



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

IV КВАРТАЛ 2024



Ростов-на-Дону

Составитель: главный библиотекарь НТБ О.П. Сокирка

Оглавление

Управление стрелочным хозяйством на основе искусственной нейросети	4
Эксплуатационные испытания пути с подшпальными прокладками.....	6
Применение технологий искусственного интеллекта в цифровизации процессов путевого хозяйства ОАО «РЖД».....	7
Инновационная троллейная линия на базе ПМС.....	9
Выявление неисправностей железнодорожного пути с помощью систем технического зрения	11
Программно-определяемое радио для мониторинга состояния элементов инфраструктуры	12
Тепловизионный контроль рельсовой линии с помощью БПЛА.....	14
Крупнейшее депо для высокоскоростных поездов.	16
Запущена первая полностью роботизированная станция заправки локомотивов водородом.	17
Создан первый пассажирский поезд из углеродного волокна	17
Новую систему мониторинга грузовых вагонов в режиме реального времени iWagon установили в Германии.....	18
В Германии тестируют систему распознавания наездов на препятствия.	18
Внедрение системы Gajraj на железных дорогах Индии	19
Запущена первая линия метро с системой автоведения в Китае	20
Разработка устройства мониторинга тягового тока	20
Новый этап внедрения инновационного вагонного замедлителя T 2020	22
Продажи билетов на электрички будут доступны в веб-приложении РЖД.....	
РЖД	24
На сети РЖД могут появиться четыре цифровых станции	24
Первый монорельсовый поезд в Сан-Паулу.....	25
Япония представила антропоморфного многофункционального робота	26
Siemens Mobility внедрила инновационную технологию автоматизации.....	26
В Нидерландах провели тестовый запуск своей технологии Hyperloop.....	27
Инновационный беспилотный вагон ART 2.0 представили в Китае.....	28
Обучение искусственных нейронных сетей с подкреплением.....	28

Использование суперкомпьютеров для анализа данных об информационной безопасности.....	30
Новый уровень российской системы управления движением поездов МПЦ-ЭЛ-20	32
Компания «РМ РЕЙЛ» презентовала новый шестиосный думпкар модели 33-1297	34
«Алтайвагон» сертифицировал новую модель вагона-цистерны	35
Анализ простоя локомотивов на неплановых ремонтах при управлении надежностью их оборудования.....	36
Внедрение динамических систем управления с использованием искусственного интеллекта	38
Пути совершенствования асинхронного привода вспомогательных машин грузовых электровозов переменного тока	41
Создано информационно-производственное приложение Дирекции скоростного сообщения ОАО «РЖД».....	42
Как снизить углеродоемкость тепловозной тяги	44
Достижение мирового уровня.....	46
МТК Север – Юг: резервы повышения пропускной способности.....	47
Сертифицирован вагон-хоппер.....	49
Восьмивагонный «Финист»	49
Комплексная оценка возможности повышения пропускной способности направления Москва – Адлер.....	50
Испытания на московских вокзалах.....	52
Исследование и анализ качественных характеристик наплавленных элементов верхнего строения пути	53
Разработаны маневровые локомотивы серии FXN3B	55
Испытания завершены	56
Получен сертификат соответствия.....	57
Пожарно-спасательный поезд Servicejet с гибридным приводом представили в Швейцарии	58
Системы позиционирования: поиск эффективных решений.....	59
Системные аспекты развития железнодорожного транспорта на основе информационных технологий.....	61
Состояние и развитие отрасли железнодорожного транспорта в России	63
Применение искусственного интеллекта в железнодорожной отрасли.....	65

Совершенствование технологии восстановления профиля катания колёсных пар грузовых вагонов железнодорожного транспорта.....	68
Новые технологии и инновации железнодорожного транспорта	70
Современные инновационные технологии, применяемые на пунктах технического обслуживания железнодорожного транспорта	73
Применение технологии цифрового двойника в железнодорожной логистике	76
Внедрение цифровых систем и технологий на железнодорожной станции для повышения эффективности её работы	80
Беспилотные поезда: опасность или перспективное будущее	84
Система автоматического построения регулировочных характеристик перегонов для централизованных интеллектуальных систем управления движением поездов	87
Некоторых аспектах автоматизации движения поездов на железнодорожном транспорте.....	89
Обеспечение энергетической безопасности электротяги поездов на железнодорожном транспорте	92
Обзор Hyperloop проекта в концепции транспорта будущего. перспективы его реализации в России	94
О современном состоянии высокоскоростных магистралей в мире и перспективах их появления в России.....	97
Новые подходы к проектированию и строительству железных и автомобильных дорог в криолитозоне.....	100
Изменение характера работы железнодорожных узлов в условиях внедрения новых технологий перевозок	103
Завершены испытания тележки тепловоза 2ТЭ35А	106

Управление стрелочным хозяйством на основе искусственной нейросети

Автор Королёв В.В.

Искусственные нейронные сети представляют собой мощные инструменты, способные решать сложные задачи, в том числе определять закономерности в обширных наборах данных и делать на их основе точные прогнозы. Сегодня искусственные нейронные сети широко применяются для распознавания лиц, в работе голосовых ассистентов, при обработке информации и многое др. Одна из ключевых и наиболее важных особенностей нейронной сети - способность к обучению.



Нейронные сети играют важную роль в решении задач классификации. Исследования показывают, что для этой цели чаще всего применяют искусственные нейронные сети прямого распространения. Эффективность использования нейронных сетей для классификации обусловлена их способностью генерировать множество регрессионных моделей. Кроме того, применение искусственных нейронных сетей целесообразно в случаях, когда исходные данные неполные или неточные. При проектировании стрелочной продукции перед инженерами стоит задача разработать стрелочный перевод, который соответствует техническому заданию заказчика или решает стратегические потребности железнодорожного транспорта. Установив необходимые условия, можно получить модель, удовлетворяющую всем этим критериям.

Однако в настоящее время нейросети не являются искусственным интеллектом, способным самостоятельно предлагать варианты, не основанные на анализе имеющихся данных или прогностических моделей. Для успешного развития нейронной сети необходимо иметь доступ к базе данных, содержащей как существующие, так и планируемые модели, элементы, конструкции и другие компоненты стрелочной продукции. Эта база данных может стать важным информационным ресурсом для развития и совершенствования нейросетей, позволяя создавать абсолютно новые конструкции, учитывая те аспекты, которые могли быть упущены человеком в своих исследованиях.

Кроме того, технологию нейросетей можно применять для анализа дефектов и повреждений стрелочных переводов. При этом разрабатываются прогностические модели, способные предсказывать появление определенных дефектов или выход из строя элементов стрелочной продукции на основе обширного объема статистических данных и показателей, используемых в качестве граничных условий. Данная технология позволяет специалистам получать точные и непрерывные сведения о состоянии продукции, что поможет выявить элементы, требующие улучшения, информацию о выполнении необходимых работ для обеспечения бесперебойного функционирования стрелочной продукции, а также анализирует нормативные требования для более точного решения необходимых задач.

Применение технологии, основанной на нейросетях, поможет сократить время проведения неотложных работ, а также оптимизировать расходы на текущее обслуживание инфраструктуры. Благодаря этой технологии специалисты смогут получить всестороннюю информацию о состоянии стрелочного хозяйства и рекомендации по приоритетным направлениям деятельности, учитывая доступные ресурсы, время и экономическую эффективность.

Для эффективного развития железнодорожной отрасли необходимо создать единый комплексный подход, основанный на общей базе данных и применении современных технологий, в частности, управление стрелочным хозяйством, который может быть успешно распространен на другие сферы железнодорожного транспорта. Это позволит не только получить полное представление о текущей ситуации, но и найти решения для обеспечения эффективной работы железнодорожной системы и быстрого анализа новых перспективных проектов.

В настоящее время нейросети все еще не достигают уровня человеческого мозга по обработке информации, но с каждым годом этот показатель становится все выше. Инновационным решением эффективного управления стрелочным хозяйством и его обслуживанием является система на основе искусственной нейросети. Это имеет важное значение как для обеспечения безопасности движения, так и для повышения пропускной способности.

В результате автоматизированные программы становятся все более популярными и востребованными. Универсальная система, способная оперативно реагировать на меняющиеся условия на железнодорожном пути, разрабатывается с помощью искусственной нейронной сети. Повышение эффективности использования инфраструктуры может быть достигнуто благодаря применению алгоритмов машинного обучения, которые оптимизируют управление стрелочным хозяйством.

<https://eivis.ru/browse/issue/14328842/viewer?udb=12&page=5>

Эксплуатационные испытания пути с подшпальными прокладками

Авторы Гречаник А.В., Дылёв Е.О.

На сегодняшний день протяженность особо грузонапряженных линий на сети ОАО «РЖД» составляет 17000 км. Одна из основных проблем эксплуатации таких линий – обеспечение стабильности геометрии рельсовой колеи, в том числе в вертикальной плоскости, которая во многом зависит от состояния подшпального основания и в том числе от величины остаточной деформации балластного слоя. Понятно, что причиной накопления остаточных деформаций в балласте в процессе эксплуатации является динамическое воздействие поездов на путь, которое тем сильнее, чем выше жесткость верхнего строения. С ростом интенсивности движения поездов, а также со значительным повышением осевых нагрузок до 27 тс, наличия только подрельсовых прокладок для регулирования напряжений, передающихся на балластный слой, оказалось недостаточным.

Для уменьшения деформативности балласта потребовались дополнительные меры. За рубежом на ряде участков снижение напряжений в балластном слое достигается за счет применения подшпальных прокладок (далее - ПШП). В России исследования эффективности ПШП проводятся с середины XX в., но в основном они были направлены на обеспечение стабильности пути в стыковых зонах. На современном этапе повышения поездной нагрузки на путь необходимо исследовать вопрос эффективности применения ПШП и вне зоны стыков. Целью эксплуатационных испытаний являлось выяснение степени изменения напряженно-деформированного состояния пути с подшпальными прокладками относительно типовой конструкции. Для достижения поставленной цели необходимо было определить параметры опытного и контрольного участков, а именно: вертикальные силы, прогибы рельсов, вертикальные перемещения шпал в подрельсовой зоне, напряжения на основной площадке земляного полотна (далее - ОПЗП). Для этого были проведены их измерения не менее чем под 10 грузовыми поездами.

В результате эксплуатационных испытаний установлено, что применение ПШП позволяет снизить модуль упругости пути и напряжения на ОПЗП, что напрямую связано с пропорциональным снижением напряжений в балласте под шпалой. Следует ожидать, что применение ПШП даст

возможность повысить стабильность пути в вертикальной плоскости за счет уменьшения остаточных деформаций балластного слоя не только в зоне сварных и механических стыков, но и по всей длине рельсовой колеи. Для проверки данной гипотезы следует провести анализ ежемесячных проходов путеизмерительного вагона КВЛП по пути с ПШП и без них при помощи программы Stabway.

<https://eivis.ru/browse/issue/14328842/viewer?udb=12&page=13>

Применение технологий искусственного интеллекта в цифровизации процессов путевого хозяйства ОАО «РЖД»

Авторы Васильев А.А., Фурего Э.В., Любченко А.А., Ерошенко С.В.

Выражением 2023 г. по праву можно считать словосочетание «искусственный интеллект». Вместе с ним также часто употребляют термины «цифровизация», «нейронные сети» и «большие данные». Сейчас это, бесспорно, самые востребованные и перспективные технологии, для которых должен быть сформирован соответствующий фундамент на основе привычных способов автоматизации производственных процессов.

Как можно применять искусственный интеллект (ИИ) на железной дороге. Мы учим машину автоматически определять в реальном времени следующее: последовательность технологических операций; затраченное время на их выполнения; применяемый инструмент и средства механизации; количество занятых работников. Оценив все вышеперечисленное, несложно сопоставить полученные данные с установленной технологией, т. е. автоматизировать контроль качества выполняемой работы, а в перспективе – предлагать наиболее рациональные методы.

Помимо этого также возможно проверить у путейцев наличие необходимых средств индивидуальной защиты в соответствии с нормами охраны труда и производственной безопасностью. Еще одним перспективным направлением является обучение моделей ИИ детекции и наблюдению за перемещением транспорта, спецтехники и задействованных сотрудников, а также фиксации различных инцидентов, например, задымлений и возгораний.

При работе с накопленной производственной информацией выявлена возможность сопоставлять большее количество данных о состоянии инфраструктуры и перевозочного процесса, а именно о соблюдении графика движения поездов. Для этого мы собрали в один массив информацию об объектах инфраструктуры, отступлениях, требуемых и выполненных операциях и связали с задержками поездов, чтобы найти явные взаимосвязи и неявные зависимости и определить, как качественно влияют на движение поездов работы, которые выполняются на пути. Модель состоит из графа данных по всем неисправностям и задержкам грузовых поездов за три года по всей сети дорог ОАО «РЖД», с привязкой к паспортным характеристикам объектов путевой инфраструктуры. Сейчас это пример крупнейшего «озера

данных» в Компании, собранного из различных источников, пересечение которых не было предусмотрено изначально.

Использование подобных моделей позволяет нам изучить относительно быстро огромное количество данных, находить неявные зависимости между изучаемыми параметрами и предлагать наиболее эффективные решения организации работы железной дороги в целом. Перспективным направлением стал корреляционный анализ конструктивных характеристик различных элементов пути. Например, мы определяем взаимосвязь фактического срока службы и радиусов кривых и смотрим отклонение от среднего в части выявленных отступлений от норм содержания, где -1 – минимальное количество отступлений, а $+1$ – максимальное. Использование такого инструмента позволяет выявить при эксплуатации пути неявные зависимости разных конструктивных характеристик.

Следующим шагом является прогнозирование состояния объектов инфраструктуры в будущем, когда необходимо решать задачи по наращиванию объемов перевозок и увеличению производительности труда при изменениях направлений и структуры грузо- и пассажиропотоков. А эти две производственно-экономические задачи мы считаем приоритетными для ОАО «РЖД».

Мы разработали прототип модели прогноза по количеству отступлений геометрии рельсовой колеи от норм содержания, трудовых и финансовых затрат в зависимости от паспортных характеристик участков, состояния пути, плановой и фактической поездной работы. В этих моделях используются следующие группы признаков: типы отступлений (189 видов); параметры перевозочного процесса (количество поездов, вес (тоннаж) и средняя масса поезда); факты проведения ремонтно-путевых работ; паспортные характеристики пути. На сегодняшний день разработанный нами прототип предиктивной модели ежемесячного прогноза с горизонтом в три месяца показывает на тестах ошибку в суммарном количестве прогнозируемых отступлений в 12 % на всю сеть железных дорог. Важной особенностью предиктивной модели является возможность формирования прогнозов на основе планируемых параметров грузонапряженности на каждом участке и по ним оценивать эксплуатационные показатели и имитации различных сценариев.

Следующим шагом стало проведенное исследование по теме «Поиск оптимального баланса протяженности и длительности «окна»». Для этого мы сформировали довольно сложную модель данных. Для организации перевозочного процесса эффективнее (выгоднее) выполнять работы в «окно» на коротких по протяженности участках, но на большем их количестве (более мелко). В перспективе мы ставим себе задачу найти обоснованный баланс между протяженностью участка фронта работ и длительностью «окна».

Применение технологии виртуального помощника, которого можно «принять на работу» в дирекцию инфраструктуры и использовать для обучения, проведения инструктажей и контроля знаний сотрудников. Речь

идет об уже ставшем знаменитостью Валере, выступающим в роли наставника. Виртуальный помощник представляет собой набор модулей для обеспечения взаимодействия с пользователем, понимания запроса и подготовки ответа.

