комфорта перевозок [1].

Стратегия развития железнодорожного транспорта до 2030 г., утверждённая правительством Российской Федерации, предусматривает модернизацию существующей сети железных дорог, строительство более 20 тыс. км новых магистральных путей и освоение высокоскоростного движения на отдельных направлениях. Планомерное исполнение стратегии позволит снять узкие места на сети железных дорог страны для пропуска пассажиропотоков и грузопотоков, снизить издержки народного хозяйства в валовом внутреннем продукте и повысить комфортность перевозок пассажиров.

Большое внимание в сегменте железнодорожной инфраструктуры уделяется оптимизации вокзалов, в частности, залов ожидания, а также платформ. В ближайшее время будет реализован проект по организации системы динамического управления пассажиропотоками на особо загруженных станциях, в рамках которого должны появиться виртуальные цветочные голографические стены, указатели и звуковые сигналы, а залы ожидания планируется разделить на цветочные зоны в зависимости от вагона посадки, что поможет иногородним пассажирам лучше ориентироваться в незнакомом месте. Помимо этого, на вокзалах планируется использовать альтернативные источники генерации энергии для обеспечения энергоэффективности. Установка солнечных панелей или ветровых станций для освещения и отопления вокзалов окупится за 7 лет за счет снижения коммунальных платежей [2].

Внедряются системы автоматизированного управления движением поездов (АСУД), которые позволяют повысить безопасность и снизить вероятность человеческой ошибки. Устанавливаются цифровые и светодиодные сигналы, а также системы контроля за состоянием путей и подвижного состава. Осуществляется переход на электропуть для повышения

энергоэффективности и снижения загрязнения окружающей среды. Обновляются локомотивы и вагоны с использованием новых технологий, что позволяет повысить скорость, комфорт и экономичность перевозок.

Современные железнодорожные перевозки не могут обойтись без внедрения новых технологий. Цифровизация процессов, использование больших данных и искусственного интеллекта позволяют улучшить управление перевозками, повысить эффективность работы и обеспечить более высокий уровень сервиса. Железнодорожный транспорт представляет собой один из наиболее популярных и эффективных методов передвижения. В течение своего существования он претерпел множество изменений и достиг значительных технических успехов. Современные поезда оснащены передовыми технологиями, обеспечивающими их безопасность, экологичность и комфорт.

Интернет вещей (IoT) также находит широкое применение в железнодорожной отрасли. Умные датчики, установленные на поездах и инфраструктуре, позволяют собирать данные о состоянии оборудования в реальном времени. Это обеспечивает возможность предсказательной аналитики: на основе собранной информации можно заранее выявлять потенциальные неисправности и планировать техническое обслуживание, что значительно снижает риск аварий и увеличивает срок службы техники. Кроме того, IoT-технологии способствуют улучшению качества обслуживания пассажиров. Например, системы мониторинга загрузки вагонов позволяют пассажирам заранее планировать свои поездки, избегая переполненных составов [3].

Современные информационные механизмы объединяют передовые и наукоемкие подходы к управлению железнодорожным транспортом с информационной инфраструктурой и средой. Это включает в себя администрирование процесса перевозок, управление маркетинговыми стратегиями, экономическими аспектами и финансовыми операциями. Также охватывается контроль за инфраструктурой железнодорожного транспорта и руководство непромышленным сектором. В результате достигается комплексная интеграция, позволяющая оптимизировать все ключевые аспекты функционирования железнодорожной системы посредством применения передовых информационных решений. Это способствует повышению эффективности и надёжности, улучшению координации и принятию обоснованных управленческих решений.

Корпоративная информационная система железнодорожного транспорта (ИСИЖТ) представляет собой масштабную структуру, охватывающую широкий спектр задач, от обработки данных до управления всей отраслью. Основная задача ИСИЖТ заключается в комплексном информационном обеспечении технологических процессов и различных областей деятельности железнодорожного транспорта. Конечная цель - создание надёжной информационной базы для достижения максимальной производительности и эффективности работы железнодорожной отрасли в современных рыночных условиях. Это достигается путём оптимизации информационных потоков и предоставления своевременной и точной информации для принятия управленческих решений [4].

Информационная инфраструктура железнодорожной отрасли состоит из нескольких ключевых элементов. Центральное место занимает главный вычислительный центр (ГВЦ РЖД), отвечающий за консолидацию и поддержание актуальности баз данных и информационных хранилищ. Он предназначен для обеспечения сетевого маркетинга, финансовых и экономических операций, а также управления процессом перевозок. В состав инфраструктуры входят информационно-вычислительные центры (ИВЦ) на уровне дорог, которые предоставляют комплекс информационных услуг для управленческих структур и подразделений. Кроме того, важную роль играют системы передачи данных, устройства для автоматизированного сбора информации с ПС, вычислительное и телекоммуникационное оборудование.

В рамках комплекса информационных механизмов управления перевозочным процессом функционируют: автоматизированная система оперативного управления перевозками

(АСОУП); система резервирования и продажи билетов ("Экспресс - 2"); единые центры диспетчерского управления (ЕЦДУ); система учёта контроля дислокации, анализа использования и регулирования вагонного парка (ДИСПАРК); автоматизированная система контроля за использованием и продвижением контейнеров (ДИСКОН); автоматизированная система фирменного транспортного обслуживания (АКС ФТО); автоматизированные системы управления сортировочными (АСУ СС), грузовыми (АСУ ГС); станциями и контейнерными пунктами (АСУ КП) [5].

Система управления железнодорожной инфраструктурой включает в себя ключевые информационные технологии, которые охватывают различные сферы деятельности, в том числе организацию пассажирских перевозок, управление путевым хозяйством и инженерными сооружениями, системы сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ), информационные и коммуникационные технологии, управление электроснабжением, локомотивным и вагонным парками, проектирование и строительство новых объектов инфраструктуры, проведение ремонтных и аварийно-восстановительных работ, управление железнодорожной промышленностью и материально-техническим обеспечением.

Цифровизация — это один из ключевых факторов, влияющих на надёжность железнодорожного транспорта. Внедрение электронных систем управления движением поездов позволяет значительно улучшить координацию и планирование маршрутов. Современные системы используют алгоритмы, основанные на больших данных, для анализа текущей ситуации на путях и оптимизации расписания. Это не только снижает вероятность задержек, но и минимизирует риски столкновений и других инцидентов.

Информационные технологии играют ключевую роль в повышении надёжности железнодорожных перевозок. В условиях современного мира, где требования к качеству услуг постоянно растут, внедрение инновационных IT-решений становится не просто желательным, а необходимым условием успешного функционирования железнодорожного транспорта.

#### **Список литературы:**

1. Кузнецов, И. Н. "Требования к безопасности и качеству железнодорожных перевозок." - Санкт-Петербург: Транспортная академия, 2020.
2. Лебедев, С. М. "Технические требования к подвижному составу и инфраструктуре для железнодорожных перевозок." - Москва: Издательство МГУ, 2020.
3. Широкопад, А. Б. "Современные технологии в организации железнодорожных перевозок." - Минск: Полымя, 2022.
4. Петров, С. А., Иванова, Е. В. "Корпоративные информационные системы: теория и практика." - М.: Инфра-М, 2020.
5. Официальный сайт ОАО РЖД. URL: <https://company.rzd.ru/ru/9401/page/78314?id=22800>

## Светодиодная революция на стальных магистралях

*Поташев Даниил Павлович,*

*студент*

*НИПС-филиал ПривГУПС*

*г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

*Кущенко Любовь Сергеевна,*

*преподаватель*

*НИПС-филиал ПривГУПС*

*г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

**Аннотация:** В данной работе изучены исследования текущего состояния внедрения светодиодной техники на железнодорожном транспорте, выявлению возможных рисков и определению перспектив дальнейшего развития данной сферы. Основное внимание уделено вопросам оценки экономической эффективности и разработке рекомендаций по формированию стратегии модернизации.

Наиболее эффективным способом решения данной задачи является внедрение светодиодной техники, обладающей такими качествами, как высокая энергоэффективность, длительный срок службы, экологичность и простота монтажа. Несмотря на очевидные преимущества, существуют объективные трудности, связанные с финансовыми вложениями, необходимостью реконструкции и заменой существующей инфраструктуры, а также проблемами подготовки квалифицированного персонала.

