



РОСЖЕЛДОР
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Ростовский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВО РГУПС)

Научно-техническая библиотека

ДАЙДЖЕСТ
Перспективные технологии развития
отрасли железнодорожного транспорта
II КВАРТАЛ 2025



Ростов-на-Дону

Составитель: главный библиотекарь НТБ О.П. Сокирка

Оглавление

Нелинейная обработка сигналов в АЛСН для подавления импульсных помех	5
Внедряем цифровую автоматику.....	7
Представлен прототип самого быстрого поезда в мире.....	10
Первый в мире поезд из углеродного волокна.....	10
Перспективы применения технологии OTN на сети связи железнодорожного транспорта.....	11
Беспилотные монорельсовые поезда на суперконденсаторах.....	14
Комплекс для мониторинга и тестирования сетей подвижной радиосвязи....	15
Первая автоматизированная система перевозки грузов на магнитном подвесе.....	18
Новые подходы к исследованию антиобледенения контактного провода	19
Цифровая увязка станционной инфраструктуры и локомотива по радиоканалу	21
Компания Mitsubishi изготовит поезда на шинном ходу	23
Проект рельсового автобуса, полностью изготовленного методом 3D-печати.....	24
Перспективы развития технологии технического обслуживания грузовых поездов в современных условиях	25
Цифровое вагонное депо Люблино: новые технологии и роботизация процессов	27
Инновационные пассажирские вагоны пошли в серийное производство	29
«РМ РЕЙЛ» получила сертификат РСФЖТ на вагон-цистерну для азотной кислоты.....	31
На основе современных технологий и интенсификации	32
О развитии вагонного комплекса и перспективах автоматизации производственных процессов технического обслуживания грузовых вагонов.....	33
Методы испытаний бортовых систем технического зрения	37
Передовые технические решения при строительстве паровых локомотивов	39
Первый тепловоз ТЭП70БС для дизель-поезда	40
Технология вождения поездов «виртуальная сцепка»	42
Создание хоппер-дозаторов нового поколения	44

Испытания нового вагона.....	46
Для подтверждения надежности.....	47
О перспективах разработки и применения технологии искусственного интеллекта при реализации транспортно-логистических задач в сфере грузовых перевозок	48
Новый способ увеличения пропускной способности.....	51
Выбор параметров рельсовых цепей для ВСЖМ-1	53
Пролетные строения для мостовых переходов ВСМ	55
Получен сертификат	58
Разработаны поезда для железнодорожного туризма в Китае	59
Тепловоз ТЭМ 23 для работы на цифровой станции в режиме «Автомашинист».....	60
Создается «цифровой формуляр изделия»	62
Развитие железнодорожных пассажирских перевозок по технологии «PUSH-PULL»	63
Технические решения для эксплуатации соединенных пассажирских поездов	66
Совершенствование технологии контроля и оценки состояния бесстыкового пути	69
Обследования подводных частей опор с применением телеуправляемых аппаратов.....	72
Автоматическая система лубрикации рельсов в составе грузовых поездов...	74
Использование поезда на водородном топливе для снижения загрязнения окружающей среды	76
Инновационные технологии в транспортной системе	79
Проблематика внедрения искусственного интеллекта как нейропомощника на примере ОАО «РЖД»	81
На железных дорогах Нидерландов пустят роботизированную систему для наплавки рельсов.....	84
Использование методов машинного обучения для решения задачи энергооптимального движения поезда	85
Реализация проекта ВСЖМ-1 Москва – Санкт-Петербург и содержание участков скоростного и высокоскоростного движения	88
Применение технологии неразрушающего контроля на подвижном составе и перспективы ее развития	89

Система дистанционного видеоконтроля при движении вагонами вперед....	93
Системы интеллектуальной видеоаналитики для повышения безопасности на железнодорожном транспорте	96
Улучшение показателей эффективности тормозного оборудования на грузовых вагонах.....	100
Предупреждение предразрывного состояния рельсовой плети магнитным методом	103
Обследование пролетных строений мостов с применением защищенного БОЛА и системы машинного зрения	105
Две базовые концепции в мировой истории развития высокоскоростных электропоездов	108

Нелинейная обработка сигналов в АЛСН для подавления импульсных помех

Авторы Юсупов Р.Р., Хохрин А.С.

Из 85,6 тыс. км магистральных железных дорог России около 74 % оборудовано автоблокировкой и автоматической локомотивной сигнализацией непрерывного типа АЛСН. Рост скоростей движения и веса поездов, организация движения по системе многих единиц приводят к увеличению тягового тока в рельсах и, как следствие, ухудшению помеховой обстановки в канале АЛСН.

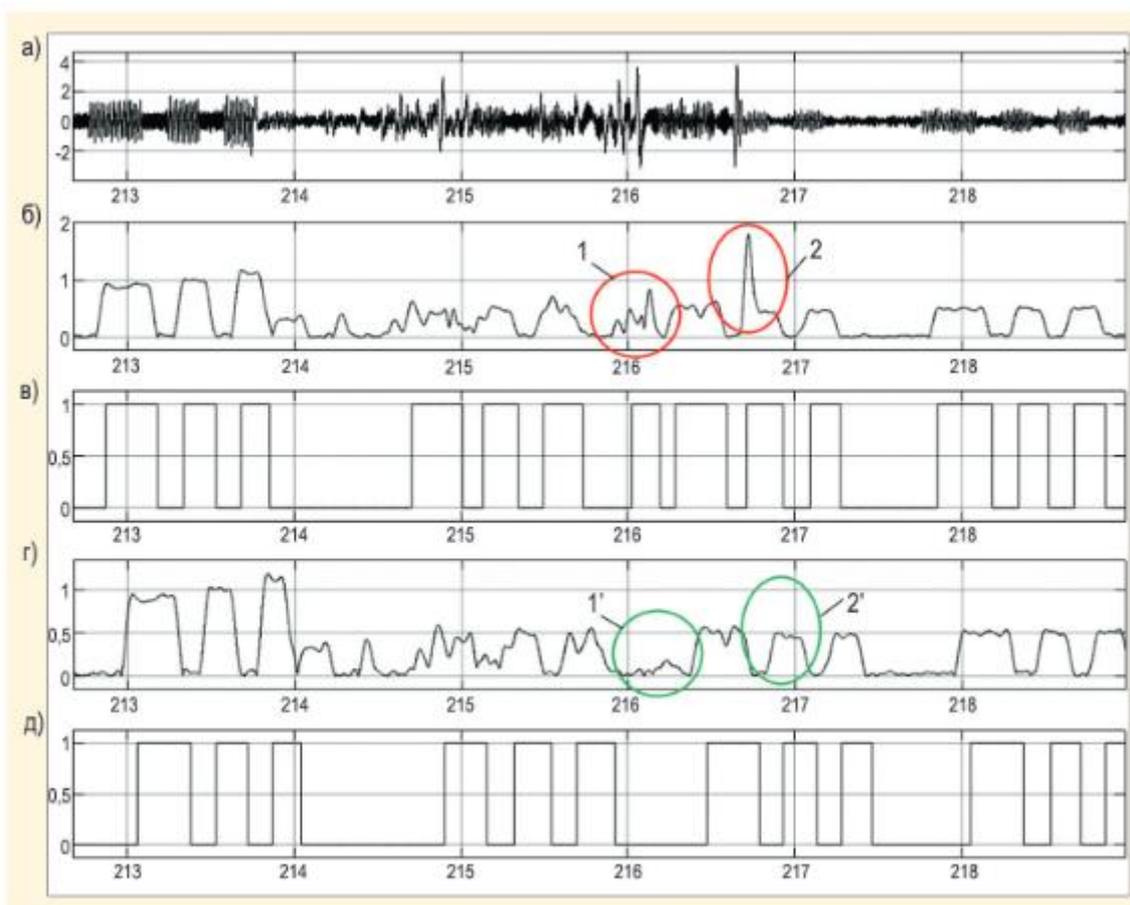
На участках дорог с электротягой постоянного тока к существенным искажениям сигналов АЛСН приводят импульсные помехи. Основной причиной их возникновения является скачкообразное изменение абсолютной величины тягового тока при наличии и асимметрии приемного тракта канала АЛСН. Изменения величины тягового тока в рельсах под локомотивными приемными катушками возникают в районах изолирующих стыков, стрелочных переводов, пересечения проводов контактной сети, а также в результате изменения режима работы тяговых двигателей (переключения схем управления двигателями, «наборе» и «сбросе» позиций контроллера машиниста) и подпрыгивания отдельных колес локомотива, вызывающих резкое изменение сопротивления «колесо-рельс» и перераспределение тягового тока в рельсовых нитях. Искажение сигналов АЛСН из-за помех приводит к сбоям в ее работе. Повысить устойчивость работы сигнализации можно за счет уменьшения влияния помех путем повышения помехоустойчивости локомотивного приемника.

Для повышения помехоустойчивости в условиях воздействия негауссовых (импульсных, гармонических) помех предлагаем использовать нелинейное преобразование сигнала в локомотивном приемнике АЛСН. При воздействии импульсной помехи на полосовой фильтр приемника реакция фильтра описывается процессом типа ударного возбуждения контура. В этом случае блок нелинейного преобразования (БНП) в приемнике может представлять собой идеальный амплитудный ограничитель (АО), входящий в состав известной схемы ШОУ (широкая полоса – амплитудный ограничитель – узкая полоса).

Помимо АО для подавления импульсной помехи эффективным решением может стать применение БНП в виде блокирующего устройства (БУ), полностью отключающего приемный тракт во время действия импульсной помехи. Эффективность подавления импульсной помехи БНП оценивается путем обработки записи сигнала и помех с локомотивных приемных катушек, зарегистрированной во время реальной поездки. Для этого воспользуемся разработанной в среде имитационного моделирования Simulink моделью квадратурного приемника (КП) сигналов АЛСН, в которой был реализован БНП. Запись сигнала и помех подается одновременно на вход моделей двух приемников: первый – КП без БНП, второй – КП с БНП.

Эффективность подавления импульсной помехи в них оценивается визуально по средством многоканального осциллографа. Осциллограммы, демонстрирующие процесс и результат обработки записи, приведены на рисунке. На всех осциллограммах по оси абсцисс отложено время в секундах, по оси ординат – напряжение сигнала в вольтах. Осциллограмма фрагмента подаваемой на вход приемников записи, содержащей смесь сигнала АЛСН (КК «3») и импульсных помех, возникших при проезде стрелки, показана на рисунке а. По ней видно, что пачкой импульсов помехи поражены как импульсы, так и интервалы сигнала.

Осциллограмма выделенной в КП огибающей сигнала АЛСН представлена на рисунке б. На ней видно, что импульсы помехи вызвали выбросы огибающей. Выбросы в длинном интервале КК, обозначенные фигурой 1, имеют амплитуду, сопоставимую с амплитудой огибающей. Выброс в первом импульсе КК, обозначенный фигурой 2, имеет амплитуду, более чем в три раза превышающую амплитуду огибающей. В результате, как показывает осциллограмма на рисунке в, на выходе КП возник ложный импульс в длинном интервале сигнала.



Применение БНП в составе КП позволило в значительной степени подавить импульсы помехи за счет их бланкирования в интервале сигнала (рис. г, фигура 1') и амплитудного ограничения в импульсе сигнала (рис. г, фигура 2'). В первом случае это позволило предотвратить появление ложного

импульса на выходе КП с БНП, а во втором – сгладить огибающую, приведя амплитуду пораженного помехой второго импульса КК к амплитудам соседних импульсов (рис. д).

Представленные осциллограммы демонстрируют эффективность применения нелинейных преобразований сигнала в виде бланкирования и амплитудного ограничения в борьбе с импульсной помехой в канале АЛСН. Подавитель импульсных помех может быть использован при модернизации уже существующих или разработке новых приемников сигналов АЛСН в микропроцессорных локомотивных устройствах безопасности, а также путевых приемников сигналов числовых кодовых рельсовых цепей.

https://elibrary.ru/download/elibrary_80437823_71432473.pdf

Внедряем цифровую автоматику

Автор Хромушкин К.Д.

Дивизион ЖАТ обладает полным портфелем устройств и систем железнодорожной автоматики и телемеханики, начиная от напольного оборудования и заканчивая высокоинтеллектуальными системами управления перевозками верхнего уровня. Унифицированные платформенные решения позволяют реализовать сложные специфические технические решения для нужд любого заказчика.

Универсальная безопасная технологическая Платформа 2.0 разработана для автоматизации промышленности. Это первое подобное цифровое решение, имеющее гибкую архитектуру аппаратных и программных средств и применяющее различные типы компонентов. Платформа создана полностью на отечественных компонентах и программном обеспечении, которое входит в «Реестр российского ПО». Платформа 2.0 соответствует самому высокому уровню промышленной безопасности УПБ 4, а также международным стандартам безопасности SIL 4. В нее встроены функции диагностики, а также подсистема киберзащиты. Она легла в основу новой цифровой системы централизации МПЦ-ЭЛ-20, принятой в постоянную эксплуатацию на станции Пантелеево Северной дороги в октябре прошлого года. Разработка победила в номинации «Цифровая независимость» всероссийской технологической премии «Компания будущего». Она выделяет отечественные компании, задающие тренды развития всей индустрии, подчеркивая стремление Нацпроектстроя к технологическому суверенитету.

Для систем МПЦ, построенных на базе Платформы 2.0, разработан подключаемый программный модуль, реализующий функции системы счета осей. Решение позволяет интегрировать логику контроля состояния участков пути с логикой централизации в рамках единого управляющего вычислительного комплекса УВК без использования промежуточных решающих устройств.

Преимущества такого решения: сокращение объемов постового обслуживаемого вычислительного оборудования, как следствие, сокращение номенклатуры ЗИП; повышение надежности подсистемы контроля состояния

участков за счет использования резервированного УВК; высокая гибкость подсистемы счета осей, масштабируемость путем увеличения количества шлюзов без необходимости настройки дополнительных электронных модулей счета; удобство эксплуатации в плане диагностики и конфигурирования. В качестве неотъемлемой части комплексного решения стоит отметить последнюю инновационную разработку ГК НПС – интеллектуальную систему диспетчеризации и управления процессом перевозок ИСУПП.

Благодаря алгоритмам и использованию нейронных сетей она позволяет оптимальным образом организовать процесс управления перевозками и движение поездов на участке в зависимости от его специфики работы, назначения поездов и перевозимых грузов, фактического состояния инфраструктуры, а также поездной ситуации и требуемых объемов перевозок в различных временных интервалах. В своей основе система строит цифровую имитационную модель участка и движения различных типов подвижного состава с учетом всех динамических изменений.

Еще одним примером инновационных разработок является диспетчерская централизация нового поколения ДЦ-ЭЛ. Она дает возможность оптимальным образом руководить процессом движения поездов за счет использования модуля предиктивной аналитики поездной обстановки, предоставления всей необходимой информации о текущих ограничениях в движении. Система в своем составе имеет интегрированные линейные пункты в МПЦ, что не требует установки дополнительного оборудования и наличия «стыков». Система пущена в опытную эксплуатацию на станциях Киржач и Струнино Московской дороги.

В составе МПЦ-ЭЛ применяется подсистема технической диагностики и мониторинга (ТД-ЭЛ). Она необходима для оперативного информирования обслуживающего персонала о состоянии всех контролируемых аппаратных средств в реальном времени. ТД-ЭЛ имеет несколько вариантов исполнения в зависимости от необходимой конфигурации системы диагностики в конкретном проекте. Подсистема включена в опытную эксплуатацию на станции Апкан Дальневосточной дороги.

Большую актуальность имеет вопрос обеспечения информационной и кибербезопасности критических информационных систем инфраструктуры. С этой целью Дивизион ЖАТ работает над созданием региональных центров противодействий киберугрозам. Они позволят собирать информацию со всех имеющихся средств защиты информации и при помощи искусственного интеллекта производить агрегацию событий информационной безопасности и определять корреляцию аномалий с выдачей предупреждений и управляющих воздействий на различные СЗИ.

В рамках создания Российской системы управления и обеспечения безопасности движения поездов на ВСЖМ-1 Дивизион ЖАТ разрабатывает аппаратно-программный комплекс управления стрелочным переводом пологой марки 1/25. Длина перевода составляет 117 м. Комплекс формируется на аппаратно-программной базе МПЦ-ЭЛ-20. Изготовлен действующий

образец АПК-УПС, разработан и подключен макет стрелочного перевода 1/25. Испытания комплекса и отработка алгоритмов пройдут на Муромском стрелочном заводе.



С учетом особенностей высокоскоростного движения проект ВСЖМ-1 предусматривает адаптацию существующего и разработку нового напольного оборудования. Изготовлены опытные образцы электропривода ПВ-ЭЛ, а также устройства контроля стрелочного перевода УК-ЭЛ-3. Специалистами проработаны варианты размещения напольного оборудования на безбалластном верхнем строении пути. Тиражируемое решение будет определено на испытательном полигоне Саблино – Тосно Октябрьской дороги. Прочие напольные устройства изготавливают в полимерных корпусах; переключатели применяются с проводом, покрытым методом экструзии; токопроводящие переключатели и втулки для соединения плит БВСП выполняют из нержавеющей стали.

Кроме того, сотрудники Дивизиона ведут разработку микропроцессорной автономной переездной сигнализации АПС-ЭЛ-20. Она создается на базе платформы нижнего уровня ПНУ-20, применяемой, в том числе, в МПЦ-ЭЛ-20. Ядром системы является универсальный вычислительный модуль Мк20, выполняющий зависимости, управление и контроль переездных устройств, а также отвечающий за обмен данными с внешними микропроцессорными системами. Внедрение российских систем МПЦ-ЭЛ и МПЦ-ЭЛ-20 является фундаментальным элементом в построении многоуровневых систем управления железнодорожным транспортом. Системы служат источником и основой актуальных цифровых данных для всех систем более высокого уровня. Они обеспечивают высочайший уровень безопасности и гармонично ложатся в основу беспилотного движения на магистральном транспорте.

https://www.elibrary.ru/download/elibrary_80437826_12033517.pdf

Представлен прототип самого быстрого поезда в мире

В Пекине был представлен прототип самого быстрого поезда в мире – электропоезда CR450, который рассчитан на движение с максимальной скоростью в 450 км/ч. Сейчас он проходит ходовые испытания.



Ожидается, что он будет курсировать по новой линии Чэнду – Чунцин протяженностью 292 км на юго-западе страны. Открыть ее планируется в 2027 г. Масса поезда снижена на 10 %, а сопротивление движению – на 22 % по сравнению с поездами CR400 Fuxing, эксплуатационная скорость которых составляет 350 км/ч. Уровень шума в салоне снижен на два децибела, а пространство для размещения пассажиров увеличено на 4 %.

https://www.elibrary.ru/download/elibrary_80437833_10261971.pdf

Первый в мире поезд из углеродного волокна

В китайском городе Циндао, провинция Шаньдун, запущен в эксплуатацию первый в мире поезд, вагоны которого сделаны из углеродного волокна. Поезд Setrovo 1.0 оснащен кузовом и рамой из композитного материала из углеродного волокна, что позволило снизить вес кузова и рамы тележки на 25 и 50 % соответственно. Это снизило общий вес транспортного средства на 11 % по сравнению с обычными поездами. Потребление энергии при эксплуатации нового поезда может быть снижено на 7 %, что приведет к сокращению выбросов углекислого газа на 130 т в год. Использование материалов из углеродного волокна также укрепило кузов поезда, повысило его ударопрочность и долговечность конструкции.



Подвижной состав обладает улучшенным демпфированием вибраций и звукоизоляцией, что обеспечивает более плавный ход. Его максимальная скорость – 140 км/ч. Для поезда из углеродного волокна была разработана цифровая интеллектуальная платформа технического обслуживания SmartCare на основе цифрового двойника. Эта платформа обеспечивает интеллектуальное обнаружение неисправностей, мониторинг работоспособности в режиме реального времени и оптимизацию технического обслуживания, тем самым снижая общие затраты на ремонт.

https://www.elibrary.ru/download/elibrary_80437833_10261971.pdf

Перспективы применения технологии OTN на сети связи железнодорожного транспорта

Авторы Шмытинский В.В., Глушко В.П.

Магистральная цифровая сеть связи железных дорог строилась на основе технологии синхронной цифровой иерархии SDH (Synchronous Digital Hierarchy), которая полностью удовлетворяла потребности подразделений, обеспечивающих перевозочный процесс. Эта технология, основанная на принципах временного разделения каналов TDM (Time Division Multiplexing), отвечает требованиям по надежности и управляемости трафика. Однако изначально она разрабатывалась для передачи голосового трафика и других видов синхронных данных, поэтому не вполне подходит для эффективной передачи пакетного трафика, такого как IP, Ethernet.

Пакетный трафик является асинхронным и имеет переменную интенсивность. Для его размещения в фиксированных форматах SDH требуются дополнительные процедуры, в том числе GFP (Generic Framing Procedure) или виртуальные конкатенации (операции объединения двух или более объектов с сохранением порядка следования элементов). Проводимая в

настоящее время на первичной сети модернизация, базирующаяся на применении аппаратуры спектрального разделения каналов WDM (Wavelength Division Multiplexing), позволяет существенно повысить пропускную способность. При этом количество спектральных каналов WDM в одном оптическом волокне может варьироваться от единиц до нескольких десятков. В первых системах передачи WDM каждый сигнал определенного формата передавался на отдельных длинах волн λ_1 – λ_4 , что зачастую снижало эффект от использования оптических каналов. При этом каждый оптический канал занят сигналом определенного формата и уровня, который после демультиплексирования в приемной части аппаратуры восстанавливается в ответной части клиентского оборудования. По сути, организуются каналы «точка-точка» без возможности перекрестной коммутации в узлах сети из-за разнородности передаваемого трафика на различных длинах волн.

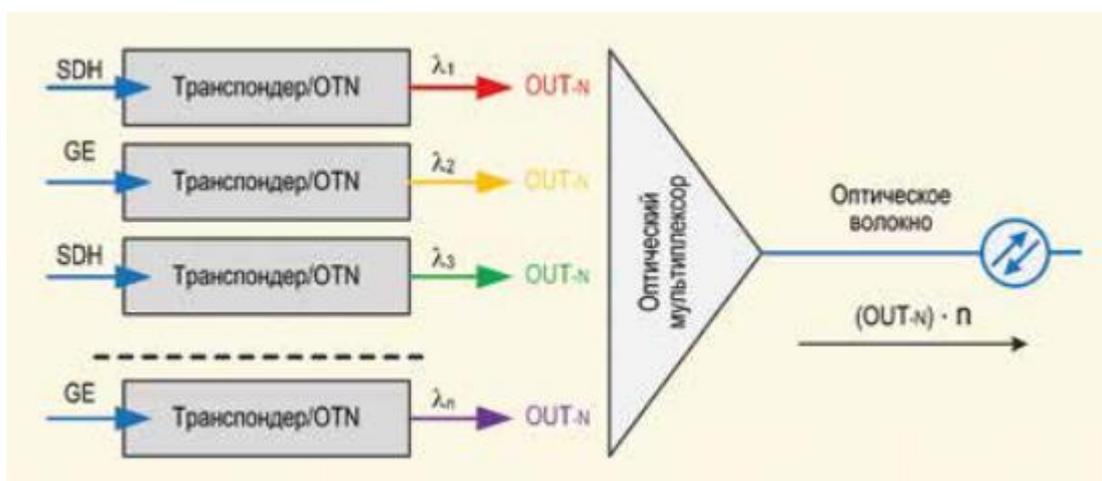
Следующий шаг в развитии систем WDM связан с возможностью дополнительного форматирования передаваемых сигналов в стандартизованные структуры, независимые от форматов передачи трафика клиентских сигналов. Такие структуры цифровых оптических сигналов используются при построении оптических транспортных сетей OTN (optical Transport Network), параметры которых стандартизованы рекомендацией ITU-TG.709. Структуры сигналов OTN формируются также, как транспортные модули STM (Synchronous Transport Module), путем упаковки оптических клиентских сигналов в блоки стандартной длины и добавления заголовков, обеспечивающих мониторинг и управление сигналами на своем, более верхнем по отношению к SDH и GEthernet, уровне.

В заголовках на специальных позициях размещается информация, которая описывает тип передаваемого клиентского трафика, дает возможность контролировать его прохождение по сети с фиксацией отклонений от нормы. Подробности формирования структур OTN достаточно подробно описаны в технической литературе.

В результате на выходе современных транспондеров сигналы формируются в оптические транспортные блоки OTU (optical Transport Unit), которые затем передаются на мультиплексор и далее в линию в виде оптического канала OCh (optical Channel). Каждый канал OCh использует отдельную длину волны в стандартизованном спектре DWDM. Таким образом, применение принципов OTN в системах передачи DWDM обеспечивает получение стандартизованных форматов оптических сигналов в оптическом тракте, несмотря на разнородный клиентский трафик. Это создает сквозной контроль и управление организованным трактом, увеличивает дальность передачи за счет использования FEC. Кроме того, дает возможность осуществлять выделение на промежуточных станциях и распределение в узлах оптических сигналов различных направлений связи путем распаковки транспортных блоков OTU разных уровней, не опускаясь до уровня клиентских сигналов.

Перечисленные особенности OTN несомненно востребованы в перспективной магистральной первичной сети связи железнодорожного транспорта, которая имеет линейно протяженную структуру с многочисленными рокадными соединениями и ответвлениями к региональным узлам.

Дальнейшее повышение эффективности использования каналов систем DWDM связано с возможностью мультиплексирования различных типов трафика (SDH, Ethernet, IP) в одном оптическом канале. То есть различные типы клиентского трафика могут передаваться в одном оптическом канале, что повышает эффективность его использования.



Использование форматов OTN в системах передачи DWDM в настоящее время является наиболее распространенным при проектировании волоконно-оптических линий. Это позволяет считать, что сети OTN развиваются и имеют долгосрочную перспективу применения. При этом к основным свойствам технологии OTN, которые определяют ее перспективность, относятся: эффективность использования ресурсов за счет мультиплексирования различных типов трафика в одном оптическом канале; масштабируемость путем простого механизма добавления и выделения каналов без значительных изменений в инфраструктуре сети; сквозной мониторинг и управление сетью, включая контроль качества передачи данных, диагностику и устранение неисправностей; высокий уровень надежности благодаря встроенным механизмам защиты и восстановления; совместимость с множеством протоколов передачи данных для интеграции в разнородные сети.

Дальнейшее развитие технологии OTN направлено на создание полностью оптических сетей с использованием OTN-коммутаторов как отдельных функциональных устройств. Благодаря этому можно будет управлять распределением трафика клиентских портов по транспортным направлениям на уровне OTN-форматов без распаковки до клиентского уровня, что обеспечит лучшее качество и уменьшит задержки цифровых сигналов, связанные с их обработкой в узловом оборудовании. При этом каждый клиентский порт не привязывается к высокоскоростному линейному

порту (как в мукспондере), так как возможно подключение к любому из портов коммутатора через систему управления либо в автоматическом режиме в зависимости от загрузки каналов.

Для сети связи железнодорожного транспорта использование OTN-коммутаторов перспективно в промежуточных узлах магистральной транспортной сети. Это позволит динамически распределять по различным сетевым маршрутам множество низкоскоростных контейнеров OTN, сформированных на базе трафика различных технологических групп.

https://www.elibrary.ru/download/elibrary_80635200_53419015.pdf

Беспилотные монорельсовые поезда на суперконденсаторах

Компания CRRC выпустила беспилотные монорельсовые поезда на суперконденсаторах для Чунцина.

Парк из 16 таких вагонов выпущен на заводе китайского производителя, находящемся в том же городе. Ожидается, что в 2025 г. он будет запущен на линии протяженностью 2,3 км, соединяющей два терминала международного аэропорта Чунцина. Заявляется, что поезда будут преодолевать этот маршрут менее чем за 150 с, а максимальная скорость составит 80 км/ч.



Поезда в зависимости от пассажиропотока будут эксплуатироваться в составах по 1–4 вагона. Каждый сможет вмещать по 112 человек. Подвижной состав оборудован синхронными двигателями на постоянных магнитах. По сравнению традиционным трехфазным асинхронным двигателем вес такой силовой установки ниже на 30 %, а энергоэффективность выше на 10 %.

Дополнительно поезда оснащены суперконденсаторами, использующими энергию рекуперативного торможения.

https://www.elibrary.ru/download/elibrary_80437833_10261971.pdf

Комплекс для мониторинга и тестирования сетей подвижной радиосвязи

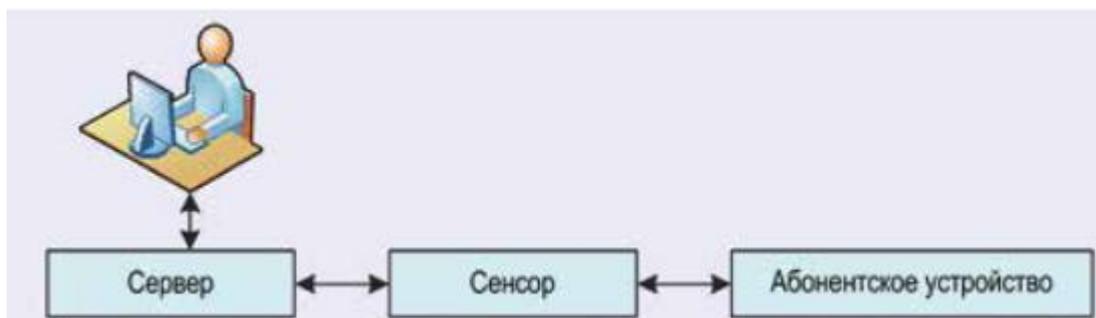
Автор Немцов Ю.В.