Применяемые технологии позволяют общаться с виртуальным помощником как с «живым» сотрудником, т. е. без использования специфических команд. В базу знаний виртуального помощника могут быть загружены все нормативные документы, справочники, протоколы и т. п., что позволит в режиме, близком к реальному времени, решать актуальные прикладные производственные вопросы широкого круга компетенций. Ряд социальных тестов показал, что применение именно человекоподобных виртуальных помощников внутри тренажера повышает качество восприятия информации обучающимся сотрудником. Для этого в лаборатории идут исследования технологий эмоционального ИИ с целью их адаптации к существующим наработкам.

<https://eivis.ru/browse/issue/14510462/viewer?udb=12&page=7>

Инновационная троллейная линия на базе ПМС

Авторы Пазуха А.А., Рыжков Д.С.

ОАО «РЖД» реализует масштабные проекты по модернизации инфраструктуры Восточного полигона, которые обеспечат дополнительный объем перевозок грузов. Большую долю всех видов ремонта и реконструкции (модернизации) пути выполняют путевые машинные станции, на собственных базах которых проводится сборка и разборка рельсошпальной решетки. Погрузочно-разгрузочные работы выполняются грузоподъемными электрическими кранами, которые повышают уровень механизации трудоемких и тяжелых работ, снижают стоимость производства, при этом улучшается использование площадей предприятия и условия труда. Подвод электрической энергии к крану осуществляется троллеями или гибким шланговым кабелем.

Свердловской дирекцией капитального ремонта и реконструкции объектов электрификации и электроснабжения разработана проектно-сметная документация по сооружению двухсторонней троллейной линии на базе ПМС-249 Дальневосточной дороги, расположенной на станции Могот. Проектом предусмотрено строительство 570 м двухсторонней гибкой троллейной линии, которая будет осуществлять питание четырех кранов. Впервые подвеска троллейной линии выполнена цепной, состоит из несущих проводов марки ПБСМ-70 и контактных проводов марки МФ-100. Анкеровка проводов с одной стороны жесткая, а с другой компенсированная. Это позволяет избежать провисания контактных проводов из-за больших перепадов температуры, сделать плавный и бесперебойный токосъем. Чтобы гирлянды грузов не раскачивались ветром, их крепят к стальному тросу, который фиксируется на штанге кронштейна ограничителя грузов.



Питание крана открытым тролеем

Разработан индивидуальный кронштейн успокоителя грузов для шести компенсаторов. Также модернизирован кронштейн для подвешивания троллейных проводов, благодаря чему возможны горизонтальная и вертикальная регулировки троллея.

Токосъем осуществляется тремя токоприемниками штангового типа.



Токосъемные головки, установленные на подпружиненных штангах, находятся в постоянном контакте с троллеями и прижимаются к ним снизу. Штанги могут поворачиваться в вертикальной и горизонтальной плоскостях,

компенсируя возможные смещения моста крана от неровностей подкранового пути. Штанги выполнены из труб, внутри которых размещены гибкие токоведущие провода.

Реализация данного проекта имеет важное значение для развития ПМС-249 в рамках долгосрочной программы развития полигона Дальне восточной дороги.

<https://eivis.ru/browse/issue/14510462/viewer?udb=12&page=7>

Выявление неисправностей железнодорожного пути с помощью систем технического зрения

Авторы Сычѐв П.В., Мальцев А.П., Феденков В.В.

Актуальность повышения уровня диагностики неисправностей верхнего строения пути, автоматизации процессов их распознавания и разработки алгоритмов восстановления плотности распределения отступлений от норм содержания рельсовой колеи не вызывает сомнений и отражена во многих ранних работах, так или иначе связанных с созданием систем технического зрения. Развитие систем технического зрения (СТЗ) позволяет расширить возможности мероприятий по повышению безопасности железнодорожных перевозок. Основными из достоинств, которыми обладают СТЗ, являются адаптивность к сложившейся обстановке и создание условий для оценки состояния железнодорожного полотна. Применение СТЗ позволит осуществить автоматизацию процесса определения исправности/неисправности пути с помощью распознавая сигнатуры изображения, полученного от оптической электронной системы беспилотного летательного аппарата. Разработана методика, основанная на преобразовании Хафа, которая позволяет определить состояние пути с помощью СТЗ, установленных на беспилотных летательных аппаратах.

Основными задачами автоматизированного определения безопасных участков пути с применением СТЗ являются поиск и распознавание сигнатуры изображений трассы и на их основе получение линейных зависимостей для вычисления линейных функций. В случае прерывания данных линейных зависимостей возникает вопрос об исправности пути на данном участке. Распознавание и обнаружение сигнатуры железнодорожного полотна удобно осуществлять при помощи малых беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), управляемых оператором. На БПЛА должна быть расположена оптическая система на гиростабилизированной платформе, которая обеспечивает объективу (или системе датчиков) поворот относительно двух осей связанной системы координат OX_g и OY_g с угловыми скоростями ω_x и ω_y . Такой широкий диапазон углов отклонения объектива позволяет устойчиво сопровождать объекты на земной поверхности при маневрировании или эволюциях БПЛА.



Изображение железнодорожного пути, полученное с помощью опико-электронных систем

Таким образом, разработана математическая модель выявления отступлений в состоянии пути, использующая современные методы технического зрения, что позволяет вплотную перейти к более широкому развитию транспортных систем.

<https://eivis.ru/browse/issue/14667162/viewer?udb=12&page=7>

Программно-определяемое радио для мониторинга состояния элементов инфраструктуры

Авторы Роенков Д.Н., Богданов Д.Р.

Технический прогресс предоставляет все больше возможностей для дистанционного контроля состояния элементов инфраструктуры железнодорожного транспорта. При этом различные хозяйства внедряют разные системы мониторинга, что делает затруднительной унификацию этого процесса.

Применение SDR позволит с помощью одного приемопередатчика проводить мониторинг практически всех устройств, использующих разные (несовместимые между собой) стандарты и протоколы радиобмена, что существенно сократит затраты на организацию удаленной диагностики оборудования. Благодаря гибкости и возможности оперативной адаптации, программно-определяемое радио может быть полезным инструментом для мониторинга элементов инфраструктуры.

Существует много вариантов применения SDR на железной дороге. Мониторинг сигналов и коммуникаций – путем перехвата и анализа радиосигналов с помощью SDR можно обнаруживать помехи, отслеживать качество связи и оперативно реагировать на проблемы. Мониторинг безопасности – можно отслеживать радиосигналы аварийных систем, систем навигации и связи, обнаруживать нештатные ситуации и своевременно воздействовать на них. Геолокация и трекинг – для поездов и других подвижных объектов на железнодорожной инфраструктуре геолокация

возможна с использованием сигналов ГЛОНАСС, GPS и других радионавигационных систем, благодаря чему можно более точно и надежно отслеживать движение поездов и грузов. Радиосвязь и коммуникации – SDR может выступать в качестве адаптивных радиостанций поездной радиосвязи, обеспечивая связь между поездами и диспетчерским центром управления движением поездов. Обработка сигналов и диагностика – SDR возможно использовать для обработки сигналов с различных датчиков и устройств, что помогает в диагностике состояния элементов железнодорожного оборудования и инфраструктуры. Радиочастотная идентификация – SDR позволяет применять для идентификации поездов, грузов и других объектов такие технологии, как RFID (Radio Frequency IDentification) и др.

Системы мониторинга инфраструктуры играют ключевую роль в обеспечении безопасности, эффективности и надежности перевозок. Они обычно включают в себя различные датчики, устройства сбора данных и передачи информации, а также программное обеспечение. Следует отметить, что технологии, построенные на основе концепции интернета вещей, с каждым годом находят все большее применение на отечественных железных дорогах.

Технология LoRaWAN (Long Range Wide Area Network) – это технология беспроводной связи, обеспечивающая передачу данных между устройствами интернета вещей на большие расстояния при низком энергопотреблении. Она базируется на протоколе управления доступом к среде MAC и специально разработана для лицензируемого диапазона ISM.

Система мониторинга состояния возимых радиостанций (MCPB) позволяет в автоматическом режиме без обслуживающего персонала выявлять предотказные состояния возимых радиостанций во время движения поезда. Сообщения о неисправностях передаются на контрольный пункт при локомотивном депо, в сторону которого движется поезд. Дежурные электромеханики контрольных пунктов встречают поезд и принимают меры по устранению неисправностей радиостанции.



Комплексное локомотивное устройство безопасности КЛУБ-У предназначено для обеспечения безопасности движения локомотивов и иных типов подвижного состава. Это устройство позволяет предотвращать аварии и крушения в пути путем активации системы принудительного торможения и дальнейшей остановки поезда.

Основными особенностями аппаратуры являются микропроцессорная основа и активное резервирование модулей с полной функциональностью. КЛУБ-У обладает широким перечнем функций, обеспечивающих безопасность движения поездов, включая контроль скорости движения локомотива; автоматическое торможение при превышении допустимой скорости; контроль бодрствования машиниста; контроль местоположения по данным спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС и GPS; движение с использованием электронной карты; самодиагностика работоспособности устройства безопасности. Работа этого устройства рассчитана на широкое использование радиоканала для двухсторонней передачи данных между локомотивными и станционными устройствами, включая данные, связанные с мониторингом состояния подсистем локомотива, отвечающих за безопасность движения.

<https://eivis.ru/browse/issue/14323883/viewer?udb=12&page=4>

Тепловизионный контроль рельсовой линии с помощью БПЛА

Авторы Башаркин М.В., Исайчева А.Г., Исайчева Н.А.

БПЛА активно используются на железнодорожном транспорте для мониторинга инфраструктуры – осмотра мостов, водопропускных сооружений, картографирования железнодорожных путей, оценки состояния дорожного полотна. К их существенным преимуществам относятся выполнение технологических операций в труднодоступных для эксплуатационного персонала местах, возможность использования различных модулей для диагностики объекта в зависимости от решаемой задачи, а также повышенная скорость передвижения между объектами в сравнении со скоростью человека.

В качестве БПЛА предлагается использовать мультикоптеры производства как китайских компаний, так и отечественных предприятий, специализирующихся на их разработке и сборке. При этом летательные аппараты пока не задействованы в хозяйстве автоматики и телемеханики для выполнения производственных процессов. Рассмотрена возможность применения БПЛА для выполнения проверки: состояния светофорных мостиков и консолей (включая осмотр и оценку состояния сварных, болтовых и заклепочных соединений), а также железобетонных конструкций (опор для светофорных мостиков и фундаментов для светофорных консолей); видимости сигнальных огней, световых указателей светофоров, указателей перегрева букс на станции и перегоне; видимости пригласительного огня; сигнализации перегонных светофоров автоматической блокировки; плотности прилегания острия к рамным рельсам и подвижного сердечника крестовины

к усовикам; станционных рельсовых цепей на шунтовую чувствительность; состояния изолирующих элементов рельсовых цепей, стыковых соединителей и дроссельных перемычек и др.



Для большинства из перечисленных технологических процессов достаточно использовать штатную камеру БПЛА с дальнейшим анализом полученных изображений на основе применения теории распознавания образов. Трансформация некоторых технологических процессов потребует разработки таких модулей для БПЛА, как набор жестко фиксируемых щупов толщиной 2, 3, 4 мм и шунт с активным сопротивлением между захватами (0,06 Ом), выполненный из долговечных материалов с массой, не превышающей максимальную взлетную.

Для определения технического состояния элементов рельсовой линии (РЛ) эффективным способом является тепловизионный контроль, поскольку достоверное распознавание на стадии предотказа по полученным с «беспилотников» изображениям возможно только для приварного соединителя сборного токопроводящего рельсового стыка (СТРС). Наиболее информативным признаком в этом случае является увеличение температуры исправных компонентов СТРС после прохождения электроподвижного состава.

Еще одним важным вопросом является распознавание элементов РЛ при автономном режиме работы системы и позиционирование БПЛА для проведения тепловизионного контроля. Диагностирование следует проводить, располагая летательный аппарат на одной и той же позиции относительно исследуемого элемента, что повысит достоверность результатов контроля. В этом случае возможно применение следующих способов геопозиционирования БПЛА:

- использование глобальных навигационных спутниковых систем с записью координаты каждого элемента РЛ на исследуемом участке;
- установка в месте расположения элементов РЛ RFID-меток.

Наибольшей точности позиционирования возможно добиться с помощью второго способа. Однако это потребует проработки вопроса размещения RFID-меток в границах расположения РЛ. На начальном этапе работы системы допускается позиционирование БПЛА с помощью оператора.

Проведенное исследование показало, что применение тепловизионного контроля с помощью «беспилотников» возможно использовать для технического диагностирования элементов рельсовой линии. При этом необходимо решить вопросы, касающиеся их позиционирования, и разработать алгоритм, реализующий работу системы в автоматическом режиме.

<https://eivis.ru/browse/issue/14323883/viewer?udb=12&page=4>

Крупнейшее депо для высокоскоростных поездов

В Китае построили крупнейшее депо для технического обслуживания высокоскоростных поездов. Оно расположено в городе Тяньфу в провинции Сычуань. Общая площадь депо составляет 62 тыс. м². Оно включает мастерскую с 12 путями для поездов, складские помещения и 5,6 км путей.



Это первое депо в Китае, оснащенное технологией мониторинга, позволяющей проверять поезда во время движения на скорости до 30 км/ч. Здания депо также оборудованы системами интеллектуальной вентиляции и контроля температуры. Производительность центра по техобслуживанию составит до 90 поездов в день. Китай обладает самой развитой сетью ВСМ в мире (более 40 тыс. км). Сейчас на китайской сети ВСМ курсирует более 2,6 тыс. высокоскоростных поездов. Для их обслуживания построено более 50 малых депо и 10 крупных площадок по техобслуживанию и ремонту.

<https://eivis.ru/browse/issue/14323883/viewer?udb=12&page=4>

Запущена первая полностью роботизированная станция заправки локомотивов водородом

В китайском городе Ордос запущена в коммерческую эксплуатацию первая полностью роботизированная станция заправки локомотивов водородом. Робота для заправки локомотивов топливом разработала компания CHN Energy, которая активно участвует в разработке и испытаниях новых локомотивов CRRC. Робот может заправить водородно-электрический локомотив всего за 30 мин, и это первая в мире установка в своем классе, которая может работать при температурах до $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$. При наружном освещении установка может автоматически выполнять визуальную идентификацию локомотива и заправку без ручного вмешательства. Станция также оснащена системами самодиагностики и сигнализации, что позволяет отслеживать работу установки в режиме реального времени и обеспечивать надежную, стабильную и безопасную заправку водородом. Робот прошел необходимые испытания на взрывобезопасность и получил соответствующий сертификат.

<https://eivis.ru/browse/issue/14323883/viewer?udb=12&page=4>

Создан первый пассажирский поезд из углеродного волокна

В Китае создали первый в мире пассажирский поезд из углеродного волокна Setrovo 1.0. Благодаря такому составу основных несущих конструкций поезд стал на 11 % легче традиционных поездов метро из стали и алюминия. Эта особенность позволит снизить потребление энергии на 7 % и сократить выбросы углекислого газа примерно на 130 т в год. Его максимальная скорость – 140 км/ч.



Снижение массы поезда приведет к меньшему износу колес и путей, что удешевит обслуживание, а также сделает поездку более тихой для пассажиров.

Новый полностью автоматизированный и беспилотный поезд Setrovo 1.0 начнет курсировать уже в этом году в городе Циндао китайской провинции Шаньдун.

<https://eivis.ru/browse/issue/14323883/viewer?udb=12&page=4>

Новую систему мониторинга грузовых вагонов в режиме реального времени iWagon установили в Германии

Немецкая компания Heidelberg Materials первой в мире установит новую систему мониторинга грузовых вагонов в режиме реального времени iWagon на свои вагоны. Она будет установлена на 32 вагонах. Система iWagon ориентирована на обеспечение безопасности движения вагонов по железнодорожным путям. Она состоит из нескольких компонентов, которые включают четыре генератора на крайних осях вагонов, систему стабилизации колес, датчики вибрации и давления, а также модуль передачи данных и блок обработки данных о состоянии основных агрегатов.