**Ключевые слова:** инфраструктура, железнодорожный транспорт, светодиодная техника, светодиодные лампы, освещение

Конструкция современной светодиодной лампы включает в себя не только сам светодиод, но и вспомогательные компоненты, такие как драйвер (устройство стабилизации напряжения), радиатор охлаждения и корпус, защищающий чувствительные элементы от негативных воздействий окружающей среды.

По мере эволюции светодиодных технологий улучшаются и качественные характеристики: повышается интенсивность света, увеличивается срок службы, уменьшаются размеры и вес изделий. Это привело к быстрому росту популярности LED-технологий и превращению их в важнейшую составляющую энергосберегающей революции.

### **Ключевые свойства светодиодных изделий:**

1. Энергопотребление: значительно ниже, чем у традиционных ламп накаливания и люминесцентных ламп. Средний показатель энергопотребления достигает 80-90 лм/Вт.
2. Срок службы: Большинство высококачественных LED-изделий имеют срок службы порядка 50 000—100 000 часов, что эквивалентно десятилетиям постоянной эксплуатации.
3. Низкий нагрев: Выделение тепла минимальное, что снижает нагрузку на вентиляционные системы и увеличивает безопасность эксплуатации.
4. Механическая прочность: отсутствуют стеклянные колбы и нити накаливания, что защищает изделие от случайных ударов и падений.
5. Стойкость к вибрации: идеально подходит для установки на движущихся объектах (поезда, автомобили), где обычные лампы быстро выходят из строя.
6. Широкий рабочий диапазон температур: Работоспособность сохраняется от минус 40°C до плюс 60°C, что идеально соответствует требованиям северных районов нашей страны.
7. Простота монтажа и замена: Современные конструкции предусматривают простую установку и демонтаж, облегчая эксплуатацию и сервисное обслуживание.
8. Отсутствие токсичных компонентов: в отличие от люминесцентных ламп, содержащих ртуть, светодиоды абсолютно безопасны для здоровья и экологии.[1]

### **Применение светодиодной техники на железнодорожном транспорте**

## 1. Внешнее освещение станций и прилегающих территорий

Организация внешнего освещения железнодорожных станций и прилегающих территорий является важной составляющей обеспечения безопасности пассажиров и эффективной работы персонала. Правильно спроектированное и установленное освещение решает сразу несколько задач:

- обеспечение видимости на платформе и подъездных путях;
- предотвращение травматизма и нарушений общественного порядка;
- формирование эстетичного облика станции и поддержание положительного имиджа перевозчика.

### **Основные цели организации внешнего освещения:**

1. Создание безопасной среды: качественно организованное освещение позволяет своевременно обнаружить опасные участки, предупреждать падение с платформ и предотвратить аварии.

2. Оптимизация рабочего процесса: Сотрудники служб охраны, контроля билетов и ремонтных бригад работают эффективнее при хорошем уровне освещённости.

3. Привлечение клиентов: Эстетика освещения влияет на впечатление пассажиров, привлекая их внимание и формируя положительные ассоциации с брендом перевозчика.

4. Продвижение товаров и услуг: хорошо освещённые рекламные щиты и плакаты привлекают внимание потенциальных покупателей и туристов.[1]

### **Требования к внешнему освещению:**

1. Соответствие нормам освещённости: Согласно ГОСТ и СНиП, минимальная освещённость должна составлять определённое количество люкс в зависимости от категории участка и предназначения.

2. Контроль над качеством освещения: необходимо учитывать спектральный состав света, углы падения лучей и защиту от бликов, которые негативно влияют на зрение.

3. Требования к материалам и монтажу: Используемые материалы должны обладать высокими показателями влагозащищённости, механической прочности и пожарной безопасности.

4. Регулярное обслуживание: Периодические проверки и своевременная замена вышедших из строя элементов обязательны для поддержания работоспособности системы.[3]

### **Применяемые светодиодные решения:**

Для организации внешнего освещения чаще всего используются мощные светодиодные прожекторы и встраиваемые светильники, характеризующиеся следующими достоинствами:

- высокий индекс цветопередачи ( $Ra > 80$ );
- надёжность и длительная эксплуатация (более 50 000 часов);
- низкие затраты на эксплуатацию и высокое соотношение цена-качество.

Типичными примерами успешного применения LED-технологий являются:

- Организация освещения центральных вокзалов Москвы и Петербурга, где введены эффективные системы автоматического управления освещением.

- Реорганизация освещения на территориях пригородных станций Московской области, результатом которой стало значительное снижение расходов на электроэнергию и повышение удовлетворённости пассажиров.

## 2. Внутреннее освещение вокзалов и зданий

Организация внутреннего освещения на железнодорожных вокзалах и зданиях направлена на создание удобной и привлекательной обстановки для пассажиров и сотрудников. Грамотно подобранное освещение выполняет одновременно функциональные и эстетические задачи, формирует комфортную обстановку и подчёркивает уникальность архитектуры каждого сооружения.

Важно отметить, что внутреннее освещение должно отвечать ряду критериев, среди которых рациональное распределение света, выделение ключевых зон и эффективное использо-

вание энергетических ресурсов. Основной целью внутреннего освещения является достижение необходимого уровня освещённости, позволяющего комфортно ориентироваться внутри помещения и свободно передвигаться по нему.

Для вокзалов оптимальным выбором являются потолочные панельные светильники, которые размещаются в залах ожидания, билетных кассах и коридорах. Такие светильники обладают ярким белым свечением, распределяют свет равномерно и придают пространству ощущение свежести и простора. Дополнительное преимущество - возможность комбинирования различных оттенков белого света, что позволяет формировать нужную атмосферу в помещении.

Помимо потолочных светильников, часто используются накладные и встраиваемые модели, подходящие для локального освещения небольших участков, таких как рабочие места кассиров, гардеробы и санузлы. Такой подход обеспечивает экономию электроэнергии и подчеркивает функциональность пространства.

Ещё одним интересным вариантом являются трековые системы освещения, применяемые для выделения выставочных экспонатов, декораций и прочих акцентов дизайна. Трековые системы состоят из гибких шинопроводов, к которым подключаются мобильные светильники, регулируемые по высоте и направлению. Такая схема удобна для изменения конфигурации освещения в зависимости от потребностей.

Большое значение имеет интеграция систем автоматического управления освещением. Подобные системы позволяют автоматически регулировать уровень освещённости в зависимости от наличия естественного света, количества присутствующих людей и других факторов. Такое управление способствует дополнительной экономии энергии и продлению ресурса светодиодных ламп.

### 3. Освещение путевых зон и мостов

Вопрос освещения путевых зон и мостов является ключевым аспектом обеспечения безопасности на железнодорожном транспорте. Хорошее освещение этих участков позволяет предупредить возможные инциденты, снизить число аварий и увеличить комфорт пассажиров и работников.

Основная задача освещения путевых зон и мостов - создать безопасные условия для движения поездов и пешеходных переходов. Чётко обозначенные рельсы, хорошая видимость дорожных знаков и разметки помогают предотвратить травмы и повреждения имущества. Особенно важны меры предосторожности на потенциально опасных участках, таких как виадук, переездные пункты и закрытые тоннели.

Требования к такому освещению достаточно строгие. Прежде всего, оно должно гарантировать равномерное распределение света по всей зоне ответственности, поддерживать необходимые уровни освещённости согласно государственным стандартам и нормативам (ГОСТ, СНИП). Система освещения обязана выдерживать внешние воздействия - ветер, дождь, снег, коррозионные процессы, сохранять работоспособность при значительных колебаниях температур и влажности. [3]

Примером эффективного внедрения светодиодных решений служит Октябрьская железная дорога, где на путепроводах и в тоннелях установили светодиодные модули с автоматической регулировкой яркости. Этот подход позволяет экономить до 40% электроэнергии и существенно сокращает расходы на техническое обслуживание.