Проведение радиоизмерений и оценки качества радиопокрытия является одной из самых важных задач при проектировании сетей связи, а также при анализе их взаимного влияния. Вместе с постоянным развитием сетей радиосвязи различного назначения совершенствуется измерительное оборудование, учитывающее новые технологии и обеспечивающее получение дополнительных измерительных параметров. Повышение качества сетей подвижной радиотелефонной связи (ПРТС) на железнодорожных магистралях служит важным дополнением развития федеральных проектов в области транспорта. Так, в рамках создания высокоскоростного движения на железнодорожных дорогах предусмотрено строительство высокоскоростных магистралей (ВСМ), одной из которых является Санкт-Петербург – Москва.

Благодаря развитию высокоскоростного движения, а также стремительному росту телекоммуникационных и информационных технологий, появлению новых поколений подвижной связи функциональность радиосвязи стала заметно расширяться, и теперь она представляет собой часть так называемой цифровой трансформации. За счет использования радиоканала создаются новейшие системы интервального регулирования движения поездов (радиоблокировка), которые могут заменить рельсовые цепи. Планируется обеспечить пассажиров не только поездным мультимедийным порталом, но и бесперебойным высокоскоростным доступом в сеть интернет.

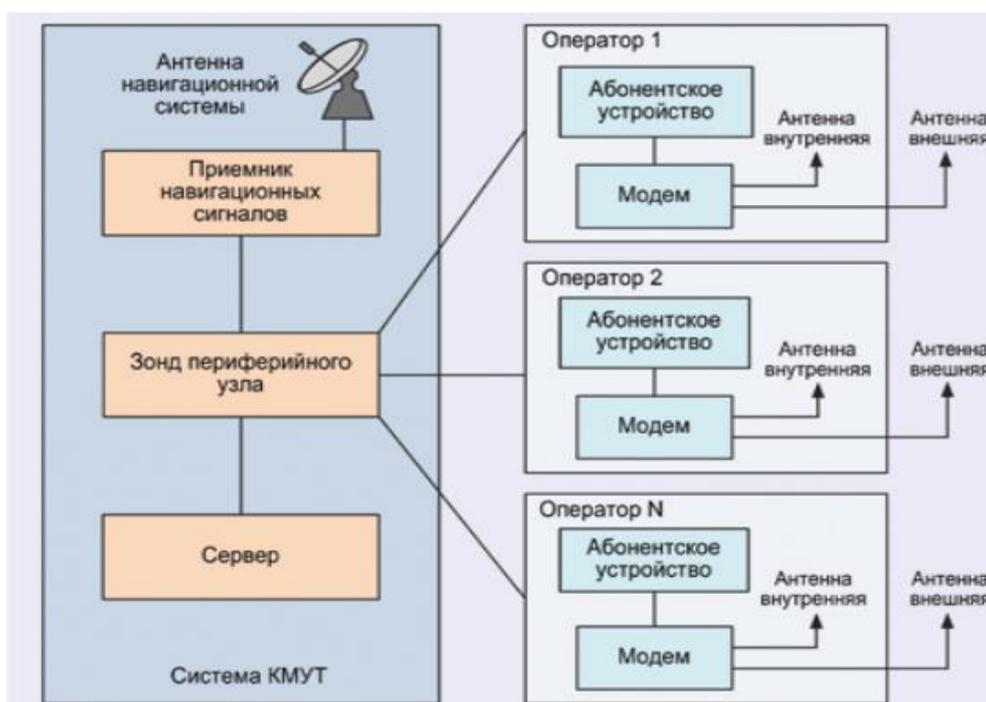
Развитие инфраструктуры сетей связи для деятельности железнодорожного транспорта повлечет за собой их мониторинг и контроль соблюдения необходимого уровня радиопокрытия. Требования по созданию программно-аппаратного комплекса мониторинга и тестирования сетей ПРТС (далее – комплекс) можно разделить на три группы.

Первая группа требований (по техническому оснащению) должна предусматривать: достаточную вычислительную мощность и производительность для снятия и обработки характеристик радиосигнала в целях проведения сеансов измерений нескольких операторов ПРТС; устойчивое функционирование при высокой скорости движения (до 400 км/ч) и распределенную архитектуру для масштабирования; имитацию действий пользователей на абонентских устройствах.



Вторая группа требований (по функциональному оснащению) должна учитывать: выполнение измерительных процедур с привязкой к местоположению и единому времени с помощью сигналов спутниковых навигационных устройств ГЛОНАСС; мультипротокольную реализацию (поддержки сетевых протоколов ICMP, SNMP, SSH и др., достаточных для обмена данными и тестирования); удобный графический интерфейс с настраиваемыми элементами стилизации, графиками и информационными панелями; возможность выгрузки отчетных материалов в различных форматах.

Третья группа включает требования, касающиеся соблюдения законодательных норм и правил в области связи и обеспечения единства измерений. Для их реализации комплекс должен иметь средства измерений либо средства связи с измерительными функциями, метрологически обеспеченные и утвержденные в Российской Федерации, своевременно поверенные; соответствовать требованиям Постановления Правительства Российской Федерации № 1847 от 16.11.2020 «Об утверждении перечня измерений, относящихся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений».



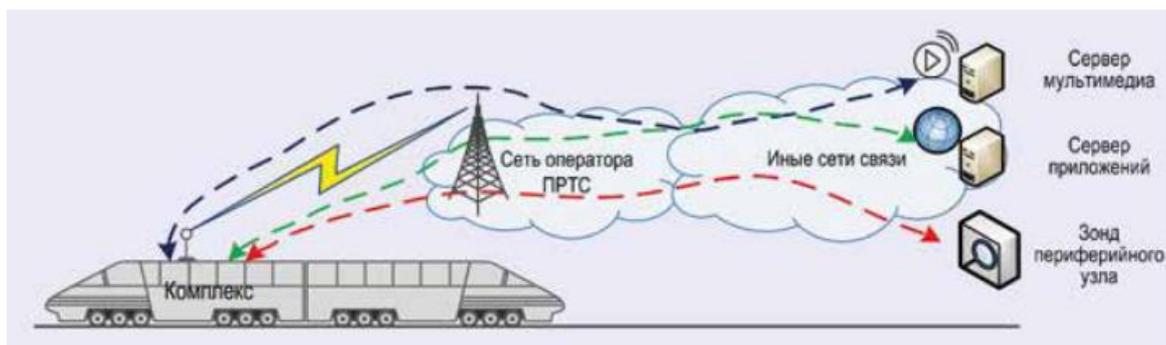
Кроме того, он должен функционировать под управлением операционной системы и программным обеспечением, включенным в Единый реестр российских программ, а также содержать составные элементы из Единого реестра отечественной радиоэлектронной продукции.

Комплекс, учитывающий эти требования, может быть построен на основе системы контроля, мониторинга и управления трафиком (КМУТ) отечественного производителя.

Такой комплекс обеспечит регистрацию времени проведения измерений с привязкой шкалы времени к национальной шкале UTC(SU). Принцип действия комплекса основан на измерении и регистрации характеристик трафика в сети связи, его анализе с целью формирования статистических параметров сети. Средства измерений комплекса подключаются к сети ПРТС через модем. При измерении используется метод «подмешивания» тестового трафика в активные соединения. Алгоритм измерений, который может осуществлять комплекс, представлен на рисунке.



Для выполнения этих процедур между комплексом и элементами сетевой инфраструктуры формируются информационные потоки. Синим цветом обозначен поток для мультимедийных приложений, стриминговых сервисов и видеоконференцсвязи. Данные сервисы имеют высокую потребность в приоритизации сетевых пакетов. Зеленым цветом выделен поток для сервера приложений, красным – поток для зонда периферийного узла. Образующийся канал связи между комплексом и зондом используется для измерения задержек прохождения пакетов, вариации задержек (джиттера), потерь пакетов, пропускной способности, а также приложений, которые могут быть критичны к нестабильности канала связи между наземным и бортовым сегментами сети ПРТС.



Основной задачей мониторинга радиосвязи остается обеспечение железнодорожных систем управления и технологических процессов телекоммуникационными услугами и ресурсами с требуемыми параметрами надежности, безопасности, производительности и функциональности, а также возможность развития и расширения номенклатуры сервисов и услуг для перевозчиков и пассажиров.

Таким образом, реализованный согласно указанным ранее требованиям комплекс мониторинга и тестирования сетей подвижной радио-телефонной связи на основе системы КМУТ позволяет эффективно решать функциональные задачи в интересах железнодорожного (в том числе высокоскоростного) транспорта. Он располагает всеми возможностями, необходимыми для мониторинга сетей МРТС, обработки результатов измерений и вывода информации.

Комплекс дает возможность анализа радиопокрытия, оценки качества сетей операторов и предоставляемых услуг МРТС. Это позволяет получить результаты, которые могут быть использованы для улучшения качества предоставляемых услуг в зонах радиопокрытия железнодорожных магистралей, а также при модернизации и строительстве МРТС вдоль железных дорог.

https://elibrary.ru/download/elibrary_80635201_96570565.pdf

Первая автоматизированная система перевозки грузов на магнитном подвесе

Польский стартап Nevomo, немецкая логистическая компания Captrain Deutschland (CD) и сталелитейный гигант ArcelorMittal запустили пилотный проект по внедрению первой в мире полностью автоматизированной системы перевозки грузов в вагонах на магнитном подвесе с тягой от линейного двигателя.



Суть проекта, получившего название BREMAG (Бременский магнитный шаттл), заключается в модернизации уже существующей железнодорожной инфраструктуры по технологии MagRail, разработанной компанией Nevomo. В существующий путь монтируется статор линейного двигателя, а сам двигатель размещается на тележке вагона вместе с магнитами для подвешивания вагона.

Технология должна обеспечить движение вагонов без использования локомотива. Для этого планируется внедрить MagRail на 100 км путей в Бремене.

Вагоны будут перевозить рулонную сталь. По проекту система должна достичь полного уровня автоматизации в течение трех лет.

Технология MagRail была впервые представлена в 2023 г. Первые испытания продемонстрировали возможность перемещения вагонов на магнитном подвесе по железнодорожной сети.

https://elibrary.ru/download/elibrary_80635210_14304940.pdf

Новые подходы к исследованию антиобледенения контактного провода

Авторы Бубнов В.П., Бараусов В.А., Моисеев В.И.

Современные методы борьбы с обледенением включают нагрев проводов, механическое удаление льда и применение антиобледенительных покрытий. В статье рассматривается новый подход, представленный в патенте RU2827574, который использует рельефную поверхность провода в сочетании с теплоизолирующими и гидрофобными покрытиями. Предлагается инновационная конструкция контактного провода, включающая: рельефную поверхность, созданную методом накатки, предотвращающую растекание воды и снижающую ее адгезию; теплоизолирующее покрытие, замедляющее охлаждение верхней части провода; гидрофобное покрытие, заставляющее осевшую воду стекать вниз, препятствуя образованию сплошного слоя льда;

перемещение воды в нижнюю часть – лед образуется не сверху, а в канавке рельефа, откуда его легче удалить.

Таким образом, в новом, предлагаемом варианте происходит смещение зоны замерзания воды с верхней на боковую и нижнюю части поверхности контактного провода. Ледоотложение изменяет свою форму, переходя от формы цилиндра, охватывающего весь провод (в базовом, существующем варианте) к удлиненной форме, имеющей малую площадь контакта с проводом (длинная «сосулька»). Оно свисает под проводом, откуда легко удаляется как естественным путем (при ветровой вибрации провода), так и при несильных механических ударах, создаваемых полозом токоприемника электровоза, прохождение которого производит одновременно и механический сброс льда. Гидрофобное покрытие провода заставляет капли осевшей воды стекать вниз на гидрофильную (абсолютно смачиваемую) поверхность льда и замерзать на ней. Лед растет не на проводе, а на «сосулке», увеличивая ее длину и массу. Это в значительной степени облегчает ее механический сброс при ветровой вибрации провода.

Применение такой технологии позволяет повысить надежность контактной сети в зимний период, снизить энергетические затраты на прогрев проводов, уменьшить износ токоприемников и проводов, а также дает возможность самопроизвольного удаления льда без вмешательства персонала.

Таким образом, имитационная модель позволяет подтвердить, что рельефная поверхность с теплоизолирующим и гидрофобным покрытиями снижает риск обледенения контактных проводов. Она ограничивает тепловой контакт капель воды с проводом, снижая скорость их замерзания и облегчая последующее механическое удаление образующегося льда. Кроме того, модель позволяет численно исследовать эффективность совместного применения теплоизолирующих и гидрофобных покрытий с подбором специального рельефа верхней и боковой поверхности провода, обеспечивающих эффект «супер-гидрофобности» без необходимости проведения дорогостоящих натурных испытаний. Это может служить основой для оптимизации рельефа поверхности проводов для повышения их антиобледенительной эффективности.

Среди преимуществ модели можно выделить оптимизацию параметров контактных проводов перед серийным внедрением, экономию затрат на испытания в реальных условиях, моделирование различных климатических условий (температура, влажность, ветер), а также возможность цифровой сертификации противообледенительных технологий перед производством. Представленная имитационная модель демонстрирует комплексный подход к анализу процессов обледенения и удаления льда на контактном проводе с антиобледенительным покрытием.

Можно сделать вывод, что предложенные авторами конструкция контактного провода и имитационная модель имеют высокую значимость для железнодорожного транспорта. Они позволяют повысить надежность работы контактной сети в зимний период, снизить затраты на удаление наледи и

улучшить эксплуатационные характеристики электрифицированных железных дорог. Использование данной технологии может существенно повысить безопасность и стабильность железнодорожного сообщения в регионах с холодным климатом.

https://elibrary.ru/download/elibrary_82136297_45414101.pdf

Цифровая увязка станционной инфраструктуры и локомотива по радиоканалу

Авторы Хромушкин К.Д., Киринос П.В., Павлов Е.В., Тихонов Д.А.

Для решения задачи увеличения грузоперевозок широко применяется автоматизированное вождение грузовых поездов, в том числе и при организации движения пакетами поездов, с применением технологии уплотнения межпоездных интервалов попутного следования. Алгоритм ее работы основан на непрерывном получении по радиоканалу от впереди идущего поезда информации о дислокации, его текущих и планируемых режимах движения, проведении тяговых расчетов на борту в режиме реального времени, что обеспечивает значительное сокращение межпоездного интервала в попутном следовании между грузовыми поездами при полном соблюдении требований безопасности.

Обеспечение движения грузовых поездов на станции в режиме автоведения одиночного поезда или пакетами поездов по технологии уплотнения межпоездных интервалов попутного следования требует заблаговременной передачи необходимой информации в систему ИСАВП-РТ-М о маршруте приема поезда. Это можно реализовать разными способами, например, с использованием существующей станционной стационарной аппаратуры, позволяющей организовать автоматическое управление служебным торможением поезда.

Однако внедрение такого подхода требует значительных финансовых затрат, поскольку для передачи данных на локомотивные устройства потребуется установка дополнительного оборудования и прокладка большого количества кабельных линий на станции. Кроме того, информация от путевых устройств в бортовую систему поступает на локомотив достаточно поздно (после проследования головы поезда входного светофора с разрешающим показанием), когда система ИСАВП-РТ-М уже не может построить оптимальный режим движения поезда по станции.

Для ликвидации недостатков указанного способа специалистами Дивизиона ЖАТ, входящего в Группу компаний «Нацпроектстрой», совместно с разработчиками системы ИСАВП-РТ-М (ООО «АВПТехнология») было разработано более эффективное техническое решение. Его суть заключается в увязке микропроцессорной системы централизации стрелок и сигналов МПЦ-ЭЛ по радиоканалу с локомотивной системой ИСАВП-РТ-М. Такая увязка при нахождении прибывающего

грузового поезда на расстоянии не менее 5 км от станции обеспечивает заблаговременную передачу по радиоканалу различных принципах и использующих разные радиочастоты, необходимых данных о заданном для конкретного поезда маршруте движения по станции от МПЦ-ЭЛ в ИСАВП-РТ-М.

Для повышения надежности работы увязки передача данных происходит по двум радиоканалам (основному и резервному), построенным на различных принципах и использующих разные радиочастоты. Получение на борт информации непосредственно от инфраструктуры посредством радиоканала позволяет максимально использовать функциональные возможности системы.

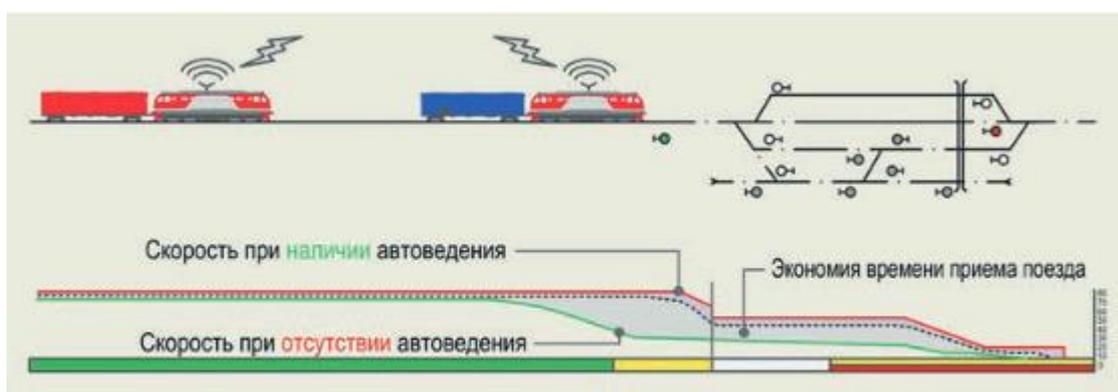
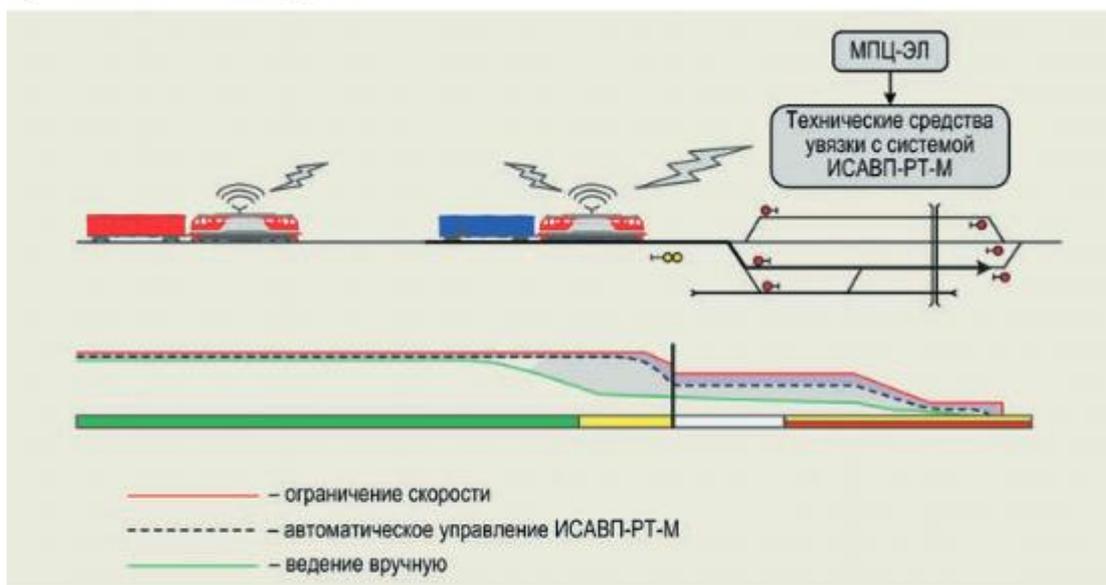


Схема передачи данных на системы ИСАВП-РТ-М с инфраструктуры о маршруте приема на боковой путь



Сравнение траекторий прибытия поезда в ручном режиме и в режиме автоведения при получении информации о маршруте приема

При получении необходимой информации система ИСАВП-РТ-М обеспечивает движение в режиме автоведения по боковому пути станции, своевременное снижение скорости и остановку перед запрещающим сигналом светофора. Безопасность движения поезда контролируют существующие локомотивные устройства безопасности. Кроме того, решение позволяет минимизировать время прибытия/отправления и проследования поездов по

станции, а также сократить расход топлива/электроэнергии и снизить нагрузку на машинистов локомотивов.

Немаловажно, что данная технология качественно повышает автоматизацию процесса управления поездами, а также информированность машинистов о состоянии инфраструктуры и маршрутах следования по станциям и перегонам. Проведенные испытания увязки на станции показали, что для локомотивов, оснащенных системой ИСАВП-РТ-М с дополнительными радиомодемами для приема данных от МПЦ-ЭЛ, экономия времени прибытия на станцию в среднем составила от двух до четырех минут в зависимости от приемо-отправочного пути. В свою очередь, это позволит принимать/отправлять на станции дополнительно до 12 пар грузовых поездов в сутки при условии оснащения всех локомотивов необходимым набором технических средств.

Предложенная технология вовлечения в единое информационное пространство стационарных объектов железнодорожного транспорта и тягового подвижного состава дает возможность значительно снизить влияние человеческого фактора, что способствует повышению безопасности движения поездов и пропускной способности станций, в частности, на Байкало-Амурской и Транссибирской магистралях. В ходе полугодовой эксплуатации она продемонстрировала высокую эффективность и отлично себя зарекомендовала. Ее тиражирование на Восточном полигоне позволит увеличить пропускную способность участка на 25–30 % без необходимости внесения изменений в путевую инфраструктуру.

https://elibrary.ru/download/elibrary_82136296_61557137.pdf

Компания Mitsubishi изготовит поезда на шинном ходу

Компания Mitsubishi изготовит поезда на шинном ходу для японского железнодорожного оператора Seibu Railway. Парк из трех четырехвагонных составов будет предназначен для курсирования на линии Ямагучи длиной 2,8 км в агломерации Большого Токио.

В поездах с продольным расположением сидений будут места для детей, площадки для инвалидов колясок, информационные системы. Каждый состав получит индивидуальное оформление, в частности, первый поезд будет окрашен в цвета местного бейсбольного клуба.

Новые машины планируется запустить поэтапно в 2025–2027 гг. Они полностью заменят эксплуатируемые с 1985 г. поезда серии 8500. Портфолио Mitsubishi включает беспилотные шинные поезда Crystal Mover и городские Urbanismo.



Первые эксплуатируются в метро Сингапура и аэро-портах США, ОАЭ, Южной Кореи, Гонконга. Вторые работают на ряде линий в агломерации Большого Токио, Хиросиме, а также в китайском Макао.

https://elibrary.ru/download/elibrary_82136306_68603494.pdf

Проект рельсового автобуса, полностью изготовленного методом 3D-печати

Дубай представил собственный проект рельсового автобуса, полностью изготовленного методом 3D-печати из перерабатываемых материалов. Рельсовый автобус находится в стадии разработки.



Он будет автономным и сможет работать на солнечных батареях. Пассажировместимость автобуса – 40 человек, в том числе 22 места для сидения.

Автобус сможет развивать скорость до 100 км/ч. Для эксплуатации рельсовых автобусов планируется построить сеть наземных маршрутов.

Ожидается, что стоимость производства одного автобуса будет на 20–30 % меньше по сравнению с аналогами. Автобус будет иметь облегченную и масштабируемую конструкцию, что минимизирует воздействие на окружающую среду и повысит эффективность эксплуатации транспортной инфраструктуры Дубая.

https://elibrary.ru/download/elibrary_82136306_68603494.pdf

Перспективы развития технологии технического обслуживания грузовых поездов в современных условиях

Автор Погудин В.Г., Сибирцев А.В.

Для решения задачи перехода обслуживания подвижного состава на гарантийном участке по техническому состоянию по показаниям средств диагностики необходимо решить вопрос получения и передачи информации работникам пунктов опробования тормозов поезда (ПОТ) и пунктов технического обслуживания поездов станции формирования (ПТО), осуществляющих техническое обслуживание, о состоянии тормозного оборудования подвижного состава. Это касается выявления в составе поезда аппаратурой КТСМ-01д, КТСМ-03 вагонов с самопроизвольным отпуском, неотрегулированной рычажной передачей, неисправным или неэффективным тормозом вагона, давление в тормозных цилиндрах которых не соответствует нормативным требованиям при ступенях торможения и др.

В настоящее время технология выявления неисправностей тормозного оборудования с аппаратуры КТСМ применяется в усеченном виде только для выявления вагонов с неотпуском тормоза вагона, и контроль осуществляет дорожный оператор центра мониторинга вагонов. Для реализации полного контроля над состоянием тормозного оборудования вагонов в эксплуатации необходимо принять решение об организации на базе КТСМ-03 постов контроля состояния тормозов подвижного состава, установленных на сети дорог после затяжных уклонов, что обеспечит гарантированное выявление неисправностей тормозов подвижного состава. Например, на Октябрьской дороге таких постов необходимо организовать не более четырех, которые осуществят контроль состояния тормозов поезда на основных линиях грузопотока вагонов.

Следует отметить, что при техническом обслуживании поезда на станции формирования осмотр с пролазкой отдельных моделей подвижного состава в зимних условиях затруднен вследствие заснеженности пространства между путями. К такому виду подвижного состава относятся платформы

различных моделей, где рамой вагона и установленными контейнерами от внешнего осмотра закрыто тормозное оборудование и нужны особые требования по регулировке рычажной передачи. Предлагаемая технология оценки фактического состояния тормозного оборудования средствами диагностики обеспечит независимый контроль с возможностью подключения искусственного интеллекта для предиктивной оценки автотормозного оборудования вагонов.

Данное решение позволит распределить оздоровление тормозов подвижного состава по пунктам технического обслуживания вагонов сети дорог и в дальнейшем перейти к техническому обслуживанию поезда по показаниям средств диагностики в АСУ-ТОВ «Смотровый лист». При отсутствии показаний средств диагностики можно перейти с полного на сокращенное опробование тормозов на гарантийном плече поезда на станциях смены вида тяги.

Для введения данной технологии и повышения качества технического обслуживания, снижения трудоемкости технического обслуживания поезда и безотказного проследования поезда по гарантийному участку необходимо провести ряд технических и организационных мероприятий, внести изменения в нормативные документы, в том числе в программное обеспечение АСУ-ТОВ, в типовой технологический процесс обслуживания подвижного состава.

На основании вышеуказанных решений предлагаются следующие меры:

- организовать на базе существующих КТСМ-01д, КТСМ-02, установленных после затяжных спусков, «Посты контроля состояния тормозов подвижного состава» с модернизацией их в КТСМ-03;

- обеспечить вывод информации, полученной с данных постов, о техническом состоянии тормозов подвижного состава в системы СКАТ, АСУ-ТОВ, в лист формирования и далее формирования базы вагонов с неэффективным тормозом в системе АСУ-ТОВ, АБДПВ;

- внести изменения в нормативные документы, позволяющие перейти на техническое обслуживание поезда по состоянию подвижного состава по показаниям средств диагностики на гарантийном участке при смене вида тяги в АСУ-ТОВ и дальнейшим контролем за состоянием тормозов и ходовых частей поезда средствами диагностики;

- при проведении ежегодных профилактических мероприятий в осенне-зимний период по повышению надежности работы тормозного оборудования вагонов в зимний период планировать оздоровление тормозного оборудования выявленных вагонов средствами диагностики в базе данных СКАТ и АБД ПВ;

- учитывая, что основной причиной неотпуска тормозов отдельных вагонов является завышение давления в тормозной магистрали выше зарядного при отправлении поезда или отпуске тормозов при высокой плотности тормозной магистрали, предложить технологию устранения неотпуска тормозов отдельных вагонов, выявленных аппаратурой КТСМ в режиме скрытых и тревожных показаний Т-0т, и предупреждения перехода

отказа тормоза отдельного вагона на следующем посту КТСМ в тревогу Т-1т, требующую обязательной остановки поезда неотпуском тормоза.

Решение задачи по предупреждению задержек поездов по отказам тормозного оборудования вагонов и установление постоянного контроля средствами диагностики за состоянием тормозов подвижного состава позволит сократить трудовые затраты на техническое обслуживание поезда, обеспечив переход на техническое обслуживание тормозов подвижного состава по техническому состоянию на основании показаний средств диагностики, указанных в смотровом листе поезда с АСУ-ПТО.

С 1 января 2025 г. на сети дорог внедряется «Автоматизированная система управления станцией нового поколения» (адаптированная АСУ СТ НП) с включением АРМ ПТО в данную систему. В ходе её освоения установлено следующее:

- функциональные возможности предложенной АРМ ПТО в системе АСУСТ НП значительно сокращены. В частности, исключен функционал подтягивания информации с системы СКАТ от средств диагностики и отметки слежения вагона в натурном листе формирующегося (сформированного поезда на станции) смотрового листа, что в дальнейшем может стать препятствием для совершенствования технологии технического обслуживания поездов;

- ввод в постоянную эксплуатацию предложенного разработчиками функционала АРМ ПТО в АСУ СТ НП значительно затруднил оператора ПТО необходимостью работы в нескольких АРМ ПТО в системе АСУ СТ НП и АРМ СКАТ или АСКПС для выявления вагонов в сформированном поезде, имевших тревогу или скрытые показания, по которым диагностируется работа узлов вагона, и это нужно исключить. Необходимо обязать разработчика адаптировать существующий АРМ ПТО в систему АСУСТ НП, что обеспечит безболезненный переход обслуживающего персонала в АСУ СТ НП.

https://elibrary.ru/download/elibrary_81273971_70530221.pdf

Цифровое вагонное депо Люблино: новые технологии и роботизация процессов

С декабря 2024 г. в вагонном ремонтном депо Люблино в полном объеме заработала передача данных со средств диагностики в Единый диспетчерский центр. Оттуда информация будет поступать на мобильное рабочее место инспекторов, принимающих решение о допуске подвижного состава на инфраструктуру ОАО «РЖД». Это важный этап проекта «Цифровое вагонное депо», который предполагает цифровизацию потоков данных о состоянии вагонных узлов грузовых составов и отказ от бумажных носителей при обработке показаний диагностических комплексов. По сути, в таком депо формируется открытая среда, обеспечивающая полную прозрачность производственных процессов и повышающая уровень автоматизации допуска подвижного состава на инфраструктуру.