Полученные системой iWagon данные автоматически передаются на облачный сервер, откуда их могут дистанционно отслеживать как оператор перевозок, так и машинист. Дополнительно технология позволяет синхронизировать передачу данных через Bluetooth, если в подвижном составе используется больше четырех вагонов. Также разработано специальное приложение, которое оповещает машиниста о текущих неисправностях колес и тормозной системы. Начало разработок новых систем мониторинга подвижного состава стало ответом на рост в последние годы количества сходов грузовых железнодорожных составов с рельсов в Европе.

<https://eivis.ru/browse/issue/14323883/viewer?udb=12&page=4>

В Германии тестируют систему распознавания наездов на препятствия

Компания Digitale Schiene Deutschland (DSD), отвечающая за цифровизацию железных дорог Германии (DB), участвует в исследовательском проекте KI-MeZIS, изучающем возможности реализации в бортовой системе беспилотного управления функций распознавания наездов на препятствия и их классификации. С этой целью в столичном регионе Германии выполняются опытные рейсы скоростного поезд-лаборатории advanced TrainLab, построенного на базе дизель-поезда ICE-TD.

В настоящее время проект вышел на этап прототипирования. Распознавание и оценка бортовыми средствами наездов на препятствия являются одной из неотъемлемых функций системы беспилотного управления, соответствующей уровню автоматизации GoA4. Такие наезды неизбежны в случае, например, неожиданного падения на путь деревьев или появления животных перед поездом. Подобные препятствия должны распознаваться установленными на поезде датчиками и камерами, а интегрированные в бортовую систему средства искусственного интеллекта

должны соответствующим образом оценивать и интерпретировать собранные данные. Наряду с камерами, лидарами и радарами поезд оснащен датчиками давления, ускорения, торсионных и ударных нагрузок, а также тензометрическими датчиками. Искусственный интеллект должен правильно интерпретировать полученные данные и делать вывод о немедленной остановке поезда или продолжении движения до ближайшей станции.

В ходе уже завершенных лабораторных испытаний изучались механические воздействия посторонних предметов на носовую часть поезда.

Кроме того, проведены полевые испытания грузового вагона с датчиками, который на скорости 30 км/ч сталкивался с разными препятствиями, такими как стальные трубы, фрагменты бетонных конструкций и легковой автомобиль. При реализации проекта используется также основанное на реальных данных компьютерное моделирование окружающей обстановки при движении поезда, позволяющее в том числе обучать искусственный интеллект, применяемый в беспилотных системах.

<https://eivis.ru/browse/issue/14323883/viewer?udb=12&page=4>

Внедрение системы Gajraj на железных дорогах Индии

На железных дорогах Индии будет внедрена система Gajraj обнаружения слонов на путях. Система нацелена на снижение рисков столкновения животных с поездами.



Система, в которой используется технология распределенного акустического зондирования (Distributed Acoustic Sensing, DAS) и искусственный интеллект, будет развернута на более чем 400 км железнодорожного пути в штатах Одиша и Джаркханд с использованием подземных волоконно-оптических кабелей общей длиной 1,2 тыс. км и 20 комплектов аппаратуры DAS. Планируется охватить 30 миграционных коридоров, по которым передвигаются животные. Система Gajraj позволяет

выявлять приближение слонов и отслеживать их передвижение в реальном времени. В случае если животное вплотную приблизится к железной дороге, предупреждающий сигнал будет послан как работникам железнодорожной станции, так и поездным бригадам, что позволит своевременно снизить скорость движения или остановить поезд, а также направить специальный персонал в район нахождения слона с тем, чтобы обеспечить дальнейшее безопасное для него передвижение.

<https://eivis.ru/browse/issue/14323883/viewer?udb=12&page=4>

Запущена первая линия метро с системой автоведения в Китае

В Китае запущена первая линия метро с системой автоведения собственной разработки. В городе Циндао открылась первая очередь линии 6 с наивысшим уровнем автоматизации GoA4. Он впервые реализован с помощью системы управления движением поездов TACS, разработанной компанией CRRC. В ней бортовое оборудование обеспечивает функции блокировки и зонального контроля, обычно выполняемые путевыми компонентами радиосистемы CBTC. В TACS центрами управления являются сами поезда, обменивающиеся данными по сети LTE-M. Отмечается, что такое децентрализованное решение позволяет повысить отказоустойчивость системы, снизить стоимость и длительность ее развертывания, а также сократить интервалы. Скорость состава корректируется с помощью ИИ. На линии 6 протяженностью 30,8 км с 21 станцией курсирует 29 шестивагонных поездов типа B1 производства CRRC.

<https://eivis.ru/browse/issue/14323883/viewer?udb=12&page=4>

Разработка устройства мониторинга тягового тока

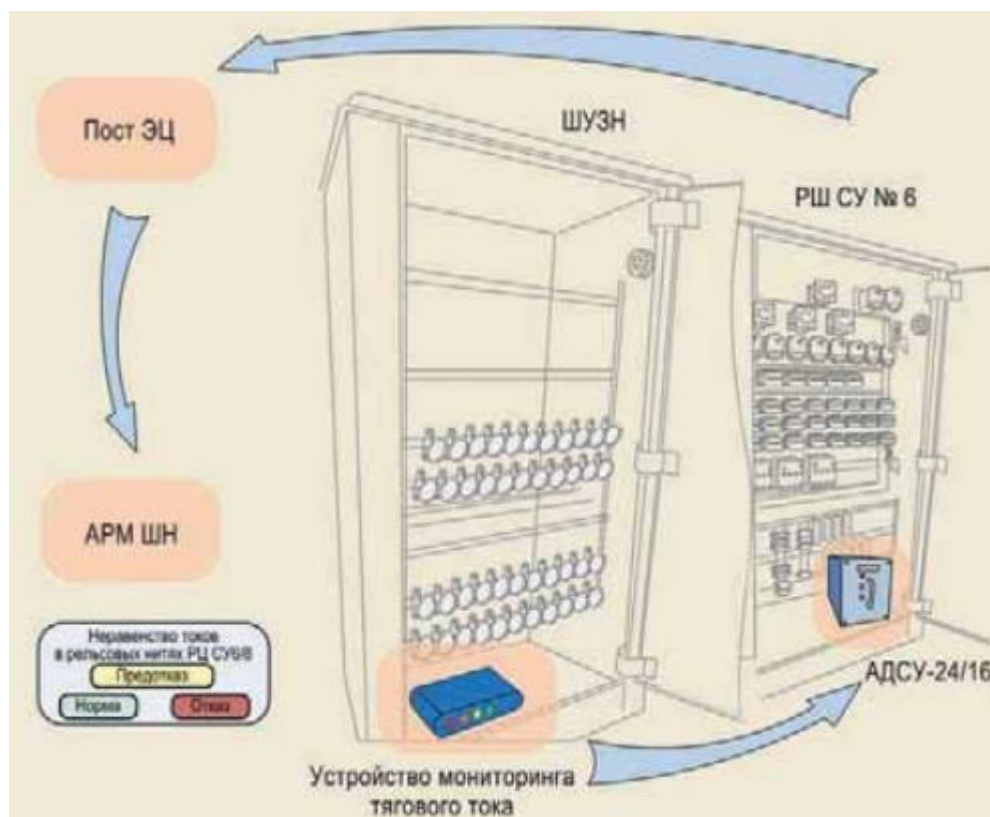
Авторы Исайчева А.Г., Башаркин М.В., Шашин Д.А.

Рельсовые линии являются составной частью рельсовых цепей, и, как правило, 30 % отказов приходится на их конструктивные элементы, а именно: рельсовые нити, сборные токопроводящие рельсовые стыки (СТРС), рельсовые соединители, дроссельные перемычки. Перечисленные элементы определяют направление комплексного подхода в разработке устройства контроля состояния РЛ. Приоритетной задачей цифровой диагностики напольных устройств ЖАТ является увеличение спектра применения безлюдных технологий.

Система технической диагностики и мониторинга устройств железнодорожной автоматики и телемеханики постоянно дополняется функциями, которые позволяют внедрить технологии автоматизированного контроля параметров устройств. В СТДМ реализованы операции по измерению таких параметров, как уровень сигнала (измерение напряжения), сопротивление изоляции кабеля и др., которые ускоряют и (или) облегчают технологический процесс.

Оснащение современными измерительными подсистемами, обеспечивающими возможность работы на предотказ, позволит изменить технологию обслуживания.

Авторами предлагается система контроля асимметрии тягового тока КАТТ, которая состоит из контроллеров УМ-ТТ. Для стационарных систем они располагаются в путевых ящиках, для перегонных – в релейном шкафу сигнальной установки РШ СУ или шкафу устройств защиты ШУЗН с возможностью интеграции с СТДМ (например, в АПК-ДК апробировано подключение разработанного устройства УМ-ТТ к контроллеру АДСУ-24/16).



Для предиктивного анализа полученных данных о неравенстве токов в РН микроконтроллер программируется с учетом поставленной задачи пользователя. Возможен вариант, когда результатом измерения являются только показания значения о превышении нормативного значения асимметрии 6 %. Тогда функции УМ-ТТ условно ограничиваются результатами «норма» или «отказ». Устройство в таком случае работает в режиме сигнализатора, при этом прописывается алгоритм действий электромеханика на уровне выявления инцидента состояния РЛ. Однако реализация контроля состояния РЛ в понимании сигнализатора недостаточна для принятия решения при техническом обслуживании по состоянию, поскольку обслуживающему персоналу сложно будет сделать вывод о глобальности повреждений элементов, которые привели к превышению уровня напряжения на микроконтроллере. Поэтому необходимо определить значение неравенства тяговых токов в РН как диагностического параметра контроля состояния РЛ и

выявить область значений предотказного состояния (в пределах 4–6 % значения коэффициента асимметрии). Для определения области предиктива при принятии решения обслуживающим персоналом дистанции разработана имитационная модель расчета распределения тока в тяговой рельсовой сети методом наложения.

Авторами предлагается провести исследования зависимости изменения неравенства тяговых токов от неисправного состояния конструктивных элементов РЛ. Для этого разработанное устройство УМ-ТТ необходимо апробировать на полигоне с дефектными рельсовыми нитями на бесстыковом пути, а также со СТРС и «рельсовыми рубками». По результатам исследования предлагается визуализировать состояние рельсовой линии с алгоритмом подсказки решения работникам дистанции СЦБ.

Внедрение устройства мониторинга тягового тока с элементами предиктивной аналитики позволит снизить количество отказов в работе рельсовых цепей, вызываемых асимметрией тягового тока, на 95 % для участков, оборудованных системами технического диагностирования и мониторинга, и на 75 % в целом по сети железных дорог России.

<https://eivis.ru/browse/issue/14471042/viewer?udb=12&page=4>

Новый этап внедрения инновационного вагонного замедлителя Т 2020

Авторы Берсенев А.С., Панишев С.Е., Кормишин В.Н.

Стремительное развитие цифровых технологий и внедрение перспективных технических средств ставит новые задачи перед разработчиками оборудования для сортировочных станций по улучшению эксплуатационных свойств вагонных замедлителей. Современный вагонный замедлитель должен быть универсальным, малообслуживаемым устройством, обеспечивающим экономию ресурсов при эксплуатации.

В 2021 г. конструкторами Алатырского механического был разработан вагонный унифицированный замедлитель Т-2020. Он предназначен для регулирования скорости вагонных отцепов на горочных и парковых тормозных позициях механизированных и автоматизированных сортировочных горок. При его создании специалисты учитывали опыт эксплуатации классических вагонных замедлителей и их выявленные недостатки, снижающие качество работы и ведущие к высоким эксплуатационным затратам, а также частому и длительному техническому обслуживанию.

Новое устройство включает инновационные конструкторские решения, просто в эксплуатации и требует меньше эксплуатационных затрат. Два года замедлитель проходил опытную эксплуатацию на третьей тормозной позиции сортировочного парка станции Юдино Горьковской дороги. В августе этого года приемочной комиссией ОАО «РЖД» замедлитель Т-2020 введен в постоянную эксплуатацию.

В состав устройства входят железобетонное основание и приводные секции. Основание состоит из трех плит с каждой стороны. Плиты жестко соединены между собой, обеспечивая изоляцию и нормальную работу

рельсовых цепей. Они устанавливаются на подготовленное щебеночное основание, что обеспечивает устойчивость и жесткость конструкции замедлителя, исключая его смещение при больших нагрузках. Такая конструкция позволяет увеличить срок службы вагонного замедлителя и выполнять его капитальный ремонт на месте без демонтажа всего замедлителя за счет замены отдельных модулей с применением крана малой грузоподъемности (мотовоза или ПРЛ). Это значительно сокращает срок и стоимость ремонта. Кроме того, благодаря монолитному железобетонному основанию обеспечивается стабильность положения замедлителя в пути и не требуется периодическая замена шпал.



Таким образом, замедлитель Т-2020 представляет собой малообслуживаемое тормозное устройство, поскольку: не требуется периодическое смазывание втулок и осей рычагов; не требуется периодическая протяжка шинных болтов, отсутствует сложный уравнивающий механизм; применены типовые высокопрочные болтовые соединения вместо специальных деталей; замедлитель на железобетонном основании не требует демонтажа при капитальном ремонте, его конструкция устойчива; уменьшена номенклатура применяемых деталей и запасных частей за счет унификации рычажного механизма (применяется один вид рычагов для всех исполнений замедлителя с УГР от 450 до 1130 мм); отсутствуют прижимные и регулировочные болты, а регулировка замедлителя осуществляется без применения специального инструмента; балки имеют повышенный ресурс и возможность разворота при износе верхней части.

За два года опытной эксплуатации по рекомендациям Управления автоматики и телемеханики были внесены изменения в руководство по эксплуатации в части оптимизации работ и периодичности обслуживания. Простота конструкции замедлителя Т-2020, его малообслуживаемость и модульность обеспечивают максимальное сокращение затрат на техническое обслуживание и диагностику. Специалистами Концерна произведены сравнительные расчеты затрат на обслуживание и ремонт замедлителей

разных типов за жизненный цикл 25 лет. При их сопоставимой стоимости затраты на обслуживание меньше в 2,5 раза, стоимость ремонта – в 1,5 раза, а затраты на запчасти и материалы – в 10 раз. При этом Т-2020 требует значительно меньших затрат на обслуживание не только в сравнении со старыми моделями, но и с современными замедлителями других производителей.

<https://eivis.ru/browse/issue/14471042/viewer?udb=12&page=4>

Продажи билетов на электрички будут доступны в веб-приложении РЖД

РЖД в 2025 г. планируют начать продажи билетов на электрички на сайте и в веб-приложении, сообщает ТАСС. Там же можно посмотреть расписание движения пригородных поездов. Веб-приложение для покупки билетов на поезда дальнего следования было запущено в апреле. Оно адаптировано для мобильных устройств на всех операционных системах. При этом приложение сохраняет весь функционал сайта продажи билетов ticket.rzd.ru. Веб-приложение не требует отдельной установки из магазинов приложений. С его помощью можно оформлять, в том числе билеты на специализированные места для инвалидов, воспользоваться программой накопления баллов «РЖД Бонус». Сейчас приобретение билетов на пригородные поезда доступно только в мобильном приложении «РЖД пассажирам» на платформе Android. Пользователи iOS, если у них не установлено приложение «РЖД пассажирам», воспользоваться такой функцией не могут, так как ранее оно было удалено из App Store.