### 4. Освещение подвижного состава

Освещение внутри подвижного состава играет ключевую роль в обеспечении комфорта пассажиров и эффективности работы экипажа. Правильно организованная внутренняя система освещения создаёт приятную атмосферу, улучшает навигацию и повышает безопасность пассажиров и членов экипажа. Современные светодиодные технологии предлагают большое разнообразие решений для внутренней подсветки вагонов различного назначения: пассажирских, грузовых, почтовых и специального назначения. Преимущества светодиодных светильников

заключаются в их высоком ресурсе работы, низком энергопотреблении и минимальной тепловой нагрузке.

Особенно важное значение приобретают системы освещения кабины машиниста. Поскольку машинист находится длительное время в замкнутом пространстве, ему необходим качественный источник света, создающий комфортные условия работы и снижающий усталость зрения. Традиционно используется рассеянный свет нейтрального оттенка, близкий к дневному солнечному свету, который стимулирует концентрацию внимания и сохраняет остроту реакции.

Интересным нововведением является применение «умных» систем освещения, реагирующих на изменение условий снаружи вагона. Датчики регистрируют уровень окружающего освещения и автоматически регулируют яркость внутреннего света, поддерживая оптимальный контраст и устраняя ослепляющий эффект.

Немаловажным фактором является установка индикаторов состояния дверей, окон и другого оборудования. Светодиодные маячки выполняют двойную функцию: информируют пассажира о закрытии двери и помогают персоналу контролировать исправность механизмов.

Отдельного внимания заслуживает дизайн внутреннего освещения пассажирских вагонов. Интерьер вагона нередко украшают декоративной светодиодной подсветкой сидений, поручней и багажно-полочной зоны. Мягкий приглушённый свет придаёт вагону уютный вид, смягчает ощущения дискомфорта в долгом путешествии и привлекает дополнительное внимание пассажиров.

Опыт показывает, что российские производители активно осваивают новые технологии и стремятся удовлетворить потребности заказчиков в надежных и эффективных источниках света. Ярким примером служат вагоны фирменных поездов, оборудованные современными светодиодными модулями, которые соответствуют международным стандартам качества и безопасности.[2]

Тенденции и перспективы развития светодиодных технологий

1. Рост спроса на энергоэффективные решения:

Растущая озабоченность состоянием окружающей среды и стремление к снижению затрат на электроэнергию приводят к постоянному росту спроса на светодиодные технологии. Прогресс в развитии LED-технологий сопровождается постоянным повышением эффективности, увеличением светового потока и расширением ассортимента продукции.

Производители постоянно ищут способы повысить производительность светодиодных светильников, снижая при этом их стоимость. Инвестиции в научную деятельность и исследования позволяют развивать инновационные решения, направленные на максимальную экономию энергии и снижение вреда природе.

2. Смарт-решения и Интернет вещей (IoT):

Интернет вещей стремительно проникает в повседневную жизнь, и освещение не исключение. Появились интеллектуальные системы освещения, управляемые дистанционно, через приложения и облачные сервисы. Эти решения позволяют анализировать поведение пассажиров, изменять уровень освещенности в зависимости от времени суток и присутствия людей, отслеживать сбои и неисправности в режиме реального времени.

Такие системы становятся популярными в крупных городах и на крупных вокзалах, где потоки пассажиров достигают десятков тысяч ежедневно. Управление светом через датчики движения и камеры видеонаблюдения повышает эффективность использования электроэнергии и повышает комфорт пассажиров.

3. Новейшие материалы и конструкции:

Современные LED-технологии развиваются вместе с новыми материалами и конструкциями. Ведущими трендами являются сверхтонкие и легкие светодиодные панели, выполненные из органических материалов, что позволит размещать их на неровных поверхностях, делая освещение невидимым и естественным.

Кроме того, прогресс в разработке защитных покрытий и герметичных корпусов повышает надежность светодиодных систем в условиях повышенной влажности, пыли и загрязнений, что чрезвычайно важно для инфраструктуры железнодорожного транспорта.

#### 4. Влияние на рынок трудоустройства и образование:

Распространение светодиодных технологий вызывает спрос на высококвалифицированный персонал, способный проектировать, устанавливать и обслуживать современные системы освещения. Учебные заведения вынуждены менять учебные планы, вводя курсы по изучению принципов работы LED-систем и смежных дисциплин, таких как автоматизация и компьютерное моделирование. Образование будущих инженеров, дизайнеров и электриков теперь обязательно включает освоение основ светодиодных технологий, что создаст новое поколение профессионалов, готовых решать задачи завтрашнего дня.

#### 5. Воздействие на экономику и общество:

Широкомасштабное внедрение светодиодных технологий на железнодорожном транспорте окажет позитивное влияние на экономику страны, усиливая экспортный потенциал российских производителей и укрепляя международное сотрудничество. При правильной поддержке со стороны государства и частного капитала можно ожидать значительных успехов в достижении энергоэффективности и снижения выбросов парниковых газов.

Вместе с тем ожидается рост доходов населения, занятого в отрасли, появление новых рабочих мест и укрепление социальной стабильности. Постепенная замена устаревшей инфраструктуры на новую приведет к улучшению условий проживания и мобильности граждан, сделав путешествия удобнее и безопаснее. Внедрение светодиодных технологий на железнодорожном транспорте показало себя как одна из ключевых мер повышения энергоэффективности и улучшения условий эксплуатации инфраструктуры. С момента начала массовой замены традиционных ламп на светодиодные наблюдался серьезный экономический эффект:

- Значительное снижение энергопотребления (до 70%) обеспечило прямую экономию средств и ресурсов.
- Увеличился срок службы осветительных приборов, что уменьшило расходы на обслуживание и закупки.
- Улучшилось качество освещения, что повысило безопасность и комфорт пассажиров, сотрудников и машинистов.

Опыт показывает, что российские железные дороги обладают огромным потенциалом для дальнейшего продвижения светодиодных технологий. Но наряду с успехами возникают и задачи, требующие комплексного подхода: недостаток финансирования, дефицит специалистов и несовершенство нормативной базы.

Для дальнейшего развития целесообразно принять следующие меры:

- Продолжить поэтапное внедрение светодиодных систем на крупных вокзалах, станциях и путях.
- Установить меры государственной поддержки и стимулирования бизнеса, например, налоговые преференции и доступные кредитные инструменты.
- Реализовать программы профессиональной подготовки и переподготовки кадров, которые бы готовили специалистов, знающих особенности работы с LED-освещением.
- Способствовать сотрудничеству между правительством, научным сообществом и бизнесом для оперативного внедрения инноваций.

Таким образом, целенаправленное развитие светодиодных технологий на железнодорожном транспорте откроет дорогу к новому этапу развития инфраструктуры России, сделает перевозки более безопасными, экологичными и комфортными.

#### Список литературы:

1. Для чего, согласно Правилам устройства электроустановок, предназначено освещение безопасности? // Тестсмарт. – [Б.м.], [Б.г.]. URL: <https://www.testsmart.ru/quest/195163> (дата обращения: 8.12.2025).

2.Моргунов Д.Н. Достоинство и недостатки светодиодного освещения // КиберЛенинка. – [Б.м.], [Б.г.]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/dostoinstvo-i-nedostatki-svetodiodnogo-osvescheniya> (дата обращения: 8.12.2025).

3.Свод правил СП 52.13330.2016 "Естественное и искусственное освещение". Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\* [Электронный ресурс]. – Введ. 2017-01-09. – М.: Минстрой России, 2016. – 1 файл (136 с.). – Режим доступа: [https://energy.midural.ru/images/Upload/2017/101/SPEIO\\_07.11.2016\\_777.pdf](https://energy.midural.ru/images/Upload/2017/101/SPEIO_07.11.2016_777.pdf) (дата обращения: 8.12.2025).

## **Цифровая железнодорожная станция – вектор трансформации транспортно-логистического комплекса**

*Псярнецкая Анастасия Дмитриевна*

*студент*

*Лиховского техникума железнодорожного транспорта – филиала Ростовского государственного университета путей сообщения (ЛиТЖТ – филиал РГУПС, г. Каменск-Шахтинский, Российская Федерация*

*Мухортова Оксана Петровна*

*преподаватель*

*Лиховского техникума железнодорожного транспорта – филиала Ростовского государственного университета путей сообщения (ЛиТЖТ – филиал РГУПС, г. Каменск-Шахтинский, Российская Федерация*

**Аннотация:** В статье рассматриваются ключевые аспекты цифровой трансформации железнодорожного транспорта как драйвера эффективности транспортно-логистического комплекса (ТЛК). Анализируются цели, технологические тренды, механизмы координации, практические кейсы и прогнозируемые результаты внедрения цифровых решений. Особое внимание уделено барьерам трансформации и мерам управления рисками.