Система предоставляет полную информацию о каждом вагоне, включая паспорт, комплектацию, техническое состояние, пробег, дислокацию и проведённые работы. Пользователи в любой момент могут оперативно увидеть все интересующие их данные. Сведения хранятся в электронном виде на платформе, что упрощает обмен информацией между сотрудниками, ускоряет документооборот и снижает риск ошибок и потери документов.

Такой подход позволяет отслеживать движение деталей на разных этапах ремонта и предотвращает выпуск вагонов с нелегитимными деталями. В пилотном режиме проект осуществляется Управлением вагонного хозяйства Центральной дирекции инфраструктуры (ЦДИ) во взаимодействии с ООО «НВК» и АО «ВРК-1» в депо Люблино и Вологда с сентября 2024 г.

В депо к сети передачи данных АО «ВРК-1» (Единый диспетчерский центр депо) подключены все основные средства диагностики, включая стенды вибродиагностики колёсных пар и тормозного оборудования. В мобильном приложении приёмщика вагонов АО «ВРК-1» формируется диагностическая карта на детали грузовых вагонов, в которой их состояние оценивается в полном соответствии с критериями, установленными в «Положении о допуске грузового вагона на инфраструктуру ОАО «РЖД». Результаты проводимого предприятием приёмочного контроля передаются на мобильное рабочее место инспектора вагонов Дирекции инфраструктуры, который принимает решение о допуске вагона на сеть.

В январе 2025 г. в депо Люблино состоялось знаковое событие: робот-пёс самостоятельно осмотрел элементы тележки после ремонта вагона, предоставив видео с фиксацией состояния деталей. Целевая модель — робот-пёс полностью самостоятельно осматривает вагон после проведения ремонта на предмет соответствия его требованиям, исключая человеческий фактор при принятии решения о допуске подвижного состава на инфраструктуру.



В ходе разработки роботизированного приёмщика вагонов будут исследованы и протестированы различные методы и инструменты, такие как лазерные сканеры, тензOMETрические датчики, камеры глубины, которые позволят роботу полностью выполнять функции по допуску грузовых вагонов на инфраструктуру ОАО «РЖД».

При рассмотрении промежуточных результатов проекта определены и дальнейшие задачи по получению необходимых данных от диагностических средств, в том числе средств неразрушающего контроля.

В дальнейшем проект цифрового депо будет масштабирован ещё на несколько предприятий, а до 2035 г. все вагоноремонтные депо планируется сделать цифровыми. Найдётся в них место и робособакам. Специалисты АО «НИИАС» продолжают развивать прототипы в депо Люблино, чтобы в среднесрочной перспективе представить уже приближённый к требуемому функционалу образец, контролирующий более 90 параметров грузового вагона и готовый заступить на службу в опытном режиме.

https://elibrary.ru/download/elibrary_81273979_46372659.pdf

Инновационные пассажирские вагоны пошли в серийное производство

Трансмашхолдинг (АО «ТМХ») получил бессрочное право на серийное производство одноэтажных пассажирских вагонов локомотивной тяги с сервисными зонами и душевыми кабинами. По результатам успешного прохождения испытаний квалификационная комиссия присвоила литеру «А» пассажирским вагонам моделей 61-4516 (некупейный), 61-4517 (купейный) и штабному вагону 61-4529 производства Тверского вагоностроительного завода.



Присвоение литеры «А» означает подтверждение разрешения на серийное изготовление этих моделей в необходимых количествах. Производство серии вагонов было запущено на ТВЗ в 2019 г. За пять лет эксплуатации вагоны моделей 61-4516, 61-4517, 61-4529 зарекомендовали себя как надежный, безопасный и востребованный подвижной состав.

Особенностью вагонов этого проекта является использование многочисленных инновационных решений. Поезда формируются из двухвагонных сцепов, представляющих собой единый технологический комплекс. Однотамбурная компоновка и эффективное использование высвободившегося пространства в нетормозной части вагона позволили разместить в нем современный санузел с душевой кабиной.



При эксплуатации двухвагонных сцепов служебное помещение для проводников располагается только в одном из вагонов, а в другом на его месте находится сервисная зона.

АО «ТМХ» является крупнейшим в России разработчиком и производителем подвижного состава для железнодорожного и городского рельсового транспорта, а также среднеоборотных двигателей различного назначения. Работы по созданию новых моделей подвижного состава и двигателей осуществляют действующие в рамках группы ТМХ инженеринговые компании «ТМХИнжиниринг» и Центр двигателестроения ТМХ, подразделения которых расположены в 10 городах и насчитывают в общей сложности более 1300 сотрудников.

https://elibrary.ru/download/elibrary_81273981_94186532.pdf

«РМ РЕЙЛ» получила сертификат РСФЖТ на вагон-цистерну для азотной кислоты

Вагон-цистерна из алюминиевого сплава модели 15-1232-06 обладает повышенной прочностью к химически агрессивным средам, сопоставимой с чистым алюминием, при этом превосходит его по прочности более чем в два раза при значительно меньшей массе. Модель сейчас является одной из лучших по своим технико-эксплуатационным характеристикам в ряду аналогов. Тележка модели 18-9891 с осевой нагрузкой 25 тс собственной разработки имеет конструкционную скорость 120 км/ч; срок службы рамы боковой и балки на дрессорной 32 года; межремонтный норматив до первого ремонта 500 тыс. км или 6 лет. Уникальными преимуществами являются щадящее воздействие на инфраструктуру железной дороги, снижение износа гребней колес и динамической нагрузки на боковые рамы.



В ноябре 2024 г. тележка завершила пробеговые испытания на Экспериментальном кольце ВНИИЖТ, пройдя подконтролем экспертов 1200 тыс. км. Перевод наиболее перспективного подвижного состава на новую тележку — часть стратегии развития «РМ Рейл». Помимо ее очевидных преимуществ для владельцев подвижного состава и РЖД, инновационная тележка модели 18-9891 уже применена для дальнейшего расширения продуктовой линейки компании, в частности, за счет столь актуальных сейчас сочлененных вагонов и ряда принципиально новых моделей.

https://elibrary.ru/download/elibrary_81273981_94186532.pdf

На основе современных технологий и интенсификации

Автор Глазков М.О.

Большое внимание Центральная дирекция управления движением уделяет совершенствованию плана формирования грузовых поездов, в том числе повышению транзитности грузопотоков. В 2024 г. показатель отправления грузов маршрутами стал рекордным – 59,1 % от общей погрузки. Следует отметить ряд факторов, сдерживающих достижение более высоких результатов эксплуатационной работы. Прежде всего к ним относится некачественное обслуживание локомотивного парка со стороны сервисных компаний, что негативным образом отражается на техническом состоянии тяговой техники.

Отрицательно сказываются на перевозочном процессе нарушения технологии и сроков при производстве ремонтно-строительных работ. Затрудняет маневренность железных дорог и избыточный парк грузовых вагонов на инфраструктуре железнодорожного транспорта общего пользования.

Меры по предупреждению негативных последствий от перечисленных и других факторов учтены при определении Центральной дирекцией управления движением приоритетных задач на 2025 г. Так, в целях минимизации рисков, связанных с образованием избыточного парка грузовых вагонов, дирекцией совместно с причастными подразделениями компании создан проектный офис по развитию технологии управления вагонными парками.

Одна из его главных задач – создание эффективной и принципиально новой системы управления вагонными парками, которая позволит устранить проблемы с избыточными вагонами, занимающими железнодорожную инфраструктуру и снижающими пропускную способность линий, а также повысить производительность вагонов, непосредственно участвующих в перевозочном процессе.

Новая технология будет включать в себя планирование и автоматизацию всех необходимых процессов, связанных с заадресовкой порожних вагонов операторами. Предусматривается, в частности, автоматизация процесса перераспределения маршрутов с порожними вагонами, востребованных под погрузку, с обеспечением сотрудников ОАО «РЖД» достоверной информацией о возможностях размещения вагонов на железнодорожных путях общего и необщего пользования в разрезе железнодорожных станций и с учетом тяготения конкретного рода подвижного состава к погрузочным станциям. Одним из важных аспектов проекта является работа с собственниками и операторами вагонов, которая формализуется в виде договора о взаимодействии владельца вагонов и владельца инфраструктуры.

Основные приоритетные задачи на 2025 г.



В целях повышения провозной способности полигонов будет продолжена работа по развитию тяжеловесного движения, более широкому внедрению технологии интервального регулирования движения поездов с использованием виртуальной сцепки, наращиванию объемов и совершенствованию контейнерных перевозок. На базе определенных на 2025 г. приоритетных задач разработана и утверждена Комплексная программа развития деятельности Центральной дирекции управления движением во взаимодействии с подразделениями ОАО «РЖД», операторами подвижного состава, ключевыми грузоотправителями и грузополучателями.

https://elibrary.ru/download/elibrary_80470140_96603524.pdf

О развитии вагонного комплекса и перспективах автоматизации производственных процессов технического обслуживания грузовых вагонов

Авторы Хойхин Р.А., Люсин А.О., Бороненко Ю.П., Романова А.А., Федорова В.И.

Задача увеличения провозной способности российских железных дорог в настоящее время решается преимущественно за счет развития тяжеловесного движения и применения подвижного состава большей грузоподъемности с осевой нагрузкой 25 тс. По состоянию на конец 2024 г. парк грузовых вагонов принадлежности Российской Федерации насчитывал около 1,38 млн единиц. Основную долю парка (80,4 %) составляли вагоны типовых конструкций. На долю инновационных вагонов приходилось чуть менее 20 %. Стоит отметить, что в России один из самых молодых вагонных парков. На рисунке приведен прогноз выбытия парка грузового подвижного состава за период с 2024 до 2030

г., а также представлена динамика изготовления новых вагонов, в том числе инновационных. Инновационные вагоны в первую очередь отправляются для работы на Восточном полигоне.



На пропускную способность железных дорог существенное влияние оказывает время на техническое обслуживание вагонов на промежуточных станциях, поэтому Управлением вагонного хозяйства ведется постоянная работа по увеличению длины гарантийных участков – участков, ограниченных пунктами технического обслуживания, протяженность которых определяется исходя из условия безопасного проследования вагонов в исправном состоянии в составе поезда. Увеличение длины гарантийных участков позволяет повысить среднюю скорость движения поездов, уменьшить загруженность путей сортировочных и участковых станций. Однако при этом требуются не только более тщательная подготовка составов, но и применение средств диагностики вагонов в пути следования.

В настоящее время на большинстве железных дорог ОАО «РЖД» созданы центры мониторинга вагонов (ЦМВ). Контроль технического состояния подвижного состава производится с помощью установленных на подходах к станциям и паркам прибытия стационарных комплексов технической диагностики. Информация от автоматизированного диагностического комплекса в автоматическом режиме поступает на персональные компьютеры операторов ПТО парков прибытия, размещенные на их рабочих местах.



Автоматизированные системы диагностики на ходу поезда:
а – модернизированный пост акустического контроля (ПАК-М);
б – цифровое автоматическое устройство для контроля сдвига буксы с шейки оси «Букса-2»;
в – система обнаружения вагонов с отрицательной динамикой (ОВОД);
г – интегрированный пост автоматизированного приема и диагностики подвижного состава на сортировочных станциях (ППСС)

Учеными ПГУПС и АО «Научно-внедренческий центр «Вагоны» предложена новая схема измерений вертикальных и боковых сил, позволяющая с вероятностью 99 % выявлять дефекты по всей окружности поверхности катания колесной пары. Отказ от ручного измерения дефектов и переход на браковку вагонов по показаниям систем измерения вертикальных и боковых сил между колесом и рельсом позволит сократить трудоемкость работ в парке приема.

Еще одним инструментом повышения безопасности перевозок на удлиненных гарантийных плечах является разработка системы «цифровой грузовой вагон», концепция которого принята в рамках выполнения решения ОАО «РЖД» «О перспективах грузового вагоностроения на период 2025–2030 гг.». Основой (платформой) цифрового грузового вагона является устройство мониторинга и диагностики вагонов (УМДВ) разработки ООО «Научно-производственное предприятие «Ра-Торм». Оно установлено на новых инновационных тележках модели 18-9891 производства компании РМ Рейл и в настоящее время проходит испытания. Его преимуществом является возможность непрерывного контроля технического состояния грузового вагона в пути следования.

В перспективе за счет разработки и внедрения средств диагностики, робототехнических комплексов и совершенствования программного обеспечения предполагается полная автоматизация процесса технического обслуживания поездов. Процесс достижения этого целевого состояния можно условно разделить на три этапа.

Первый этап – реализация комплексного осмотра вагонов в парках приема средствами диагностики (2022–2026 гг.) и сокращение объемов контроля вагонов измерительными инструментами и шаблонами.

Второй этап – вывод человека из процесса технического обслуживания в парках приема, пунктах технической передачи и контроля вагонов после ремонта, что требует разработки и внедрения соответствующих диагностических и робототехнических комплексов (2026–2035 гг.). При этом предусматриваются разработка и внедрение робототехнической платформы, которая будет осуществлять отпуск тормозов в парке приема и диагностировать состояние литых деталей грузовых вагонов.

Третий этап – вывод человека из парка отправления, что требует разработки робототехнических комплексов, осуществляющих процессы, соединения тормозных рукавов, опробования тормозов и контроля состояния литых деталей (2035–2040 гг.). В рамках реализации данного этапа уже в 2024 г. начата работа по созданию модуля автоматического опробования автотормозов, предназначенного для автоматизации процессов подготовки автотормозов подвижного состава, контроля качества соединений, функционирования и соблюдения технологической дисциплины в режиме реального времени.

Параллельным направлением развития системы диагностики является комплексный анализ данных, получаемых от средств диагностики подвижного состава на ходу поезда. Для этого ведется доработка программного обеспечения ППС в части автоматизации браковки вагонов, находящихся в наихудшем техническом состоянии. При оценке технического состояния подвижного состава планируется применение систем искусственного интеллекта, которые в перспективе позволят снизить затраты как на процессы технического и коммерческого осмотра грузовых вагонов на станции, так и на устранение последствий отказов грузовых вагонов.

Кроме того, не обойден вниманием вопрос развития систем контроля состояния подвижного состава в пунктах технической передачи вагонов (КТП) и контроля состояния вагонов при выходе из ремонта (КПВР), предусматривающего полную автоматизацию процессов допуска подвижного состава. Разработка системы КПВР требует проведения дополнительных исследований возможных методов контроля, которые смогут обеспечить автоматизацию измерения всех параметров. Эффект от внедрения достигается за счет снижения трудозатрат на техническое обслуживание грузового подвижного состава при его приеме в пунктах технической передачи и выпуске из ремонта.

Существующая система маркировки деталей вагона, практически не приспособленная к автоматическому считыванию информации, требует применения интеллектуальных систем машинного зрения. По предварительной оценке и эта непростая задача будет решена.



Подводя итог проделанной в вагонном хозяйстве работы по автоматизации производственных процессов обслуживания грузовых вагонов в пути следования и подготовке к перевозкам, можно констатировать, что применение средств диагностики позволило не только повысить уровень безопасности, но и получить синергетический эффект –увеличить пропускную способность железных дорог, сократить текущие расходы на перевозки и техническое обслуживание вагонов в поездах.

https://elibrary.ru/download/elibrary_80470144_96869943.pdf

Методы испытаний бортовых систем технического зрения

Авторы Попов П.А., Киселев П.А., Кудряшов С.В.

В настоящее время развитию систем технического зрения (СТЗ) уделяется особое внимание. Важным вопросом при создании подобных систем являются методы их испытаний для объективной оценки способности бортовых систем обнаруживать и корректно определять положение различных объектов при любых погодных условиях. Значительные сложности при этом заключаются в бесконечно большом числе входных условий (типы препятствий, виды инфраструктуры и др.).

Внедрение СТЗ на железнодорожном транспорте также требует создания специализированного оборудования для проведения испытаний. Очевидно, что число возможных видов препятствий и сценариев возникновения нештатных ситуаций на объектах железнодорожного транспорта приближается к бесконечности. В связи с этим по результатам проведенного специалистами ОАО «РЖД» анализа был утвержден минимально необходимый комплект имитаторов препятствий. В него входят манекены взрослого человека, ребенка и крупного животного (лошади или

коровы), а также макеты детской коляски, малого статического препятствия (куб со стороной 40 см), упавшего дерева, тормозного башмака, легкового автомобиля, железнодорожного светофора и временных сигнальных знаков. Очевидно, что дальность обнаружения объектов у СТЗ должна быть, как минимум, не хуже, чем у человека. Для оценки этого параметра необходимо сравнить расстояние, на котором СТЗ и машинист фиксируют имитируемое препятствие.

Для решения этой проблемы в состав разрабатываемых имитаторов препятствий были включены спутниковые навигационные приемники, которые транслируют данные о своем местоположении по цифровому радиоканалу. На подвижном составе было установлено устройство с навигационным приемником и интерфейсом связи с бортовой системой технического зрения для получения информации о факте обнаружения препятствия и расстоянии до него.



Важной задачей испытательного комплекса является запись параметров работы бортовой СТЗ, данных об установленных имитаторах препятствий, погодных условиях и условиях видимости. Такой комплекс позволяет объективно оценить работу системы технического зрения, а также полноценно проанализировать ее работоспособность в различных условиях. Для оптимизации работы участников испытаний специалисты АО «НИИАС» использовали цифровые средства измерений, в том числе погодную станцию и датчик метеорологической дальности видимости (трансмиссометр). Был также автоматизирован сбор данных датчиков и СТЗ с отображением этой информации на переносном персональном компьютере испытателя в режиме реального времени.

Отдельной задачей является проверка работоспособности СТЗ в сложных условиях видимости – при низком уровне освещенности, атмосферных осадках, прямой засветке солнцем или лучом прожектора встречного подвижного состава.

В заключение необходимо отметить, что работа по созданию комплекса средств для испытания бортовых систем технического зрения железнодорожного подвижного состава проводится впервые в мире и является важным звеном в плане внедрения и развития систем автоматического управления движением поездов. Логичным продолжением процесса создания испытательного оборудования должна стать разработка стандартов, регламентирующих требования к железнодорожным имитаторам препятствий и методам испытаний систем технического зрения. Этим вопросом сейчас вплотную занимаются специалисты инсти-тута.

https://elibrary.ru/download/elibrary_80470143_46468789.pdf

Передовые технические решения при строительстве паровых локомотивов

Британские инженеры решили вернуться к строительству паровых локомотивов, сделав при этом ставку на самые передовые технические решения. Британская компания Steamology, разработчик зеленых технологий, совместно с компаниями Arup и Eversholt Rail создала проект изготовления паротурбовоза путем переоборудования тепловоза с оснащением его современными парогенераторами и паровыми турбинами. Компания разработала технологию генерации пара без выбросов соединений углерода за счет сжигания водорода в малогабаритных парогенераторах и предложила применить ее на грузовом локомотиве.

Проект, получивший название New Dawn («Новый рассвет»), предусматривает установку на построенном компанией Brush Traction в начале 1990-х годов магистральном шестиосном тепловозе класса 60 взамен дизель-генератора 20 модульных парогенераторов высокого давления, а также четырех паровых турбогенераторов, вырабатывающих электроэнергию для питания тягового привода. Топливный резервуар локомотива вмещает 140 кг жидкого водорода. При работе нового силового агрегата не образуются выбросы вредных веществ.

Служащий топливом водород будут получать путем электролиза, а требующуюся для этого электроэнергию вырабатывать, используя экологически чистые источники. Полученный таким способом водород считается зеленым. Поскольку значительная часть железнодорожной сети Великобритании не электрифицирована, существует проблема загрязнения окружающей среды. Использование водородного топлива, полученного с помощью экологически чистых технологий, позволит перевозить грузы по железной дороге, не создавая вредных выбросов.



Такая технология может оказаться более привлекательной по сравнению с оснащением локомотивов тяговыми аккумуляторами. Разработка технической документации по проекту уже идет, переоборудование локомотива намечено на 2025 г. Предполагается, что испытания продлятся от полутора до двух лет, после чего паротурбовоз мощностью 2000 кВт должен получить допуск к эксплуатации. В случае успеха данная технология может быть применена для переоборудования существующих или создания новых локомотивов.

https://elibrary.ru/download/elibrary_80470149_32782571.pdf

Первый тепловоз ТЭП70БС для дизель-поезда

В ближайшее время состоятся сертификационные испытания изготовленного на Коломенском заводе первого пассажирского тепловоза ТЭП70БС для дизель-поезда ДП2Д. Дизель-поезд ДП2Д будет состоять из соединенных между собой тепловоза ТЭП70БС и модифицированных немоторных вагонов электропоезда ЭП2ДМ, которые выпускаются на Демиковском машиностроительном заводе в Московской области. Такое решение позволит организовать комфортные пассажирские перевозки по неэлектрифицированным линиям железных дорог на маршрутах с гибким пассажиропотоком.

ДП2Д может иметь в своем составе от двух до шести вагонов, его конструкционная скорость – 120 км/ч. Управление составом будет осуществлять одна локомотивная бригада из кабины управления тепловоза или головного вагона поезда в зависимости от направления движения. При

создании нового дизель-поезда специалисты доработали конструкцию и тепловоза, и вагонов.

Функции управления поездом в кабине управления ТЭП70БС и головном вагоне от электропоезда полностью дублированы. На тепловозе усовершенствована система управления – установлены блоки контроля и управления дверьми электропоезда, размещен дисплей для вывода диагностической информации и информации системы видеонаблюдения.

ТЭП70БС оснащен системой оповещения и связи с пассажирами, коммутатором и разъемом для линии связи Ethernet, а также дополнительными межвагонными соединениями для передачи сигналов цепей управления и диагностики от локомотива к вагонам и обратно. На лобовой части тепловоза установлены красные сигнальные фонари, необходимые для обозначения пассажирского состава при движении головным вагоном вперед, т.е. при нахождении тепловоза в хвосте состава. Конструкция тепловоза позволяет эксплуатировать его не только в составе дизель-поезда, но и как тяговую единицу в голове пассажирского поезда с вагонами локомотивной тяги. При необходимости он может работать в сцепе с другим локомотивом по системе двух единиц.



Первый этап сертификационных испытаний будет организована Коломенском заводе. Специалисты испытательных центров оценят эргономику и микроклимат кабины машиниста, габариты локомотива и его экологическую безопасность, проведут взвешивание.

https://elibrary.ru/download/elibrary_80470146_12710549.pdf

Технология вождения поездов «виртуальная сцепка»

Автор Кузема А.П.

Одной из основных технологий, предназначенных для повышения пропускной способности железных дорог, является виртуальная сцепка, которая обеспечивает движение поездов по удалению друг за другом с минимальными интервалами под управлением системы автоведения. Система автоведения ведомого локомотива получает по радиоканалу от ведущего локомотива необходимые для выбора оптимального режима ведения ведомого поезда данные: местонахождение ведущего поезда, его скорость, ускорение, текущее показание локомотивного светофора, текущий и перспективный режимы работы.



На основании этой информации система автоведения ведомого локомотива строит цифровую модель поведения ведущего поезда и прогнозирует момент переключения огня локомотивного светофора на ведомом локомотиве с желтого с красным на желтый или с желтого на зеленый.

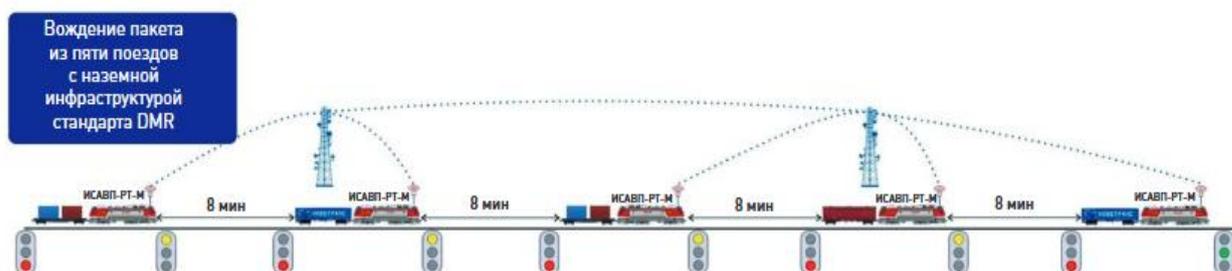
Особенностью виртуальной сцепки является то, что ведомый поезд может проследовать светофор с желтым огнем со скоростью более 60 км/ч. Оптимальная скорость поезда, рассчитываемая системой автоведения, не должна превышать допустимую скорость, определяемую устройством безопасности. Таким образом, достигается наименьшее безопасное расстояние между поездами, система автоведения стабильно поддерживает интервал между поездами 6–8 мин.

Применение виртуальной сцепки позволяет уплотнить график движения поездов. Главным преимуществом этой технологии в сравнении с другими способами повышения пропускной способности является то, что она реализуется за счет локомотивного оборудования и практически не требует модернизации инфраструктуры.

Виртуальная сцепка внедряется как альтернатива технологии вождения соединенных поездов и в перспективе должна заменить ее, так как обладает рядом преимуществ. Объединение поездов в виртуальную сцепку и их разъединение не требуют дополнительных затрат времени и могут выполняться в любом месте: как на станции, так и на перегоне, как на стоянке, так и в движении, при этом дополнительных требований к поездам не предъявляется.

Для полноценного внедрения инновационной технологии, помимо оснащения локомотивов новой системой, Дирекцией тяги проведена работа по подготовке локомотивов, локомотивных бригад, а также информационных систем. В настоящее время виртуально сцепляются только два поезда. Одной из главных задач развития технологии является увеличение числа ВСЦ-поездов в пакете до трех – пяти. Эта задача может быть решена двумя способами:

- организацией связи напрямую между соседними локомотивами (между первым и вторым, между вторым и третьим и т.д.) без использования стационарных радиостанций;
- организацией связи между всеми локомотивами в пакете с использованием базовых радиостанций.



В настоящее время технология «виртуальная сцепка» используется на направлениях с преимущественным грузовым движением. Однако уже сегодня на ряде пассажирских направлений имеется дефицит пропускной способности, который негативно сказывается на качестве обслуживания пассажиров, поскольку для прибытия и отправления части поездов на конечные станции приходится использовать неудобное время. Возможность повышения провозной способности за счет увеличения числа вагонов в поездах ограничивается стационарной инфраструктурой (длиной пассажирских платформ). В качестве способа повышения пропускной и провозной способностей в пассажирском движении на направлении Центр – Юг предложена виртуальная сцепка.

Разработка и испытания виртуальной сцепки пассажирских поездов запланированы на 2025–2026 гг. В качестве опытного полигона для апробации технологии определен наиболее загруженный участок Россошь –Лихая. Уже начата разработка системы УСАВП-ВСЦ для электровозов ЭП1М. Для реализации виртуальной сцепки предполагается модернизация штатной

системы УСАВП (унифицированная система автоматизированного ведения поездов) путем установки дополнительного вычислительного блока и новых радиомодемов.

В дальнейшем планируется доработка автоведения и для других серий пассажирских электровозов: ЭП2К, ЭП20, ЧС7. В связи с востребованностью виртуальной сцепки вопросами данной технологии занялись и другие разработчики локомотивных систем. Поэтому одной из важных задач является обеспечение совместной работы систем разных производителей. В ближайшее время планируется провести общие испытания систем виртуальной сцепки разработки ООО «АВП Технология» и ООО «НПО САУТ».

https://elibrary.ru/download/elibrary_80630043_20519082.pdf

Создание хоппер-дозаторов нового поколения

Автор Сычев П.В.

Новая серия хоппер-дозаторов модели ВПМ-770 с прерывистой выгрузкой, разработанная ООО «Вагонпутьмаш», была поставлена на производство в начале нынешнего века и выпускается до настоящего времени. Их принципиальное отличие от моделей прошлого поколения ЦНИИ ДВЗ заключается в конструкции разгрузочно-дозировочных устройств, обеспечивающих прерывание выгрузки. ООО «Вагонпутьмаш» продолжило работы над совершенствованием этих хоппер-дозаторов, и в 2021 г. было освоено производство хоппер-дозаторов модели 19-6940 увеличенной грузоподъемности.



Отличия модели 19-6940 от ВПМ-770 следующие: увеличенная до 25 т осевая нагрузка и, как следствие, возросшая на 5 т грузоподъемность;

увеличенный с 28 до 40 лет назначенный срок службы, в частности за счет запатентованного способа изготовления рамы; большие межремонтные интервалы. На хоппер-дозаторах модели 19-6940 установлены автономный датчик контроля дислокации на базе GSM/GPS для мониторинга местоположения, радиочастотные датчики идентификации (RFID) для мониторинга состояния деталей в процессе эксплуатации и ремонта, а также система освещения рабочей зоны.

Современные технологии текущего содержания и ремонта железнодорожного пути ориентированы на минимизацию влияния на человека и окружающую среду вредных производственных факторов (шум, вибрация, пыль и др.), а также на снижение травматизма работников в зоне повышенной опасности вблизи работающего подвижного состава. Все это необходимо учитывать в перспективных конструкциях хоппер-дозаторов. Они должны обладать более широкими функциональными возможностями, обеспечивать переход к безлюдным технологиям, а также уменьшение динамического воздействия на железнодорожный путь за счет применения инновационных способов равномерного распределения и уплотнения балласта.