<https://eivis.ru/browse/issue/14471042/viewer?udb=12&page=4>

На сети РЖД могут появиться четыре цифровых станции

Как минимум четыре цифровых железнодорожных станции могут появиться на сети РЖД к 2030 г. Об этом на научно-практической конференции Минтранса и РАН рассказал заместитель генерального директора – главный инженер ОАО «РЖД» А.М. Храмцов. Он отметил: «Тиражирование новых технических решений к 2030 г. на четырех крупнейших сортировочных станциях с перспективой внедрения на всех станциях первого класса позволит связать перевозки в единый поток, контролируемый и организуемый на основе цифровой модели искусственным интеллектом».

Как сообщал ранее заместитель генерального директора ОАО «РЖД» Е.И. Чаркин, проект ЦЖС предполагает «создание станции, где все процессы совершаются без участия человека». На цифровой станции расцепка вагонов, например, будет осуществляться промышленным роботом, диагностирование технического состояния вагонов и их учет – интеллектуальными системами технического зрения и сканирующими устройствами.

Сейчас пилотный проект ЦЖС реализуется на Южно-Уральской дороге. В рамках «пилота» внедрен ряд модулей, отражающих принцип работы ЦЖС. Это средства контроля передвижения вагонов и локомотивов в реальном режиме времени, автоматизированные заградительные устройства на путях сортировочного парка, пост автоматизированного приема и диагностики подвижного состава на подходах к станции, мобильные рабочие места у оперативного персонала и др.

<https://eivis.ru/browse/issue/14471042/viewer?udb=12&page=4>

Первый монорельсовый поезд в Сан-Паулу

Первый монорельсовый поезд доставлен из Китая в бразильский город Сан-Паулу. Первый из 14 заказанных монорельсовых поездов для строящейся линии 17 (Gold) сети метро Сан-Паулу прибыл в порт Сантус в июне 2024 г., второй должен появиться в Бразилии в конце года, остальные изготовитель поставит в течение следующего года.



После соединения вагонов в поезд начнется процесс его тестирования для получения сертификата безопасности и допуска к эксплуатации. На автоматизированной линии 17 будет применена система управления движением поездов по радиоканалу (СВТС). Пятивагонный поезд рассчитан на перевозку 616 пассажиров, из которых 114 смогут ехать сидя, также предусмотрены места для лиц с ограниченной мобильностью. Монорельсовый поезд передвигается по бетонной несущей структуре шириной 800 мм. В каждом вагоне – по две тележки, каждая из которых оснащена тяговым двигателем, двумя опорными, четырьмя направляющими и двумя стабилизирующими колесами. Поезд может развивать скорость до 80 км/ч, питаясь постоянным током напряжением 750 В. Он также оснащен аккумуляторными батареями, что позволит продолжить движение до следующей остановки в случае отключения основного источника. Ввод в

эксплуатацию линии 17 протяженностью 17,7 км намечен на июнь 2026 г., она станет первой монорельсовой линией сети метро Сан-Паулу.

<https://eivis.ru/browse/issue/14471042/viewer?udb=12&page=4>

Япония представила антропоморфного многофункционального робота

В Японии представили антропоморфного многофункционального робота, который будет обслуживать железнодорожную инфраструктуру.

Робот может переносить грузы весом до 40 кг, работать на высоте до 12 м. Он управляется оператором через VR-гарнитуру и будет использоваться для замены и ремонта сигнального оборудования, удаления веток деревьев вдоль путей, покраски металлоконструкций, ремонта контактной сети. Робот установлен на стреле передвижного путевого крана, который доставляет его к месту работы. Разработка новой технологии стала ответом на дефицит кадров в Японии, население которой быстро стареет.



Ожидается, что использование робота повысит производительность труда на 30 % и поможет избежать несчастных случаев. Кроме того, внедрение этого робота позволит «людям всех полов и возрастов» работать на обслуживании железных дорог.

<https://eivis.ru/browse/issue/14471042/viewer?udb=12&page=4>

Siemens Mobility внедрила инновационную технологию автоматизации

Компания Siemens Mobility внедрила инновационную технологию автоматизации на 14-ю линию метро Парижа, впервые в мире повысив уровень автоматизации движения подвижного состава с уровня GoA4 до TrainguardMT CBTC.

Trainguard MT CBTC – это система автоматизации, которая позволит увеличить пропускную способность сети и снизить расход энергии. Она дает возможность точно определять местоположение поезда на маршруте,

дистанционно регулировать его скорость и вести постоянный мониторинг работы систем подвижного состава.



Также с помощью СВТС интервалы между поездами будут сокращены до 85 с. Модернизацией парижского метро занимается и французский концерн Alstom, который в феврале 2023 г. совместно с оператором IdFM и транспортным учреждением Большого Парижа SGP презентовал проект автоматизированного подвижного состава для 18-й линии. Первые поезда будут введены в эксплуатацию в 2026 г.

<https://eivis.ru/browse/issue/14471042/viewer?udb=12&page=4>

В Нидерландах провели тестовый запуск своей технологии Hyperloop

Местный стартап Hardt Hyperloop объявил, что их прототип капсулы без пассажиров проехал 90 м при скорости до 30 км/ч. На следующем этапе планируются заезды на скорости до 100 км/ч в разреженной до 100 Па атмосфере и с прохождением разветвлений. Завершить тесты планируется в 2025 г. Испытания проходят в Европейском центре Hyperloop в Вендаме на стенде длиной 420 м и с диаметром трубы 2,5 м. Его особенность – разделение трубы, что позволяет отрабатывать прохождение кривых и разветвлений. Площадка создана на средства частных инвесторов и бюджетные гранты. Она является открытой для всех разработчиков.

Идее Hyperloop уже более 10 лет, но до коммерческой реализации пока не дошел ни один проект, а первый стартап (Hyperloop One) был закрыт в декабре прошлого года. В то же время эксперименты продолжаются, а самую протяженную вакуумную линию в 60 км строит китайская компания CASIC с целью достичь скорости в 1000 км/ч.

<https://eivis.ru/browse/issue/14471042/viewer?udb=12&page=4>

Инновационный беспилотный вагон ART 2.0 представили в Китае

Корпорация CRRC показала на открытой площадке выставки InnoTrans–2024 инновационный беспилотный вагон ART 2.0 на пневматическом ходу, получающий питание от водородных топливных элементов. Вагон, сочетающий в себе преимущества трамвая и автобуса, предназначен для обслуживания городских маршрутов с небольшим пассажиропотоком. Дальность хода вагона на одной заправке водородом составляет 500 км.



Вагон движется в беспилотном режиме по виртуальной колее, что позволяет экономить на строительстве рельсового пути. Для распознавания разметки на дорожном полотне используются бортовые датчики, дополненные средствами навигации. Система беспилотного управления отвечает требованиям уровня безопасности SIL4. Предусмотрены модификации вагона с тяговыми аккумуляторами, суперконденсаторами и питанием от контактной сети. В Китае организованы девять маршрутов для беспилотных вагонов на пневматическом ходу. Суммарный пробег этих вагонов превысил 15 млн км, объем перевозок составил более 35 млн пассажиров. Их применение позволило сократить выбросы углекислого газа на 24,5 тыс. т. Транспортные системы с такими вагонами введены в эксплуатацию также в ОАЭ и Малайзии.

<https://eivis.ru/browse/issue/14671723/viewer?udb=12&page=4>

Обучение искусственных нейронных сетей с подкреплением

Авторы Булавин Ю.П., Игнатьева О.В.

Информационно-управляющие и интеллектуальные системы нашли применение практически во всех областях экономики. На железнодорожном транспорте такие системы обеспечивают поддержку принятия решений на разных уровнях управления, направлены на повышение организационно-

технологической надежности и эффективности функционирования производственных объектов. Применение искусственного интеллекта в управлении перевозочным процессом может изменить процессы принятия решения и исключить определенные управленческие функции, выполняемые, например, диспетчерским аппаратом. С целью повышения пропускной способности железнодорожной сети и минимизации опозданий поездов зарубежными и отечественными специалистами ведутся работы по разработке механизма искусственного интеллекта (ИИ) для поиска решений по оптимальному планированию графика движения.

Технологии ИИ применяются в европейской системе для управления железнодорожным транспортом ERTMS, в японской автономной децентрализованной системе управления движением поездов ATOS, в национальной сети железных дорог Китая China Railways, особенно на высокоскоростных линиях.

ОАО «РЖД» также имеет положительный опыт реализации интеллектуальных технологий. Лидирующее место занимает «Единая интеллектуальная система управления и автоматизации производственных процессов на железнодорожном транспорте» (ИСУЖТ). АО «НИИАС» разрабатывает беспилотные технологии и системы технического зрения, автоматизации роспуска опасных грузов на сортировочных горках, оборудованных КСАУ СП. На базе МФТИ создана интеллектуальная система управления движением поездов ИСУДП «Прогноз». Нейросети также используются для планирования оптимального графика движения поездов в комплексе «Эльбрус-М», разработанного специалистами ВНИИЖТ. В Ростовском государственном университете путей сообщения проводятся исследования на действующем учебно-лабораторном комплексе «Виртуальная железная дорога» (УЛК ВЖД) по созданию цифровой модели участка дороги Высочино – Тимашевская.

Представленное в статье исследование касается разработки системы управления процессом пропуска поездов по железнодорожному участку с применением искусственных нейронных сетей (ИНС). Оно выполнено в рамках государственного задания по теме «Методы повышения пропускной способности участка железной дороги за счет нейросетевого управления движением поездов с применением математических моделей деятельности участка, построенных на базе его цифрового двойника». В работе рассматриваются постановка задачи обучения, выбор архитектуры ИНС и способ ее обучения. Полученные результаты показывают, что в качестве признаков состояния системы можно использовать данные о занятости участка в виде номера маршрута поезда, который на нем находится. Рассматривая работу полностью связанных ИНС и сетей со сверточными слоями, установлено, что использование сверточных слоев для извлечения признаков улучшает управление. Исследование в рамках принятых допущений показало, что управление процессом пропуска поездов по железнодорожному участку

может осуществляться с помощью ИНС, а полученные результаты позволят обоснованно подходить к реализации такого управления на УЛК ВЖД.

<https://eivis.ru/browse/issue/14671723/viewer?udb=12&page=40>

Использование суперкомпьютеров для анализа данных об информационной безопасности

Авторы Ададунов С.Е., Котенко И.В., Саенко И.Б., Глухов А.П.

Повышение сложности задач мониторинга информационной безопасности (ИБ) и управления ею в критических информационных инфраструктурах, а также рост объема данных об инцидентах требуют новых подходов к анализу и обработке больших массивов данных. Зачастую такой анализ и выработка мер по противодействию компьютерным угрозам осуществляются в условиях неопределенности, что требует сочетания интеллектуальной аналитической обработки данных, включая машинное обучение, инновационных методов оценки смыслового содержания информации об угрозах, а также методов и средств реализации высокопроизводительных вычислений.

В качестве одного из перспективных подходов к решению подобной задачи, в том числе на железнодорожном транспорте, могут рассматриваться вычисления на основе высокопроизводительных вычислительных кластеров – суперкомпьютерных центров (СКЦ). Обычно в исследованиях по информационной безопасности СКЦ используются в качестве объектов защиты от компьютерных атак. Их применение для решения задач ИБ представляет сравнительно новый подход к защите информации. СКЦ характеризуются ориентацией на параллельно-массивную обработку данных и решение масштабных задач. Построенные по кластерной архитектуре современные СКЦ содержат большое число вычислительных узлов, представляющих собой мощные серверы с гомогенной или гетерогенной архитектурой. Гомогенная архитектура характеризуется наличием в вычислительном узле процессоров только одного типа; гетерогенная – процессоров нескольких типов. Все вычислители (компьютеры) объединены быстрой сетью, которая имеет более высокую пропускную способность и низкую латентность (менее 1 мс) при обмене информацией, чем Ethernet. Гетерогенные вычислители с использованием графических процессоров или программируемых логических интегральных схем (ПЛИС) позволяют существенно повысить скорость обработки данных о состоянии информационной безопасности и эффективность решения задач в области машинного обучения. Задачи интеллектуальной обработки больших массивов данных можно разделить на три категории: обучение интеллектуальных алгоритмов и нейросетей, масштабная обработка данных, моделирование.

Для выявления компьютерных атак на автоматизированные системы ОАО «РЖД» и принятия адекватных мер противодействия необходимы сбор и анализ больших объемов разнородной информации об инцидентах информационной безопасности в реальном масштабе времени или близкому к

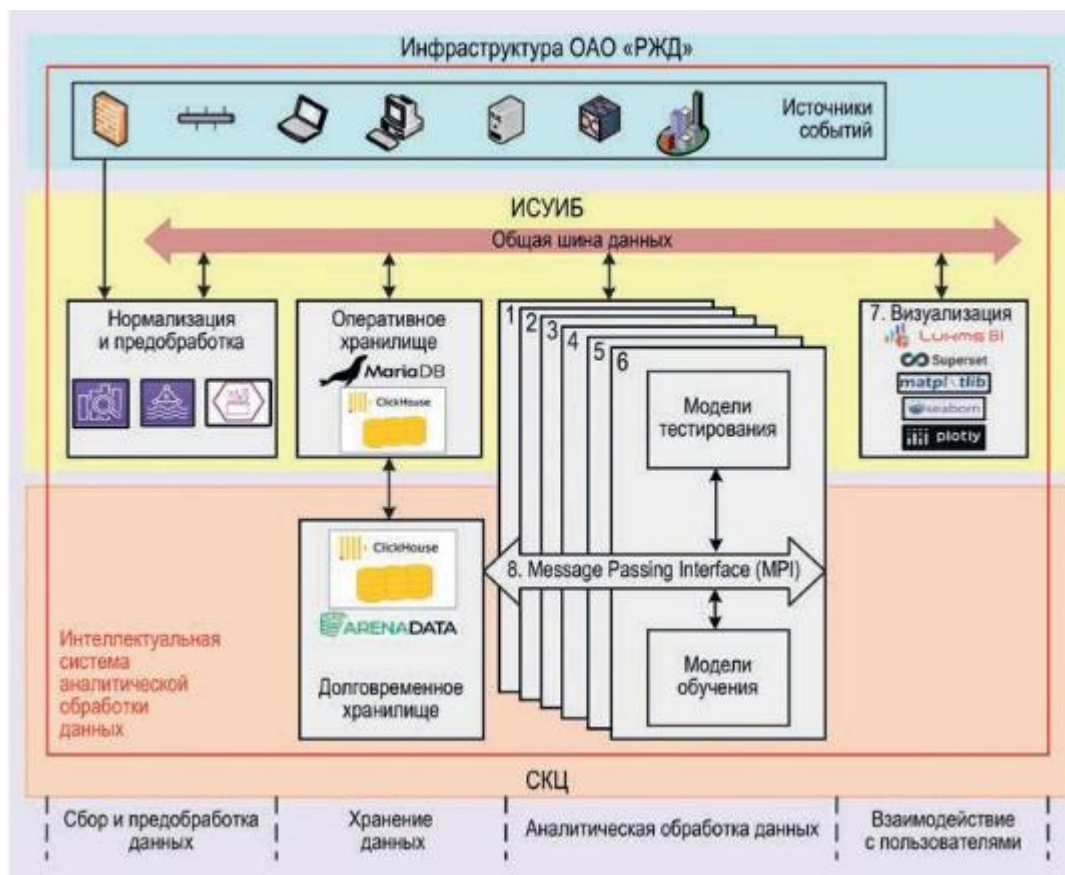
нему. Эти функции, как правило, выполняют системы управления информацией и событиями безопасности (Security Information and Event Management, SIEM).