**Ключевые слова:** цифровая железнодорожная станция, цифровая трансформация, транспортно-логистический комплекс (ТЛК); цифровизация, цифровые технологии, цифровая интеграция

Цифровая железнодорожная станция – это начало нового этапа в развитии транспортно-логистического комплекса, где цифровизация становится ключевым драйвером эффективности и надежности железнодорожных перевозок.

### **Современные вызовы и цифровая эволюция**

Сегодня национальный транспортно-логистический комплекс испытывает беспрецедентное увеличение объемов грузоперевозок. Это требует ускорения перехода к цифровым технологиям в строгом соответствии с государственными программами и отраслевыми стандартами. Вызовы глобального рынка и внутренней экономики формируют новую реальность для транспортной отрасли, что стимулирует активное внедрение современных цифровых решений [1].

### **Ключевые задачи объединения усилий**

В первую очередь, следует оптимизировать логистические цепочки, что позволит повысить скорость перевозок и улучшить качество услуг благодаря цифровой интеграции и автоматизации процессов. Второй важный аспект – обеспечение прозрачности всех операций через создание единой платформы обмена данными, которая контролирует каждый этап транспортировки. Третий момент – повышение надежности комплекса, достигаемое за счёт интеграции транспортных систем и усиления информационной безопасности, что крайне актуально в свете современных киберугроз [2].

### **Ресурсы участников цифровой трансформации**

Ключевыми ресурсами в процессе цифровизации выступают техническая экспертиза, инновационные разработки, а также кадровый потенциал корпораций и государственных структур. Примеры включают успешное внедрение автоматизированных систем управления перевозками, развитие платформ для обработки больших данных и создание консорциумов для обмена опытом. Эти инициативы создают прочную базу для комплексной трансформации железнодорожной отрасли.

#### **Динамика внедрения цифровых решений в ТЛК**

За последние восемь лет наблюдается устойчивый рост темпов внедрения цифровых технологий, что напрямую улучшает скорость обработки грузов и прозрачность операций. Анализ данных отраслевых отчётов с 2015 по 2023 год демонстрирует, что увеличение инвестиций и активное использование новых технологий существенно повышают логистическую эффективность всего транспортно-логистического комплекса [3].

#### **Ключевые технологические тренды в ТЛК**

Первым трендом является применение Интернета вещей, который обеспечивает сбор и передачу данных в реальном времени. Второй – развитие искусственного интеллекта, который позволяет анализировать огромное количество информации для оптимизации маршрутов и управления ресурсами. Третий – использование блокчейн-технологий, гарантирующих неподдельность данных и безопасность транзакций. Четвёртый – внедрение облачных решений, повышающих гибкость и масштабируемость систем, а также снижающих затраты на инфраструктуру.

#### **Роли и компетенции участников цифровой трансформации**

В коалиции участников чётко распределены роли: разработчики программного обеспечения отвечают за создание инновационных решений, операторы обеспечивают их внедрение на местах, а эксперты по кибербезопасности занимаются защитой информационных систем. Такая ясная структуризация и распределение ключевых компетенций способствует эффективной реализации цифровых инициатив и гарантирует слаженную работу всего комплекса. В таблице 1 продемонстрировано распределение ролей и ключевых компетенций в рамках коалиции участников.

Таблица 1. Распределение ролей и ключевых компетенций участников цифровой трансформации

Компании	Роль	Ключевые компетенции
РЖД	транспортное предприятие	Эксплуатация инфраструктуры, логистика
Ростелеком	ИТ-компания	Информационные технологии, кибербезопасность
Минтранс	Государственный орган	Регулирование, координация действий

Из таблицы 1 следует, что четкое распределение задач способствует эффективной реализации цифровых инициатив

#### **Проблемы и барьеры цифровой трансформации**

С технической стороны интеграция новых цифровых решений осложняется отсутствием единых отраслевых стандартов, что препятствует бесшовному взаимодействию систем. В организационном плане сложна координация участников с разным уровнем цифровой зрелости. Кроме того, кадровые трудности, включая сопротивление изменениям и дефицит квалифицированных специалистов, требуют усиленного обучения и адаптации персонала. В вопросах кибербезопасности необходимо внедрять надёжные протоколы, чтобы противостоять постоянно возрастающим угрозам [4].

#### **Преимущества цифровых процессов над традиционными**

Цифровизация заметно повышает как экономическую, так и операционную эффективность транспортных услуг, улучшая управление ресурсами и сокращая издержки. Пилотные проекты, реализованные в период с 2021 по 2023 годы, подтвердили значительное повышение производительности, снижение времени обработки грузов и улучшение качества обслуживания клиентов, что способствует устойчивому развитию отрасли.

#### **Механизмы координации и сотрудничества**

Для слаженной работы создан ряд отраслевых рабочих групп, которые решают задачи совместно и обмениваются опытом. Разработаны платформы для интеграции данных и обмена информацией в реальном времени, что значительно ускоряет принятие решений. Регулярные совещания и координационные проекты способствуют синхронизации действий, а стандартизация протоколов обмена данных обеспечивает надежность и совместимость транспортных систем.

#### **Успешные практические примеры цифровизации в транспортно-логистическом комплексе**

Одним из ярких примеров стала интеграция автоматизированной системы контроля грузоперевозок, что позволило вдвое сократить количество ошибок и задержек. Другой успешный кейс – реализация цифровой платформы для обмена данными между различными операторами, которая улучшила прозрачность процессов и взаимодействие всех участников. Эти практические инициативы демонстрируют реальный потенциал цифровой трансформации для повышения эффективности.

#### **Динамика инвестиций и ключевых результатов цифровой трансформации**

Таблица отражает ежегодный рост инвестиций в цифровые проекты с 2019 по 2022 годы, параллельно демонстрируя увеличение числа реализованных проектов и улучшение ключевых показателей эффективности. Аналитика отраслевых ассоциаций указывает на прямую зависимость между вложениями и повышением точности прогнозов, а также улучшением качества обслуживания, что подтверждает целесообразность инвестиций в цифровизацию.

Таблица 2. Динамика инвестиций и ключевых результатов цифровой трансформации за 2019 – 2022 годы

год	Объем инвестиций (млн)	Ключевые проекты	Показатели результатов
2019	500	-	Начало внедрения системы мониторинга
2020	750	платформа обмена данными	Рост точности прогнозов на 12%
2021	900	Автоматизация диспетчеризация	Снижение потерь маршрутов на 8%
2022	1200	Интеграции системы безопасности	Повышение удовлетворенности клиентов на 10%

В таблице 2 представлены годовые объемы инвестиций, реализованные проекты и достигнутые показатели эффективности. Это отражает прямую зависимость между вложениями и улучшением процессов в ТЛК. Рост инвестиций напрямую связан с достижением ключевых улучшений в точности прогнозов и качестве обслуживания

#### **Основные риски цифровизации и эффективные меры управления**

Киберугрозы остаются главной проблемой, поскольку возможные атаки могут парализовать работу комплекса. Для этого необходимы комплексные системы информационной безопасности и постоянный мониторинг уязвимостей. Сбои в работе цифровых платформ требуют проведения регулярных тестирований и внедрения резервного копирования данных. Кроме того, важно соблюдать нормативные требования, чтобы минимизировать юридические риски, что достигается через подготовку и обучение персонала по актуальным стандартам [5].

## **Прогнозируемое повышение эффективности транспортно-логистического комплекса**

Экспертные аналитики прогнозируют, что благодаря активному внедрению цифровых технологий эффективность транспортно-логистического комплекса будет ежегодно расти в среднем на 15 % в течение ближайших пяти лет. Ключевым фактором успеха станет эффективная координация и сотрудничество всех участников процесса цифровой трансформации, что позволит масштабировать результаты и ускорить развитие отрасли.