Можно выделить несколько направлений модернизации существующих и разработки новых моделей хоппер-дозаторов. Так, в случае их северного исполнения для снижения вероятности смерзания балласта, доставляемого в регионы с низкими температурами, хоппер-дозатор может оборудоваться крышей, закрывающей кузов после загрузки. Привод крыши действует автоматически с помощью дополнительно устанавливаемого пневмоцилиндра. Возможен более бюджетный вариант с тентом из износостойкого материала, разворачиваемого вручную. Кроме предотвращения смерзания балласта использование жесткой или мягкой крыши позволяет снизить количество пыли при транспортировке щебня.

Дополнительно для предотвращения смерзания балласта внутри кузова предлагается установить вентиляционные трубы. Хоппер-дозатор может быть также оборудован автономным источником электропитания, использующим солнечную или ветровую энергию. Порционная выгрузка балласта в настоящее время осуществляется производителем работ, как правило, «на глазок» посредством открытия и закрытия крышек с помощью рычагов управления. Предлагается установить на хоппер-дозатор устройство контроля веса порционно распределяемого балласта, работа которого основывается на запатентованном ООО «Вагонпутьмаш» способе оценки веса выгружаемого балласта по известному значению жесткости рессорного подвешивания К.

Устройство контроля веса по патентам ООО «Вагонпутьмаш», устанавливаемое на подрессоренных узлах и деталях хоппер-дозатора, содержит датчик перемещения, гироскоп, излучатель, генерирующий сигнал, посылаемый на неподвижную относительно хоппер-дозатора поверхность – головку рельса, приемник, принимающий отраженный от этой поверхности сигнал. Создание устройства для контроля веса выгружаемого балласта позволяет вплотную подойти к решению вопроса об автоматизации выгрузки

и создании информационно-измерительной управляющей системы (ИИУС) распределения балласта по заданным критериям. Измерительный блок вагона путеизмерителя стыкуется с распределительным блоком хоппер-дозатора и управляющим блоком путевой машины типа ВПР или Дуоматик с микропроцессорной системой управления рабочими органами, а также вычислительным устройством производителя работ.

Перечисленные разработки являются основой для полной автоматизации процесса распределения балласта по заданным критериям, создания соответствующего цифрового модуля, обеспечивающего замкнутый цикл автоматического управления технологическим процессом выгрузки и укладки балласта на железнодорожный путь – от контроля состояния пути до автоматического распределения балласта и выправки, подъёмки и рихтовки пути.

К перспективным направлениям, над которыми в инициативном порядке сегодня работает ООО «Вагонпутьмаш», относится проектирование многофункционального подрельсового основания для временного железнодорожного пути на неподготовленной поверхности.

https://elibrary.ru/download/elibrary_80630047_42840554.pdf

Испытания нового вагона

Начались сертификационные испытания одноэтажного купейного вагон габарита Т модели 61-4533, изготовленного на Тверском вагоностроительном заводе. На скоростном полигоне АО «Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта» (АО «ВНИИЖТ») в Белореченске специалисты проверят динамические показатели вагона, проведут прочностные и тормозные испытания при различной загрузке, определят параметры внешнего шума, вибрации, уровня электрического и магнитного полей. Вагон пройдет климатические и санитарно-технические, а также эксплуатационные испытания.



Пассажирский вагон габарита Т имеет существенное отличие от подвижного состава, который в настоящее время эксплуатируется на железных дорогах России. По сравнению с пассажирскими вагонами габарита 1-ВМ его длина увеличена более чем на 70 см, а ширина – на 30 см. Это позволило повысить уровень комфорта для пассажиров и предоставить им больше мест. В настоящее время на ТВЗ изготавливают второй опытный образец –штабной вагон модели 61-4535.

Помимо размеров, он отличается от предшествующих моделей наличием двух отдельных купе для людей с ограниченными возможностями здоровья и сопровождающих их лиц. Для маломобильных пассажиров предусмотрены душевая кабина и специально оборудованный туалет. Для их посадки и высадки впервые будет применено подъемное устройство новой конструкции, которое более компактно и обладает повышенным уровнем надежности.

После завершения полного цикла испытаний и получения сертификатов соответствия требованиям Технического Регламента Таможенного Союза ТВЗ приступит к серийному производству вагонов габарита Т.

https://elibrary.ru/download/elibrary_80630048_62061135.pdf

Для подтверждения надежности

Дан старт испытаниям опытного образца рамы неоторной тележки отечественного высокоскоростного электропоезда, изготовленной на заводе «Уральские локомотивы» в г. Верхняя Пышма Свердловской области.

Процесс сертификации тележки для высокоскоростного поезда запущен заводом-изготовителем и Регистром сертификации на федеральном железнодорожном транспорте (РСФЖТ) в начале 2025 г. По документации, полученной от АО «Инжиниринговый центр железнодорожного транспорта» (АО«ИЦЖТ»), «Уральские локомотивы» изготовили первую раму неоторной тележки. Ее конструкция рассчитана исходя из технического задания и с учетом условий эксплуатации в Российской Федерации на скоростях до 400 км/ч. Рама изготовлена из стали марки С355 отечественного производства, которая имеет улучшенные физические свойства и способна сохранять ударную вязкость при пониженных температурах, что необходимо при эксплуатации подвижного состава на высокой скорости в условиях российского климата.

Рама тележки высокоскоростного электропоезда – сложный узел, который при движении воспринимает все нагрузки от веса кузова, а также динамические воздействия верхнего строения пути. В связи с этим необходимо убедиться, что запас прочности данного узла будет достаточен в эксплуатации.



Для подтверждения надежности конструкции и верности предварительных расчетов при составлении конструкторской и технологической документации в АО «Научно-исследовательский и конструкторско-технологический институт подвижного состава» организованы усталостные и ресурсные испытания, во время которых рама немоторной тележки должна пройти 10 млн циклов нагрузки на прочность на специальных стендах. Испытания планируется завершить в мае текущего года. На следующем этапе будет испытываться рама моторной тележки высокоскоростного поезда.

https://elibrary.ru/download/elibrary_80630048_62061135.pdf

О перспективах разработки и применения технологии искусственного интеллекта при реализации транспортно-логистических задач в сфере грузовых перевозок

Лapidус Б.М., Осьминин А.Т., Лазарев А.А., Кабанов А.В.

ОАО «РЖД» как ключевое звено транспортно-логистической системы страны и один из лидеров цифровой трансформации вносит большой вклад в разработку и внедрение научно-технических решений в области цифровых технологий высокого уровня. Использование ИИ при проектировании новых объектов, планировании и эксплуатации железных дорог позволяет существенно оптимизировать эти процессы, повысить устойчивость к потенциальным сбоям в технологических процессах и рискам человеческих ошибок.

При этом железнодорожный транспорт коммерчески и технологически связан практически со всеми отраслями, и внедрение эффективных решений в его сфере может стимулировать мультипликативный эффект для всей экономики страны. Для железнодорожного транспорта технологии ИИ открывают новые возможности повышения производительности железных дорог, безопасности перевозочных процессов и роста их качества.

Российские ученые решают задачи применения ИИ в части технологий автономного управления и интервального регулирования движения поездов, управления загрузкой инфраструктуры, оптимизации сортировочной работы и др.

На настоящем этапе эволюции цифровых технологий на транспорте и в логистике ИИ в основном применяется в технологиях компьютерного зрения, где доля решений с его использованием составляет более 40 %. В связи с реализацией масштабных проектов в области беспилотного транспорта ожидается дальнейший рост спроса на эти технологии. Вместе с тем дальнейшее углубление в сферу возможностей технологий ИИ позволяет ставить планы по их использованию непосредственно для улучшения перевозочного процесса.

Одна из важнейших задач – обеспечение совместимости и интеграции ИИ-технологий с действующими автоматизированными системами (АС) и платформами, в первую очередь в рамках реализации сквозных производственных процессов. Необходимость оценки возможности разработки и использования технологий ИИ в вопросах управления грузовыми перевозками обусловлена тем, что именно в этой области заложены огромные резервы. В случае же построения ИИ-технологий используют обучающиеся модели, способные находить закономерности в данных. К ним можно отнести: машинное обучение (градиентный бустинг, нейросети); обучение с подкреплением (RL); эвристики и алгоритмы, основанные на поиске (генетические алгоритмы, муравьиные колонии), и др. Подойти к проблематике предлагается с точки зрения концепции формирования взаимодействия интеллектуальных рабочих мест (ИРМ) в каждой из фаз перевозочного процесса.

Для решения практических задач организации перевозочного процесса следует выполнять требования, предъявляемые к ИИ. К ним относятся обеспечение эффективного использования ранее полученных знаний и возможность оценки погрешности целевых функций для решения конкретных задач, а также способность за приемлемое время вырабатывать решение, устойчивое к небольшим изменениям значений параметров. Для подавляющего числа проблем теории расписаний, в том числе и для задач железнодорожного планирования, в рамках теории ИО разработаны алгоритмы нахождения приближенных решений с минимальным значением оценки абсолютной погрешности оптимального значения целевой функции. Найти с их помощью оптимальное решение при планировании невозможно, поскольку такие задачи являются NP-сложными.

Устранить эту проблему можно только с помощью алгоритмов на основе ИИ. Конечно, разработка ИИ-технологий имеет тесную связь с теорией ИО. Эта связь выражается в том, что ИО и ИИ-технологии развиваются параллельно и дополняют друг друга. Теория ИО напрямую пересекается с задачами ИИ, поскольку направлена на достижение целей оптимизации,

управления ресурсами, разработками планов погрузки и формирования поездов, расписаний, маршрутизации и др.



В случаях, когда применение исключительно эвристических или вероятностных методов ИИ оказывается недостаточно эффективным, целесообразно использовать модели, объединяющие сильные стороны нескольких подходов. Именно поэтому можно сделать вывод, что ИИ – это не просто продолжение ИО, а скорее эволюционное расширение инструментов принятия решений.

Теория ИО остается важной основой, особенно в сфере логистики и транспортного моделирования, но современные методы ИИ добавляют новые возможности, связанные с обработкой больших данных, адаптацией и прогнозированием. Анализ проблематики, опрос экспертов в вопросах перевозочного процесса, а также пожелания клиентов железнодорожного транспорта показывают, что ИИ-технологии должны быть разработаны скорейшим образом и использованы при реализации транспортно-логистических услуг в сфере грузовых перевозок. Это позволит существенно повысить качество перевозок, обеспечит строгое соблюдение принципов недискриминационного доступа к инфраструктуре железных дорог, будет способствовать увеличению объемов перевозок и эффективному использованию подвижного состава.

Требуется учитывать, что в рамках оптимизации перевозочного процесса на полигонах конечное стратегическое решение принимает человек (специалист или руководитель, наделенный соответствующими полномочиями). Вместе с тем для эффективного решения транспортной задачи

управления грузопотоками в контуре основных автоматизированных систем ОАО «РЖД» следует разработать соответствующие методическую и нормативную базы для оценки возможности реализации ИИ-технологии, а также оценки экономических эффектов и рисков применения ИИ-технологии в бизнес-процессах холдинга.

https://elibrary.ru/download/elibrary_82275452_18956277.pdf

Новый способ увеличения пропускной способности

Авторы Хромушкин К.Д., Кирносков П.В., Павлов Е.В., Блюхер М.Г., Тихонов Д.А.

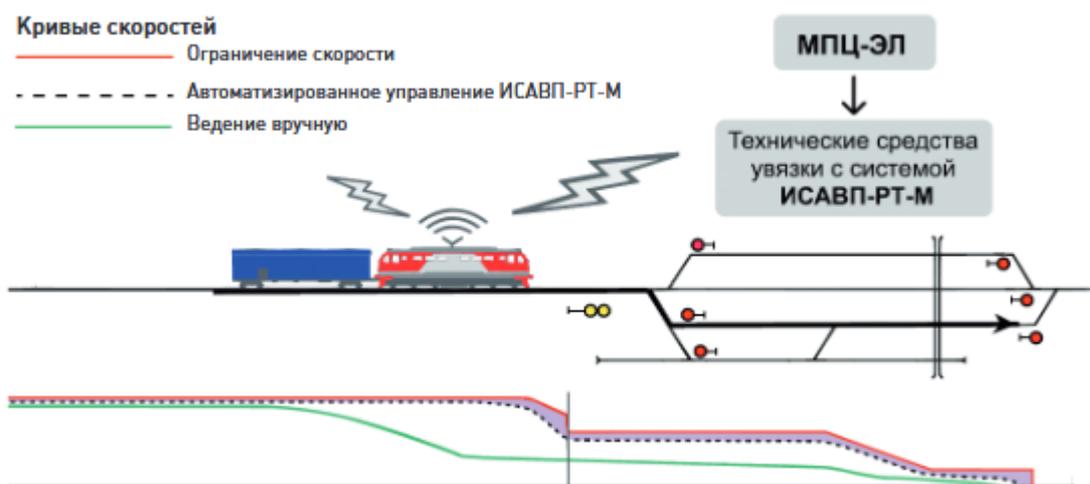
Одним из приоритетных направлений деятельности ОАО «РЖД» является повышение пропускной и провозной способностей существующей сети магистральных железных дорог, поскольку действующая инфраструктура не в полной мере справляется с постоянно растущими объемами грузоперевозок, что на прямую влияет на темпы развития промышленного сектора и экономики страны в целом.

Для увеличения объемов грузовых перевозок активно внедряется автоматизированное вождение грузовых поездов, в том числе и при организации движения пакетами поездов с применением технологии сокращения межпоездных интервалов. При ее реализации между попутно следующими поездами организуется постоянная радиосвязь, благодаря чему на борт локомотива второго по ходу движения поезда в реальном времени передается информация о положении впереди идущего состава, его текущими планируемом режиме движения. Обработка этих данных позволяет существенно сократить межпоездной интервал (особенно, в случае применения режима автоматизированного вождения) при обеспечении всех требований безопасности.

Указанная технология применима в случае движения по перегонам и главным путям станций. Однако при приеме поездов на станцию по маршрутам с отклонением по стрелочным переводам технология автоведения не реализуется, поскольку в систему не передается информация о заданном маршруте. В результате все действия выполняются машинистом вручную, что не исключает негативного влияния человеческого фактора. В целях обеспечения автоматического режима движения поездов по станции (как одиночных, так и пакетами) требуется предварительная передача информации о маршруте следования в систему автоведения. Это может быть реализовано различными методами. Один из них – использование действующих стационарных систем автоматического управления служебным торможением.

Для устранения указанных проблем предлагается использовать более эффективное техническое решение. Оно основано на интеграции микропроцессорной централизации стрелок и сигналов МПЦ-ЭЛ с системой автоведения локомотива посредством радиоканала. При реализации такого

подхода данные о заданном маршруте поступают в систему автоведения локомотива заблаговременно, когда он находится на расстоянии не менее 5 км от входного сигнала. Для обеспечения надежности работы технических средств увязки эта информация дублируется по двум радиоканалам: основному и резервному, – использующим разные технологии и частоты. Это позволяет в полной мере использовать потенциал системы автоведения при задании маршрута на боковой путь станции обеспечивать движение поезда в автоматическом режиме, сохраняя контроль со стороны штатных локомотивных систем безопасности.



Изменение скоростного режима движения поезда при его приеме на боковой путь станции в случае реализации предлагаемой технологии

Результаты испытаний показали, что при использовании локомотивов с системой автоведения и дополнительными радио модемами время прибытия на станцию сокращается в среднем на 2–4 мин в зависимости от маршрута. Это дает возможность принимать (отправлять) до 12 дополнительных пар грузовых поездов в сутки при условии полного оснащения тягового подвижного состава всеми необходимыми техническими средствами.

Предложенное решение снижает влияние человеческого фактора, способствует повышению безопасности движения поездов и увеличению пропускной способности участков, что особенно актуально для Байкало-Амурской и Транссибирской магистралей. За полгода опытной эксплуатации технология продемонстрировала высокую надежность и эффективность. Ее масштабирование на Восточном полигоне позволит существенно увеличить его пропускную способность в целом, а на отдельных участках – на 25–30 % без необходимости модернизации путевой инфраструктуры.

https://elibrary.ru/download/elibrary_82275454_68981149.pdf

Выбор параметров рельсовых цепей для ВСЖМ-1

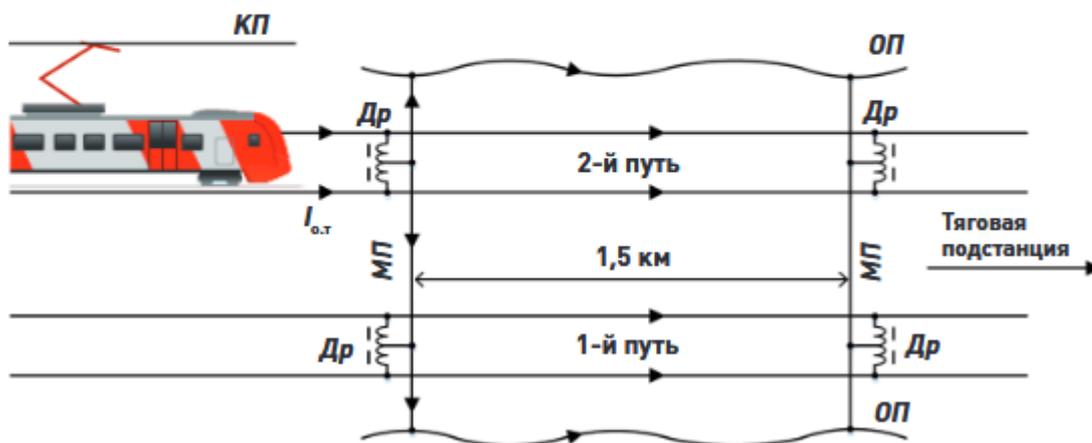
Автор Воронин В.А.

Развитие железнодорожного транспорта имеет стратегически важное значение для нашей страны. Особое внимание уделяется проектированию и строительству высокоскоростной железнодорожной магистрали Санкт-Петербург – Москва (ВСЖМ-1). Обеспечение безопасности движения поездов при скоростях свыше 250 км/ч предъявляет особые требования к работе системы интервального регулирования движения поездов (СИРДП). И здесь на первый план выходит задача организации надежного обмена информацией между напольными устройствами и локомотивными приборами безопасности. Решить ее планируется путем использования двух равнозначных каналов передачи данных: рельсопроводного и цифрового радиоканала.

Один из важнейших элементов рельсопроводного канала – рельсовые цепи. Современные тональные рельсовые цепи (ТРЦ), которые будут реализованы на ВСЖМ-1, позволяют использовать бесстыковой (бархатный) путь и могут применяться при любом виде тяги. Однако скорости движения поездов свыше 250 км/ч предъявляют к ним дополнительные требования по обеспечению основных режимов их работы и надежности функционирования. Еще одним фактором, влияющим прежде всего на контрольный режим работы тональных рельсовых цепей, является изменение схем канализации обратного тягового тока, а также заземления путевых устройств и искусственных сооружений.

На ВСЖМ-1 планируется применить схему тягового электроснабжения 2×25 кВ.

Схема пропуска тягового тока на ВСЖМ-1:
КП – контактный провод; ОП – обратный провод; Др – дроссель для пропуска тягового тока; МП – междупутная перемычка

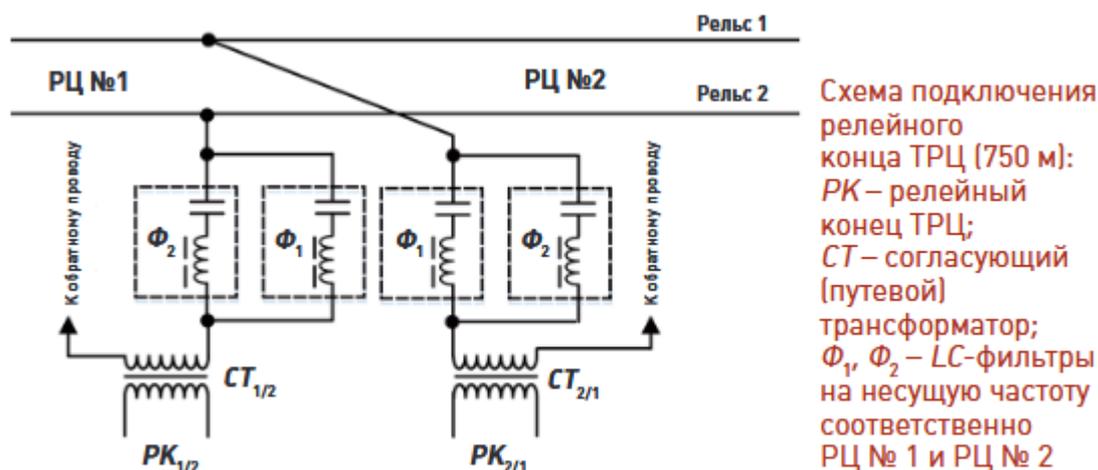


Таким образом, при проектировании СИРДП на ВСЖМ-1 разработчиками было решено:

- в целях обеспечения шунтового режима увеличить номинал защитных резисторов на питающих и релейных концах ТРЦ;
- в связи с изменением схемы подключения элементов обратной тяговой сети применять ТРЦ длиной не более 375 м;
- для обеспечения надежного приема сигналов АЛС-ЕН увеличить длину участка кодирования до 750 м и осуществлять кодирование только с питающих концов ТРЦ;
- в целях уменьшения требуемого уровня сигнала АЛС-ЕН сократить предельную длину кабельной линии до 4–5 км.

Очевидно, что применение ТРЦ малой длины приводит к значительному увеличению объемов необходимого оборудования и кабельной продукции. В связи с этим продолжается поиск эффективных решений, направленных на увеличение длины рельсовой цепи при надежном обеспечении всех режимов ее работы.

В процессе лабораторных испытаний ТРЦ повышенной длины на макете рельсовой линии в АО «НИИАС» проверялись нормальный, шунтовой и контрольный режимы работы с учетом объединения средних точек дросселей по границам 1,5-километрового участка. Испытания подтвердили правильность предварительных расчетов параметров тональной рельсовой цепи и устойчивость ее работы в условиях помех частотой 50 Гц.



Испытания подтвердили правильность технических решений, возможность обеспечения ими всех режимов работы тональных рельсовых цепей и устойчивого восприятия бортовыми приборами безопасности сигнала АЛС-ЕН на частоте 175 Гц. По результатам испытаний были оформлены акт и протокол с рекомендацией использовать такой вариант включения аппаратуры ТРЦ на линии ВСЖМ-1 и на других участках магистрального железнодорожного транспорта, где необходимо обеспечить снижение разности потенциалов рельс – земля при электротяге переменного тока. Дальнейшие испытания планируется провести на участке Смоленск-

Центральный – Красный Бор Московской железной дороги, электрифицированный по системе 2×25 кВ.

При этом будет обеспечено двухчастотное кодирование сигналами АЛС-ЕН с использованием новой передающей путевой аппаратуры. Следующий шаг – проверка режимов работы ТРЦ на опытном полигоне Саблино – Тосно Октябрьской железной дороги, на котором уложен безбалластный путь. Это позволит в реальных условиях оценить сопротивление балласта, учитываемое при расчете параметров работы рельсовых цепей, и влияние арматуры плит верхнего строения пути на работу ТРЦ. Такие всесторонние испытания впоследствии обеспечат устойчивую работу ТРЦ на линии ВСЖМ-1.

https://elibrary.ru/download/elibrary_82275458_22948434.pdf

Пролетные строения для мостовых переходов ВСМ

Авторы Ушаков А.Е., Поляков В.Ю., Ермаков В.М.

Принятые на уровне руководства страны решения о финансировании и начале строительства высокоскоростной магистрали (ВСМ) Санкт-Петербург – Москва с ключевым параметром – допускаемой скоростью 400 км/ч – предполагают развернутые широким фронтом разработки и подготовку к производству всех основных конструктивных элементов инфраструктуры и подвижного состава. Предполагается также, что для инновационных разработок в наличии имеется вся необходимая правовая и нормативно-техническая документация.

Действительно, еще на стадии первых проектов ВСМ был принят ряд документов, например «Специальные технические условия на проектирование ВСМ Москва – Казань 2014 г.». В СП 453 для балочных пролетных строений длиной до 60 м безопасность движения предлагается оценивать по косвенным критериям, к которым относятся прежде всего вертикальные ускорения пролетного строения (ПС). Прямая оценка безопасности по критерию устойчивости движения колеса по рельсу (оценка возможности так называемого обезгруживания колес) не считается необходимой для балок, где динамические эффекты наиболее сильно выражены. Пункт 6.4.17 СП 453 предусматривает оценку возможности обезгруживания колес высокоскоростного поезда, что на самом деле нормирует минимальное усилие в контакте колесо – рельс.

Однако использованная проектировщиком модель взаимодействия подвижного состава и ПС подразумевает моделирование нагружения ПС без рельсового полотна и без учета процессов в пятне контакта колеса и рельса. В данной ситуации авторами была сформулирована задача: провести корректное моделирование условий взаимодействия подвижного состава и ПС моста.

Для этого использовался программный комплекс моделирования взаимодействия в системе «мост – путь – поезд», разработанный РУТ (МИИТ) и апробированный многолетними исследованиями. Рассмотрено движение в

пределах подходов по земляному полотну и мосту с ПС длиной 32,6 м с оценкой безопасности с помощью прямого критерия – устойчивости движения колеса – через усилия в контакте колеса и рельса. Отечественный опыт разработки и эксплуатации конструкций из полимерных композиционных материалов (ПКМ) позволяет предложить инновационные решения по всему комплексу проблемных вопросов.

Сегодняшний уровень развития технологии обеспечивает эффективное применение ПКМ в ответственных сооружениях инфраструктуры железнодорожного транспорта, таких как конструкции ПС для ВСМ. С учетом накопленного опыта были разработаны длинномерные балки длиной до 100 м для железнодорожных мостовых сооружений.

В 2014 г. в рамках проектирования ВСМ Москва – Казань совместно с ОАО «Институт Гипростроймост» была подготовлена программа разработки и постановки на производство длинномерных балок для мостовых сооружений ВСМ, которая по не зависящим от разработчиков обстоятельствам осталась не реализованной.



В 2019 г. группой компаний «АпАТЭК» было разработано и изготовлено первое в мире ПС из ПКМ (ПСКМ) для железнодорожного моста. Решение о его укладке на Экспериментальном кольце ВНИИЖТ позволило провести всесторонние испытания инновационной конструкции в рамках плана Научно-технического развития ОАО «РЖД». В ходе испытаний пропущенный тоннаж превысил за три года 500 млн т брутто. Мировой приоритет конструкции был зафиксирован в 2021 г. присуждением ООО НПП «АпАТЭК» в партнерстве с ОАО «РЖД» Гран-при JES Awards – крупнейшего мирового форума по композитам, проходящего ежегодно в Париже.



Эксплуатационные испытания ПС КМ на Экспериментальном кольце ВНИИЖТ.

В случае применения ПС КМ можно наблюдать иное динамическое взаимодействие в системе «мост – путь – поезд» по сравнению с ПС из железобетона. Для ВСМ было разработано несколько вариантов ПС КМ длиной 32,6 м с различной погонной массой. Двухпутное исполнение ПС представляется нерациональным.

Опыт последних лет показывает, что необходимо иметь возможность оперативного восстановления элементов транспортной инфраструктуры. Из-за больших габаритов и массы железобетонных ПС их изготовление должно осуществляться в непосредственной близости от места установки на временных монтажных площадках, на которых нет условий для ускоренного твердения бетона и требуется выдержка 28 суток для набора им проектной прочности. При этом движение на длительный срок будет прекращено по обоим путям. Однопутные ПС позволяют при их замене обеспечить движение по соседнему пути, при этом в случае ПСКМ массой около 60 т возможны оперативные доставка и монтаж.

Железобетонные конструкции подвержены деструкции под воздействием окружающей среды. ПСКМ абсолютно инертны к воздействию окружающей среды, обладают практически неограниченным сроком службы и не требуют затрат на ремонт. Для оценки шумового воздействия на окружающую среду при проходе поездов по мостам с ПС из различных материалов были проведены специальные исследования. Они показали, что благодаря более высоким демпфирующим свойствам шум от поездов, проходящих по ПСКМ, ниже, чем от проходящих по ПС из железобетона и стали.

Россия в настоящее время имеет мировой приоритет в разработке пролетных строений для железнодорожных мостов из ПКМ, и есть все

основания закрепить его, создавая инфраструктуру для высокоскоростных магистралей.

https://elibrary.ru/download/elibrary_82275459_19136178.pdf

Получен сертификат

Компания «РМ Рейл» получила сертификат соответствия Регистра сертификации на федеральном железнодорожном транспорте (РС ФЖТ) на изотермический вагон-термос модели 16-6799. Вагон-термос предназначен для перевозки требующих соблюдения специального температурного режима продовольственных и непродовольственных грузов со сроком годности не менее 10 сут. Грузоподъемность вагона – 60 т, объем кузова – 138 м³, площадь пола – 44,8 м², срок службы – 32 года (на 7 лет больше по сравнению с аналогами). Тележки модели 18-9801 рассчитаны на осевую нагрузку 23,5 тс. Вагон-термос может эксплуатироваться в диапазоне температур от – 60 до +50 °С. В качестве изолирующего материала для стен применены плиты из пенополистирола, для дверей – напыляемый пенополиуретан, вся внутренняя поверхность покрыта гидроизоляцией.



Модель создана в партнерстве с заказчиком – одним из крупнейших операторов по перевозке скоропортящихся грузов.

Достигнуты договоренности о выпуске первой партии вагонов. Новый вагон-термос – четвертая модель в линейке изотермических транспортных средств компании «РМ Рейл». Ранее она представила автономный рефрижераторный вагон модели 16-1247, вагон-термос модели 16-1239 и рефрижераторный контейнер типоразмера 1ААА.

https://elibrary.ru/download/elibrary_82275460_30040109.pdf

Разработаны поезда для железнодорожного туризма в Китае

Страна все больше внимания уделяет развитию железнодорожного туризма и созданию для этого специализированного подвижного состава.