Перспективная интеллектуальная система управления информационной безопасностью (ИСУИБ) в железнодорожной отрасли и является такой SIEM-системой. ИСУИБ ОАО «РЖД» имеет трехуровневую архитектуру. На первом (нижнем) уровне осуществляются сбор и предварительная обработка данных о событиях безопасности, на втором – поддержка хранилища данных. На третьем (верхнем) уровне выполняется окончательный анализ всех собранных данных о состоянии информационной безопасности и вырабатываются меры противодействия. Аналитическая обработка больших массивов данных предполагает реализацию функций второго и третьего уровней ИСУИБ. Эти функции включают: оценку текущей ситуации по безопасности, т.е. «осведомленность о безопасности»; выработку и выбор мер противодействия компьютерным атакам; расследование инцидентов информационной безопасности. В свою очередь «осведомленность о безопасности» означает восприятие и отслеживание ситуации; оценку компьютерной атаки и достоверности данных о ситуации и ее развитии; анализ тренда атаки и причинно-следственных связей. Причем при оценке состояния информационной безопасности применяется визуальный анализ данных с помощью стандартных или специально разработанных для этой цели моделей визуализации.

Таким образом, интеллектуальная система аналитической обработки данных о состоянии информационной безопасности должна включать такие функциональные компоненты, как: обнаружение в реальном времени компьютерных атак на основе аналитического и имитационного моделирования, а также аномальной активности и нарушений критериев и политик информационной безопасности; оперативную оценку защищенности информационных, телекоммуникационных и других критически важных ресурсов; оперативный анализ и управление рисками информационной безопасности; выработку и выбор мер (критериев) оценки состояния, поддержки принятия решений; расследование компьютерных инцидентов; оперативную визуализацию больших массивов данных о событиях информационной безопасности.

Разрабатываемая система имеет распределенную структуру. Она включает часть защищаемой инфраструктуры ОАО «РЖД» (источники событий информационной безопасности), часть оборудования СКЦ и центральную часть, в качестве которой выступает ИСУИБ. В ИСУИБ находятся рабочие места аналитиков безопасности. Предлагаемая интеллектуальная система аналитической обработки больших массивов данных строится на основе датацентричности, означающей, что сервисы управления процессами информационной безопасности находятся рядом с данными. Открытая сервис-ориентированная архитектура предполагает наличие интерфейса API (Application Programming Interface) для интеграции со

сторонними программными продуктами. Платформенность обеспечивает пользователям поддержку процессов настройки правил корреляции данных, обнаружения аномалий и атак, а также выбора уровня риска.



Таким образом, экспериментальная оценка подтвердила высокую точность анализа данных разработанной интеллектуальной системы с использованием возможностей СКЦ. Дальнейшие исследования планируется проводить в направлении интеграции предложенных решений в построение ИСУИБ ОАО «РЖД».

<https://eivis.ru/browse/issue/14671723/viewer?udb=12&page=43>

Новый уровень российской системы управления движением поездов МПЦ-ЭЛ-20

Авторы Павлов Е.В., Гоман Е.А., Фурсов С.И.

Специалисты Дивизиона «Железные дороги» ГК «Нацпроектстрой»: ОАО «ЭЛТЕЗА», ООО «Кибер-Тех-Сигнал», ООО «1520 Сигнал», АО «АТИС» и другие компании выполнили полный комплекс работ по разработке, испытаниям и постановке на производство на Лосиноостровском электротехническом заводе – филиале ОАО «ЭЛТЕЗА» инновационной системы МПЦ-ЭЛ-20. МПЦ-ЭЛ-20 присущи как типовые характеристики современных микропроцессорных централизаций, так и эффекты, связанные с применением инновационных отечественных решений, что обеспечивает

достижение высокого уровня импортнезависимости системы на всех этапах жизненного цикла.

Продукт вобрал в себя более 2 тыс. технических решений и ноу-хау и получил ряд преимуществ по сравнению с системами предыдущего поколения, среди которых: полностью отечественное специализированное программное обеспечение центрального процессора на языках ЯЗОП и СТОЯЗ; аппаратные средства и операционные системы центрального процессора на отечественных процессорах; мультиплатформенное программное обеспечение АРМ ДСП; увеличение быстродействия системы с 600 мс до 25–100 мс за счет обработки данных по изменениям (асинхронный протокол), а не цикличности; реализация функции защиты информации и киберзащищенности КСПК-ЭЛ, при этом технология защищенных вычислений, заложенная в вычислительном комплексе МПЦ-ЭЛ-20, гарантирует целостность логической структуры памяти прикладных программ, а ее применение позволяет поднять на новый уровень информационную защищенность микропроцессорных централизаций; специально разработанная для МПЦ-ЭЛ-20 платформа нижнего уровня ПНУ-20 с возможностью реализации горячего резервирования объектных контроллеров позволяет значительно минимизировать габариты оборудования и потребляемую мощность (возможность размещения до 54 нерезервируемых контроллеров в одном шкафу); встроенные функции диагностики с индикаторными измерениями напряжений, токов, сопротивлений изоляции цепей управления стрелками и светофорами; возможность управления универсальной платой стрелочного контроллера двух-, пяти-, семи- и девятипроводных схем управления, а также синхронного перевода до пяти стрелочных электроприводов; применение в составе рельсовых цепей ЦМ-КРЦ-АР с цифровыми генераторами сигналов АЛС и АЛС-ЕН, позволяющих обеспечить применение рельсовых цепей длиной до 1200 м (длина приемоотправочного пути) с автоматической подстройкой параметров при изменении погодных условий в заданных нормативных пределах; применение в составе системы питающей установки УЭП-У-М отечественных модульных устройств бесперебойного электропитания с функцией самодиагностики и возможностью «горячей» замены неисправных модулей без отключения нагрузок; увеличенный функционал встроенной диагностики, позволяющий перейти к сервисному обслуживанию.

МПЦ-ЭЛ-20 продемонстрировала качественно новый уровень организации управления движением поездов, автоматизации процессов и обеспечения безопасности на железной дороге (даже в случае отказа отдельных технических средств), обеспечивая при этом сокращение эксплуатационных расходов.



Шкаф объектных контроллеров
ОК-ЭЛ-20



Унифицированное устройство электропитания УЭП-УМ со встроенной системой диагностики



Цифровой модуль контроля рельсовых цепей с автоматическим регулированием уровня сигнала ЦМ-КРЦ-АР

Успех новой технологии не остался незамеченным в профессиональном сообществе. В прошлом году МПЦ-ЭЛ-20 заняла первое место в конкурсе лучших инновационных разработок ОПЖТ. При этом ее совершенствование продолжается. В настоящее время на базе МПЦ-ЭЛ-20 готовятся решения для реализации в составе российской системы управления движением поездов высокоскоростной магистрали Москва – Санкт-Петербург. Северная дорога первой опробовала все возможности передовой российской микропроцессорной централизации МПЦ-ЭЛ-20 и определила высокую функциональность и отказоустойчивость.

<https://eivis.ru/browse/issue/14671723/viewer?udb=12&page=43>

Компания «РМ РЕЙЛ» презентовала новый шестиосный думпкар модели 33-1297

Компания «РМ Рейл», ведущий производитель грузового подвижного состава России, представила потенциальным клиентам свою новую разработку – шестиосный думпкар модели 33-1297, предназначенный для эксплуатации на горнорудных карьерах, в частности, для перевозки скальных пород и руд, сыпучих и кусковых грузов большой плотности. Благодаря новым конструктивным решениям удалось обеспечить уникальные технические и эксплуатационные характеристики вагона, аналогов которому на российском рынке пока нет. Ключевое преимущество думпкара – грузоподъемность 125 т, что на 10 - 20 т больше, чем у подобных вагонов. Срок службы – 22 года (у моделей- аналогов – не более 15 лет). Объем кузова - 56 м³, скорость движения при полной загрузке по путям промышленных предприятий – до 60 км/ч. Думпкар имеет усиленные борта с восемью шарнирными точками закрепления к верхней раме и сплошную зашивку листом снаружи.



Увеличенный демпфирующий деревянный слой толщиной 80 мм обеспечивает сохранность пола при загрузке скальных пород. Ходовая часть вагона – две трехосные тележки, собственная разработка компании. Они выполнены из усиленного крупного вагонного литья для обеспечения нагрузки на ось 30 тс. Колесные пары укомплектованы кассетными подшипниками.

Заместитель генерального директора по сбыту «РМ Рейл» А.М. Куликов рассказал: - На думпкары наблюдается стабильный спрос, при этом раньше они были преимущественно импортными. В короткие сроки мы разработали и изготовили подвижной состав для нужд горнодобывающих предприятий. Главным пожеланием было обеспечить большую грузоподъемность, и нам это удалось. Новый думпкар «РМ Рейл» действительно уникален по своим параметрам.

<https://eivis.ru/browse/issue/14313382/viewer?udb=12&page=4>

«Алтайвагон» сертифицировал новую модель вагона-цистерны

АО «Алтайвагон» получило сертификат соответствия требованиям Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 001/2011 «О безопасности железнодорожного подвижного состава» на вагон-цистерну, предназначенного для перевозки растительных масел модели 15-2169-02. Сертификат соответствия на серийный выпуск вагонов действует по июнь 2029 г. При разработке цистерны учитывались текущие потребности рынка и пожелания потенциальных потребителей. Уже сейчас новая цистерна АО «Алтайвагон» пользуется повышенным спросом у потребителей. В четырехосном вагоне применены тележки модели 18-2128 с осевой нагрузкой 23,5 тс, грузоподъемность заявляется на уровне до 69 т, объем котла - 86,5 м³. Назначенный срок службы составляет 30 лет.



В прошлом году «Алтайвагон» сертифицировал базовую модель цистерны 15-2169 и ее первую модификацию 15-2169-01. Оба вагона предназначены для перевозки нефтепродуктов. Их конструктивной особенностью является наличие котла, оборудованного универсальным сливным прибором с тремя затворами. Основные технические характеристики идентичны модели 15-2169-02.

<https://eivis.ru/browse/issue/14313382/viewer?udb=12&page=4>

Анализ простоя локомотивов на неплановых ремонтах при управлении надежностью их оборудования

Автор Лакин И.И.

Перед ОАО «РЖД» стоит задача существенного увеличения объема грузовых перевозок, для чего развиваются тяжеловесное движение, вождение сдвоенных поездов и поездов с «виртуальной автосцепкой», уменьшаются интервалы движения. Масса тяжеловесных поездов на Восточном полигоне достигла 7100 т. Ведутся эксперименты с поездами массой 8 и даже 14 тыс. т. Увеличение пропускной способности полигонов железнодорожного транспорта невозможно без надежной работы технических средств.

Поэтому в ОАО «РЖД» создана автоматизированная информационная система учета, контроля устранения отказов устройств и анализа их надежности КАСАНТ, отказы в которой делятся на три категории в зависимости от времени задержки поезда. В настоящее время дополнительно учитывается число задержанных поездов и потерянных поездо-часов. Но процесс расчета требует доработки математического аппарата. В любом случае надежность локомотивов - один из главных факторов обеспечения устойчивого интенсивного перевозочного процесса.

Для оборудования с большой долей простоя на НР надо совершенствовать систему ТОиР. Главный способ – это внедрение крупноагрегатного принципа ремонта. Именно по этому пути пошли при организации ТОиР электропоездов высокоскоростных магистралей (ВСМ),

где срыв графика движения недопустим. Кроме того, электропоезда ВСМ очень дорогие, и иметь их резерв экономически невыгодно – лучше иметь в депо переходной запас оборудования для быстрой замены отказавшего узла с дальнейшим его диагностированием и ремонтом на специализированных стендах. Буксовый узел, тяговый редуктор и другие узлы экипажной части требуют много времени на ремонт. Поэтому есть смысл менять тележку целиком, как это делается у электропоездов ВСМ, в том числе в депо Металлострой, где обслуживаются «Сапсаны». Аналогично следует поступать с дизель-генераторными установками, электронными силовыми блоками и др. Для эффективного оперативного крупноагрегатного ремонта необходимо заранее локализовать место отказа с точностью до заменяемого узла. Для этого нужна бортовая автоматизированная система технического диагностирования (АСТД).

У современного тягового подвижного состава с микропроцессорными системами управления (МСУ) такие системы есть, но отечественные локомотивы нуждаются в установке дополнительных датчиков как в электрических цепях, так и в неэлектрическом оборудовании для измерения температуры, давления, вибрации и других параметров. Также требуется разработка математического обеспечения АСТД с использованием современных методов искусственного интеллекта: нейронных сетей, нечетких множеств, распознавания образов и др.

Таким образом, выполненные исследования позволяют сделать вывод, что существующая система управления надежностью локомотивов и их система ТОиР нуждается в дальнейшем совершенствовании, для чего надо развивать:

- автоматизированные системы управления (АСУ) ТОиР в депо по безбумажной технологии с использованием принципов киберфизических производственных систем;

- вероятностно-статистические методы анализа надежности оборудования тягового подвижного состава с выявлением узких мест, в том числе причин перепростоя на плановых и неплановых ТОиР, а также с вычислением неснижаемого запаса оборудования;

- факторный анализ влияния надежности локомотивов на перевозочный процесс в системе КАСАНТ во взаимодействии с АСУ ТОиР;

- аппаратно-программные комплексы бортового диагностирования с прогнозированием остаточного ресурса и локализацией места предотказного состояния с точностью до заменяемого узла;

- инфраструктуру ремонтных депо и технические средства (позиций) крупноагрегатного ремонта;

- стационарные стенды диагностирования, обслуживания и ремонта узлов локомотивов, демонтированных с локомотива по крупноагрегатному принципу.

В заключение следует отметить, что крупноагрегатный ремонт существенно дороже принятого сейчас, поэтому долго не находит

применения. Но расчеты показали, что при комплексном, как предлагается, внедрении новой системы более дорогого ТОиР окупаемость будет выполняться путем сокращения потребного парка локомотивов для выполнения заданного объема перевозок.

<https://eivis.ru/browse/issue/14309682/viewer?udb=12&page=6>

Внедрение динамических систем управления с использованием искусственного интеллекта

Автор Бородкин А.В.

Одним из существенных барьеров развития железнодорожного транспорта остается человеческий фактор. Человек с его физическими и когнитивными свойствами индивидуального поведения с большой долей вероятности может быть причиной серьезных инцидентов из-за ошибок в принятии решений. Эксперты отмечают, что на традиционных железнодорожных транзитных линиях до 80 % происшествий вызваны именно человеческими ошибками. По результатам исследований Всероссийского научно-исследовательского института гигиены транспорта за один рейс на локомотивную бригаду воздействуют около 10 тыс. раздражителей. Большинство манипуляций, выполняемых локомотивной бригадой, связаны с логическими задачами, которые необходимо решать в короткий промежуток времени. Так, необходимо исключать влияние человеческого фактора, ведь физические способности и навыки человека во многом уступают стремительно развивающемуся искусственному интеллекту.

В настоящее время в некоторых странах развитие железнодорожного транспорта базируется на проектировании подвижного состава нового поколения с перспективой внедрения автоматизации процессов управления подвижным составом. Цифровая повестка транспортного развития в современных условиях является ключевой. Сегодня беспилотный железнодорожный подвижной состав Китая, Японии, Канады, Франции, Великобритании, Саудовской Аравии, Объединенных Арабских Эмиратов и других стран в большинстве случаев представлен наземным метрополитеном. Однако есть несколько железнодорожных компаний, например, Network Rail, Thameslink Railway (Великобритания), Deutsche Bahn (Германия), Китайская железнодорожная корпорация или Rio Tinto (Австралия), запустивших масштабные проекты по испытаниям автоматического управления поездами на железнодорожных линиях. Аналогичные инициативы поддержаны также другими железнодорожными операторами и высокотехнологичными компаниями Европы и Азии. Проект TAURO (Technologies for Autonomous Rail Operation), запущенный в 2020 г. в рамках соглашения Австрии, Чешской Республики, Франции, Германии, Италии, Испании и Швейцарии, ставит своей целью определение технологий для европейского автономного железнодорожного транспорта с дистанционным управлением движением поездов, управлением маневровыми локомотивами на сортировочных станциях и пригородными электропоездами в депо.