### **Обобщение и будущее цифровой трансформации ТЛК**

Объединение ресурсов и компетенций отечественных компаний создает прочную основу для устойчивого развития 2021 комплекса. Координация усилий и внедрение инноваций обеспечат масштабирование проектов и повысят конкурентоспособность отрасли в условиях динамично меняющегося рынка, тем самым прокладывая путь для будущих достижений и технологического лидерства.

### **Вывод**

Завершая обсуждение темы цифровой трансформации транспортно-логистического комплекса, следует отметить важность коллективных усилий и неподдельного интереса к данной проблематике.

Цифровизация отрасли – это не просто технологический тренд, а настоящий рычаг для повышения эффективности, снижения издержек и устойчивого развития транспортных систем. Внимание к таким изменениям и активное участие специалистов, аналитиков и руководителей является залогом успешного внедрения новых подходов. Исторически транспорт играл ключевую роль в экономическом развитии государств; современная цифровая революция значительно расширяет эти возможности. Как отмечал известный экономист Джозеф Шумпетер, инновации – это двигатель экономического развития, и транспортный сектор не исключение.

Продвигаясь вперед, важным аспектом становится не только внедрение технологий, но и построение партнерских отношений, основанных на обмене знаниями и ресурсами. Совместная работа позволяет преодолевать препятствия, создавать инновационные проекты и реализовывать их с максимальным эффектом. Именно сотрудничество между государственными структурами, частным сектором и научным сообществом способствует формированию интегрированных решений для транспортной логистики. Эта кооперация способствует устойчивому развитию всей отрасли, обеспечивает конкурентоспособность и адаптацию к быстро меняющимся условиям рынка и технологий. Такая синергия была наглядно продемонстрирована в успешных международных инициативах по развитию умных транспортных систем, которые уже сегодня изменяют подходы к грузоперевозкам и управлению потоками грузов.

### **Список литературы:**

1. Распоряжение Правительства РФ от 21 декабря 2021 г. № 3744-р «Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации транспортной отрасли Российской Федерации до 2030 года». – [электронный ресурс] // Официальный сайт Гарант. – Режим доступа. <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/403211610/> (дата обращения 20.11.2025)
2. Verum Logistics. Влияние цифровых технологий на транспортную логистику // Verum Logistics: [сайт]. — URL: <https://verumlogistics.ru/novosti/vliyanie-cifrovyyh-tehnologij-na-transportnuyu-logistiku/> (дата обращения: 20.11.2025).
3. ОАО «РЖД». Повышение эффективности управления [Электронный ресурс] // Официальный сайт. — URL: <https://sr2024.rzd.ru/ru/managerial-aspect/efficiency-improvement> (дата обращения: 23.11.2025).
4. Summit TransRussia: пост-релиз [Электронный ресурс]. — URL: <https://summit.transrussia.ru/post-release/> (дата обращения: 07.12.2025).

5. Угрозы кибербезопасности в транспортном секторе в 2023 году // Na-journal.ru. 2024. № 4 (информационные технологии). URL: <https://na-journal.ru/4-2024-informacionnye-tehnologii/10940-ugrozy-kiberbezopasnost-v-transportnom-sektore-v-2023-godu> (дата обращения: 30.11.2025).

## **Биометрические технологии как инструмент оптимизации управления перевозочным процессом в условиях цифровой экономики**

*Трикина Мария Евгеньевна,  
студентка*

*Красноярского техникума железнодорожного транспорта КрИЖТ ИрГУПС,  
г. Красноярск, Российская Федерация*

*Путинцева Ирина Викторовна,  
преподаватель*

*Красноярского техникума железнодорожного транспорта КрИЖТ ИрГУПС*

**Аннотация:** В последние десятилетия биометрические системы получили широкое распространение в различных аспектах жизни человека, от безопасности и конфиденциальной идентификации личности до внедрения в различные профессиональные сферы и управления доступом. В статье рассматривается сущность биометрии и ее разновидности, принцип работы биометрических систем и их практическое применение в качестве инновационного метода управления перевозочным процессом. Проводится анализ эффективности применения биометрических технологий на станциях железных дорог России и оцениваются дальнейшие перспективы внедрения биометрии железнодорожном транспорте.

**Ключевые слова:** цифровизация, управление перевозочным процессом, цифровой код, свёрточная нейросеть, идентификация, аутентификация, доступ, уникальность.

Цифровизация в железнодорожном транспортном комплексе является стратегическим ходом для повышения эффективности относительно других видов транспортировки. Одним из перспективных направлений цифровизации, влияющим на методы управления перевозочным процессом, является применение биометрических технологий. В соответствии с Федеральным законом «идентификация и (или) аутентификация физических лиц осуществляется на добровольной основе с использованием государственной информационной системы, представляющей собой базу биометрических персональных данных» [1].

При этом, под биометрией понимают «уникальные физиологические и биологические характеристики человека, которые используются для установления или подтверждения личности» [2].

Отметим, что работа биометрических систем состоит из трех основных этапов (рисунок 1):

К основным способам интерпретации биометрических данных относят:

- идентификацию отпечатков пальцев;
- распознавание лиц;
- иридологию (идентификация на основе радужной оболочки глаза);
- анализ голоса.

После сканирования биометрических данных при помощи специализированных датчиков и камер полученные данные переводятся в векторный формат с помощью свёрточных нейросетей. Вектор (набор чисел, кодирующий уникальные характеристики) отправится на сервер в информационную систему Единой биометрической системы, которая хранит уникальные векторы клиентов, сдавших биометрические данные. Система будет искать вектор

в своей базе и, если найдёт, идентифицирует клиента в Единой системе идентификации и аутентификации. В случае совпадения пользователю открывается доступ, а в случае несоответствия – отказ.

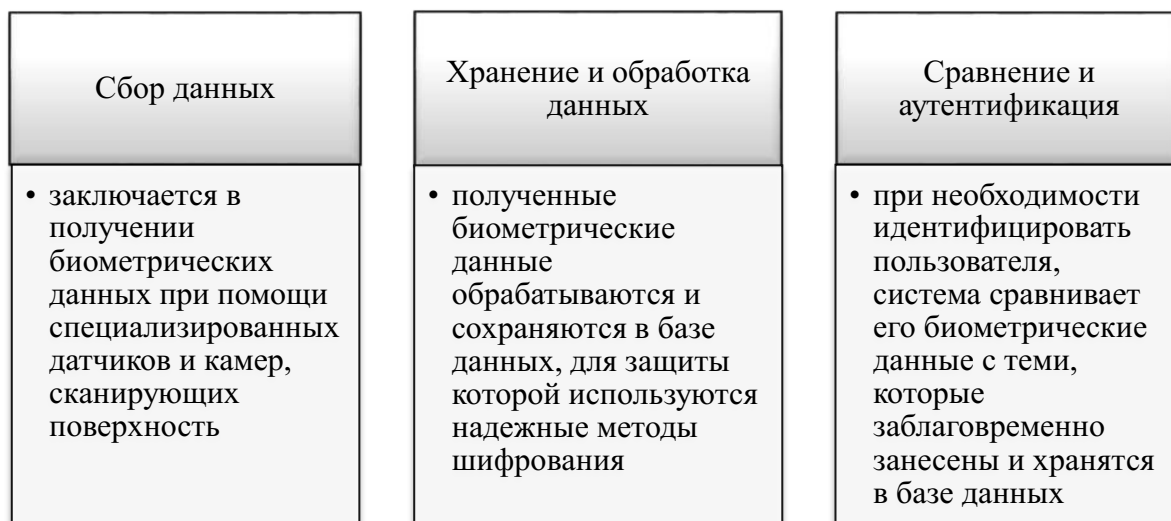


Рисунок 1 – Этапы работы биометрических систем

Процесс сбора и обработки биометрических данных в России регулируется на законодательном уровне, и должен соответствовать следующим принципам:

- целевое ограничение (биометрические данные должны использоваться только для тех целей, для которых они были собраны);
- безопасность (операторы биометрических данных обязаны обеспечивать их адекватную защиту от несанкционированного доступа, утечки или модификации);
- прозрачность (субъекты данных имеют право знать, какие их биометрические данные обрабатываются и как они используются) [1].