По маршруту длиной около 21 км в окрестностях города Лицзян, который уже давно привлекает туристов со всего мира не только богатым культурным наследием, но и живописными горными ландшафтами, начали курсировать трехвагонные электропоезда с панорамными окнами. Они разработаны корпорацией CRRC с учетом сложных условий эксплуатации в горной местности. Каждый такой электропоезд способен развивать скорость до 70 км/ч и вмещает примерно 150 экскурсантов.

Одной из его ключевых особенностей является приспособленность к движению по линии с уклонами до 55 ‰ и с кривыми радиусом до 50 м. Для обеспечения плавного вписывания в кривые на таких сложных участках пути были применены моторные шарнирно-сочлененные тележки.

Гибридная тормозная система, сочетающая электрические, гидравлические и магниторельсовые тормоза, повышает безопасность движения и делает его более плавным. Панорамные окна оснащены системой электрозатемнения, которая автоматически регулирует степень их прозрачности в зависимости от интенсивности солнечного света. Это защищает пассажиров не только от яркого солнца, но и от опасного ультрафиолетового излучения. Просторные салоны, удобные кресла и современное освещение создают атмосферу комфорта и уюта.

Электропоезда могут работать по системе многих единиц.



На заводе CRRC в Циндао был представлен пассажирский состав из имеющих конструкционную скорость 120 км/ч вагонов локомотивной тяги. Это совместный проект CRRC и компании-перевозчика CR Zhengzhou, в котором реализована концепция комфор-табельного отеля на колесах. Состав включает в себя 14 спальных вагонов с двух-, трех- и четырех-местными купе, вагон-ресторан, служебный вагон, а также много-функциональный, в котором находятся чайная комната, рассчитанная на восемь человек, комнаты для игры в шахматы, видеоигри др.



В многофункциональном вагоне имеется кабинет, оснащенный всем необходимым оборудованием для оказания неотложной медицинской помощи. Каждое купе в спальнях вагонов оборудовано отдельной ванной комнатой с разделением на сухую и влажную зоны, туалетом, шкафами, мини-баром, розетками и USB-разъемами для подзарядки мобильных устройств. Вагоны отличаются повышенной звукоизоляцией, а их большие окна обеспечивают максимальное использование естественного освещения. Вагоны адаптированы для лиц с ограниченной мобильностью и пожилых людей: имеются поручни с подсветкой, противоскользящее напольное покрытие.

В середине 2025 г. должна начаться регулярная эксплуатация поезда в долине реки Хуанхэ между городами Лоян, Аньян и Саньмэнься с живописными пейзажами и рядом туристических достопримечательностей.

https://elibrary.ru/download/elibrary_82275464_66616341.pdf

Тепловоз ТЭМ 23 для работы на цифровой станции в режиме «Автомашинист»

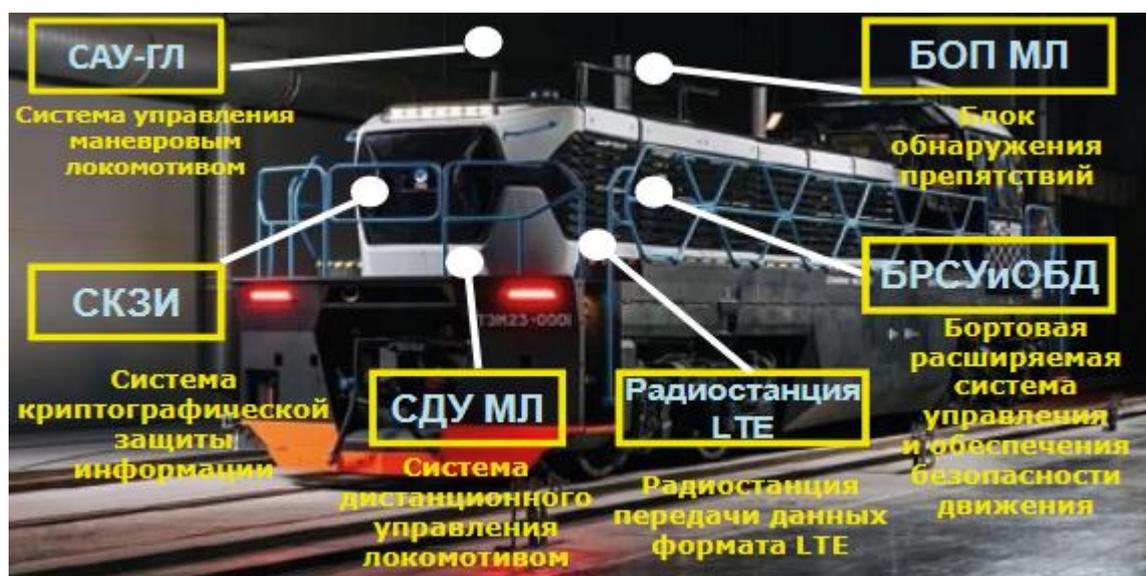
Авторы Чикиркин О.В., Обухов М.Ю., Сальков А.А.

В 2024 г. ОАО «РЖД» закупило 6 инновационных четырехосных двухдизельных тепловозов ТЭМ23. Локомотив, разработанный АО «Трансмашхолдинг», предназначен для выполнения маневровой, маневрово-вывозной и горочной работ, отличается повышенной экологичностью и не только. Значительная часть установленного на тепловозе оборудования создана впервые, специально для этого локомотива. Применено много инновационных технических решений. Выполнена объемная работа по формированию технологического суверенитета при его производстве.

Для Дирекции тяги тепловоз представляет особый интерес как технически современный локомотив с возможностями работы на цифровой

станции в режиме «Автомашинист». В сочетании с напольным стационарным оборудованием он позволяет осуществлять автономную работу без участия машиниста.

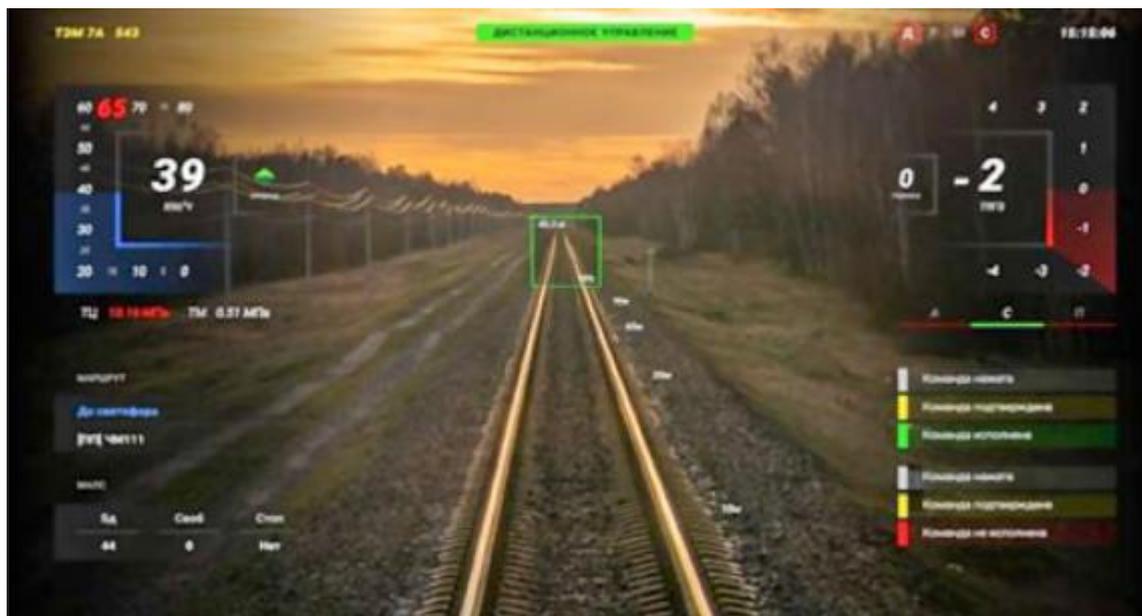
Комплекс «Автомашинист» обеспечивает управление тепловозом в одном из режимов управления: ручной, дистанционный, автоматический. В дистанционном режиме управление может осуществляться с носимого или стационарного пульта управления. Через модуль синхронизации, связи и дистанционного управления комплекс обеспечивает взаимодействие с подсистемами стационарной инфраструктуры, с АРМ машиниста-оператора, двустороннего информационного обмена с микропроцессорной системой тепловоза. Тепловоз ТЭМ 23 № 0002 в 2023 — 2024 гг. прошел эксплуатационные испытания на станции Брянск-2 Московской железной дороги, после чего стала возможной закупка локомотивов этой серии. Пять из шести приобретенных ТЭМ 23 можно опционально дооснастить системой «Автомашинист» после успешного завершения необходимых испытаний.



Бортовое устройство безопасности из состава комплекса оборудования тепловоза реализует взаимодействие с подсистемами стационарной инфраструктуры системы «Автомашинист» в части получения необходимых данных для реализации маршрута движения, формирование допустимой скорости движения тепловоза на основе данных подсистем стационарной инфраструктуры системы «Автомашинист» и электронной карты, контроль параметров тепловоза, в том числе допустимой и фактической скоростей движения локомотива, контроль включения и отключения проверки бодрствования машиниста при изменении режима движения с ручного на дистанционный или автоматический, контроль бодрствования машиниста тепловоза в ручном режиме управления.

Блок обнаружения препятствий обеспечивает обнаружение и идентификацию объектов в зоне перед локомотивом по ходу движения и

остановку перед препятствием, а также формирование соответствующих сигналов оператору



В январе 2025 г. тепловоз ТЭМ 23 № 0002, оснащенный системой «Автомашинист», прибыл для проведения подконтрольной эксплуатации на ст. Лужская Октябрьской железной дороги. Здесь намечено провести испытания по увязке бортовой системы «Автомашинист» и оборудования станции. После проведения испытаний и готовности системы Цифровая железнодорожная станция на станции Челябинск-Главный данный локомотив будет передислоцирован на Южно-Уральскую дорогу. Для обеспечения полной потребности станции потребуются 24 локомотива.

https://elibrary.ru/download/elibrary_80498537_64493234.pdf

Создается «цифровой формуляр изделия»

В конце 2024 г. ООО «ЛокоТех-Сервис» и ООО «КонтролТуГоу.Ру» завершили выполнение работ по второму этапу проекта «Цифровой формуляр (паспорт) изделия». Данный проект признан Правительством РФ особо значимым и реализуется с привлечением средств гранта Российского фонда развития информационных технологий (РФРИТ).

Второй этап был реализован в полном объеме и в сроки согласно календарному плану. Проект по созданию отечественного программного обеспечения «Цифровой формуляр (паспорт) изделия» выполняется в рамках программы импортозамещения в сфере информационных технологий. Его цель — разработка отечественной системы класса PLM (для замены импортных средств управления жизненным циклом изделия), обеспечивающей прослеживаемость жизненного цикла изделий на основе технологии распределенного реестра (блокчейн).

Доработанное программное обеспечение будет запущено в промышленную эксплуатацию в 2025 г.



По словам руководителя проекта Департамента производственного анализа и развития ГК «ЛокоТех» Сергея Тимушева, на втором этапе были доработаны базовое ядро системы и функциональные модули программной платформы, а также проведены предварительные испытания системы на тестовом стенде компании-разработчика «КонтролТуГоу.Ру». «Испытания подтвердили работоспособность системы и готовность к следующему этапу», — отметил С. Тимушев.

На третьем этапе, который проводится до конца марта 2025 г., планируется разработать требования для внедрения системы у Заказчика; развернуть систему на серверах компании «ЛокоТех-Сервис»; доработать документацию, установить ПО и подключить пользователей, провести предварительные испытания на рабочих местах Заказчика.

Проект «Цифровой формуляр изделия» движется в рамках утвержденного календарного плана и в соответствии с техническим заданием. Его реализация станет важным шагом к обеспечению технологической независимости России в сфере промышленного программного обеспечения.

https://elibrary.ru/download/elibrary_80498541_24755685.pdf

Развитие железнодорожных пассажирских перевозок по технологии «PUSH-PULL»

Авторы Чикиркин О.В., Обухов М.Ю., Елин Д.А.

На современном этапе развития человечества стремительно развиваются технологии во всех сферах его деятельности. То, что вчера ещё было инновациями, становится привычной частью нашей жизни. Одной из ключевых областей, отражающих этот прогресс, является железнодорожный транспорт, где новые подходы и решения должны быть не только

технологичны, но одновременно экономичны, надежны и безотказны. Как известно, наиболее надежен тот механизм, в котором меньше элементов.

Примером такого упрощения является технология Push-Pull, открывающая новые возможности экономии времени и тягово-энергетических ресурсов. У данной технологии есть свои преимущества и недостатки, а также исторические предпосылки её разработки, о которых следует помнить.

Для начала необходимо определить, что подразумевается под технологией «Push-pull» (дословно «тяги-толкай» или же «Trailercontrol»). Это наличие состава из локомотива и вагонов, при этом хвостовой вагон оборудован кабиной управления, что позволяет поезду двигаться в обратном направлении без необходимости перестановки локомотива. В настоящее время удаленное управление локомотивом происходит с помощью микропроцессорной системы управления через зашифрованный радиоканал, внутрипоездные информационные шлейфы или же аналоговым методом, через низковольтные цепи.

В настоящее время с учетом прошлого опыта ведутся разработки отечественных поездов, работающих по технологии «Push-Pull». Они будут выполнены на базе секций перспективных двухсистемных пассажирских электровозов серий 2ЭП21 и 2ЭП22, а также тепловозов ТЭП70БС (с последующей заменой на секцию от перспективного двухсекционного пассажирского тепловоза после завершения его разработки и постановки на производство).

Секции электровозов серий 2ЭП21 и 2ЭП22 будут применяться в пассажирских поездах постоянного формирования (ПППФ), состоящих из 8 — 10 двухэтажных вагонов (последний вагон оборудуется собственной кабиной управления), для дальнего и скоростного сообщения на электрифицированных участках железных дорог Российской Федерации. ПППФ примечательны тем, что собраны полностью из отечественных компонентов и будут иметь максимально возможную унификацию узлов как с серийными двухэтажными вагонами, так и электровозами.



С секциями электровозов 2ЭП21 и 2ЭП22 поезда постоянного формирования смогут достичь скоростей 160 и 200 км/ч, соответственно. Составы с секциями перспективных электровозов получают возможность работы по системе многих единиц (СМЕ), что позволит объединить два состава в один поезд, обеспечивая большую вместимость. Применение секций двухсистемных пассажирских электровозов с пассажирскими поездами постоянного формирования позволит сократить время в пути на участках от Мурманска до Адлера и от Москвы до Владивостока путем исключения операций по смене локомотивов на станциях стыкования.

Следует отметить, что классические пассажирские поезда с вагонами на локомотивной тяге будут поэтапно заменяться на новые поезда постоянного формирования, работающие по технологии «Push-Pull». Массовое применение составов ПППФ, работающих по данной технологии, позволит сократить потребность в маневровых локомотивах на вокзалах крупных городов, что несет в себе целый ряд следующих положительных эффектов:

- снижение средств на закупку и содержание парка маневрового подвижного состава для привокзальной работы;

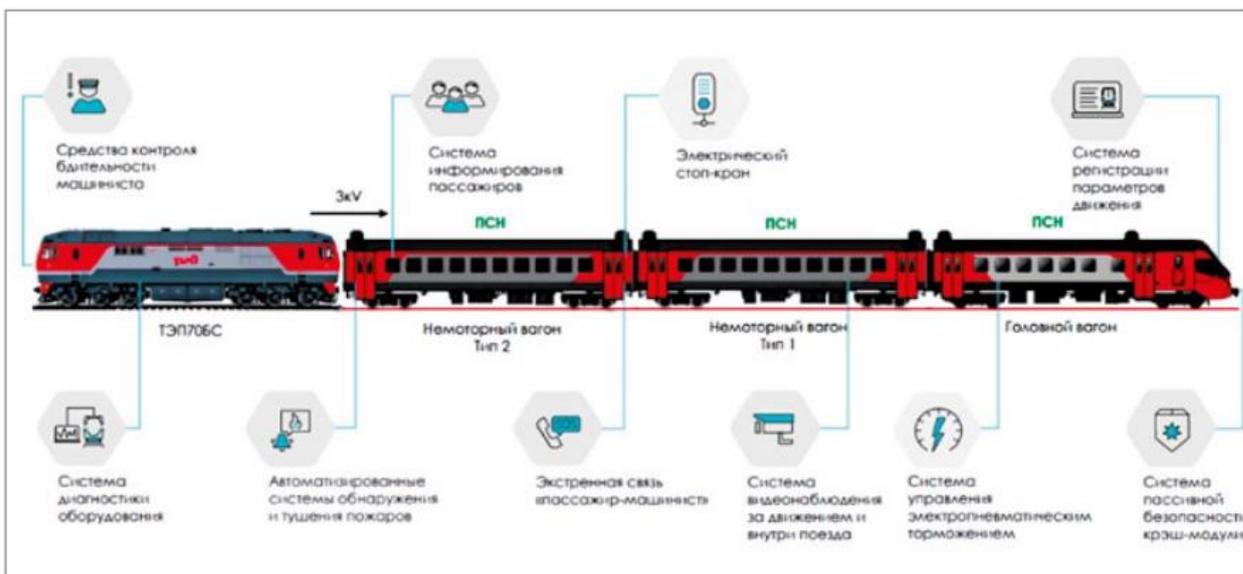
- экономия дизельного топлива;

- уменьшение углеродного следа от прямых выбросов парниковых газов от тягового подвижного состава в атмосферу (особенно актуально для мегаполисов) при использовании вариантов составов пассажирских поездов постоянного формирования, работающих по технологии «Push-Pull», на основе электровоза;

- сокращение времени на маневровые передвижения состава и смену направления движения;

- снижение нагрузки на сеть железных дорог и увеличение их пропускной способности, что, в свою очередь, позволит сократить простои грузовых поездов.

Для неэлектрифицированных пригородных маршрутов ведутся работы по созданию дизель-поездов ДП2Д на базе тепловозов ТЭП70БС с прицепными вагонами электропоезда серии ЭП2ДМ.



Новые дизель-поезда по технологии «Push-Pull» уже в скором времени приступят к сертификационным испытаниям, после чего будут эксплуатироваться совместно с ранее выпущенными дизель-электропоездами и рельсовыми автобусами. Следует отметить, что использование локомотивов ТЭП70БС в составе дизель-поезда является временным решением.

В настоящее время Дирекцией тяги и Департаментом технической политики ОАО «РЖД» инициировано начало работ по созданию перспективного двухсекционного пассажирского тепловоза для Восточного полигона, секция которого и будет являться базовой для обеспечения работы дизель-поезда. Предполагается, что использование дизель-поездов по технологии «Push-Pull» на пригородных маршрутах продлится до завершения работ по созданию головных вагонов с компактной отечественной дизель-генераторной установкой.

https://elibrary.ru/download/elibrary_82270671_26844460.pdf

Технические решения для эксплуатации соединенных пассажирских поездов

Авторы Бородкин А.В., Котляр С.А., Шихер Я.Г.

В условиях дефицита пропускной способности некоторых участков и направлений наиболее рациональными решениями являются организационно-технические мероприятия, направленные на совершенствование технологии перевозочного процесса, к которым в том числе относится увеличение длины пассажирских поездов. Формирование таких поездов без существенных капиталовложений на удлинение экипировочных путей и посадочных платформ возможно посредством объединения двух пассажирских поездов, каждый с локомотивом в голове, соединенных между собой и следующих одной «ниткой» графика движения. При этом маневровые операции, необходимые для посадки пассажиров на путях станций обычной длины,

последующее объединение и разъединение составов на технологических станциях вблизи пунктов отправления и назначения, требуют минимальных затрат времени.

Экспериментальные поездки показали, что приемлемая плавность хода обеспечивается только в режиме тяги, а наиболее неблагоприятными с точки зрения комфорта и безопасности являются неустановившиеся режимы движения в период торможения на низких скоростях, вызванного пневматической разрядкой тормозной магистрали (вследствие применения экстренного торможения краном машиниста, автостопного торможения или срыва стопкрана в пассажирском вагоне). При этом процессе поочередное наполнение тормозных цилиндров сжатым воздухом, обусловленное скоростью распространения тормозной волны (частное от деления длины тормозной магистрали поезда на время от момента постановки ручки крана машиниста в тормозное положение до начала появления давления в тормозном цилиндре последнего вагона), существенно сказывается на продольно-динамических реакциях в составе поезда. Временной сдвиг срабатывания тормозов может приводить к возникновению продольно-динамических реакций, превышающих допустимую величину.

Всесторонняя оценка и анализ результатов испытаний позволили сделать вывод, что при пневматическом управлении автотормозами по условиям допустимых продольно-динамических реакций, существующие тормозные средства обеспечивают эффективное управление в поездах, длина которых не должна превышать 24 пассажирских вагона. Одна из предпочтительных возможностей контроля продольных сил заключается в повышении скорости передачи команды на торможение. Поскольку в пневматической системе это реализовать физически невозможно из-за недостаточно высокой скорости распространения тормозной волны, предложено использовать замещение пневматического торможения электропневматическим (ЭПТ), обеспечивающим одновременное, максимально быстрое и более плавное срабатывание тормозов по всему составу.

Однако из-за недостаточного уровня электрического напряжения в хвостовой части соединенного 40-вагонного поезда гарантированное включение электровоз-духораспределителей при торможении ЭПТ в этой части состава не происходило.

По результатам испытаний был внедрен ряд мероприятий, направленных на снижение продольных сил, действующих в поезде, в том числе доработка аппаратуры питания и управления ЭПТ, включающая увеличение напряжения электрического импульса в момент начала торможения и др.

В рамках проработки поставленного вопроса специалистами ПКБ ЦТ предложены схемотехнические решения, позволяющие реализовать поставленную задачу. Они направлены на создание компактного съемного устройства управления локомотивной аппаратурой ЭПТ.



При срыве стоп-крана в хвостовой части соединенного поезда срабатывает датчик пневматического торможения устройства, установленного на ведомом локомотиве (в середине состава), которое, в свою очередь, переводит аппаратуру ЭПТ на головном локомотиве в режим электропневматического торможения. Это обеспечивается тем, что на головной локомотив по контрольной линии цепи ЭПТ поступает сигнал о срабатывании автоматических тормозов в хвостовой части соединенного поезда. Таким образом, обеспечивается автоматическое включение электропневматического торможения на ближайшем к месту срыва стоп-крана локомотиве, а также синхронное наполнение тормозных цилиндров вагонов сжатым воздухом по всей длине состава соединенного пассажирского поезда.

Применение съемного блока устройства управления ЭПТ позволяет быстро (в течение одного часа) подготовить пассажирский локомотив для вождения соединенных поездов.



В текущем году для подтверждения эффективности предложенных технических решений, направленных на снятие ограничений по продольной динамике и обеспечение быстрого и эффективного реагирования тормозных средств соединенного пассажирского поезда в экстренных ситуациях, запланировано проведение широко-масштабных экспериментальных исследований. Ходовые испытания технологии вождения соединенных пассажирских поездов с применением опытных образцов устройства

управления ЭПТ и высокотехнологичного оборудования для измерения и анализа динамических нагрузок в составе соединенного пассажирского поезда при различных процессах, происходящих в тормозной системе, будут проведены в соответствии с требованиями ГОСТ 33788–2016.

В исследованиях примут участие специалисты причастных структурных подразделений ОАО «РЖД» при научно-техническом и технологическом сопровождении ведущих научно-исследовательских организаций, задействованных в области инновационных технологий железнодорожного транспорта.

Показатели динамических качеств, включающие в себя коэффициенты перпендикулярно-параллельной динамики, вертикальные и горизонтальные ускорения, а также данные о плавности хода, полученные в результате испытаний, лягут в основу для разработки нормативного обеспечения. Оно будет регламентировать конструктивную схему управления соединенными пассажирскими поездами, рассматриваемую в качестве технологической платформы, которая позволит качественно повысить уровень решения существующих и перспективных задач по увеличению резервов пропускной способности участков железных дорог.

https://www.elibrary.ru/download/elibrary_82270672_79952371.pdf

Совершенствование технологии контроля и оценки состояния бесстыкового пути

Мелихов С.Н., Мацкевич М.В., Старовойтова У.А.

Бесстыковой путь — наиболее прогрессивная конструкция железнодорожного пути. Отсутствие стыков позволяет снизить сопротивление движению поездов и сократить расходы на текущее содержание и ремонты пути. В оценке состояния бесстыкового пути используются три основные диагностические системы, осуществляющие измерения геометрических параметров пути, линейный видеоконтроль и пространственное лазерное сканирование.

Система измерения геометрических параметров пути позволяет оценить его состояние в плане и профиле на основе определения кривизны рельсовых нитей, а также косвенно установить состояние рельсовых скреплений.

Система линейного видеоконтроля дает возможность оценить продольные сдвиги рельсовых плетей, проконтролировать величину зазоров в болтовых стыках уравнительных пролетов, состояние шпал и скреплений.

Система пространственного лазерного сканирования фиксирует параметры балластной призмы, оценивая заполненность шпальных ящиков и достаточность плечей призмы.

Результаты измерений параметров пути от перечисленных систем установленным порядком поступают в единую корпоративную

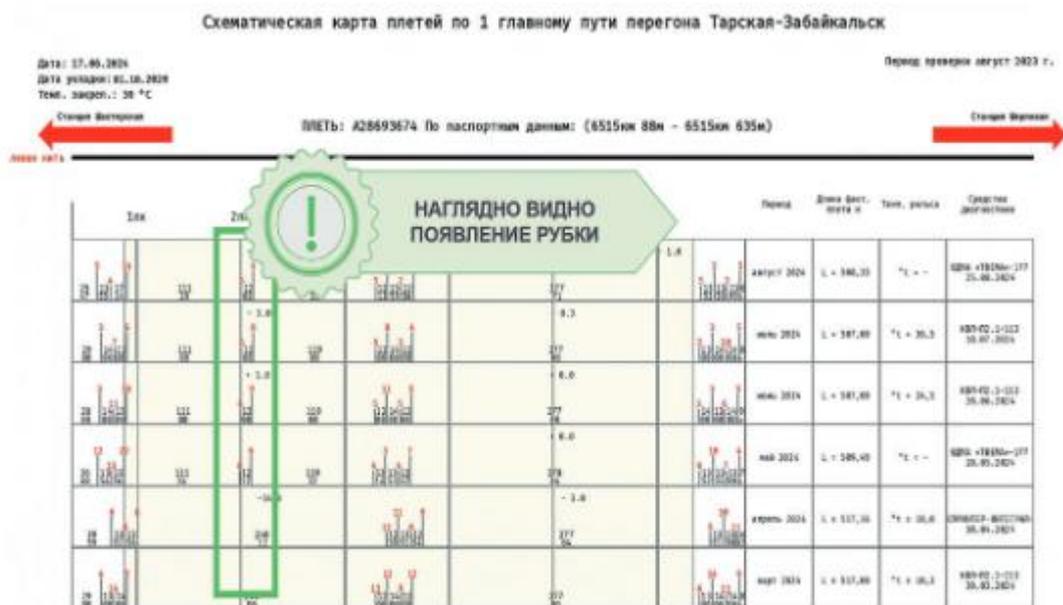
автоматизированную систему управления инфраструктурой ОАО «РЖД» — ЕК АСУИ СДМИ.

В хранилищах системы осуществляется накопление измерительных данных, выполняется обработка поступившей информации. Существенным достоинством ЕК АСУИ СДМИ является то, что все расчеты и оценки выполняются полностью автоматически, без участия человека, что обеспечивает объективность и достоверность результатов.

В ЕК АСУИ СДМИ реализован полный цикл управления бесстыковым путем: автоматическая паспортизация его участков, формирование отчетных данных согласно, оперативный контроль за состоянием и анализ его динамики, формирование потребности в путевых работах, их назначение и контроль качества выполнения.

Современные средства мобильной диагностики совместно с ЕК АСУИ СДМИ позволяют избежать недостатков традиционной технологии ревизии бесстыкового пути. В ЕК АСУИ СДМИ ревизия формируется автоматически, без выхода человека на путь. Другое важное нововведение — мониторинг изменения рельсовых плетей, который, по сути, является ревизией плетей в динамике. Каждая строка ведомости истории изменений плети содержит информацию о ее параметрах в конкретном месяце.

Технология мониторинга бесстыкового пути мобильными средствами диагностики с внесением данных в ЕК АСУИ СДМИ позволяет осуществлять контроль выполнения работ, нарушающих целостность плетей. Например, можно легко визуально отследить появление рельсовой рубки временного восстановления.



Ведомость истории изменений плети отразила появление временной рубки. Внедрение автоматического контроля состояния пути позволило

решить и одну сопутствующую задачу — верифицировать технический паспорт дистанции пути в части протяженности плетей.

Оценка состояния бесстыкового пути как предотказное в ЕК АСУИ СДМИ является основанием для назначения работ по приведению пути в безопасное состояние, а также для выдачи или отмены ограничений скорости. На основании данных мобильной диагностики в ЕК АСУИ СДМИ автоматически выполняется оценка каждого пикета бесстыкового пути на его устойчивость к температурному выбросу. Оценка осуществляется на основании 18 измеренных параметров пути по. По результатам расчета каждому пикету пути присваивается статус его состояния: недопустимое, предотказное, нежелательное, допустимое или не принимаемое в расчет. Все результаты сводятся в матрицу рисков, в которой отображается количество пикетов в каждом из перечисленных состояний, а ниже приводится детальная информация по каждому оцененному пикету.