Анализ наиболее эффективных кейсов внедрения искусственного интеллекта в сфере транспорта показал, что в наибольшей степени развиваются решения на базе технологий технического зрения. Оно обеспечивает визуализацию и интеллектуальный анализ изображений и других форм многомерных данных, контроль обстановки перед поездом и точное определение его местоположения для максимального повышения уровня автоматизации управления движением.

При этом, по мнению профессионального сообщества, в том числе и зарубежного, Российская Федерация является одним из мировых лидеров в вопросах развития беспилотного движения. Российская транспортная сеть железных дорог, связывающая пространство нашей страны в единое целое, является благоприятной технической средой для эффективного взаимодействия научных и технических организаций в сфере развития искусственного интеллекта и позволяет обеспечить российским технологиям оперативную адаптацию к конкурентным условиям транспортного рынка.

Стратегия развития железнодорожного транспорта Российской Федерации и Долгосрочная программа развития Российских железных дорог, разработанные в рамках национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации», обеспечили мощный стимул к развитию динамических систем управления перевозочным процессом с использованием искусственного интеллекта. Уникальность отечественных проектов заключается в том, что они представляют собой платформу для изучения возможностей интеграции искусственного интеллекта и железных дорог в целостную, унифицированную и последовательную структуру, которая позволяет вывести автоматизацию железнодорожного транспорта на принципиально новый уровень.

Первым примером апробации искусственного интеллекта на отечественных железных дорогах является стартовавший в 2015 г. проект «Цифровая сортировочная станция». В рамках данной работы уже к 2017 г. на припортовой станции Лужская Октябрьской дороги подтверждены необходимые компетенции ведущих отечественных отраслевых научных и проектных организаций в области технологий по интеграции технического зрения с интеллектуальными системами управления движением локомотива и инфраструктурой. Благодаря этому получен бесценный опыт беспилотного вождения маневровых локомотивов.

На железнодорожный рынок интеллектуальных транспортных систем выходят компании, реализующие научно-производственный и технологический потенциал предприятий оборонно-промышленного комплекса России, предлагающие комплексные системы помощи машинисту. Для обеспечения единых требований, по заданию ОАО «РЖД», Проектно-конструкторским бюро локомотивного хозяйства ОАО «РЖД» (ПКБ ЦТ) в 2021 г. разработаны общие технические требования к бортовым системам машинного зрения. Документ содержит полный объем данных, необходимых для новых проектов, и применим в качестве актуальных

технических требований при проведении процедуры разработки и постановки на производство систем машинного зрения.

За последние годы на полигонах Московской, Северной и Куйбышевской дорог проведены эксплуатационные испытания нескольких систем помощи машинисту и устройств бесконтактного контроля состояния локомотивных бригад, таких как ПАК ПМЛ (ООО «Когнитив Роботикс»), БСТЗ (АО «НИИАС»), «Видеоконтроль-2» (АО «НЕЙРОКОМ»), СОМФСМ (ООО «ОктоИнформРУС») и других. Это достаточно инновационные решения, построенные на потенциале искусственного интеллекта и высокоточного позиционирования, которые обеспечивают распознавание объектов железнодорожной инфраструктуры, людей, вагонов и различного рода препятствий на пути следования поезда.



Полученный объем технических разработок автоматизации вождения маневровых локомотивов позволил применить искусственный интеллект на электропоездах «Ласточка», эксплуатируемых на Московском центральном кольце. На поезде установлено оборудование для позиционирования его координатного положения на инфраструктуре, связи с диспетчерским центром, внешнего и внутреннего мониторинга окружающей обстановки и обнаружения препятствий на пути следования. В беспилотном режиме электропоезд способен следовать по энергооптимальному графику, а при обнаружении препятствия автоматически обрабатывать алгоритмы торможения и остановки. Демонстрационные испытания беспилотного управления сразу двумя поездами «Ласточка», проведенные на Московском центральном кольце в марте 2023 г., подтвердили высокие показатели по точности определения координат, скорости и расстояний до опорных объектов на железнодорожной инфраструктуре. При этом в специальных центрах контроля управления движением машинист-оператор на основе видеоданных,

получаемых в режиме реального времени, оценивает ситуацию и имеет возможность при необходимости принять на себя дистанционное управление несколькими беспилотными поездами.

В перспективе в 2024 - 2025 гг. на базе ПКБ ЦТ планируется создание Центра по верификации систем управления беспилотным тяговым и моторвагонным подвижным составом с применением тренажерных технологий. Так, сегодня активно создаются программно-аппаратные средства и комплексы, необходимые для автоматического управления движением поездов. Важно отметить, что комплекс тестовых испытаний беспилотных технологий доказывает, что уровень автоматизации подвижного состава в России значительно опережает проекты зарубежных партнеров.

<https://eivis.ru/browse/issue/14309682/viewer?udb=12&page=6>

Пути совершенствования асинхронного привода вспомогательных машин грузовых электровозов переменного тока

Авторы Макаров В.В., Иванов В.Н., Худонов А.М.

Электрификация Российских железных дорог на однофазном переменном токе с напряжением 25 кВ и частотой 50 Гц повлияла на схемное решение по выбору электропривода для вспомогательных механизмов. В основу электропривода был определен трехфазный асинхронный короткозамкнутый электродвигатель.

В настоящее время завершается переход железнодорожного транспорта на более современные электровозы различных серий. Для привода основных вспомогательных машин, таких как компрессоры и вентиляторы, на этих электровозах начали применять асинхронные вспомогательные машины типа НВА55С со сварным медным ротором вместо АВМ типа НВА55 с дюралюминиевым литым ротором.

Однако стоимость этих АВМ выше по сравнению с их предшественниками с дюралюминиевым ротором. Поэтому проблема надежности АВМ не исчезла, а лишь усложнилась. Динамический момент инерции ротора АВМ типа НВА55С выше динамического момента инерции ротора АВМ типа НВА55, так как его ротор на 10 кг больше. По законам механики в этой связи вероятность появления эксцентриситета у этих АВМ будет выше, а, следовательно, надежность АВМ на 80 % будет зависеть от величины эксцентриситета. Расход электроэнергии на питание АВМ при увеличении эксцентриситета также будет увеличиваться. При этом проблема подплавления медных обмоток ротора не исчезла. Поэтому необходим системный подход к анализу надежности и экономичности асинхронного вспомогательного электропривода.

На наш взгляд, для повышения надежности асинхронного вспомогательного электропривода механизмов грузовых электровозов следует обратиться к разработкам ученых Российского университета транспорта (МИИТ), предлагающих применять маловентильные преобразователи фаз в системах питания АВМ с дюралюминиевым литым ротором. Для привода

вентиляторов целесообразно использовать двухскоростные АВМ с переключением обмоток статора со «звезды» на «двойную звезду».

Применение маловентильного преобразователя числа фаз позволяет получить симметричное трехфазное напряжение для питания вспомогательных машин и отказаться от использования пускового двигателя, гарантируя при этом пуск вспомогательных машин во всех эксплуатационных условиях. Питание вспомогательных машин от маловентильного преобразователя позволяет снизить коэффициент несимметрии по напряжению до 2 % и коэффициент несимметрии по току до 9 % во всем диапазоне изменения питающих напряжений и нагрузок. Питание вспомогательных машин от маловентильного преобразователя позволяет снизить влияние тяговой нагрузки на их работу, ограничить коэффициент гармонических составляющих тока в фазах двигателя до 30 % и обеспечить снижение тепловой нагрузки и нагрев двигателя.

<https://eivis.ru/browse/issue/14309682/viewer?udb=12&page=10>

Создано информационно-производственное приложение Дирекции скоростного сообщения ОАО «РЖД»

Авторы Жухин Н.О., Михалевский Р.В., Степанов И.В., Орлов Д.А., Шабашов А.А.

В работе ОАО «РЖД» следует выделить особый вид производственной деятельности, непосредственно связанный с эксплуатацией тягового подвижного состава. Локомотивные бригады, от действий которых зависят важная составная часть безопасности движения и репутация Компании, являясь оперативно-ремонтным персоналом, несут ответственность за правильность своих действий в нештатных ситуациях. Правильное быстро принятое решение и соответствующие действия в нештатных ситуациях способствуют минимизации задержек, реализации максимально продуктивного нагона или полного исключения опозданий поездов. В удовлетворении потребностей пассажиров важнейшую роль играет уровень обслуживания, напрямую зависящий от выполнения должностных обязанностей поездными бригадами и другими должностными лицами, связанными с обеспечением процесса перевозок. Нестандартные ситуации для конкретного работника в большинстве случаев становятся известны только из курсов теоретического обучения, что обуславливает «пробелы» в понимании общей картины происходящего при попадании в конкретную нестандартную ситуацию на практике.

Недостаток производственно-практических знаний зачастую влечет за собой усугубление ситуации, последствий сложившихся обстоятельств из-за неверно принятых решений, что в итоге может отразиться на исполнении графика движения поездов, безопасности движения, а, соответственно, и на репутации Компании.

Придерживаясь требований ОАО «РЖД», авторы проекта Информационно-производственного приложения (ИПП) в Дирекции

скоростного сообщения приняли инженерно-творческий подход к разработке инструментов, обеспечивающих глубокое понимание нестандартных ситуаций работниками, быстрое принятие правильных решений и точность последующих действий, доступность, удобство и интерактивность поиска необходимой информации.

В результате авторским коллективом были сформулированы следующие цели проекта:

- повышение уровня профессиональной подготовки;
- улучшение эффективности обслуживания поездов;
- снижение количества опозданий поездов;
- уменьшение размера финансовых расходов Компании;
- содействие переходу к обслуживанию поездов машинистами в «одно лицо» - без помощника машиниста.

Сегодня уже можно говорить о перспективах проекта. Он полностью поддерживает общий вектор перехода с бумажных на электронные носители и соответствует направлению развития ОАО «РЖД» в этой сфере. Информационно-технические бюллетени в видеоформате дадут возможность перейти на электронную платформу для последующей интеграции в системы поезда. Создается возможность перехода к новому поколению технологий и усовершенствованию текущих процессов деятельности организации в целом, а также возможность выполнения сопутствующих задач и разработок, отвечающих основному направлению проекта. Реализация проекта напрямую снижает спрос в потребности бумажных носителей, что, несомненно, ведет к сохранению природных ресурсов и окружающей среды, снижая при этом экологический ущерб, дает экономию ресурсов.

При работе с информационно-техническими бюллетенями в видеоформате пользователи получают ряд преимуществ:

- работник приобретает доступ к цифровой информации в любое удобное время;
- для просмотра материала затрачивается минимальное время;
- готовая визуально-звуковая информация устраняет длительные ошибки в восприятии теоретической части;
- средствами паузы видеоролика всегда можно сосредоточиться на деталях кадра;
- показ привычной обстановки в видеоряде обеспечивает зрителю максимальное погружение в обстоятельства и, как следствие, полное понимание ситуации и алгоритмов действий, указанных в видеоматериале;
- полное понимание обстоятельств и алгоритмов действий дает уверенность и устраняет негативные психологические аспекты, оставляя человека в спокойном состоянии;
- уверенность и спокойствие с полным пониманием ситуации приводят к быстрому принятию правильных решений и точности действий;
- данный проект является уникальным ввиду отсутствия подобных аналогов.

Мы стремимся развивать систему по принципу максимально возможной для ее формата интерактивности, т.е. создания для обучаемого специалиста возможности самостоятельного управления процессом освоения знаний и опыта в дружественном интерфейсе. Важным шагом развития системы является внедрение технологий 3D-пространства.

В заключение необходимо отметить, что применение информационно-технических бюллетеней в видеоформате дает возможность работникам в любых условиях и при всех сопутствующих негативных факторах максимально быстро и четко устранять неисправности, а также выходить из нестандартных ситуаций с минимальной затратой времени. Удобство и простота в применении, содержание и своевременное обновление материалов, участие в обучающих программах специалистов профильных образовательных учреждений дают возможность самообучения и повышения своих профессиональных навыков работниками, удобного проведения технических занятий командно-инструкторским составом, возможность использования при подготовке молодых кадров. В результате происходят общее повышение образовательного потенциала, экономия ресурсов, достигаемая, к примеру, при энергосберегающем ведении поезда, грамотное сокращение опозданий, улучшение ситуации с обеспечением безопасности движения поездов. Из всего этого следует многопрофильность применения, а значит, и актуальность проекта.

Также необходимо обратить внимание на то, что даже в сложившейся к настоящему времени непростой ситуации проект остается безопасным для использования. Каждый сотрудник перед регистрацией проходит аутентификацию, что исключает утечку информации в открытый доступ сети интернет, а также допуск к техническим данным людей, не являющихся работниками РЖД, дочерних предприятий или смежных организаций, с которыми Компания сотрудничает. Анализ работы проекта однозначно показывает снижение, а в некоторых случаях и полное отсутствие отказов технических средств по опубликованным в ИПП видеоматериалам.

<https://eivis.ru/browse/issue/14524182/viewer?udb=12&page=4>

Как снизить углеродоемкость тепловозной тяги

Автор Осиповская О.А.

В октябре 2021 г. распоряжением Правительства Российской Федерации утверждена «Стратегия социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года». Цель стратегии - достижение углеродной нейтральности при устойчивом росте экономики. В рамках целевого сценария к 2050 г. чистая эмиссия парниковых газов должна снизиться на 60 % от уровня 2019 г. и на 80 % от уровня 1990 г. Дальнейшая реализация этого сценария позволит России достичь углеродной нейтральности к 2060 г. Осознавая глобальную значимость проблемы изменения климата, ОАО «РЖД» в долгосрочной перспективе ориентируется на развитие с потенциалом достижения углеродной нейтральности. С этой

целью в Экологической стратегии ОАО «РЖД» до 2030 года и перспективу до 2035 года, утвержденной протоколом заседания правления ОАО «РЖД» от 12.07.2022 № 44, акцентируется внимание на комплексной реализации мер. Они позволят максимально снизить собственные выбросы парниковых газов, в том числе перераспределить потребление топливно-энергетических ресурсов ОАО «РЖД» в сторону увеличения доли энергоресурсов с низким углеродным следом, повысить энергоэффективность своей деятельности, а также реализовать компенсационные, в том числе лесоклиматические, проекты.

Деятельность железнодорожного транспорта по обеспечению перевозочного процесса оказывает значимый вклад в части выбросов вредных веществ и парниковых газов в атмосферный воздух. В результате эксплуатации подвижного состава образуется такой вид парниковых газов как углекислый газ (диоксид углерода – CO₂). Выбросы от передвижных источников Дирекции тяги составляют порядка 75 % в общем объеме выбросов ОАО «РЖД», из которых около 90 % - это вклад магистральных и маневровых тепловозов. Мероприятия, реализуемые Компанией по повышению энергоэффективности перевозочного процесса, позволяют сократить объемы перевозочной работы на дизельной тяге, уменьшить время простоя тепловозов в ожидании работы, сократить удельный расход дизельного топлива на тягу поездов, что, в свою очередь, снизит удельные выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от передвижных источников. Наиболее заметное влияние на динамику сокращения выбросов оказывают закупка и модернизация подвижного состава. Наибольший эффект в повышении экологичности тягового подвижного состава планируется достичь благодаря перспективным локомотивам, работающим на альтернативных видах топлива.