В условиях цифровой экономики биометрические технологии находят широкое применение на железнодорожном транспорте и являются инструментом совершенствования управления перевозочным процессом. Прежде всего позволяют оптимизировать и обеспечить высокий уровень точности идентификации личности, основываясь на уникальности биометрических данных каждого человека. В 2025 году проходит апробацию проект, являющийся продуктом коллаборации ОАО «РЖД», Минцифры и Минтранса, направленный на введение альтернативного варианта подтверждения личности пассажиров посредством биометрии. Биометрическую проверку тестируют на поездах дальнего следования, при этом пассажиру предоставляется право выбора традиционного паспортного контроля с предъявлением бумажного или электронного билета.

В свою очередь стоит заметить, традиционные методы контроля увеличивают общее время оборота подвижного состава, а также могут являться недостаточно удобными в применении, по сравнению с биометрической идентификации. Такой вид идентификации, интегрированный в единую цифровую платформу (например, с использованием Единой биометрической системы РФ), позволяет осуществить посадку пассажиров значительно быстрее. Пассажир, предварительно сдавший биометрические данные, проходит контроль за секунды, что напрямую оптимизирует технологический график работы станций и поездов, повышая пропускную способность узлов.

Не менее важным аспектом является применение биометрии для управления персоналом, задействованным в перевозочном процессе. Контроль доступа в служебные помещения, диспетчерские центры, кабины подвижного состава, а также фиксация времени начала и окончания работы через биометрические терминалы повышают дисциплину, обеспечивают неотвратимость учета и предотвращают «человеческий фактор» при

формировании табеля. Это способствует росту ответственности и прозрачности управления трудовыми ресурсами.

Таким образом, биометрическая проверка позволит сократить время посадки на поезд, исключить случаи отказа в посадке, вследствие отсутствия документов у пассажира, предотвратить случаи мошенничества и повысить безопасность перевозок. Однако, повсеместное внедрение биометрической идентификации на железнодорожном транспорте сопряжено с большими финансовыми вложениями: дооснащение вагонов поездов планшетными компьютерами, камерами с детальной идентификацией для распознавания лиц, закупка соответствующего программного обеспечения, а также обеспечение станций высокоскоростным и стабильным доступом в интернет [3].

В перспективе применение биометрических технологий на железнодорожном транспорте станет важнейшим шагом к цифровизации транспортной отрасли и обеспечению комфортных и безопасных перевозок пассажиров. Их внедрение ведет к оптимизации пассажирских и кадровых потоков, значительному повышению уровня безопасности и созданию принципиально нового качества транспортной услуги – быстрой, комфортной и персонализированной.

#### **Список литературы:**

1. Об осуществлении идентификации и (или) аутентификации физических лиц с использованием биометрических персональных данных, о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации и признании утратившими силу отдельных положений законодательных актов Российской Федерации (с изменениями и дополнениями): Федеральный закон N 572-ФЗ от 29.12.2022 г. Доступ из справ.-правовой системы «Гарант»
2. Что такое биометрия // ГосУслуги: [сайт] URL: <https://www.gosuslugi.ru/help/faq/biometrics/10201> (дата обращения: 02.12.2025)
3. Биометрия выходит на перрон // Официальный сайт ОАО «РЖД»: [сайт]. URL: <https://companu.rzd.ru/ru/9401/page/78314?id=210834> (дата обращения: 02.12.2025).

#### **Умные технологии на железной дороге: управление перевозками**

*Шальнов Антон Сергеевич, Токарева Екатерина Евгеньевна,  
студенты  
НИПС-филиал ПривГУПС  
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

*Стоянова Ольга Федоровна,  
преподаватель  
НИПС-филиал ПривГУПС  
г. Нижний Новгород, Российская Федерация*

**Аннотация:** В статье рассматриваются основные направления развития железнодорожного транспорта в России, включая цифровизацию, внедрение искусственного интеллекта, экологические тенденции и инфраструктурные проекты.

**Ключевые слова:** железнодорожный транспорт, цифровизация, инновации, инфраструктура, устойчивое развитие, искусственный интеллект.

#### **Введение**

Железнодорожный транспорт является одной из наиболее стратегически значимых отраслей в экономике любой страны. Он обеспечивает не только перевозку грузов и пассажи-

ров, но и играет важную роль в формировании единого экономического пространства, развитии регионов и обеспечении национальной безопасности. В условиях XXI века на первый план выходят новые тенденции, связанные с цифровизацией, экологической устойчивостью и необходимостью повышения эффективности транспортных процессов.

Мировая транспортная система переживает период активной трансформации. Железнодорожные компании всё чаще внедряют инновационные технологии управления, ориентированные на автоматизацию и повышение уровня безопасности. Будущее железнодорожного транспорта в России напрямую зависит от способности интегрировать современные технологии в существующую инфраструктуру и адаптироваться к вызовам цифровой эпохи.

### **Современное состояние железнодорожного транспорта**

Железнодорожная сеть России — одна из крупнейших и наиболее разветвлённых транспортных систем в мире. Она охватывает более 85 тысяч километров путей, соединяющих все экономические регионы страны и обеспечивая стратегическую связь между Европейской частью России, Сибирью и Дальним Востоком. Железные дороги играют ключевую роль в обеспечении единого экономического пространства государства, а также в поддержании внутренней и внешней торговли. По данным отраслевых исследований, на долю железнодорожного транспорта приходится свыше 45% общего грузооборота страны и около 30% пассажиропотока, что подтверждает его значимость для национальной экономики.

Несмотря на масштаб и стратегическое значение отрасли, железнодорожный транспорт России сталкивается с рядом системных проблем. Среди наиболее острых из них можно выделить высокий уровень физического и морального износа подвижного состава и инфраструктуры, неравномерное развитие региональных сетей, а также необходимость модернизации систем управления движением. Большая часть путей и станций была построена в XX веке и требует капитального ремонта или полной реконструкции. Особенно актуальной остаётся проблема обновления сортировочных и пассажирских узлов, внедрения современных автоматизированных систем управления, цифровых платформ учёта и мониторинга перевозок.

В то же время железнодорожный транспорт России обладает значительным потенциалом и рядом конкурентных преимуществ. К ним относятся высокая пропускная способность, надёжность перевозок, энергоэффективность и устойчивость к климатическим условиям. Железная дорога является наиболее экологически безопасным видом наземного транспорта, что особенно важно в контексте перехода к «зелёной» экономике и снижению углеродного следа. Её интеграция с другими видами транспорта — автомобильным, морским и авиационным создаёт предпосылки для формирования единого логистического пространства страны. Современные тенденции развития отрасли связаны с цифровизацией процессов, внедрением интеллектуальных транспортных систем и использованием инновационных технологий. Особое внимание уделяется созданию высокоскоростных магистралей, развитию сети контейнерных перевозок и повышению уровня сервиса для пассажиров. Всё это делает железнодорожный транспорт важным фактором экономического роста и пространственного развития России, а также усиливает его роль в глобальных логистических цепочках. [1, с.1-6]

### **Цифровизация и интеллектуальные технологии**

Одним из ключевых направлений модернизации железнодорожного транспорта является цифровизация. Этот процесс представляет собой комплексное внедрение информационно-коммуникационных технологий во все сферы деятельности отрасли — от планирования и организации перевозок до технического обслуживания инфраструктуры и подвижного состава. Цифровизация позволяет повысить эффективность управления транспортными потоками, улучшить качество обслуживания клиентов и снизить эксплуатационные издержки.

На сегодняшний день активно внедряются системы интеллектуального управления движением поездов, цифровые платформы для учёта грузов и пассажиров, а также технологии предиктивной аналитики, позволяющие прогнозировать технические неисправности и предот-

вращать аварийные ситуации. Такие решения обеспечивают повышение безопасности движения, сокращение простоев подвижного состава и оптимизацию графиков работы локомотивных бригад.

Примером успешного внедрения цифровых решений является проект «Цифровая железная дорога», который реализуется в рамках стратегии цифровой трансформации ОАО «РЖД». Его цель — создание единой информационной среды, объединяющей инфраструктуру, подвижной состав, операторов, грузоотправителей и пассажиров. На основе этой платформы формируются сквозные цифровые цепочки поставок, обеспечивающие прозрачность и управляемость транспортных процессов на всех этапах.