Матрица ранжирования по комплексной оценке предотказного состояния бесстыкового пути по дороге
(сформирован 09.04.2025 18:50:48)

Дорога: Забайкальская Дата: 24.01.2025

Матрица ранжирования пикетов по результатам комплексной оценки предотказного состояния пути

Состояние пути	$\Gamma < 30$	$30 \leq \Gamma < 50$	$50 \leq \Gamma < 70$	$\Gamma \geq 70$
недопустимое	1		1	
Предотказное	1			
Нежелательное	3		1	
Всего пикетов	5		2	

Комплексная оценка предотказного состояния пикетов

Кп	Пп	ПЧ	Кс	Клпн	КлпЛ	КлпП	КулЛ (Г/Л)	КулП (Г/П)	КБал.пр.	Кинел.ав. (%на пк)	Кскр (%на пк)	Кзал.	Г	Радиус	Перегон	Средство диагностики	Дата поезда	Уст км/ч	Вогр км/ч
Недопустимое состояние пути																			
Направление: Чита-Хабаровск код: 13808 путь № 1																			
7867	6	17	3,089	5,028	5,028	4,990	- (-)	- (-)	-	0,619	0,990	-	64,10	-	Белогорск	ВДРА «ТВЕНА» 177	24.01.2025	70	0
Направление: Белогорск-Благовещенск код: 24801 путь № 1																			
18	2	17	5,086	5,024	4,771	5,024	- (-)	- (-)	-	0,821	0,990	-	16,92	-	Новока-Тон	ВДРА «ТВЕНА» 177	24.01.2025	120	0
Предотказное состояние пути																			
Направление: Белогорск-Благовещенск код: 24801 путь № 1																			
80	4	17	3,831	3,791	3,520	3,791	- (-)	- (-)	-	0,538	0,990	-	16,22	600	Белогорск	ВДРА «ТВЕНА» 177	24.01.2025	80	60
Нежелательное состояние пути																			
Направление: Чита-Хабаровск код: 13808 путь № 1																			
7867	3	17	3,267	2,244	2,244	0,227	- (-)	- (-)	-	0,311	0,990	-	64,10	-	Белогорск	ВДРА «ТВЕНА» 177	24.01.2025	70	-
Направление: Белогорск-Благовещенск код: 24801 путь № 1																			
29	7	17	2,794	2,765	2,765	0,120	- (-)	- (-)	-	0,365	0,990	-	16,92	-	Тонкин-РД	ВДРА «ТВЕНА» 177	24.01.2025	120	-
Направление: Белогорск-Благовещенск код: 24801 путь № III																			
96	10	17	2,697	2,671	2,671	1,301	- (-)	- (-)	-	0,349	0,990	-	16,22	1062	Новока-Тон	ВДРА «ТВЕНА» 177	24.01.2025	80	-

Новая задача, которая в настоящее время реализуется в ЕК АСУИ СДМИ, заключается в контроле уточненных параметров рельсовых рубок временного восстановления и фактической температуры закрепления бесстыкового пути при переходе из холодного к теплому периоду года. Эта технология основана на модели бесстыкового пути и будет раскрыта в следующих публикациях.

Перечисленные передовые технологии позволяют обеспечить существенно более высокий уровень безопасности бесстыкового пути. Автоматическая оценка, реализованная в ЕК АСУИ СДМИ на основе данных мобильной диагностики, отражает объективную картину устойчивости бесстыковой конструкции пути температурно-напряженного типа. При этом

сервисные возможности системы позволяют планировать работы на пути адресно, обоснованно и эффективно.

https://www.elibrary.ru/download/elibrary_82053218_69579903.pdf

Обследования подводных частей опор с применением телеуправляемых аппаратов

Автор Мещеряков А.В.

В соответствие с Распоряжением ОАО «РЖД» от 23.07.2024 ¹ 1771/р мостоиспытательные станции Региональных центров диагностики и мониторинга устройств инфраструктуры (РЦДМ) и сетевые мостоиспытательные станции для подводного обследования конструкций мостов должны быть оснащены комплексом для исследования русловых участков рек: телеуправляемым подводным аппаратом (ТПА) и гидролокатором бокового обзора (ГАО). На сети имеется 349 мостов, у которых подлежат обследованию подводные части 1266 опор.

Для контроля участков подмостового русла используется гидролокатор бокового обзора «Гидра», для подводных частей опор мостов — телеуправляемый подводный аппарат «ГНОМ ПРО». Использование этих современных аппаратов позволяет мостостанциям проводить комплексное обследование мостов, не ограничиваясь определением состояния только надводной части. Чтобы грамотно и эффективно управлять современной техникой, сотрудники мостоиспытательной станции (операторы ТПА и ГАО) прошли соответствующее обучение.

ГАО «Гидра» предназначен для обследования опор мостов и прилегающих русловых участков рек с использованием моторной лодки, а также для решения задач, связанных с размывами и повреждениями подводной части опор мостов. Компактный комплекс легко размещается в надувной моторной лодке. Состоит из локатора бокового обзора, эхолота, защищенного ноутбука, крепления на надувную лодку, комплекта навигационной спутниковой системы (КНСС), автомобильного аккумулятора в кейсе и программного обеспечения, что делает его автономным.

ТПА «ГНОМ ПРО» гораздо массивнее предыдущего устройства и требует соответствующего места для хранения и передислокации. Он предназначен для автоматизированного автономного подводного обследования и осмотра опор мостов и конструкций берегоукрепления, мониторинга подводной части опор, русла водотоков и сопровождения водолазных работ.

Основное функциональное назначение ТПА «ГНОМ ПРО» — получение оператором фото- и видеоизображений объектов, находящихся в толще или на поверхности воды. В зависимости от местных условий для осмотра опор моста с применением данного ТПА станция связи и управления располагается на берегу или на мосту (на опоре или в убежище пролетного строения), так как

одним из ограничивающих элементов комплекса является кабель питания и управления.



Для повышения эффективности и точности диагностики мостовых переходов предлагается использовать аппарат «ГНОМ ПРО» только после обследования русла гидролокатором бокового обзора «Гидра». Такой комплексный подход помогает правильно определить очередность подводного осмотра опор в зависимости от их технического состояния, а также исключить риски зацепления аппарата за строительный мусор и элементы конструкции моста.

Перспективным направлением в развитии обследования подводной части опор и подмостового русла является использование беспилотных платформ, на которые можно устанавливать диагностическое оборудование практически в любых комплектациях с применением эхолотов и радаров. Примером может служить универсальная беспилотная платформа «Калан».



В основу данной разработки изначально закладывался принцип универсальности по двум направлениям: модульное формирование полезной нагрузки и максимально упрощенный перенос решения на платформу другого размера. Базовая комплектация платформы включает следующее оборудование: однолучевой гидрографический эхолот; двухантенный ГНСС-приемник, работающий в RTK (Real Time Kinematic) режиме и выполняющий функции ГНСС-компыаса; видеокамеру с обзором 360°; систему управления и передачи данных; комплект из двух основных и двух сменных быстро заменяемых аккумуляторных батарей; автоматизированное рабочее место оператора.

Одним из примеров многолучевых эхолотов и радаров служит двухчастотный гидролокатор бокового обзора «СКАТ». Этот аппарат предназначен для получения гидроакустического полутонного изображения поверхности дна водоемов. ГБО «СКАТ» может использоваться как при установке на штанге на борту судна, так и в буксируемом варианте при погружении на глубину до 100 м. Его применение обеспечит постановку на карту отметок объектов и определение их размеров.

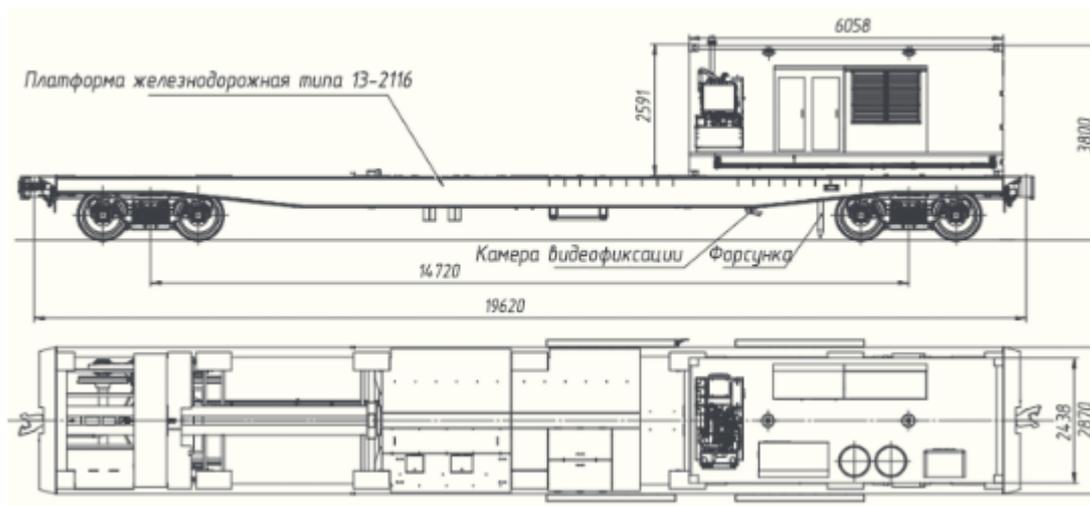
https://www.elibrary.ru/download/elibrary_82053221_20763528.pdf

Автоматическая система лубрикации рельсов в составе грузовых поездов

Авторы Старков А.О., Перегримов В.В., Василькина А.С.

В настоящее время на сети железных дорог России с целью сокращения износа пары трения «колесо-рельс» в качестве передвигных средств лубрикации используются вагоны-рельсосмазыватели, локомотивы-рельсосмазыватели и передвигные рельсосмазыватели на базе ССПС. Вагоны-рельсосмазыватели курсируют в составе пассажирских/почтово-багажных поездов по полигонной технологии, локомотивы-рельсосмазыватели и передвигные рельсосмазыватели на базе ССПС предназначены для смазывания рельсов на рокадных участках. Для решения проблем, связанных с курсированием в составе пассажирских поездов по полигонной технологии, было предложено рассмотреть возможность применения передвигных рельсосмазывателей в составе грузовых (контейнерных) поездов, учитывая непрерывность перевозочного грузового процесса, а также привлекательность стабильности расписания движения контейнерных поездов.

Система должна обеспечить автоматическое бесконтактное дозирование смазочного материала на боковую грань рельса без участия персонала. В соответствии с поручением в 2022–2024 гг. были разработаны технические требования, техническое задание и эскизный проект АЛСР, а также технология работ.



Конструкторская документация и опытный образец должны быть разработаны в 2025–2026 гг. Учитывая необходимость технического перевооружения и внедрения безлюдных технологий с целью повышения производительности труда и эффективности производственного процесса в условиях дефицита трудовых ресурсов, АЛСР должна применяться в автономном режиме по полигонной технологии.

Таким образом, АЛСР в соответствии с техническими требованиями должна быть оборудована следующими системами:

- автоматической системой нанесения смазочного материала, предусматривающей применение программного обеспечения совместно с электронной картой пути, основанной на паспортных данных дистанций пути и сформированной с использованием спутниковой системы;
- системой видеонаблюдения для контроля за работой форсунок;
- системой обогрева для возможности работы рельсосмазывающего оборудования в период низких температур;
- системой мониторинга, обеспечивающей передачу данных состояния всех агрегатов рельсосмазывающего оборудования в единую автоматизированную систему;
- системой передачи данных мобильной связи, поддерживающей современные стандарты передачи данных;
- системой самодиагностики, обеспечивающей проверку рельсосмазывающего оборудования в соответствии с установленным периодом и передающая данные по различным каналам связи при обнаружении неисправности.

Конструкция АЛСР должна быть эргономичной, обеспечивать возможность быстрой прицепки/отцепки к поезду. Заправку смазочным материалом, обслуживание и ремонт необходимо выполнять с использованием типовых инструментов для исключения простоя установки. В отличие от вагона рельсосмазывателя на платформе АЛСР во время лубрикации рельсов персонал отсутствует. Контролировать работу установки

ответственный исполнитель будет дистанционно при помощи компьютерного оборудования и видеосистемы.

Также основным преимуществом АЛСР считается возможность быстрого монтажа системы на различные типы платформ, что позволит повысить мобильность и унифицировать систему обслуживания на всей сети железных дорог. В соответствии с технологией работы АЛСР планируется внедрение пунктов технического обслуживания (далее ПТО). Учитывая, что обратное плечо при заправке составляет не менее 5000 км, ПТО должны располагаться максимально равномерно по всей сети железных дорог, что позволит покрыть наибольшее количество смазываемых участков и оптимизировать расходы на обслуживание и заправку АЛСР.

В перспективе все ПТО должны быть роботизированы и автоматизированы, что позволит исключить «человеческий фактор» в обслуживании и эксплуатации технических средств лубрикации.

https://www.elibrary.ru/download/elibrary_82053222_49326608.pdf

Использование поезда на водородном топливе для снижения загрязнения окружающей среды

Автор Белевцева А.Н.

Для предприятия ОАО «РЖД», как источника загрязнения атмосферного воздуха, определены нормативы предельно допустимых выбросов (ПДВ), которые устанавливаются с учетом предельно допустимой концентрации (ПДК) фоновое загрязнение атмосферного воздуха. Данные нормативы разрабатываются Минприроды России в соответствии с ГОСТом. Выбросы в атмосферу вредных веществ (ВВ) тепловозами не должны превышать ПДК.

Главная задача ОАО «РЖД» работать в направлении снижения уровня загрязнения атмосферного воздуха и сохранения озонового слоя. Необходимо сокращать количество выбросов путем внедрения современного оборудования, такого как водородный поезд, контролировать целостность оборудования, регулярно обслуживать технику, использовать альтернативные источники энергии. В качестве объекта изучения выбран водородный поезд.

Разработка подобных технологий решит ряд поставленных целей и задач ОАО «РЖД» в области снижения загрязнения окружающей среды. Цель исследования — изучение работы экологически чистого водородного поезда. Рассматриваются перспективы массового выпуска и поиска финансирования проекта. Современные технологии позволяют контролировать фоновый уровень концентрации ВВ в атмосфере.

Наряду с новейшим оборудованием стоят и технологии будущего (работа поездов на магнитных подушках, маневровый тепловоз, работающий на литиевых батареях, или атомный тепловоз). Сегодня мир предлагает перевозку пассажиров на водородных поездах.

В ОАО «РЖД» сообщили, что первый маневровый локомотив на водороде выпустят в 2026 г. Испытания компания планирует проводить на полигоне в Сахалинской области. В России водородный поезд планируют запустить в 2028 г. Создание и внедрение данного вида поезда стало сложным, но перспективным проектом. Сложность состоит в строительстве заводов по производству топливно-заправочного водорода, в создании боксов по ремонту и обслуживанию.

Разработкой проекта занимаются ОАО «РЖД», АО «ТМХ» и ГК «Росатом». Исходным материалом для исследования технологии работы водородного поезда является соответствующий перечень технологических процессов.

Самая высокая теплота сгорания. При сжигании одного килограмма бензина мы можем получить 45 МДж теплоты, а при сжигании такого же количества водорода — почти в три раза больше, 120 МДж теплоты. И это низшая теплота сгорания водорода

Широкие пределы воспламенения. Можно воспламенить, как очень бедную топливно-воздушную смесь, в которой по массе мало водорода, так и очень богатую. Предел воспламенения смеси водорода с воздухом — от 0,2 до 10 единиц. Для сравнения: у бензовоздушной смеси коэффициент избытка воздуха должен быть в диапазоне 0,7–1,2

Самая высокая скорость сгорания. Этот параметр очень важен с точки зрения достижения необходимых характеристик двигателя, в частности эффективной работы в цикле. В одном и том же двигателе скорость сгорания водорода будет примерно в три раза выше, чем скорость сгорания бензовоздушной смеси

Нулевые выбросы. Поскольку водородные поезда работают на водородных топливных элементах, они производят нулевые выбросы. Это делает их экологически чистым видом транспорта

Бесшумность. Поезда на водороде работают тише дизельных, что делает их идеальными для городских районов

Высокая эффективность. Водородные поезда отличаются высокой эффективностью, поскольку они с высокой степенью отдачи преобразуют водород в электричество

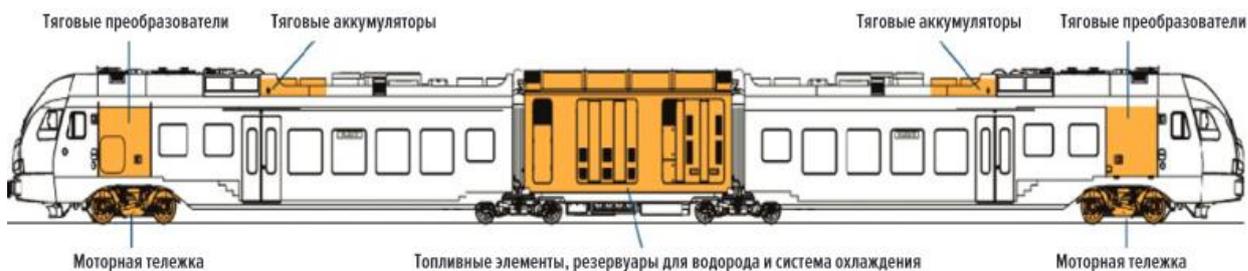
Дальность действия. Водородные поезда имеют больший радиус действия, чем поезда, работающие на батарейках, поскольку они могут накапливать больше энергии в меньшем пространстве

Технологический процесс производства водорода заключается в том, что воду надо расщепить на водород и кислород, используя ископаемое топливо в качестве энергии (газ, уголь), но данный процесс не будет считаться экологически чистым из-за выделения CO_2 , а если производить водород методом электролиза из воды при помощи энергии ветра или солнца, то это, несомненно, самый экологический вид топлива. Для хранения водорода на электропоезде есть специальные резервуары. Топливные элементы преобразуют водород в электричество и воду. Электричество подается в электродвигатель, а вода выводится через выхлопную трубу.

Использование водородной тяги на железной дороге обусловлено дополнительными расходами на инфраструктуру, что, конечно, отразится на стоимости билетов. В России идет работа по стандартизации бортовых и водородо-заправочных систем. В настоящее время поезда на водороде напоминают обычные электропоезда, с той лишь разницей, что они получают энергию для движения не от воздушных линий передач, а от водородных топливных элементов.

Водородный поезд имеет такое же строение, как и обычный поезд, за исключением силовых установок, накопителя энергии — аккумуляторные батареи преобразователи постоянного тока, резервуара для водорода и средств охлаждения. Для создания водородного поезда производят замену дизельной силовой установки на водородную в промежуточной секции и размещают на крыше концевого вагона тяговую аккумуляторную батарею. Количество вагонов может быть от двух до четырех. Силовое оборудование состоит из резервуаров для водорода, трубопровода и топливного элемента. Топливные элементы, как и двигатели внутреннего сгорания, имеют наиболее высокий КПД и большую энергоэффективность при средних нагрузках. Пассажирский вагон будет иметь широкий проход, по бокам расположатся отсеки с водородом и машинное отделение с комплектом вертикального оборудования для электроснабжения поезда.

С точки зрения безопасности пассажиров силовую установку изолируют, повышая комфортность. Резервуары с водородом рекомендовано располагать около машинного отделения для сокращения длины трубопровода водорода, что увеличит срок службы топливного оборудования и обеспечит доступ для монтажа и замены деталей. Все установленное оборудование должно быть в легком доступе, так как требует регулярного обслуживания. Такой вид транспорта не рассчитан на большие нагрузки. Это связано с небольшим сроком службы топливных элементов. А аккумуляторные батареи, напротив, могут интенсивно эксплуатироваться. Водородный транспорт может использоваться пока только для перевозки двух-четырех пассажирских вагонов малой комплектации.



Можно сделать вывод, что для реализации данного проекта необходимы дальнейшие исследования. Эту разработку нужно развивать, финансировать и внедрять, как можно быстрее в повседневную жизнь, это «зеленая» революция в науке.

Следующим шагом в России в 2028 г. будет разработка компанией «Роснефть» проекта по захвату углерода. Представленный новый вид водородного поезда станет прорывом в области экологии. За водородным транспортом будущее. Изучение свойств водорода позволило сделать вывод о том, что он легче газа в 14,5 раз, легко смешивается с другими газами, а добычу его производят из воды, поэтому это уникальное экологическое топливо. Затруднение возникает только по финансированию нового проекта.

Сегодня существуют технологии не только водородного поезда, самолета или автомобиля, но и технологии по переработке CO₂, превращающие его в камень. В Исландии на геотермальной станции Хедлискейди разработали и внедрили технологии, превращающие воздух в камень, запирая парниковый углекислый газ в порах вулканического базальта. Можно сказать, что водородная революция только начинается и за водородным двигателем будущее, крупные предприятия инвестируют проекты в этой области.

https://elibrary.ru/download/elibrary_80407136_30946481.pdf

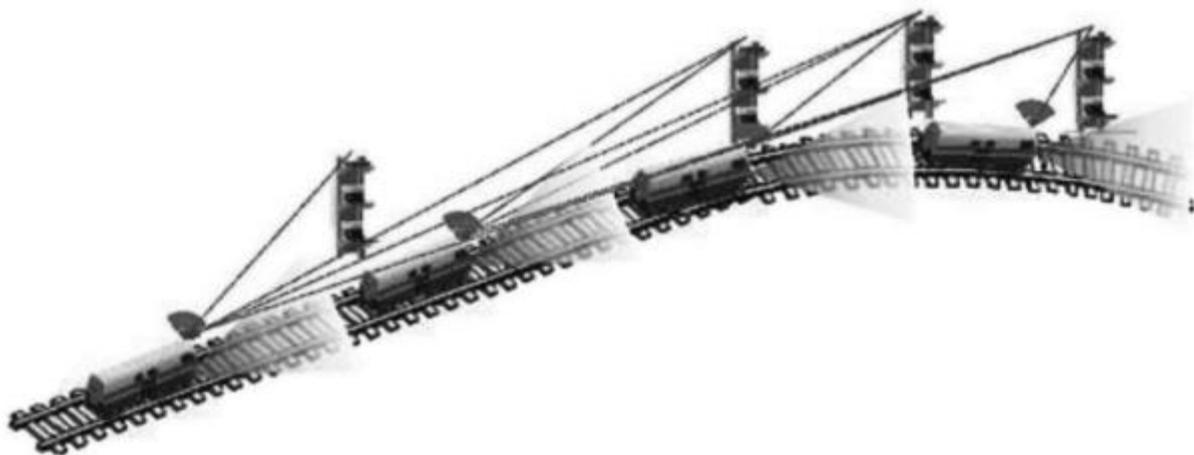
Инновационные технологии в транспортной системе

Авторы Царегородцева Е.Ю., Власова Н.В. В современных условиях инновации в управлении поездами открывают большие возможности для совершенствования железнодорожной системы и повышают эффективность грузопотоков. Автоматизация по управлению поездами помогает обезопасить движение.

Автоматизированные системы осуществляют контроль за движением поездов, помогают сформировать точность выполнения расписания, предотвращая аварийные ситуации с гарантией безопасности по перевозке пассажиров. Для разрешения имеющихся проблем в области безопасности транспортного движения следует внедрять высокотехнологичные системы по управлению поездами и осуществлять исследование данных в режиме реального времени, предотвращать рискованные ситуации и разрабатывать

решения на основе полученных данных. В свою очередь, необходимо использовать такие системы, которые будут включать алгоритмы с применением машинного обучения, нейронные сети с экспертными системами.

Рост пропускной способности железнодорожного транспорта является главным критерием для роста эффективности грузоперевозок. В свою очередь, на многих маршрутах число поездов уже достигло максимального значения при существующих условиях контроля, что означает, что дальнейшее наращивание количества поездов не приведет к улучшению работы линий. Единственным решением проблемы спроса на пропускную способность является оптимизация транспортных потоков с действующими маршрутами за счет изменения методик по управлению движением поездов.



Виртуальная связка

К новейшим инновационным направлениям следует отнести беспилотные технологии в России, которые только начинают развиваться, но их рост происходит с такой скоростью, что можно быть уверенными, что в скором времени эта сфера будет широко распространенной. В последние годы активно проводились испытания легковых и грузовых автомобилей вместе с железнодорожным транспортом.

Также необходимо упомянуть применение инновационных технологий для создания единой системы защиты информации на ОАО «РЖД». К этим технологиям относится автоматизация системы безопасности, способная отслеживать весь процесс – от шифрования данных до видеонаблюдения за выгрузкой товара на склады с сохранением всей информации. В то же время будут введены новые инструменты искусственного интеллекта, которые злоумышленники используют для создания потребностей в более эффективном обучении сотрудников на железнодорожном транспорте. Важно чтобы работники не только осваивали новые знания, но и развивали навыки по защите информационных потоков от киберугроз. В соответствии с Постановлением Правительства РФ от 29 декабря 2022 г. № 2495 (ред. от 21.09.2024) «Об установлении экспериментального правового режима в сфере

цифровых инноваций и утверждении Программы экспериментального правового режима в сфере цифровых инноваций...» сформированы определенные мероприятия по развитию инновационных технологий в транспортной системе.



Из представленного рисунка видно, что основная доля в инновационных технологиях на транспорте будет отводиться переходу на автоматизацию и роботизацию. Заменить полностью человека искусственный интеллект на сегодня еще пока не готов, но минимизировать нагрузку на имеющихся специалистов он точно в силах. При этом будет делаться упор на формирование экологичного транспорта.

https://www.elibrary.ru/download/elibrary_82282155_91707742.pdf

Проблематика внедрения искусственного интеллекта как нейропомощника на примере ОАО «РЖД»

Авторы Гречиха А.А., Плешаков С.М., Чистяков Э.Ю., Павлов А.Ю.

В условиях цифровой революции ключевым инструментом для оптимизации процессов в различных отраслях, включая железнодорожный транспорт, становится искусственный интеллект (далее – ИИ). Для ОАО «РЖД», как одной из крупнейших транспортных компаний, внедрение ИИ открывает возможности для повышения безопасности, точности управления инфраструктурой и снижения эксплуатационных затрат. Технологии ИИ способны анализировать огромные массивы данных в режиме реального времени, что критически важно для прогнозирования аварийных ситуаций, оптимизации логистики и персонализации сервисов.

Актуальность таких решений обусловлена не только глобальным трендом на автоматизацию, но и необходимостью соответствия растущим требованиям к надежности и эффективности железнодорожных перевозок. Метрологическое обеспечение в железнодорожной отрасли требует не только высокой точности измерений, но и строгого соблюдения нормативов,

оперативного доступа к актуальной документации и непрерывного обучения персонала.

Нейропомощник может выступать как высокоэффективная справочно-рекомендательная система, интегрированная с базами данных ОАО «РЖД». Например, он способен мгновенно предоставлять сотрудникам доступ к технической документации, актуальным нормативам (ГОСТ, ТУ) или схемам оборудования, что критически важно при проведении измерений или ремонтных работ. Кроме того, система на основе ИИ способна анализировать данные с датчиков в режиме реального времени, автоматически генерируя рекомендации по корректировке параметров (например, давление в тормозных системах, температурные режимы узлов).

В промышленности и транспорте технологии ИИ используются для оптимизации логистики, предиктивного обслуживания оборудования и повышения безопасности. В контексте ОАО «РЖД» это может выражаться в автоматическом мониторинге состояния инфраструктуры: системы на базе ИИ анализируют данные с сенсоров, отслеживая деформацию рельсов, износ колесных пар или отклонения в работе сигнальных систем. Другой пример – интеллектуальное планирование ремонтных работ. Алгоритмы учитывают множество факторов: загруженность путей, погодные условия, доступность персонала – и генерируют оптимальные графики, минимизирующие простой составов.

Преимущества ИИ очевидны. Во-первых, это скорость обработки данных. Человек не способен вручную анализировать тысячи сигналов от датчиков, тогда как ИИ делает это за доли секунды, мгновенно выявляя аномалии. Во-вторых, снижение влияния человеческого фактора. Ошибки, вызванные усталостью или невнимательностью, минимизируются, особенно в монотонных задачах, таких как калибровка измерительных приборов. В-третьих, масштабируемость. Разработанная для одного участка пути модель ИИ может быть адаптирована для всей сети ОАО «РЖД».

Однако у ИИ есть и недостатки. Зависимость от качества данных – ключевая проблема. Если алгоритм обучается на неполных или искаженных данных, его прогнозы становятся ненадежными. Например, модель, тренированная на информации о работе оборудования в умеренном климате, может давать сбои при анализе данных из регионов с экстремальными температурами. Другой риск – «черный ящик»: сложные нейросетевые модели часто невозможно интерпретировать, что затрудняет понимание причин их решений.

В условиях железнодорожной отрасли, где безопасность является приоритетом, это создает дополнительные трудности. Наконец, высокие затраты на внедрение – от закупки оборудования до обучения персонала – требуют долгосрочных инвестиций.

Современные модели искусственного интеллекта развиваются стремительно, предлагая решения для широкого спектра задач. Среди них выделяются три модели, демонстрирующие разные подходы к обработке

данных: DeepSeekMoE, Qwen2.5Max и YandexGPT. Главное отличие этих моделей заключается в их специализации. Например, DeepSeekMoE идеально подходит для распределенных задач, где требуется параллельная обработка разнородных данных, таких как показания датчиков и визуальная диагностика путей. Qwen2.5 Max, напротив, фокусируется на глубине анализа мультимедийных данных, что критически важно для предиктивного обслуживания инфраструктуры. YandexGPT выделяется в сценариях, где требуются лингвистическая точность и оперативный доступ к нормативной базе.

Практическое внедрение искусственного интеллекта в процессы ОАО «РЖД» сталкивается с рядом фундаментальных проблем, которые могут ограничить его эффективность. Одной из ключевых сложностей является неспособность «сырых» моделей ИИ корректно работать со специфическими задачами отрасли без предварительной адаптации. Например, нейропомощник, не обученный на данных железнодорожной инфраструктуры, не сможет грамотно отвечать на вопросы о технических нормативах, анализировать причины аварий или представлять актуальную документацию.