Кроме обновления парка локомотивов, в Дирекции тяги реализуется программа модернизации тягового подвижного состава, в рамках которой проводится замена дизелей 10Д100 тепловозов серий ТЭП70, ТЭ10, М62, ТЭМ18, 2ТЭ116 на дизель 1А-5Д49. Этот дизель имеет улучшенные экологические показатели по токсичности, дымности выпуска и звуковому давлению. Кроме того, специалистами Дирекции тяги активно проводится работа по поиску инновационных технологий, позволяющих обеспечить охрану атмосферного воздуха.

На сегодняшний день разработана и согласована с Брянским машиностроительным заводом конструкторская документация на каталитический нейтрализатор тепловоза ТЭМ18ДМ. В настоящее время пять опытных образцов проходят эксплуатационные испытания в различных климатических зонах на полигонах Горьковской, Северо-Кавказской и Свердловской дорог. При соответствии заявленным техническим характеристикам в части эффективности очистки оксида углерода будет рассмотрен вопрос их массового внедрения.

<https://eivis.ru/browse/issue/14524182/viewer?udb=12&page=4>

Достижение мирового уровня

На Московском центральном кольце начал курсировать инновационный электропоезд эС2Г-113 «ласточка» с автоматической системой управления. Впервые в истории железнодорожного транспорта России ОАО «РЖД» запустило электропоезд, который будет перевозить пассажиров в автоматическом режиме. Автоматика полностью берет на себя ведение поезда, но машинист пока будет находиться в кабине для контроля функционирования бортовых систем, а также открытия и закрытия дверей во время посадки и высадки пассажиров. В любой момент он сможет взять управление на себя. Таким образом, обеспечивается двойной контроль безопасности.

По международной классификации это третий из четырех возможных уровней автоматизации. В числе первых пассажиров инновационной «Ласточки» был генеральный директор – председатель правления ОАО «РЖД» О.В. Белозёров. Он проехал в кабине электропоезда, пообщался с разработчиками автоматизированной системы и машинистом. «Сегодня – поистине историческое событие: мы запустили беспилотное движение на железнодорожном транспорте. Мы первые не только в России, но и в мире. Пассажирских поездов в регулярном сообщении на наземном железнодорожном транспорте с третьим уровнем автоматизации в мире до сих пор не было», – отметил глава холдинга «РЖД».

Компания уже несколько лет занимается созданием системы беспилотного движения поездов. В сотрудничестве с учеными ведущих университетов и отраслевых научно-исследовательских институтов, специалистами предприятий – производителей технических средств проделана огромная работа, все системы умного электропоезда прошли испытания, получены соответствующие сертификаты.



В новом электропоезде использованы российские решения, в том числе все программное обеспечение, система технического зрения, сложные нейронные сети, цифровые технологии связи и др. Некоторые из них реализованы впервые в международной практике. Следующий этап развития беспилотного движения поездов – четвертый (максимальный) уровень автоматизации, предполагающий полное отсутствие человека в кабине

электропоезда. Для перехода к этому уровню предстоит решить еще ряд вопросов, связанных как с самим электропоездом, так и с инфраструктурой, на которой он будет эксплуатироваться. Начать движение «Ласточек» без машиниста компания планирует в 2026 г.

<https://eivis.ru/browse/issue/14308402/viewer?udb=12&page=6>

МТК Север – Юг: резервы повышения пропускной способности

Авторы Мехедов М.М., Федулин В.Г., Казарян С.Р., Гаврюхов П.А.

Перевозка грузов в международных сообщениях имеет большое значение для развития национальной экономики России и других стран. Создаваемые для этого международные транспортные коридоры (МТК) облегчают торговлю, снижают время и стоимость доставки товаров, повышают их конкурентоспособность. В то же время формирование МТК сталкивается с многочисленными препятствиями, связанными с недостаточным развитием транспортной инфраструктуры, слабым техническим оснащением, отсутствием инвестиций и политической нестабильностью.

В настоящее время совершенствованию транспортных маршрутов уделяется особое внимание. В связи с изменением традиционных логистических связей, когда Западное направление для России стало закрытым, а Восточное и Азово-Черноморское перегружены, наибольшие перспективы приобрел МТК Север – Юг. К сожалению, транспортная инфраструктура (железнодорожная, водная, автомобильная) государств, входящих в данный коридор, не сбалансирована, а существующие барьеры значительно ограничивают провозную способность. Одним из сдерживающих факторов является различие в ширине рельсовой колеи. Исторически развитие железнодорожного транспорта обуславливалось национальными интересами государств и не предусматривало интеграцию в единую международную сеть. В итоге Российская Федерация имеет ширину колеи 1520 мм (русская колея), страны Западной Европы, Китая и Персидского залива – 1435 мм (европейская), Индия и Пакистан – 1676 мм (индийская), Испания – 1668 мм (иберийская). По этой причине наибольшие задержки груза возникают в железнодорожных пограничных пунктах пропуска.

По данным Экономической и социальной комиссии для Азии и Тихого океана (ЭСКАТО) на пересечение границ тратится 50 % транзитного времени. В результате значительно увеличивается длительность перевозки, снижается провозная способность транспортных коридоров. Потенциал товарооборота между Россией, Индией, странами Азии и Персидского залива превышает существующие провозные возможности транспортной инфраструктуры. Согласно прогнозам потребность в перевозках в ближайшее время будет только возрастать. Это говорит о необходимости развития международного транспортного коридора с достаточными провозными способностями, отсутствием узких мест и минимальным числом сдерживающих факторов на всем его протяжении.

В современных условиях интерес к развитию транзитного евроазиатского сообщения продолжает расти. Формирование МТК инициировано и поддержано руководителями ключевых странучастниц. По их мнению, развитие коридора расширит географию перевозок, обеспечит реализацию потенциала взаимовыгодной торговли между государствами Глобального Юга, существенно улучшит транспортные связи стран, не имеющих выхода к морю.

В настоящее время известны три основных способа перевозки грузов через пункты стыкования железных дорог с различной шириной колеи: перегрузка груза из подвижного состава одной ширины колеи в подвижной состав другой ширины колеи, замена ходовых частей вагонов (перестановка тележек или колесных пар), раздвижка колесных пар. Увеличивающиеся объемы перевозок требуют совершенно новых технологических и технических решений данного вопроса. Одним из таких решений является применение в тележках вагонов раздвижных колесных пар (РКП). В настоящее время существует большое число различных конструкций РКП, но принципиальная схема их остается постоянной: колесная пара состоит из оси, насаженных на нее колес, которые имеют возможность перемещаться по оси до расстояния между ними, соответствующего ширине колеи, и фиксирующего замкового устройства. Перемещение колес по оси из одного положения в другое осуществляется автоматически при движении вагона в составе поезда по специальному переводному устройству. Выполненные технико-экономические расчеты подтверждают зависимость экономического эффекта от расстояния перевозки. С увеличением дальности перевозок эффективность инновационных технологий РКП снижается, в то же время при сокращении рейса вагона экономический эффект растет.

Одним из способов повышения эффективности применения раздвижных колесных пар в нашей стране является освоение на российских предприятиях производства отечественных тележек, соответствующих нормам эксплуатации, действующим на железных дорогах стран ЕС и Азии. МТК Север – Юг является важным транспортным направлением для стран постсоветского пространства, Азии, Персидского залива. Сегодня грузоперевозки, объемы которых еще далеки от оптимальных, ограничиваются направлениями в сторону Азербайджана, Турции, Ирана. Для полного раскрытия потенциала этого МТК необходимо повышение его значимости как пути доступа к рынкам Индии и стран Персидского залива. Для обеспечения перевозок в необходимых объемах по МТК Север – Юг требуется неразрывность технологической цепочки транспортных процессов всех стран, входящих в транспортный коридор. Необходимы инвестиции в развитие железнодорожной, водной, автомобильной инфраструктуры, увеличение перегрузочных мощностей, оптимизация логистических цепочек.

Развитие коридора должно проводиться с учетом максимального сглаживания барьерных мест и применения бесшовных технологий. К таким технологиям можно отнести бесперегрузочное движение товаров на стыке

железных дорог с разной шириной колеи за счет применения раздвижных колесных пар. Проведенные исследования подтверждают экономическую эффективность от применения РКП как для перевозчика, так и для собственника подвижного состава.

<https://eivis.ru/browse/issue/14308402/viewer?udb=12&page=6>

Сертифицирован вагон-хоппер

Компания RM Rail получила сертификат соответствия на вагон-хоппер для перевозки зерна модели 19-1298. Ключевые преимущества нового вагона: увеличенный до 122 м³ объем кузова, повышенная до 76,2 т грузоподъемность, срок службы – 32 года. Вагон имеет один механизм блокировки на все загрузочные и разгрузочные люки и сплошной загрузочный проем на крыше при открытых крышках, что позволяет использовать его на всехвидах эстакад.



Инновационные тележки конструкции RM Rail рассчитаны на осевую нагрузку 25 тс. Комбинация таких тележек с кузовом повышенного объема делает вагон-хоппер оптимальным транспортным средством для перевозок не только зерна, но и грузов с меньшей плотностью и массой, например шрота, жмыха. По своим технико-эксплуатационным характеристикам это одна из лучших моделей в своем сегменте.

<https://eivis.ru/browse/issue/14308402/viewer?udb=12&page=6>

Восьмивагонный «Финист»

Завод «уральские локомотивы» отправил на испытания электропоезд эС104-034 «финист» в восьмивагонном исполнении. На Экспериментальном

кольце АО «ВНИИЖТ» в Щербинке электропоезд новой модификации (предыдущие электропоезда серии ЭС104 имели пятивагонное исполнение) пройдет тягово-энергетические и тормозные испытания, испытания на нагрев тягового оборудования, на электромагнитную совместимость, а также на подтверждение основных технических характеристик. Завершить испытания планируется в октябре текущего года.

Восьмивагонный электропоезд «Финист» предназначен для пригородного сообщения со скоростью до 160 км/ч на участках, электрифицированных постоянным током. В салонах вагонов имеются 652 кресла и дополнительные места для людей с ограниченными возможностями, а также шесть санитарных модулей. Для удобства любителей активного образа жизни предусмотрены пространства, позволяющие размещать велосипеды, лыжи и сноуборды. Электропоезд оснащен новыми табло информирования пассажиров с возможностью трансляции видеоконтента, системой автоматического подсчета пассажиров, а также отдельной зоной для размещения обслуживающего персонала.



К проектированию восьмивагонного электропоезда специалисты завода «Уральские локомотивы» приступили в ноябре 2023 г. Производство опытного образца началось в январе текущего года. В рамках создания новой модификации был разработан отдельный тип немоторного прицепного вагона с размещением на нем части оборудования, в том числе преобразователя собственных нужд и компрессора. Такие немоторные вагоны позволят в будущем формировать составы электропоездов от трех до 12 вагонов и получать необходимое для эксплуатационного участка ускорение путем изменения числа моторных осей.

<https://eivis.ru/browse/issue/14308402/viewer?udb=12&page=6>

Комплексная оценка возможности повышения пропускной способности направления Москва-Адлер

Авторы Гургенидзе И.Р., Шаяхметов А.У., Дежков М.А., Воронин В.А.

В последнее время с учетом геополитической обстановки и в связи с ограничением воздушного сообщения в ряде субъектов России задача

увеличения пропускной способности железных дорог страны в направлении южных регионов приобрела особую актуальность. В целях нахождения эффективных способов ее решения на перспективу ближайших лет АО «НИИАС» совместно с причастными департаментами ОАО «РЖД» занимается исследованиями эффективности применения современных технологий интервального регулирования движения поездов (ИРДП) на направлении Центр-Юг.

К ним относятся: система ИРДП с подвижными блок-участками (АЛСО с ПБУ), при которой основным средством регулирования движения поездов является автоматическая локомотивная сигнализация, и технология виртуальной сцепки (ВСЦ), которую предполагается применять и в пассажирском движении. Они дают возможность решать задачи повышения пропускной способности участков без строительства дополнительных путей на перегонах и станциях. Наиболее значительных результатов позволяет добиться АЛСО с ПБУ. Для обеспечения сквозных эффектов оба способа рассматривались в комплексе с мероприятиями, направленными на сокращение интервалов между поездами при движении по станциям, которые заключались в установке дополнительных светофоров, применении дифференцированных участков удаления и различных технических решений для повышения скорости движения при следовании по горловинам и станционным путям.



Кроме того, для исключения или минимизации влияния барьерных мест на межпоездной интервал потребовалось разработать технические и технологические мероприятия по развитию исследуемых станций и прилегающих перегонов. Также формировался проект графика движения поездов, учитывающий сокращение межпоездных и станционных интервалов, времени на выполнение технических операций с поездами и другие изменения параметров при реализации этих мероприятий с оценкой эффекта, выраженного в числе дополнительно пропущенных поездов.

В настоящее время на основе всех этих данных прорабатываются технические решения для локомотивов пассажирских серий, в первую очередь двухсистемного электровоза ЭП20. В процессе испытаний планируется

использовать два таких электровоза с применением модернизированной интеллектуальной системы автоматизированного вождения поездов повышенной массы и длины с распределенными по длине локомотивами (ИСАВП-РТ-М) с расширенным функционалом, обеспечивающей реализацию технологии ВСЦ, а также цифрового радиомодема для обмена информацией между локомотивами, использующими эту технологию.

В текущем году на направлении Центр – Юг будет определен опытный полигон, на котором в реальных условиях пройдут необходимые эксплуатационные испытания на основе разработанных технических требований и соответствующих программ. В целях соблюдения условий безопасности в пассажирских поездах не будет пассажиров и поездных бригад. При положительных результатах уже в 2025 г. планируется сформировать опытную партию локомотивов, оснащенных всеми необходимыми техническими средствами для внедрения технологии ВСЦ.

<https://eivis.ru/browse/issue/14548182/viewer?udb=12&page=4>

Испытания на московских вокзалах

Инновационные контактно-аккумуляторные маневровые электровозы ЭМКА2-001 и ЭМКА2-002 производства Новочеркасского электровазостроительного завода проходят дополнительные эксплуатационные испытания. Цикл пусконаладочных и сертификационных испытаний локомотива серии ЭМКА2 успешно завершился в конце 2023 г. Весной текущего года контактно-аккумуляторный электровоз получил сертификат соответствия Евразийского экономического союза (ЕАЭС) со сроком действия пять лет. Это дает заводу право на серийный выпуск локомотивов и их эксплуатацию на территории ЕАЭС.



Маневровый электровоз предназначен для работы в депо и на пассажирских вокзалах крупных станций, где по экологическим соображениям нежелательно использование дизельных двигателей. Он может

заряжаться от контактной сети постоянного тока напряжением 3 кВ через штатный окоприемник (как в процессе движения, так и на стоянке) или от внешнего специализированного зарядного устройства.

Перед началом поставки локомотивов заказчику – ОАО «РЖД» – было решено провести их дополнительные эксплуатационные испытания на соответствие заявленным технико-экономическим показателям. Эти испытания проходят на Казанском и Киевском вокзалах Москвы. Маневровые электровозы подают пассажирские составы на платформы под посадку, убирают составы после высадки пассажиров. При этом ведутся регистрация и контроль тяговых и скоростных характеристик, фиксируется расход электроэнергии, потребляемой локомотивами при выполнении работ.

Эксплуатация локомотивов ЭМКА2 вместо маневровых тепловозов не только существенно улучшит экологические характеристики в условиях закрытых пространств вокзалов, но и на 40 – 60 % сократит текущие эксплуатационные расходы. Параллельно с испытаниями первых двух опытных машин идет сборка локомотива № 003, который будет выполнен в серийной конфигурации и целиком из отечественных комплектующих.

<https://eivis.ru/browse/issue/14548182/viewer?udb=12&page=4>

Исследование и анализ качественных характеристик наплавленных элементов верхнего строения пути

Авторы Сухов А.В., Николин А.И., Спащенко А.А., Люхтер А.Б., Ильин В.А.