Использование технологий искусственного интеллекта (ИИ), машинного обучения и анализа больших данных позволяет в реальном времени отслеживать состояние путей, контролировать движение поездов и диагностировать технические параметры локомотивов. Это способствует повышению точности планирования ремонтов, рациональному распределению ресурсов и своевременному реагированию на внештатные ситуации.

Особое значение в рамках цифровизации имеет внедрение цифровых двойников объектов железнодорожной инфраструктуры — виртуальных моделей станций, путей, мостов и тоннелей. Эти модели дают возможность проводить моделирование рабочих процессов, прогнозировать поведение систем в различных условиях и выбирать оптимальные решения без необходимости вмешательства в реальную инфраструктуру. Применение цифровых двойников повышает точность планирования, ускоряет согласование проектных решений и значительно сокращает расходы на обслуживание и ремонт. [2, с.1-4]

#### **Перспективы внедрения искусственного интеллекта**

Искусственный интеллект (ИИ) является одним из ключевых инструментов, формирующих будущее транспортной отрасли. В железнодорожном транспорте ИИ находит всё более широкое применение — от управления движением поездов до прогнозирования технического состояния оборудования. Интеллектуальные алгоритмы позволяют автоматизировать процессы анализа данных, диагностики неисправностей, а также обеспечивать безопасность движения.

Современные системы, основанные на технологиях машинного обучения и нейронных сетей, уже сегодня используются для обработки информации, поступающей с многочисленных датчиков и видеокамер, установленных на локомотивах и вдоль путей. ИИ способен распознавать образы, фиксировать отклонения от нормы и в реальном времени передавать данные о возможных неисправностях оператору. Это обеспечивает оперативное реагирование на потенциальные угрозы и снижает риск аварийных ситуаций.

Перспективы внедрения искусственного интеллекта в железнодорожный транспорт чрезвычайно широки. В ближайшие годы планируется развитие систем автоматизации диспетчерского управления, создание интеллектуальных платформ для прогнозирования износа оборудования и оптимизации маршрутов движения. Особое внимание уделяется проектам по разработке полностью автономных поездов, способных двигаться без участия человека, используя данные с датчиков, спутниковых систем и цифровых карт. Такие решения уже проходят испытания в ряде стран и в перспективе 10–15 лет могут быть внедрены и в России на отдельных высокоскоростных магистралях.

Использование ИИ способствует значительному повышению уровня безопасности перевозок. Системы машинного зрения способны отслеживать препятствия на путях, контролировать состояние стрелочных переводов и сигналов, а также анализировать действия машинистов. В случае возникновения опасной ситуации система автоматически подаёт сигнал тревоги или выполняет аварийное торможение. Благодаря этому значительно снижается влияние человеческого фактора, повышается надёжность управления и минимизируется риск чрезвычайных происшествий. [3, с.1-4]

## **Развитие инфраструктуры и логистических систем**

Эффективность железнодорожного транспорта во многом зависит от состояния и уровня развития инфраструктуры. Для России, обладающей одной из крупнейших территорий в мире, особое значение имеет развитие транспортных коридоров, обеспечивающих устойчивую связь между Европой и Азией. Эти маршруты не только способствуют развитию внутреннего рынка, но и формируют транзитный потенциал страны, укрепляя её позиции в международной торгово-логистической системе.

Одним из ключевых направлений инфраструктурного развития является строительство высокоскоростных железнодорожных магистралей. Реализация проектов Москва – Санкт-Петербург и Москва – Казань позволит существенно сократить время в пути между крупнейшими экономическими центрами страны, повысить привлекательность железнодорожных перевозок для пассажиров и создать новые возможности для деловой активности. В долгосрочной перспективе такие магистрали могут стать основой для формирования единой высокоскоростной сети, охватывающей значительную часть территории России и интегрированной с транспортными системами сопредельных государств.

Не менее важным направлением является модернизация логистических центров, терминалов и станционных комплексов. Внедрение автоматизированных систем управления грузопотоками, технологий цифрового учёта и интеллектуальных решений в области «умной логистики» позволяет значительно повысить эффективность транспортных операций, снизить издержки и ускорить обработку грузов. Автоматизированные склады и роботизированные сортировочные комплексы обеспечивают точность учёта и минимизируют влияние человеческого фактора.

Создание мультимодальных транспортных узлов, объединяющих железнодорожный, автомобильный, морской и авиационный транспорт, является важным шагом в направлении комплексного развития транспортной системы России. Такие центры обеспечивают бесперебойную интеграцию различных видов транспорта, сокращают время перевалки грузов и повышают конкурентоспособность российских логистических маршрутов. В результате формируется современная инфраструктура, способная удовлетворять растущие потребности экономики и способствовать укреплению позиций России как ведущего транзитного государства между Европой и Азией. [5, с. 1-50]

### **Проблемы и риски реализации будущих проектов**

Несмотря на очевидные преимущества и стратегическую значимость железнодорожного транспорта, его развитие сопровождается целым рядом рисков и ограничений. Одним из наиболее существенных факторов, сдерживающих модернизацию отрасли, остаётся недостаточное финансирование инновационных проектов. Обновление инфраструктуры, внедрение цифровых платформ и реализация программ по повышению энергоэффективности требуют значительных инвестиций, которые не всегда удаётся обеспечить за счёт существующих бюджетных и корпоративных источников. В результате часть перспективных инициатив замедляется или реализуется в ограниченном объёме.

Ещё одной серьёзной проблемой является кадровый дефицит. Железнодорожная отрасль традиционно опирается на инженерно-технические специальности, однако в последние годы наблюдается отток молодых специалистов, а также недостаток кадров, владеющих современными IT-технологиями. Отсутствие квалифицированных инженеров, программистов и системных аналитиков затрудняет внедрение автоматизированных и цифровых решений в управление перевозками, техническое обслуживание и логистику.

Не менее значимым вызовом остаётся высокая стоимость модернизации инфраструктуры. Обновление подвижного состава, реконструкция станций и строительство новых магистралей требуют долгосрочного планирования и значительных финансовых ресурсов. При этом сроки окупаемости подобных проектов нередко растягиваются на десятилетия, что делает их реализацию сложной с точки зрения инвестиционной привлекательности.

Отдельного внимания заслуживает вопрос кибербезопасности. С увеличением объёма цифровых данных и расширением использования автоматизированных систем управления растут риски несанкционированного доступа, утечек информации и кибератак. Для защиты критически важной инфраструктуры необходимо внедрение комплексных систем информационной безопасности, а также разработка нормативных стандартов, регулирующих защиту данных в транспортной отрасли.

Особую роль в обеспечении устойчивого развития железнодорожного транспорта играет подготовка специалистов нового поколения. Современные условия требуют интеграции знаний в области ИТ, автоматизации, робототехники и инженерного проектирования. Образовательные учреждения и компании должны активно сотрудничать в подготовке кадров, способных работать с цифровыми платформами, системами предиктивной аналитики и интеллектуальными транспортными решениями. Без комплексного кадрового обновления будет крайне сложно реализовать масштабные программы цифровизации и обеспечить конкурентоспособность отечественной железнодорожной отрасли на мировом уровне. [6, 1-36]

### Список литературы:

1. Железнодорожный транспорт в России // Википедия. — Режим доступа: <https://clck.ru/3R4tXj> (дата обращения: 05.12.2025)
2. Романчиков А. М., Гросс В. А., Ефанов Д. В. Цифровизация железнодорожного транспорта в России // CyberLeninka. — <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovizatsiya-zheleznodorozhnogo-transporta-v-rossii>
3. Токарева М. В., Мавланов А. А. Цифровизация железнодорожного транспорта // Central Asian Academic Journal of Scientific Research, 2022. — <https://clck.ru/3R4tjr> (Дата обращения: 07.12.2025)
5. Никифоров В. В., Никифорова Г. И. Цифровизация железнодорожного транспорта с участием операторских компаний // Известия Петербургского университета путей сообщения. — Анализ взаимодействия РЖД с операторами в цифровой среде. Режим доступа: <https://clck.ru/3R4uEX> (Дата обращения: 06.12.2025)
6. Проблемы и перспективы развития железнодорожного транспорта в России // CyberLeninka (PDF-статья). — Общий анализ развития отрасли, вызовы и точки роста. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-i-perspektivy-razvitiya-zheleznodorozhnogo-transporta-v-rossii/viewer>

### Цифровые пассажирские решения

**Широбокова Александра Александровна**  
студент

*Лискинского техникума железнодорожного транспорта  
им. И.В. Ковалева (ЛТЖТ – филиала РГУПС),  
г. Лиски, Российская Федерация*

**Косинова Ирина Викторовна**  
преподаватель

*Лискинского техникума железнодорожного транспорта  
им. И.В. Ковалева (ЛТЖТ – филиала РГУПС),  
г. Лиски, Российская Федерация*

**Аннотация:** в статье рассмотрены современные цифровые технологии организации пассажирских перевозок на железнодорожном транспорте.