Основная проблема заключается в том, что современные модели ИИ изначально не обладают знаниями о внутренних процессах РЖД. Они не знакомы со структурой технических стандартов компании, особенностями эксплуатации путей или нюансами локальных регламентов. Без обучения на специализированных данных – таких как архивы отчетов о ремонтах, схемы оборудования, логфайлы датчиков – модель будет генерировать ответы, основанные на общих шаблонах, а не на реальных потребностях сотрудников. Это может привести к ошибкам в рекомендациях, некорректным ссылкам на документы или непониманию контекста запросов.

Таким образом, главная проблема практического применения ИИ в ОАО «РЖД» – разрыв между универсальными возможностями моделей и спецификой отрасли. Для его преодоления требуются не просто внедрение технологий, а глубокая интеграция ИИ в экосистему компании: обучение на релевантных данных, настройка алгоритмов под доменные задачи и постоянная синхронизация с актуальными нормативами. Без этого нейропомощник рискует остаться «цифровым стажером», чьи ответы будут вызывать больше вопросов, чем решений.

Для преодоления выявленных ограничений моделей ИИ при их внедрении в процессы ОАО «РЖД» необходимо реализовать комплекс мер, направленных на адаптацию технологий к отраслевой специфике и обеспечение достоверности их работы:

- разработка специализированных датасетов;
- интеграция с внутренними системами РЖД;
- внедрение гибридных систем «ИИ + эксперт»
- создание многоуровневой системы Контроля;
- регулярное обновление и тонкая настройка моделей;

- разработка интерактивных обучающих модулей;
- создание отраслевых LLM (Large Language Models).

Реализация этих предложений позволит трансформировать нейропомощника из источника потенциальных ошибок в надежный инструмент, усиливающий компетенции сотрудников ОАО «РЖД». Однако успех зависит от системного подхода: интеграции ИИ в существующие workflows, выделения ресурсов на обучение персонала и формирования культуры работы с данными.

Внедрение ИИ-помощника в ОАО «РЖД» – это не просто технологический эксперимент, а необходимость, продиктованная требованиями времени. Его преимущества в скорости, точности и доступности информации многократно перевешивают временные сложности адаптации. Уже в ближайшие годы такой инструмент может стать неотъемлемой частью экосистемы компании, заложив основу для инновационного развития всей отрасли.

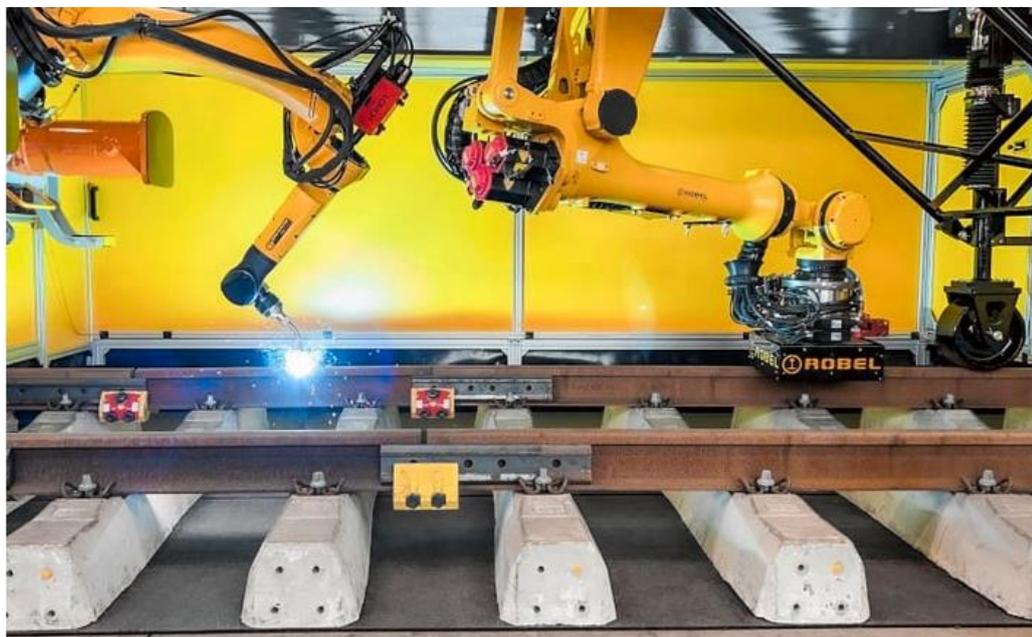
https://www.elibrary.ru/download/elibrary_82282160_83866250.pdf

На железных дорогах Нидерландов пустят роботизированную систему для наплавки рельсов

В Мюнстере (Германия) 20 – 22 мая 2025 г. прошла 29-я международная выставка техники для строительства и содержания железнодорожной инфраструктуры IAF, организатором которой неизменно является Ассоциация инженеров железнодорожного транспорта Германии (VDEI). В ходе выставки компании Robel Rail Automation, ProRail, VolkerRail и Strukton Rail подписали меморандум о взаимопонимании, имеющий целью создание автономной роботизированной установки для наплавки рельсов и компонентов стрелочных переводов инфраструктуры железных дорог Нидерландов (NS), оператором которой является компания ProRail.



Подписанию предшествовало наблюдение в течение года за восемью тестовыми наплавками, выполненными опытным экземпляром такой установки на путях порта Роттердам (Нидерланды).



Мобильная роботизированная установка с питанием от аккумуляторных батарей размещается в двух контейнерах, установленных на железнодорожной платформе, и предназначена для выявления и устранения дефектов рельсов и стрелочных переводов методом наплавки с последующей фрезеровкой шва. Установка способна работать автономно в ночное время при неблагоприятных погодных условиях, при этом нет необходимости закрывать второй путь на линии. Подписание меморандума переводит проект на этап инвестирования в дальнейшие разработки и внедрения установки на сети NS. Ее ввод в коммерческую эксплуатацию ожидается в течение 2 – 3 лет.

<https://zdmira.com/news/na-zheleznykh-dorogakh-niderlandov-pustyat-robotizirovannuyu-sistemu-dlya-naplavki-relsov>

Использование методов машинного обучения для решения задачи энергооптимального движения поезда

Авторы Истомин С.Г., Доманов К.И., Шатохин А.П., Денисов И.Н., Лаврухин А.А.

Повышение энергетической эффективности перевозочного процесса является одним из приоритетных направлений развития компании ОАО «РЖД». Поэтому разработка методов и алгоритмов энергооптимального движения поездов на всех железнодорожных полигонах России является актуальной задачей. В этой связи разные коллективы ученых ведут исследования в данной области с использованием классических методов теории тяги поездов, однако в условиях развития систем цифровизации и

современных локомотивов перспективным является применение для исполнения данных задач методов и алгоритмов машинного обучения с использованием искусственного интеллекта.

Исследователи из АО «НИИАС» и TÜVRheinland (Кельн, Германия) в своей работе описали возможность применения графового Марковского метода расчета безопасности и надежности сложных систем при использовании в технологиях автоведения поездов путем повышения эффективности машинного обучения программных средств технического зрения. Данная статья представляет собой изложение второго этапа разработки технологии построения динамических моделей энергооптимального движения локомотива в режиме реального времени для интеллектуально-адаптивной системы поддержки управления подвижным составом с применением методов и алгоритмов машинного обучения и искусственного интеллекта.

В настоящей статье авторами с использованием программного обеспечения Matlab выполнено компьютерное моделирование режимов работы (тяга, выбег, электрическое торможение, пневматическое торможение) магистрального грузового электровоза серии 2ЭС6 «Синара» на участке Входная — Иртышское Западно-Сибирской железной дороги. В качестве исходных данных для моделирования использовались следующие данные реальных поездок из системы РПДАГ, производства компании АВП «Технология» (более 35 000 поездок за 2023 год): профиль пути элемента железнодорожного участка, скорость движения поезда на заданном элементе пути, напряжение на токоприемнике, сила тяги, ток электровоза (на токоприемнике), мощность электровоза, масса состава, позиция контроллера-машиниста (текущая и предыдущая), время прохода элемента пути железнодорожного участка.

С теоретической точки зрения искусственный интеллект — это наука, позволяющая научить машины думать и принимать решения, а машинное обучение является его разделом. На сегодняшний день существует множество алгоритмов машинного обучения для решения транспортных задач. В качестве примера можно привести несколько наиболее часто используемых:

- линейная регрессия;
- метод опорных векторов;
- метод ближайших соседей;
- деревья решений;
- ансамбли;
- метод средних.

Стоит отметить, что данная классификация может быть сведена к трем основным методам:

1) контролируемое обучение (алгоритмы строят свой прогноз на основе выборок, в которых мы знаем, как выглядит результат);

2) неконтролируемое обучение (метод используется, если неизвестен конечный результат);

3) обучение с подкреплением (при решении задачи алгоритм получает отзыв о правильном или неправильном решении, накапливая тем самым историю подкрепления).

Для решения задачи энергооптимального движения локомотива важным является выбор алгоритма оптимизации, который является основой машинного обучения. К основным достоинствам такого выбора можно отнести то, что оптимизация позволяет определить наилучшее решение из различных возможных. Алгоритмы оптимизации делятся на два основных класса: алгоритмы первого порядка и второго порядка.

К алгоритмам первого порядка можно отнести: градиентный спуск; методы стохастической оптимизации; эволюционные алгоритмы; метаэвристическая оптимизация; алгоритмы роевого интеллекта; гиперпараметрическая оптимизация; оптимизация в глубоком обучении.

К алгоритмам второго порядка относят: метод Ньютона и квазиньютоновские методы; ограниченную оптимизацию; Байесовскую оптимизацию.

Выбирая оптимальный алгоритм для последующего обучения нейронной сети, необходимо учитывать предыдущие результаты ее обучения. Для используемой в настоящем исследовании рекуррентной нейронной сети показателями качественной аппроксимации будут являться затраченное время на обучение, схожесть проверочного и тестового наборов по характеристикам, отсутствие переобучения, величина регрессии, а также низкая суммарная среднеквадратическая ошибка между входами сети прямого распространения и целевыми значениями.

В качестве алгоритмов обучения в работе были исследованы и апробированы следующие методы: Левенберга — Марквардта (Levenberg — Marquardt); связанных градиентов Полака — Рибера (Polak — Ribiere); связанных градиентов Флетчера — Пауэлла (Fletcher — Powell); связанных градиентов Пауэлла — Биала (Powell — Beale); тренировка сети с использованием квазиньютоновского метода BFGS; регуляризация Bayesian; градиентного спуска; градиентного спуска с адаптивным обучением; градиентного спуска с учетом моментов; градиентного спуска с учетом моментов и с адаптивным обучением; одноступенчатый метод секущих; упругого обратного распространения; последовательных приращений.

В результате проведенного исследования получены данные, которые подтверждают высокую эффективность применения нейронных сетей для определения наиболее энергоэффективной позиции контроллера машиниста, в виду кучности значений вдоль прямой квадрата регрессии и низкого количества выбросов значений по результатам обучения нейронной сети. Скорость вычислений и достигаемая точность подтверждает возможность создания интеллектуально-адаптивной системы поддержки управления тяговым подвижным составом.

По результатам моделирования ошибка определения позиции контроллера в зависимости от метода оптимизации при обучении нейронной

сети варьировалась от 2,19 до 15 814,94, что характеризует рассеивание значений случайной величины относительно ее математического ожидания. Время решения задачи определения позиции контроллера машиниста составляла от 5 секунд до 27 минут — данное заключение носит предварительный характер, так как способность компьютера обрабатывать массив данных зависит от технических характеристик его процессора.

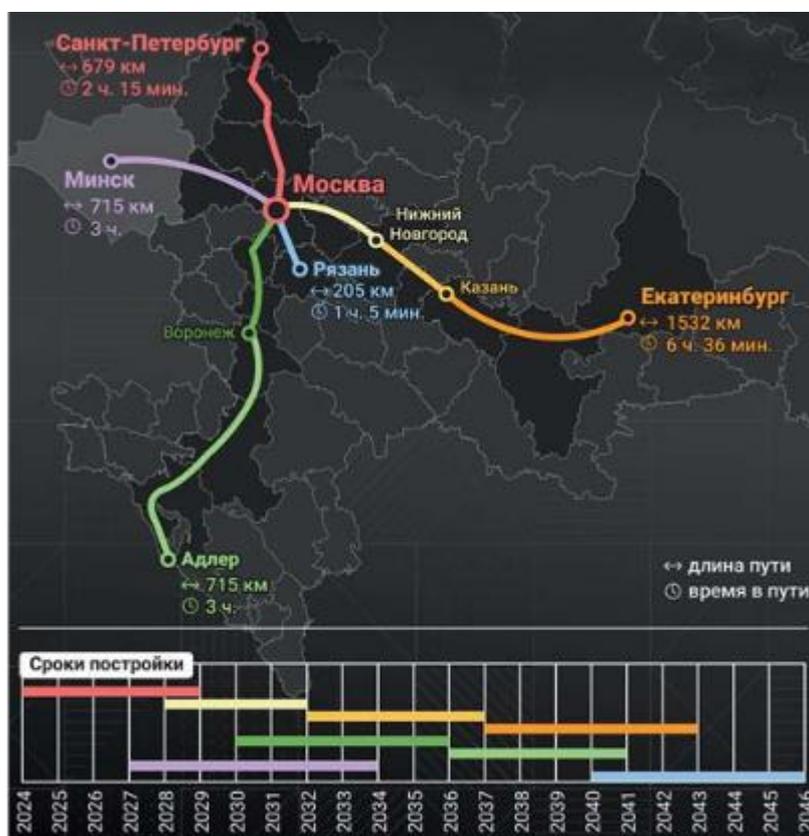
Выявлено, что для более точного определения величины тока и позиции контроллера машиниста при проектировании сети наиболее важным является подготовка данных для обучения.

https://www.elibrary.ru/download/elibrary_80487873_72451455.pdf

Реализация проекта ВСЖМ-1 Москва – Санкт-Петербург и содержание участков скоростного и высокоскоростного движения

Автор Гришан А.А.

Планом реализации высокоскоростных магистралей со скоростью движения поездов до 400 км/ч предусмотрено строительство в 2024-2046 гг. пяти ВСЖМ (Москва-Санкт-Петербург, Москва-Екатеринбург, Москва-Адлер, Москва-Рязань, Москва-Минск) с поэтапным вводом их в эксплуатацию. Завершение проекта магистрали Москва-Санкт-Петербург запланировано на 2028 г. Ее протяженность составит 679 км, время хода без остановок – 2 ч 15 мин, период движения поездов – с 6:00 до 24:00.



Технология диагностирования ВСЖМ-1 предусматривает применение следующих технических средств:

- высокоскоростные диагностические комплексы;
- автоматизированные средства мониторинга инфраструктуры;
- полнофункциональные диагностические комплексы на специализированном подвижном составе;
- стационарные средства диагностирования и мониторинга объектов инфраструктуры.

По результатам проведенных исследований влияния плавности хода, вибрации и ускорений на комфорт пассажиров и на основе зарубежных документов, норм и конструкционных решений сформированы предложения по установлению единых требований к показателям комфорта пассажиров и плавности хода, а также методов их определения для включения в разрабатываемый СТО РЖД «Плавность хода скоростных, высокоскоростных и пассажирских поездов. Требования и методы контроля».

Утверждены Технические решения к изменению объектов инфраструктуры в части геометрических параметров стрелочных переводов марок 1/11 и 1/13 с улучшенной геометрией, влияющих на комфорт пассажиров. Данные решения прорабатываются с заводами-изготовителями.

Разработаны технологические процессы работ по текущему содержанию и ремонту пути, а также контролю за качеством их проведения. Появилась возможность выполнять работы с применением систем лазерного сканирования на участках капитального ремонта, а также работы по разрядке температурных напряжений в рельсовых плетях бесстыкового пути в зоне стыка уравнительного пролета проекта СП 1060.000 для скоростей движения поездов 250 км/ч. Центральной дирекцией инфраструктуры внедряется в опытную эксплуатацию подсистема «плавность хода» системы АСУ ПА ЦДИ.

https://www.elibrary.ru/download/elibrary_80401801_54413278.pdf

Применение технологии неразрушающего контроля на подвижном составе и перспективы ее развития

Авторы Шэнь Цзеи,. Цаплин А. Е

В процессе эксплуатации подвижного состава, подвергающегося воздействию ударов, вибраций, трения и коррозии, компоненты со временем испытывают износ, деформацию, старение и повреждения. Эти изменения могут привести к сбоям в работе транспортных средств, что, в свою очередь, создает угрозу безопасности движения. В условиях активного развития современных электронных технологий и сенсорных систем традиционные методы неразрушающего контроля (НК) продолжают совершенствоваться, а также внедряются новые методики, направленные на улучшение диагностики и технического обслуживания железнодорожных транспортных средств.

Технологии НК основаны на использовании физических принципов для анализа и выявления дефектов на поверхности или внутри исследуемого объекта без его повреждения. За последние годы на основе традиционных методов НК, таких как ультразвуковой, магнито-порошковый, капиллярный, радиографический и вихретоковый контроль, были разработаны новые подходы, однако их эффективное применение в реальных эксплуатационных условиях требует дальнейших исследований и оценок.

Машинное зрение, как отрасль искусственного интеллекта, использует технологические системы, заменяющие человеческий глаз для измерений и оценки. Интеллектуальные роботы с машинным зрением, сочетающие технологии машинного зрения и искусственного интеллекта, могут значительно повысить степень автоматизации процессов на производстве, особенно при крупных и повторяющихся проверках. Внедрение роботизированных систем с машинным зрением в процесс НК способствует не только повышению эффективности и безопасности производства, но и улучшению точности обнаружения дефектов, что крайне важно для обеспечения качества продукции.

Умные очки, такие как Google Glass и Microsoft HoloLens, могут быть использованы для передачи данных, полученных с помощью традиционных методов НК, например для ультразвуковых дефектоскопов или термографических камер. Использование умных очков в НК открывает новые перспективы в проведении диагностики, предоставляя оператору возможность получать данные в реальном времени, визуализировать их непосредственно на объекте и взаимодействовать с удаленными экспертами. Эти устройства позволяют операторам передавать изображения, снятые в процессе контроля, на экран в реальном времени, что способствует улучшению взаимодействия с экспертами и оптимизации процесса обучения персонала.

В отличие от разрушающего контроля, методы НК могут быть применены на всех этапах жизненного цикла изделий — как при производстве и ремонте, так и в процессе эксплуатации.

Магнитопорошковый контроль (МПК) — это метод неразрушающего контроля, основанный на использовании магнитного поля и магнитного порошка для выявления дефектов на поверхности или вблизи поверхности материалов, в первую очередь металлических. На железнодорожном транспорте магнитопорошковому контролю подвергаются следующие компоненты подвижного состава: детали ударно-тягового и тормозного оборудования; рамы тележек различных моделей, как в сборе, так и по отдельным элементам; шкворни; оси всех типов колесных пар, как в сборе, так и в отдельном состоянии; свободные кольца буксовых подшипников, а также внутренние кольца, напрессованные на шейки оси; упорные кольца, стопорные планки, пружины, болты и другие элементы.

Преимущества МПК: простота и низкая стоимость; способность выявлять дефекты на поверхности и вблизи поверхности; высокая чувствительность к мелким дефектам (например, трещинам или пористости);

применимость к большинству ферромагнитных материалов (сталь, чугун и др.).

Ограничения: МПК не может выявлять дефекты, расположенные глубже чем на несколько миллиметров от поверхности; не подходит для немагнитных материалов (например, алюминий, медь); сложно автоматизировать. Ультразвуковой контроль (УЗК) в железнодорожной отрасли является методом неразрушающего контроля, который применяется для диагностики состояния таких компонентов, как колесные пары, оси, рельсы и другие металлические элементы подвижного состава, а также инфраструктуры. Этот метод позволяет выявлять дефекты, не видимые на поверхности, такие как внутренние трещины, поры или коррозию.

Особенно важным является применение УЗК для контроля сварных швов. Благодаря высокой чувствительности, низкой стоимости оборудования, удобству эксплуатации и способности точно идентифицировать форму дефекта, ультразвуковой контроль является основным методом для дефектоскопии внутренних дефектов сварных швов на тележках, что способствует обеспечению их качества и безопасности.

Преимущества УЗК: глубокое проникновение: УЗК позволяет выявлять внутренние дефекты, которые недоступны для визуального осмотра; высокая точность: метод обеспечивает высокую точность и позволяет точно локализовать дефекты; безопасность и сохранность объектов: УЗК не нарушает целостность проверяемого объекта и позволяет сохранить его пригодность для эксплуатации.

Вихретоковый контроль (ВТК) — это метод неразрушающего контроля, основанный на применении принципа индукции вихревых токов для обнаружения дефектов в металлических объектах, преимущественно на их поверхности и вблизи поверхности.

Умные очки являются одним из наиболее перспективных инструментов для улучшения процесса неразрушающего контроля (НК). Они предлагают операторам и специалистам уникальную возможность получать, отображать и анализировать данные в реальном времени, что значительно ускоряет диагностику и повышает точность контроля.

Основные функции умных очков при неразрушающем контроле:

- отображение данных в реальном времени: умные очки позволяют отображать результаты тестирования и данные о состоянии объекта прямо в поле зрения оператора.

- удаленная поддержка: умные очки могут быть оснащены камерой и системой передачи данных, что позволяет оперативно передавать изображения или видео на экран удаленным экспертам для консультаций или диагностики.

- интерактивность и голосовое управление: современные модели умных очков могут поддерживать голосовое управление, что позволяет оператору управлять системой без использования рук, оставляя их свободными для работы с инструментами;

– сбор и архивирование данных: умные очки могут автоматически фиксировать результаты тестов и состояние проверяемых объектов.

Интеграция умных очков с ультразвуковыми дефектоскопами позволяет отображать результаты измерений непосредственно на экране в реальном времени. Умные очки могут быть использованы для отображения изображений, полученных с помощью магнито-порошкового контроля, что обеспечивает более быстрый и точный анализ результатов. Кроме того, с помощью видеопотока, передаваемого через умные очки, специалисты могут получить удаленную консультацию и обсудить обнаруженные дефекты, что улучшает процесс принятия решений и повышает качество контроля. Умные очки могут отображать результаты вихретокового контроля в реальном времени, позволяя операторам точно и быстро локализовать дефекты.

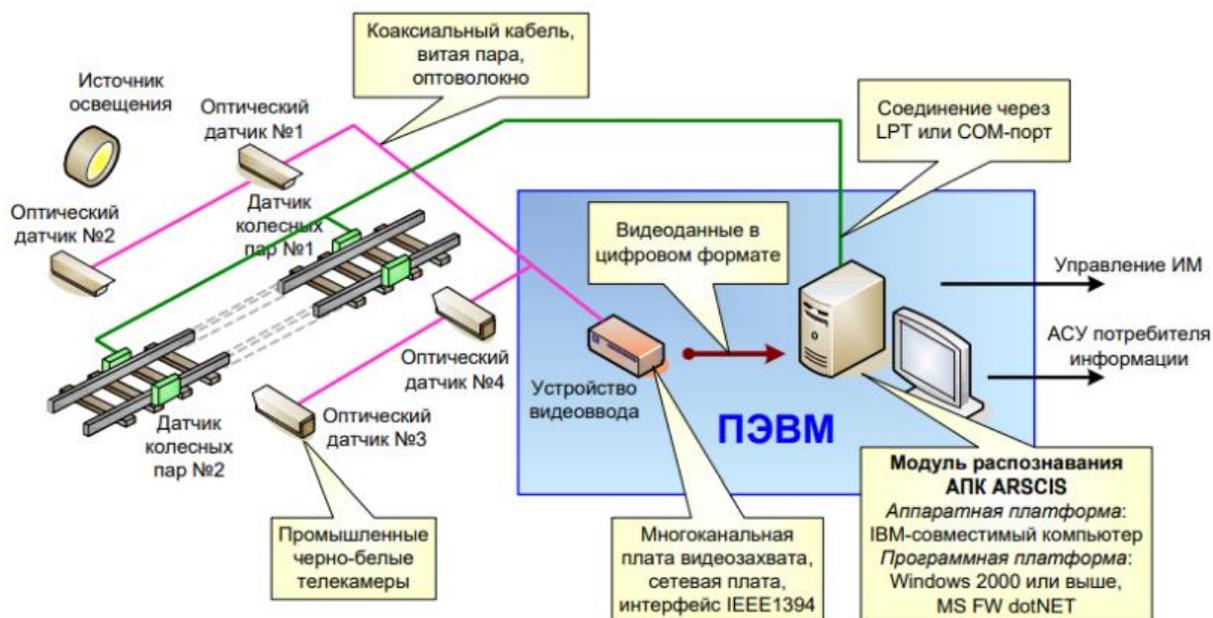
Технология 3D-изображений использует 3D-камеру для создания карты-параллакса, что позволяет точно воспроизвести пространственное положение объекта. С помощью блока сканирования и параллельных вычислений на графическом процессоре данные облака точек рассчитываются в реальном времени. В отличие от 2D-системы, которая часто вызывает ложные тревоги из-за ручных меток, 3D-технология устраняет эти ложные тревоги и помехи, такие как следы воды. Частота ложных срабатываний в 3D-системе равна нулю, что делает ее более точной и надежной.

Компания «Малленом» разработала аппаратно-программный комплекс (АПК) ARSCIS, предназначенный для обнаружения и идентификации объектов подвижного состава на определенном участке железной дороги. Идентификация объектов осуществляется посредством оптического распознавания их регистрационных номеров, нанесенных на борта и балкушасси вагонов.

Комплекс ARSCIS основан на оптико-электронных и электронно-вычислительных средствах, а его работа использует методы искусственного интеллекта, алгоритмы и программные средства анализа изображений и распознавания образов, разработанные учеными и инженерами ИМИТ СПбПУ и ООО «Малленом».

Аппаратно-программный комплекс (АПК) ARSCIS обеспечивает быстрое и достоверное обнаружение и идентификацию объектов подвижного состава, но ориентирован преимущественно на распознавание регистрационных номеров. При контроле узлов и деталей механической части электроподвижного состава алгоритмы распознавания, применяемые в комплексе, не обеспечивают достаточной точности для обнаружения поверхностных дефектов, что делает их использование в данном контексте нецелесообразным.

Неразрушающий контроль играет жизненно важную роль на этапах проектирования и производства транспортных средств.



Современные технологии обладают значительным потенциалом для повышения точности, оперативности и безопасности диагностики, что открывает новые возможности для улучшения качества обслуживания и повышения надежности эксплуатации подвижного состава. Однако их внедрение связано с рядом ограничений, включая высокую стоимость, необходимость обучения персонала и возможные проблемы с совместимостью с существующими системами.

Для успешного применения данных технологий необходимо провести дополнительные исследования их эффективности и надежности в реальных условиях эксплуатации, а также разработать стандарты и нормативные акты. Несмотря на существующие трудности, перспективы развития этих методов остаются значительными, что может привести к существенным улучшениям в области контроля и диагностики на железных дорогах в будущем.

https://www.elibrary.ru/download/elibrary_80501026_27463815.pdf

Система дистанционного видеоконтроля при движении вагонами вперед

Автор Александров Е. А.

В 2024 г. компания «ТМХ Интеллектуальные Системы» («ТМХ ИС») успешно реализовала масштабный проект по внедрению системы дистанционного видеонаблюдения (СДВ) на локомотиво-составах ТОО «Богатырь Комир» — одного из крупнейших угледобывающих предприятий Казахстана. В рамках проекта системой оснащено 15 локомотиво-составов, что значительно повысило безопасность передвижений вагонами вперед на предприятии. СДВ позволяет машинисту визуально контролировать свободу пути при движении вагонами вперед и получать предупреждения

при сближении с препятствием. При следовании составов вагонами вперед в карьерах и выработках без сопровождения составителя возникает риск травмирования людей, столкновения с автотранспортом, взреза стрелочного перевода, поскольку машинист не может в полной мере оценить эксплуатационную ситуацию перед первым по ходу движения вагоном состава и вынужден контролировать свободу пути в условиях ограниченной видимости.

Именно эти задачи решала компания «ТМХ ИС» при разработке СДВ.



В состав системы входит мобильный блок видеоконтроля (МБВ), который устанавливается на хвостовой вагон состава и передает изображение на монитор моноблочного компьютера в кабине машиниста. Запатентованный «ТМХ ИС» корпус мобильного блока имеет геометрические параметры, позволяющие быстро (за 15 с) устанавливать его на автосцепку СА-3 без применения каких-либо крепежных элементов. Модуль надежно фиксируется в автосцепке, его падение на путь исключается. Машинист может определять расстояние до препятствия при помощи выводимой на экран монитора сетки условных расстояний. Наличие какой-либо дополнительной квалификации персонала не требуется. Система обеспечивает дальность контроля свободы пути не менее 100 м в любое время суток. Интегрированная в МБВ видеокамера оснащена EXIR-подсветкой для захвата изображения в инфракрасном диапазоне в темное время суток.

Величина зоны визуального контроля практически не ограничена по профилю и плану пути. Объектив видеокамеры с фокусным расстоянием 2,8 мм позволяет визуально контролировать зоны на участках с разными профилем и планом пути. Угол обзора и ракурс соответствуют привычным для машиниста реалиям, что облегчает определение расстояний, оценку эксплуатационной обстановки и привязку к маршруту следования.



Система успешно прошла испытания на уклонах крутизной 40‰ и в кривых радиусом до 50 м. Емкости встроенного в МБВ аккумулятора хватает на работу в течение не менее 12 ч даже при температуре до – 40 °С. Для установки сменного аккумулятора не требуются дополнительные инструменты.

Работоспособность системы не зависит от длины состава, поскольку соединение локомотивного оборудования СДВ с мобильным блоком видеоконтроля устанавливается через сеть LTE, промышленный Wi-Fi с покрытием участка обслуживания или другой подходящий канал радиосвязи. Дополнительное оборудование на объектах инфраструктуры не требуется. Для сопряжения локомотивного блока с мобильным блоком используются запрограммированные производителем идентификационные номера.

Для автоматизации контроля свободности пути в СДВ применяются технологии машинного зрения. Захваченные мобильным модулем изображения не только транслируются машинисту для визуального контроля, но и обрабатываются нейросетью, идентифицирующей рельсовую колею, что позволяет выдавать машинисту визуальное и звуковое оповещения при перекрытии контролируемого участка пути любым объектом — железнодорожным подвижным составом, автотранспортным средством, человеком, другими препятствиями вплоть до тормозных башмаков.

Система дистанционного видеоконтроля интегрируется в состав системы обнаружения препятствий (СОП), которая, в свою очередь, является одним из компонентов комплексной безопасной системы дистанционного управления (БДСУ), разработанной «ТМХ ИС» и внедренной на крупнейшем в России металлургическом комбинате. БДСУ позволяет машинисту-оператору управлять локомотивом с носимого пульта. В настоящее время «ТМХ ИС» реализует проект, предусматривающий размещение стационарного пульта дистанционного управления в диспетчерской, что позволит вывести машиниста-оператора из опасной зоны.

Следующим логичным шагом становится переход к беспилотному движению. На первом этапе внедрения беспилотные локомотивы появятся на одном из участков металлургического комбината, затем планируется пустить полностью автоматизированный горочный локомотив и ввести беспилотное движение составов на двухпутном участке с маневровыми и погрузочными операциями.

В состав комплекса автоматизации будут включены БСДУ (с СОП и СДВ) и оборудование инфраструктуры, стационарное рабочее место дежурного оператора, посты погрузки/выгрузки, а в дальнейшем предусмотрена также его интеграция с системой микропроцессорной централизации.

<https://zdmira.com/articles/sistema-distantsionnogo-videokontrolya-pri-dvizhenii-vagonami-vpered>

Системы интеллектуальной видеоаналитики для повышения безопасности на железнодорожном транспорте

Автор Киселев Г.Г.

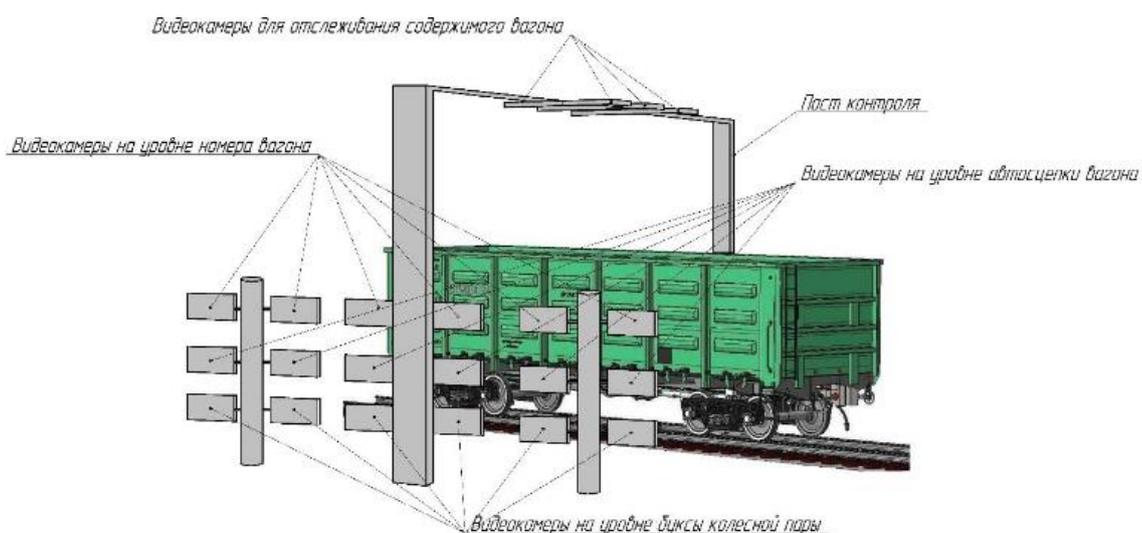
Используя цифровые технологии, можно получить доступ к огромному количеству информации в режиме реального времени. Современные компьютерные технологии дают возможность проводить широкое внедрение видеоаналитики на железнодорожных объектах, что позволит повысить безопасность. Метод видеоанализа, который включает в себя интеллектуальную платформу видеоаналитики, позволяет повысить эффективность системы безопасности движения, контроля технологических процессов и действий персонала, используя технологию обнаружения объектов в реальном времени. В основе платформы лежит способ создания распределенной информационной системы с центром управления, которая включает в себя все существующие подсистемы и позволяет добавлять новые.

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

Основополагающей целью является организация технического обслуживания подвижного состава, которая должна быть осуществлена на основании актуальной концепции развития техники и технологического уровня вагонного парка.

Системы технического зрения, позволяющие автоматически распознавать и классифицировать движущиеся объекты подвижного

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

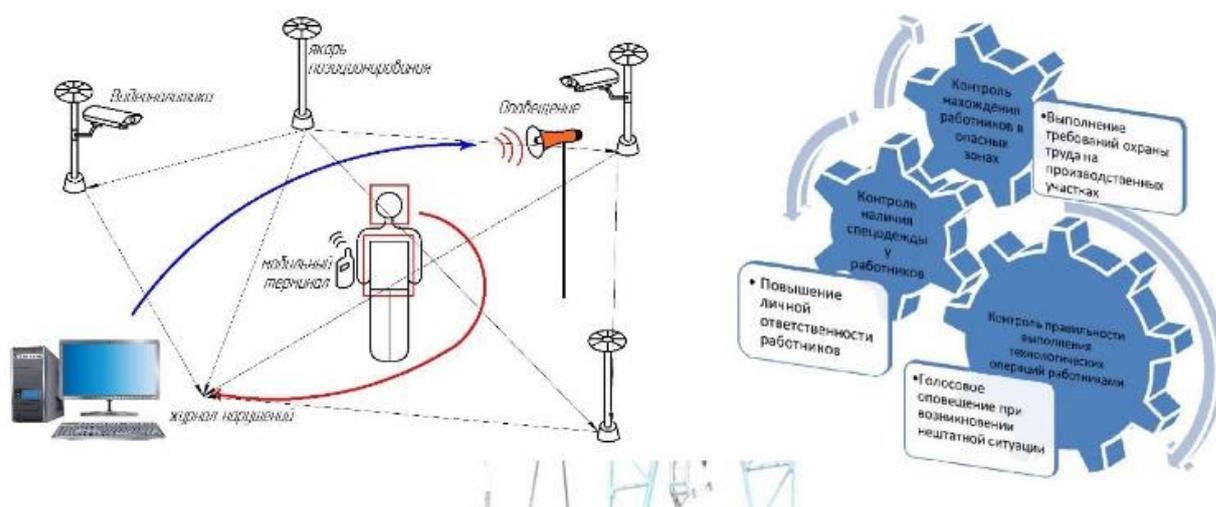


Впоследствии, сравнивая данный перечень с архивным арсеналом и проверяя наличие всех составных частей грузового вагона, которые необходимы для контроля, устанавливают, соответствие этих деталей подвижного состава с зафиксированными кадрами. В случае наличия не соответствующих по своим характеристикам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

Технологическая дисциплина включает в себя соблюдение установленных правил и процедур, а также использование специальных инструментов и оборудования. В ходе проведения технического обслуживания железнодорожного подвижного состава на железнодорожных путях используется система позиционирования работников, которые занимаются осмотром вагонов и их ремонтом.

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

С помощью технологии Bluetooth можно передавать пакеты данных со специальным программным обеспечением с устройства на мобильный терминал, используя сеть Wi-Fi.



Во время работы крана в зоне его функционирования определены опасные зоны. Система в автоматическом режиме определяет нарушения работника: отсутствие светоотражающего жилета, отсутствие каски, а также нарушение позиции работника в зоне работы крана.

видеоданных, а также осуществляет централизованный контроль за учетными записями операторов.

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

https://www.elibrary.ru/download/elibrary_80546647_75070321.pdf

Улучшение показателей эффективности тормозного оборудования на грузовых вагонах

Аватор Куренков К.В.

Благодаря развитию современных технологий с каждым годом увеличивается скорость движения поездов, их масса, длина товарных составов и т.д. Это вызывает необходимость обеспечить безопасное движение на железной дороге не только для пассажиров, но и для перевозимых товаров. Современные тормозные системы грузовых вагонов сталкиваются с рядом проблем, которые снижают их эффективность и негативно влияют на состояние колесных пар. К основным недостаткам можно отнести негерметичность соединений, возможные неисправности тормозного оборудования, необходимость ручной настройки тормозных приборов и регулировки рычажной передачи. Эти факторы приводят к тому, что сила нажатия тормозных колодок часто выходит за пределы допустимых значений, что, в свою очередь, вызывает ряд негативных последствий.

Одной из ключевых проблем является утечка воздуха из-за негерметичности соединений. Это снижает давление в системе, что приводит к недостаточному торможению и увеличению тормозного пути. Кроме того, неисправности втормозных приборах, таких как воздухораспределители или тормозные цилиндры, могут вызывать неравномерное распределение тормозного усилия между колесными парами. Это создает локальные перегрузки, которые способствуют повреждению поверхности колес.

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

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

Таким образом, переход на дисковые тормоза представляет собой перспективное направление для развития грузовых перевозок. Внедрение данной технологии позволит не только оптимизировать графики движения, но и снизить эксплуатационные расходы за счет уменьшения затрат на ремонт колесных пар и повышения ресурса элементов тормозной системы. Можно проследить тенденцию, что на вновь строящихся грузовых вагонах тормозная система значительно эффективнее, по сравнению с типовой тормозной системой, за счет максимального снижения участия человека в настройке и применении автоматизации.

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

Применение системы управления и регулирования (СУиР) обеспечивает формирование оптимальной корреляции между давлением сжатого воздуха (величиной тормозного коэффициента) и текущей загрузкой вагона. Еще одна важная проблема, помимо участия человека в процессе торможения, – это надежность и безотказность используемого оборудования. Воздухораспределитель типа 483 мог самопроизвольно срабатывать, что вызывало необходимость в разработке более совершенного воздухораспределителя. Таким стал воздухораспределитель стоечного типа 483А-05У, у которого оси чувствительных элементов располагаются перпендикулярно продольной оси вагона, что при больших продольных динамических воздействиях на вагон не приводит к их самопроизвольному срабатыванию.



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

Внедрение многоконтурной системы авторежимов не только повышает безопасность торможения, но и снижает износ колодок и колесных пар за счет исключения экстремальных нагрузок. Это особенно критично для длиннобазных платформ, работающих в условиях интенсивных перевозок, где даже незначительный дисбаланс может привести к преждевременному выходу оборудования из строя. Введение дополнительного воздухораспределителя повышает вероятность срабатывания тормозной системы, но не является единственным решением для увеличения шансов срабатывания тормозов. Использование таких дополнительных систем как СУиР также поможет не оставить вагон «безтормозов». Использование двух воздухораспределителей представляется актуальным для длиннобазных вагонов, чтобы тормозная волна быстрее распространялась по всей тормозной магистрали.

На основе изложенной информации можно сделать некоторые выводы:

- необходимо провести модернизацию систем торможения длиннобазных вагонов через установление дополнительных воздухораспределителей для ускорения распространения тормозной волны;
- стоит рассмотреть возможность использования композитных колодок, которые обеспечивают более равномерное торможение и меньше повреждают

колеса и использование современных материалов и технологий для повышения герметичности соединений;

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

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

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

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

Комплексный подход к модернизации тормозного оборудования, основанный на внедрении автоматизированных систем управления, использовании инновационных материалов и конструктивных решений, позволит повысить надёжность и эффективность работы вагонного парка, сократить эксплуатационные расходы и обеспечить конкурентоспособность железнодорожного транспорта в условиях растущих объёмов перевозок. Эти меры позволят повысить безопасность и эффективность тормозных систем грузовых вагонов, снизить износ колесных пар и минимизировать затраты на их ремонт.

https://www.elibrary.ru/download/elibrary_80546640_65238931.pdf

Предупреждение предразрывного состояния рельсовой плети магнитным методом

Авторы Марков А.А., Антипов А.Г., Кондратьев Р.А., Ефимова А.В.

Рельсовые пути на сети ОАО «РЖД» эксплуатируются в очень широком диапазоне температур. Расчетная температурная амплитуда достигает 110°C и более. При понижении температуры рельсов возникают растягивающие напряжения, приводящие к излому рельсовой плети и образованию больших зазоров, опасных для движения поездов. Разрыв рельсовой нити при низких температурах является актуальной проблемой при эксплуатации пути. Одним из доступных способов предотвращения разрыва болтовых стыков является своевременное обнаружение стыковых зазоров сверхнормативных величин для данного температурного режима.

Современные диагностические средства не всегда могут достоверно определить искомую величину, особенно в сложных зимних условиях.

Организация ручного промера зазора с помощью шаблона КОР при наступлении экстремально низких температур и высоком уровне снежного покрова весьма трудозатратна и не всегда реализуема. Весьма эффективным и относительно простым в применении способом определения величин стыковых зазоров является обработка сигналов магнитного метода (MFL) контроля рельсов вагоном-дефектоскопом, комплексно реализующим другие методы (УЗ, видео). При этом система намагничивания должна обеспечивать значительный уровень магнитного потока в рельсах и высокую стабильность в рабочем диапазоне скоростей сканирования. Такой системой обладает вагон-дефектоскоп с аппаратурой получены при достаточной освещенности (в летнее время) без ограничивающих факторов, характерных для зимних условий.

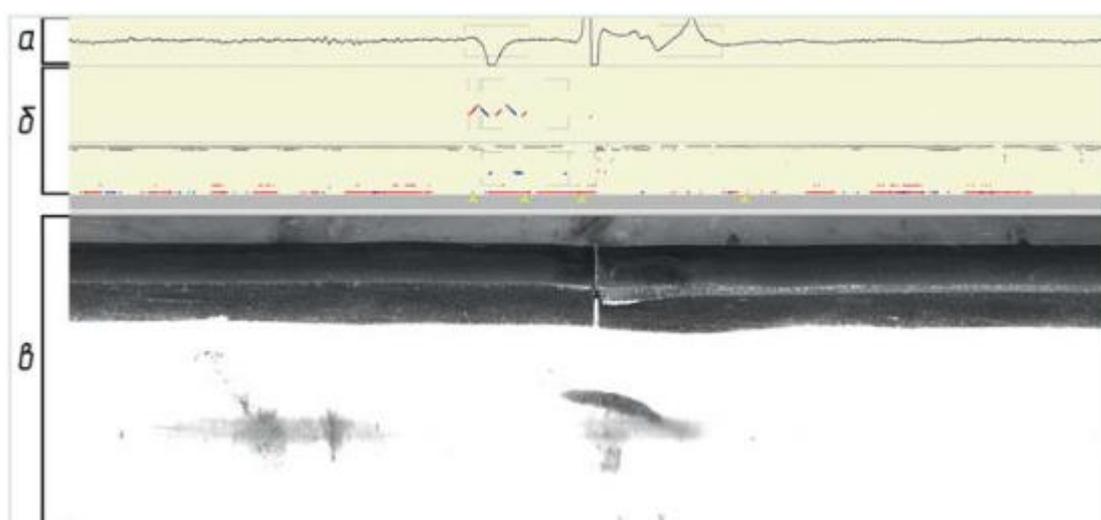


Рис. 1. Примеры изображения болтового стыка, полученные разными способами контроля:
а — магнитным методом; б — ультразвуковым методом; в — видеоизображение (со стороны нерабочей грани головки рельса)

На рассматриваемом участке магнитным методом автоматически распознаны все (3141 шт.) болтовые стыки. В то же время системой анализа видеоизображения обнаружено всего 304 стыка (менее 10%). Нормативный зазор установлен согласно и зависит от климатической зоны и температуры рельсов, которая определялась пирометрами вагона-дефектоскопа. По указанным выше причинам система автоматической обработки видео на этом участке не определила ни одного болтового стыка, хотя визуально при нахождении местоположения стыка по данным магнитного и УЗ методов можно было выделить зону стыкового зазора на видеоизображении.

Анализ полученных данных показал, что магнитный метод, использованный на всей протяженности пути (169 км), позволил автоматически распознать все болтовые стыки и измерить стыковые зазоры. Весьма интересной функцией, позволяющей в перспективе осуществлять мониторинг болтовых стыков, является возможность синхронизации сигналов нескольких проездов с точностью до каждого стыка, с индикацией величин

стыковых зазоров. В будущем это позволит по тенденции изменения искомым значений заранее запланировать работы по предупреждению негативных последствий (разрыва стыков).

Предварительные исследования, показывают, что авторская программа по расчету и мониторингу стыковых зазоров функционирует успешно. Работы по ее корректировке и способам представления результатов мониторинга будут продолжены. Данной методикой могут быть определены и близкие к нулю значения стыковых зазоров, важные для предупреждения выбросов пути при высоких температурах окружающего воздуха.

Магнитный метод измерения стыковых зазоров показал высокую достоверность (более 95%) по сравнению с ручным методом, особенно в сложных зимних условиях.

Предложенный метод позволяет автоматизировать процесс измерения зазоров, что существенно повышает эффективность и оперативность контроля.

Система дает возможность выявлять стыковые зазоры, превышающие допустимые значения, и определять необходимость ограничения скорости движения поездов.

Метод может быть использован для мониторинга состояния болтовых стыков и прогнозирования возможных проблем в будущем.

https://www.elibrary.ru/download/elibrary_80401807_48197762.pdf

Обследование пролетных строений мостов с применением защищенного БОЛА и системы машинного зрения

Автор Смолин А.И.

В Самарской мостостанции проходит опытную эксплуатацию система видеоинспекции на базе противоударного промышленного беспилотного летательного аппарата (БПЛА) Elios 2. В состав комплекса входит БПЛА с защитным корпусом, который обеспечивает возможность работы в труднодоступных местах, и высокопроизводительный ноутбук с программным обеспечением, способным выполнять обработку фото- и видеоматериалов на основе нейросетевых процессов.

Данный комплекс служит вспомогательным средством диагностики при обследовании железобетонных и металлических пролетных строений мостов и путепроводов. Управляет БПЛА оператор с помощью пульт-контроллера, на котором закреплен планшет. После завершения полетов полученный видеоматериал через флеш-накопитель переносят на ноутбук с программой распознавания дефектов.

В настоящее время пролетные строения мостов и путепроводов обследуют с применением средств индивидуальной защиты для работы на высоте, при наличии исправных смотровых приспособлений в конструкции пролетных строений мостов. Экипировка работников высотным снаряжением занимает много времени. Для работы на высоте необходимо пройти обучение и медицинскую комиссию.



Применение же системы видеоинспекции позволяет обследовать искусственные сооружений, исключая перечисленные выше условия. В целях проведения пробной эксплуатации и внедрения данной системы в процесс обследования искусственных сооружений (ИССО) разработан и утвержден план работы на 2024 г., который включает в себя 20 сооружений на полигоне Куйбышевской железной дороги.

Для проверки системой машинного зрения в приоритетном порядке выбрали сооружения с дефектами, выявленными ранее. Наиболее целесообразно применять данную систему при обследовании больших (длиной более 100 м) и средних (длиной 25-100 м) мостов. На основании полученного практического опыта разработана схема облета обследуемых пролетных строений.

При облете железобетонного пролетного строения длиной 16,5 м нейросетью была размечена 151 фотография, на которых предполагалось наличие 507 дефектов; из них оператором подтверждено всего 19. Такая большая разница объясняется тем, что нейросеть ошибочно принимала за дефекты ветки деревьев, остатки снега и другие объекты на этапах взлета, перемещения и посадки БПЛА.

Основным ограничением применения БПЛА являются погодные условия, а именно ветер. Согласно техническим характеристикам защищенного БПЛА сопротивляемость ветру составляет до 5 м/с. Кроме того, он не защищен от воды.

К достоинствам использования БПЛА относятся следующие:

- возможность выявления дефектов в труднодоступных местах, отсутствие слепых зон;
- уменьшение объема работ на высоте;
- автоматизация обработки полученных результатов распознавание дефектов происходит в автоматическом режиме, оператор работает уже с готовыми данными, подтверждая либо отклоняя обнаруженную системой неисправность.

Можно с уверенностью утверждать, что система видеоинспекции подтвердила свою работоспособность и в дальнейшем заменит привычное обследование ИССО, но на сегодняшний день она пока еще не может заменить квалифицированных специалистов.

Противоударный промышленный БПЛА Elios 2 пока не имеет мировых аналогов. Его особенность заключается в способности стабилизировать свое положение после удара об элементы конструкции за счет повышенной скорости вращения винтов (до 30 тыс. об/мин). Этим объясняется его высокая стоимость - около 8 млн руб. При этом заявленный ресурс двигателей составляет всего 25 ч работы, после чего их необходимо менять, чтобы сохранить гарантийные обязательства. Это также влечет за собой дополнительные расходы. Управление защищенным БПЛА осуществляется полностью в ручном режиме и требует от оператора определенных навыков и сноровки.

Перспективной является возможность выполнения облета по заранее заданным координатам геоточкам даже специалистом, не имеющим навыков управления. На рисунке представлен отечественный БПЛА, который сейчас разрабатывается с учетом наших предложений. Он должен иметь улучшенные полетные технические характеристики, увеличенную емкость аккумулятора, приемлемую стоимость, повышенный ресурс двигателей, автоматический режим полета. Специалисты НПЦ АО «Марс» планируют до конца года продемонстрировать работу отечественного защищенного БПЛА.



Одним из основных направлений развития является совершенствование самой системы распознавания дефектов: снижение объема перебраковки, реализация возможности группирования однотипных дефектов, а также самостоятельное определение системой элементов искусственного сооружения с построением 3D-модели и карты дефектов на ней. Самарский центр диагностики тесно сотрудничает с НПЦ АО «Марс» по доработке программного обеспечения. В настоящее время выпущено два обновления программы с учетом наших замечаний.

https://www.elibrary.ru/download/elibrary_80401808_45996377.pdf

Две базовые концепции в мировой истории развития высокоскоростных электропоездов

Авторы Карпов А.Е., Николаев Е.В., Шевченко Д.Н.

Исторически сложившаяся высокая плотность железнодорожных линий в густонаселенных мегаполисах Европы и Азии затрудняет прокладку специализированных высокоскоростных магистралей в этих регионах.

В предлагаемом материале рассмотрены конструктивные особенности скоростных электропоездов традиционной концепции в сравнении с новой концепцией поездов, которые отличаются меньшей массой тары и пониженным сопротивлением движению, а также способны реализовать высокие скорости на существующих линиях после их частичной модернизации.

Благоприятные коммерческие результаты эксплуатации высокоскоростных магистралей (ВСМ) с участковой скоростью электропоездов до 300 км/ч, реализация на рельсах скоростей выше 400 – 500 км/ч отодвинули в более отдаленное будущее широкое внедрение ВСМ на магнитном подвесе.

Под влиянием современных требований к экологической совместимости, ко времени следования, безопасности и комфорту пассажиров, к затратам в течение жизненного цикла подвижной состав подвергается и количественным, и существенным качественным изменениям. Одно из таких изменений характеризуется переходом от понятия «пассажирский вагон» к понятию «поезд», причем это понятие распространяется также на ускоренные грузовые специализированные электро и дизель-поезда.

Сказанное относится, в первую очередь, к скоростным и высокоскоростным пассажирским поездам, к их проектированию, технологии производства и эксплуатации. Скоростные электропоезда становятся нерасцепляемыми в процессе производственной эксплуатации.

На ВСМ используются поезда различных концепций. Все они доказали возможность организации движения со скоростями свыше 350 км/ч:

- немецкие поезда ICE с вагонами на двухосных тележках – 406,9 км/ч;
- французский TGV с сочлененными вагонами на двухосных тележках – 574 км/ч;
- японские моторвагонные поезда Синкансен – 443 км/ч;
- испанские Talgo с короткими сочлененными вагонами на «одноосных тележках» (колесных блоках) – 359 км/ч.

Если в прошлом основной тенденцией создания новых скоростных поездов являлось стремление к увеличению максимальной скорости движения на специально построенных ВСМ, то в новейшей истории развития железнодорожного транспорта передний план выходят технико-экономические показатели и показатели воздействия на окружающую среду.

Главной становится цена обеспечения высоких скоростей движения. При поиске оптимальной конфигурации поезда стремятся к такому сочетанию

технических решений, которое наряду с высокими параметрами и большим потенциалом развития обеспечивало бы широкое использование всей совокупности проверенных частных решений. Особенно актуально снижение массы тары, стоимости изготовления поезда, энергозатрат на движение и воздействия на путь. С точки зрения охраны окружающей среды наиболее важно снижение шума и вибраций от движущегося поезда, что требуется при следовании по существующим модернизированным линиям с высокой концентрацией населения в регионе.

Концепция поезда с минимальными затратами на изготовление и эксплуатацию направлена на разработку базовых конструкций основных элементов, с помощью которых можно создавать электро и дизель-поезда:

- регионального и межрегионального сообщения;
- рассчитанные на несколько систем тяги (родов тока, номинальных напряжений контактной сети);
- с наклоняемым кузовом;
- переменной колеи.

Исходя из опыта эксплуатации высокоскоростных поездов TGV с двумя непассажирами моторными секциями в начале и в конце состава – «концевыми локомотивами», фирма Alstom при разработке поезда AGV применила оправдавшую себя в поездах TGV сочлененную конфигурацию и, в отличие от TGV, моторвагонную композицию поезда с распределенной тягой.

Перспективные технические решения этих поездов следующие:

- моторвагонная композиция (Velaro, AGV);
- сочлененная конфигурация (Talgo, AGV);
- независимо вращающиеся колеса (Talgo).



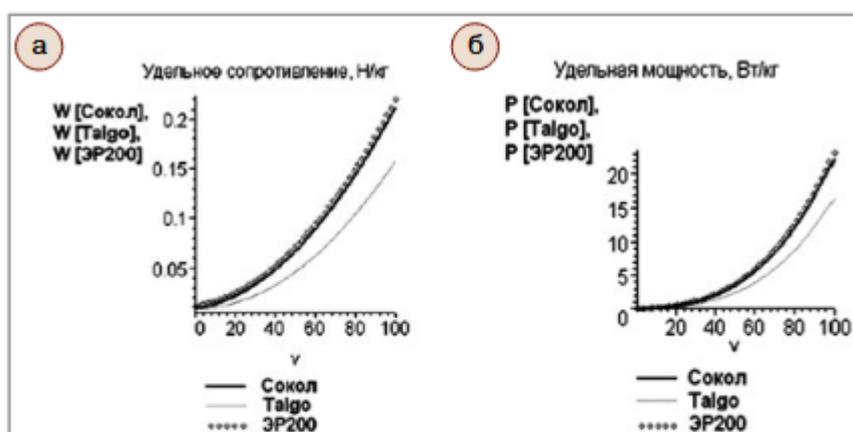


Общий вид базовых высокоскоростных электропоездов:
 а — традиционной конфигурации AVE S103 (Velaro E); б — «почти» перспективной конфигурации AVE S102 (Talго 350)

Перспективный электропоезд может быть оснащен активной системой наклона кузова, управлять которой будет не дорогостоящий акселерометр, как в классическом варианте, а группа датчиков, расположенных на колесах правого и левого бортов.

Такой поезд, предназначенный для сообщения как на специализированных ВСМ, так и на существующих модернизированных линиях, включает в себя приемлемые технические решения рассмотренных выше прототипов. Он должен быть сочлененной конфигурации и оснащен асинхронным регулируемым тяговым приводом отдельно вращающихся колес.

На рисунке приведены расчетные кривые зависимости от скорости v (м/с), удельного сопротивления движению W (Н/кг) и удельной мощности P (Вт/кг) на нулевом профиле для традиционных («Сокол», ЭР200) и перспективного (Talго) скоростных электропоездов. Под обозначением Talго фигурирует перспективный скоростной электропоезд конфигурации AVE 102 Talго, отличающейся от прототипа моторвагонной композицией.



Удельные показатели скоростных электропоездов традиционной («Сокол», ЭР200) и перспективной («Talго») конфигурации:
 W — удельное сопротивление движению; P — удельная мощность

Российские электропоезда «Сокол» и ЭР200 по своим проектным удельным показателям отличались от высокоскоростного электропоезда традиционной конфигурации AVE 103 Velaro, в принципе, несущественно. Из рисунка следует также, что сравнение удельного сопротивления движению и удельной мощности классических (традиционных) ЭР200, «Сокол» и перспективного Talgo скоростных электропоездов с учетом приведенного выше анализа позволяет оценить актуальность выполненных исследований.

Европейский опыт эксплуатации электропоездов системы Talgo, а также успешное использование этих поездов на модернизированной линии Астана – Алма-Ата протяженностью 1340 км (Железные дороги Республики Казахстан) подтверждают прогрессивность технических решений, использованных в конструкциях скоростных поездов этой концепции.

Анализ современных высокоскоростных электропоездов позволил выделить две базовые концепции их построения – традиционную и новую, перспективную. Традиционная схема построения развивалась в течение примерно 100 лет и базировалась на «составном» принципе, когда поезд («состав») состоит из автономных длинных вагонов, каждый кузов которых опирается на две двухосные тележки. Новая концепция характеризуется двумя основными качественными признаками (отличиями) – сочлененной конфигурацией и отдельно вращающимися колесами. Аналитические исследования позволяют характеризовать новую концепцию как более экономичную, имеющую во всех звеньях большой потенциал развития.

https://www.elibrary.ru/download/elibrary_82406353_78848245.pdf