**Ключевые слова:** цифровизация; мультимодальность, сервис.

В Российской Федерации цифровизация транспортной отрасли является одной из ключевых задач на период до 2030 года. Внедрение цифровых технологий распространяется на все виды транспорта в целях установления возможности переориентирования потока грузов и пассажиропотока с одного вида транспорта на другой [1, I п.2].

Транспортный комплекс обеспечивает географическую связанность территорий страны и экономическую связанность всех отраслей экономики.

Отрасль транспорта и логистики в целом демонстрирует высокие темпы цифровой трансформации: применяются различные новые бизнес-модели, в сфере пассажирских перевозок, работают платформы-агрегаторы, которые в грузовых перевозках только развиваются.

Платформы-агрегаторы – это онлайн-сервисы, которые обеспечивают цифровое решение по оформлению билетов на все виды транспорта, а также оформление дополнительных туристических услуг.

В сферах пассажирских перевозок и почты широко используются цифровые каналы взаимодействия с потребителями. При этом в цифровой инфраструктуре отрасли отмечаются высокий уровень проникновения широкополосного доступа в информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет», мобильной связи и высокий уровень развития центров хранения и обработки больших массивов данных, достаточные для внедрения и развития современных цифровых решений [2].

В ОАО «РЖД» создан центр компетенций по реализации и развитию цифровых сервисов в пассажирском комплексе – ООО «РЖД – Цифровые пассажирские решения», который является и оператор транспортной платформы.

Мультимодальная платформа «Инновационная мобильность» – это проект цифровой пассажирской инфраструктуры, позволяющий планировать, бронировать и оплачивать пассажирские перевозки в формате «от двери до двери». На платформе можно оформить билеты на все виды транспорта: железнодорожный, авиатранспорт, билеты на автобусы, водный транспорт и поезда «Аэроэкспресс», а также дополнительные услуги, в том числе страхование (рис. 1).

Цифровые технологии реализуются на уровне передовых компаний транспортной отрасли отдельных регионов Российской Федерации, поэтому в некоторых регионах наблюдается низкий уровень интеграции цифровых решений или ИТ-систем.

В целях активизации работы по цифровизации транспортной сферы государственные корпорации и компании с государственным участием в транспортной отрасли разрабатывают стратегии цифровой трансформации со сроками реализации в 2025 - 2030 годах [2].



Рисунок 1 – Возможности платформы «Инновационная мобильность»

Министерство транспорта РФ в рамках стратегического проекта «Зеленый цифровой коридор пассажира» с 2024 года внедряет и тестирует технологию оплаты по геолокации.

Оплата проезда по геолокации (OpenLoop) – это безбарьерная система, основанная на сопоставлении данных геолокации транспортного средства и смартфона пассажира.

Технология внедряется на региональном общественном транспорте и в пригородном сообщении.

Приложение «ПроТранспорт» (рис. 2) определяет местоположение пользователя и через сервер связывается с метками на транспортных средствах, выявляя ближайшие автобусы, трамваи или электрички.



Рисунок 2 – Мобильное приложение «ПроТранспорт»

Пассажиру достаточно выбрать подходящий вариант и нажать кнопку «Оплатить», после чего средства списываются автоматически.

Приложение «ПроТранспорт» уже успешно работает в Казани, Нижнем Новгороде, Калининграде. С конца 2024 года воспользоваться им можно в Ростовской области, Краснодарском и Ставропольском краях, а также в республиках Кабардино-Балкария, Карачаево-Черкесия, Северная Осетия – Алания и Дагестан.

В настоящее время через приложение можно оформить билеты на поезда дальнего следования и пригородные маршруты, межрегиональные автобусы, речной транспорт и авиарейсы. Также там есть расписания следования транспорта, тарифы, информация о перевозчике и маршрутах по всем видам транспорта.

Система распознает льготные категорий граждан с использованием банковской карты, как идентификатора льготника, что существенно повышает удобство и комфорт поездки для пассажира.

Сервис в пассажирском сегменте постоянно совершенствуется. Так, появилась возможность онлайн-оформления ряда услуг – от провоза животных до заказа еды к поезду. Заработал сервис «Лист ожидания», который позволяет оставить заявку на покупку билета в поезде, где места уже распроданы, но могут появиться, если кто-то откажется от билета или будут добавлены дополнительные вагоны [3].

На новый уровень обслуживания выходят также мультимодальные перевозки пассажиров с применением информационно-навигационных технологий.

Мультимодальные маршруты – это маршруты, которые строятся с использованием разных видов транспорта. Например, метро и автобус или электропоезд и метро. Приложение «ПроТранспорт» включает сервисы для построения маршрутов, в том числе мультимодальных, позволяют составить несколько маршрутов и выбрать из них оптимальный, исходя из

предпочтений по разным характеристикам: стоимость поездки, время, количество пересадок и др. Это одна из базовых потребностей пассажира при организации поездки.

Для планирования путешествий в ОАО «РЖД» создан удобный сервис бронирования путешествий Travel.rzd.ru. Сервис позволяет бронировать отели, выбирать экскурсии и туры. Безопасная платежная система надежно защищает данные клиентов. Консультанты платформы круглосуточно на связи и готовы помочь с бронированием отелей, экскурсий и туров, а также ответить на вопросы во время путешествия [4].

С сентября 2025 года ООО «РЖД – Цифровые пассажирские решения» вошло в Единый федеральный реестр туроператоров. Ранее компания действовала лишь как агент, продавая услуги сторонних туроператоров [5].

При внедрении цифровых сервисов в процессы оказания транспортных услуг в электронной форме, в том числе государственных и муниципальных услуг, и создании или развитии информационных систем предусматривается использование инфраструктуры электронного правительства, в частности Единого портала государственных и муниципальных услуг (ЕПГУ), Единой системы идентификации и аутентификации (ЕСИА), Системы межведомственного электронного взаимодействия, а также подписание документов Электронными подписями.

#### **Список литературы:**

1. Распоряжение Правительства РФ от 3 ноября 2023 г. № 3097-р «Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации транспортной отрасли РФ до 2030 г» – Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/407851313/>

2. Статья «Стратегия развития транспортной отрасли РФ – цифровые аспекты» от 02.12.2021г. – Режим доступа: <https://d-russia.ru/strategija-razvitija-transportnoj-otrasli-rf-cifrovye-aspekty.html>

3. Статья «РЖД развивают пассажирские сервисы – от покупки билета до заказа еды к поезду» от 18.11.2025г. – Режим доступа: <https://rzddigital.ru/events/rzhd-razvivayut-passazhirskie-servisy-ot-pokupki-bileta-do-zakaza-edy-k-poezdu/>

4. Статья «Платформа путешествий. Какие современные технологии и решения внедряет «Инновационная мобильность» Алексей Алеев от 04.08.2025г. – Режим доступа: <https://rzddigital.ru/projects/platforma-puteshestviy/>

5. Статья «Компания «РЖД – Цифровые пассажирские решения» получила статус туроператора» от 10.09.2025г. – Режим доступа: <https://rzddigital.ru/events/kompaniya-rzhd-tsifrovye-passazhirskie-resheniya-poluchila-status-turoperatora/>