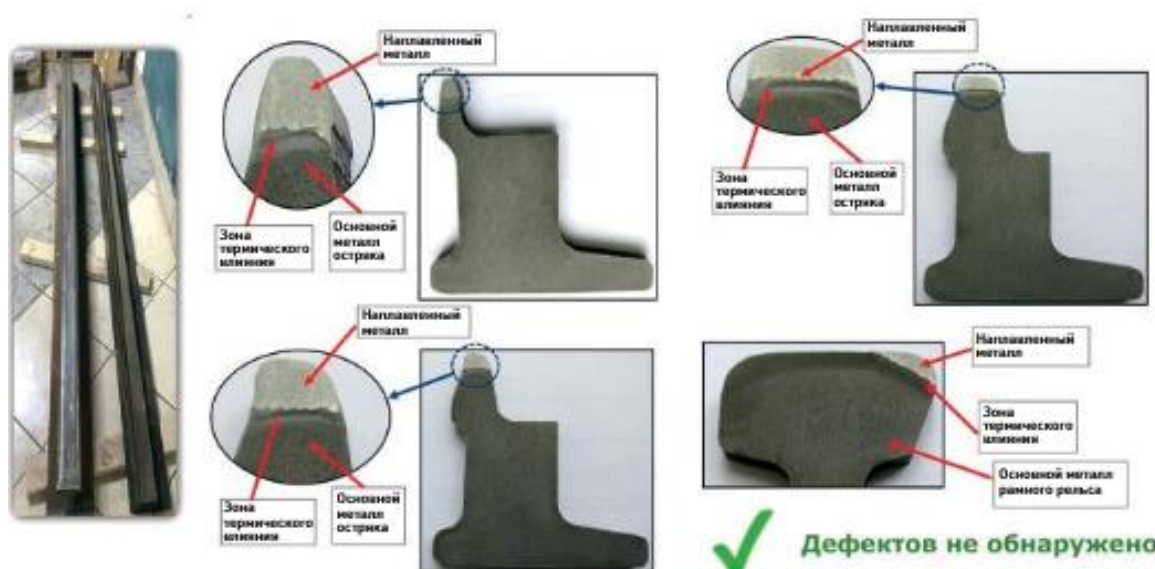
Среди традиционных, давно известных, и более современных методов ремонта, таких как плазменное напыление и иные виды нанесения покрытий, 3D-печать и ряд других, технология лазерной наплавки является наиболее наукоемким, высокотехнологичным и инновационным способом восстановления изношенных узлов и деталей. Она способна обеспечить намного более высокое качество наплавленной поверхности при минимальных изменениях и деформациях. Свойства материала восстановленной поверхности, полученной таким способом, близки к свойствам исходного материала и могут даже превосходить их. Вследствие этих и ряда других преимуществ лазерная наплавка обладает огромным потенциалом для внедрения в технологию ремонта элементов конструкции пути, объектов инфраструктуры и деталей подвижного состава.

В холдинге «РЖД» головной организацией по сварке и всем родственным процессам является Научный аттестационный центр «Сварка» (НАЦ «Сварка») – подразделение АО «ВНИИЖТ». Ключевым проектом центра в этом направлении стали исследования и разработка технологии лазерной наплавки элементов верхнего строения пути (ВСП), выполняющиеся в рамках плана научно-технического развития ОАО «РЖД».

Испытания технологии ремонта дефектов рельсов и крестовин стрелочных переводов с применением лазерной наплавки велись в несколько этапов. Первоначально были разработаны, согласованы и утверждены

программа и методика исследований и испытаний. В основу разработки данных документов легли положения о порядке разработки и постановки продукции на производство, установленные ГОСТ 33477–2015. Были запланированы два вида лабораторных и один цикл эксплуатационных испытаний, включающие в себя:

- металлографические исследования наплавленных элементов ВСП – остряка в паре с рамным рельсом, конца рельса, сварного стыка рельсов, литой части крестовины;
- стендовые испытания на циклический изгиб партии из пяти наплавленных сварных стыков рельсов;
- эксплуатационные испытания наплавленных остряков и рамных рельсов, рельсов и крестовин на участках пути Горьковской дирекции инфраструктуры.



Исходя из полученного к настоящему времени опыта можно предположить, что применение технологии лазерной наплавки пойдет по двум направлениям, которые должны продемонстрировать высокую экономическую эффективность.

Первое – это наплавка ремонтнепригодных крестовин и ремкомплектов в стационарных условиях. Экономический эффект будет получен вследствие сокращения расходов на замену, покупку и утилизацию элементов ВСП за счет увеличения их срока службы. Не вызывает сомнений возможность организации стационарных участков лазерной наплавки в условиях ПМС, где внедрялось различное оборудование для наплавки и имеется опыт его применения.

Второе направление – внедрение лазерной наплавки непосредственно в работы по ремонту пути. Его реализация потребует детального выбора мобильного лазерного оборудования, не уступающего по мобильности электродуговому оборудованию. При выполнении данного условия эффект

будет получен вследствие экономии эксплуатационных расходов на поддержание работоспособности элемента ВСП за счет увеличения интервала между его ремонтами.

<https://eivis.ru/browse/issue/14548182/viewer?udb=12&page=4>

Разработаны маневровые локомотивы серии FXN3B

В CRRC Dalian – отделении китайской корпорации CRRC – разработаны маневровые локомотивы серии FXN3B для крупных железнодорожных станций Пекина. Первая партия локомотивов Fuxing FXN3B была введена в эксплуатацию на Пекинском и Западном железнодорожных вокзалах Пекина. Актуальность создания новой линейки маневрового подвижного состава обусловлена решением Китая ограничить срок службы тепловозов в 30 лет и тем самым добиться списания старых машин к 2035 г. С учетом этого CRRC активно разрабатывает гибридные локомотивы и занимается проектами перевода старой техники на альтернативные источники энергии.

Новая линейка включает в себя семь моделей подвижного состава мощностью 1000–2000 кВт с тяговым усилием 340–510 кН и конструкционной скоростью до 100 км/ч. Локомотивы в четырех- и шести- осном исполнении имеют модульную конструкцию, унифицированную с другими локомотивами платформы Fuxing. На них используются силовые установки трех типов: аккумуляторная, водородная и гибридная (с дизелем и аккумуляторами). Тяговые батареи могут быть как литий- железо-фосфатными емкостью до 1800 А·ч, так и литий-титанатные – до 860 А·ч. Их заявленный ресурс составляет 12 лет.



Локомотивы оснащены интеллектуальной системой диагностики. Дизельные двигатели 12V240H с электронным впрыском являются самостоятельной разработкой китайских инженеров. Работая в составе гибридной силовой установки, они имеют значительно более высокие эксплуатационные и экологические показатели по сравнению с классическими

дизель-генераторами, время их работы сокращается на 75–82 %, а расход топлива на – 25–34 %. Зеленая окраска локомотивов подчеркивает их энергосберегающие и экологические характеристики.

<https://eivis.ru/browse/issue/14548182/viewer?udb=12&page=4>

Испытания завершены

Скоростной электропоезд постоянного тока эС104-034 «Финист», выпущенный заводом «Уральские локомотивы» (входит в Группу Синара) в восьмивагонном исполнении, успешно прошел приемочные и сертификационные испытания на экспериментальном кольце АО «ВНИИЖТ» в Щербинке. Получение сертификата запланировано на ноябрь текущего года. Состав в новом исполнении прошел тягово-энергетические и тормозные испытания, испытания на нагрев тягового оборудования и электромагнитную совместимость. Был проведен ряд исследований на соответствие техническим требованиям: измерение значений виброускорения в салоне при высоких скоростях, измерение уровня внешнего шума от электропоезда при движении и на стоянке, испытания в части подтверждения основных параметров тягового двигателя, требований к вспомогательному оборудованию.

Отдельно были выполнены санитарно-химические и эргономические испытания на головном и прицепном вагонах. Состоялась также тестовая поездка электропоезда от станции Щербинка (г. Москва) до станции Владимир со скоростью 160 км/ч для проведения тормозных испытаний и измерения длины тормозного пути. Все этапы приемочных и сертификационных испытаний прошли по графику, электропоезд продемонстрировал строгое соответствие параметрам, заявленным в технических требованиях. После получения сертификата соответствия на восьмивагонный состав завод «Уральские локомотивы» готов в максимально короткие сроки наладить его серийное изготовление и поставки.



В настоящее время на предприятии завершается подготовка к выпуску двухсистемного скоростного электропоезда серии ЭС105 «Финист», способного работать на электрифицированных участках как постоянного, так и переменного тока.

<https://eivis.ru/browse/issue/14700742/viewer?udb=12&page=4>

Получен сертификат соответствия

Компания Rm Rail – производитель грузовых железнодорожных вагонов и контейнеров – получила сертификат соответствия на вагон-цистерну для перевозки каменноугольного жидкого пека модели 15-1257-01 с повышенной грузоподъемностью. Каменноугольный жидкий пек отличается большой плотностью и высокой температурой застывания. Конструкция вагона-цистерны учитывает все эти нюансы и обеспечивает безопасную перевозку груза, его удобную загрузку и выгрузку. Грузоподъемность модели – 69,5 т, объем котла – 63,1 м³, срок службы – 24 года, гарантированный срок службы до первого капитального ремонта – 12 лет. Котел цистерны изолирован негорючими матами, покрытыми водонепроницаемой оболочкой. Бесстыковая изоляция дает возможность избежать потерь теплоты при транспортировке груза. Вагон-цистерна оснащен позволяющим разогреть пек электрооборудованием, которое может подключаться к электрической сети как с одной, так и с другой стороны вагона. Инновационные тележки собственной разработки Rm Rail рассчитаны на осевую нагрузку 25 тс.



Базовой моделью для этого вагона-цистерны является модель 15-1257, которая производится компанией более семи лет и стабильно востребована на рынке. Аналогов подвижному составу для перевозки каменноугольного жидкого пека в России не выпускается.

<https://eivis.ru/browse/issue/14700742/viewer?udb=12&page=4>

Пожарно-спасательный поезд Servicejet с гибридным приводом представили в Швейцарии

Компания Stadler показала на выставке Innotrans 2024 пожарно-спасательный поезд Servicejet с гибридным приводом. Длина поезда – 68,09 м, ширина – 2,82 м, высота – 4,6 м. В его составе три вагона, каждый из которых опирается на две двухосные тележки. Крайние тележки головного и хвостового вагонов – моторные. В среднем вагоне находятся запасоды объемом 40 м³ и концентрат пены объемом 1000 л. При необходимости, например в случае эвакуации пассажиров с места аварии, в поезде можно разместить до 331 человека, используя откидные сиденья. Поезд получает питание от контактной сети переменного тока напряжением 15 кВ, частотой 16 2/3 Гц, а при ее отсутствии или в случае повреждения устройств электроснабжения – от двух блоков аккумуляторных батарей или двух дизель-генераторных установок. Поезд рассчитан на движение со скоростью до 160 км/ч при питании от контактной сети и до 120 км/ч при получении энергии от дизель-генераторов или одновременно от дизель-генераторов и аккумуляторных батарей. Длительная мощность силового оборудования поезда при питании от контактной сети – 2000 кВт, при автономной тяге – 520 кВт.



Поезд можно использовать не только в аварийных ситуациях, но и для проведения работ по текущему содержанию и ремонту инфраструктуры, в том числе тоннелей, а также для подачи питания к вышедшему из строя подвижному составу. Он оборудован расположенными на крыше установками для распыления воды, устройствами вентиляции и подачи кислорода в случае задымления, средствами подачи пены для тушения пожаров, источниками местного освещения, тепловизионными камерами, двумя подъемниками для инструмента и оборудования массой до 500 кг. Возможна установка

дополнительного оборудования, требующегося для выполнения специальных задач, например при выездах к местам лесных пожаров. Пожарный расчет поезда состоит из 18 человек, обеспеченных дыхательными аппаратами.

<https://eivis.ru/browse/issue/14700742/viewer?udb=12&page=4>

Системы позиционирования: поиск эффективных решений

В конце сентября в АО «НИИАС» состоялся VI ежегодный технический семинар «Технологии позиционирования на железнодорожном транспорте», на котором представители различных фирм и организаций смогли обсудить вопросы прикладного координатно-временного навигационного обеспечения в условиях действия пассивных и преднамеренных помех, а также ознакомиться с результатами работ по созданию и модернизации различных систем позиционирования и их составных частей, проводимых АО «НИИАС» и смежными организациями.

Развитие систем позиционирования является одной из важнейших задач для железнодорожного транспорта. Изначально основное внимание в этом вопросе уделялось развитию решений на основе спутниковой навигации. Однако в современных условиях на первый план выходят проблемы наличия помех и подавления полезного сигнала. Дополнительные сложности, связанные с многолучевым распространением сигнала, создают высотная городская застройка и эстакады, что особенно актуально для Московского центрального кольца (МЦК).

Сегодня все передовые технологии, включая интервальное регулирование движения поездов, обеспечивающие повышение пропускной способности участков дорог, реализуются на основе комплексных систем позиционирования, включающих в себя модуль глобальной навигационной спутниковой системы (ГНСС). Средствами спутниковой навигации оснащен уже практически весь подвижной состав (десятки тысяч единиц тягового подвижного состава). При построении систем позиционирования необходимо найти надежные решения, которые смогут обеспечить стабильную работу бортовых устройств безопасности. Это крайне актуально в связи с развитием беспилотного движения поездов, особенно в зимний период, когда рельсы периодически покрываются снегом и системы технического зрения не в состоянии определить колею движения. Технологии ГНСС активно применяются в составе бортовой части ВСП при определении координат (с точностью до сантиметра) и ориентации (до десятых долей градуса) подвижного состава.

В стационарной части системы они используются при формировании корректирующей информации в целях реализации высокой точности позиционирования, а также при создании точной цифровой модели пути. Такая высокая точность может достигаться в условиях достаточно открытой местности, не препятствующей приему спутниковых сигналов, и отсутствия радиопомех в частотных диапазонах ГНСС. Под такие условия и разрабатывалась ВСП, применяющаяся сейчас на электропоездах ЭС2Г

«Ласточка» с уровнями автоматизации УА3, УА4 и маневровых локомотивах с функцией «Автомашинист».

Однако в течение последних полутора лет условия приема сигналов ГНСС кардинально изменились. Это связано с действием мощных преднамеренных помех в местах эксплуатации подвижного состава, что приводит к невозможности решения задачи координатно-временных определений или значительным погрешностям, не позволяющим использовать такие данные. Существуют два направления обеспечения помехозащищенности – организационное и техническое. Первое предусматривает выполнение мероприятий, снижающих или исключаящих влияние помех (например, перенос базовых станций ГНСС в места, где нет помех, переход в другие частотные диапазоны ГНСС (при отсутствии в них помех) и др.). Второе направление связано с техническими методами: обнаружением преднамеренных помех, повышением помехоустойчивости и использованием навигационных данных от альтернативных источников (датчиков). Технических методов повышения помехоустойчивости и помехозащищенности, которые потенциально возможно использовать в ВСП, около трех десятков. Каждый из них обладает своими достоинствами и недостатками, особенностями применения. В группе методов повышения помехоустойчивости наиболее эффективным и перспективным считается метод пространственной фильтрации сигналов с использованием цифровых адаптивных антенных решеток.



Среди альтернативных способов радионавигации – применение специализированных локальных навигационных систем. При этом основой реализации помехозащищенной ВСП является комплексирование данных от множества навигационных датчиков, функционирующих на различных физических принципах. В перспективе потребность в помехозащищенных решениях будет только возрастать. Более того, очевидно, что кроме внедрения помехозащищенных систем позиционирования в будущем потребуется

реализовывать и собственные меры по радиопокрытию объектов железнодорожной инфраструктуры и подвижного состава в диапазонах сигналов ГНСС.

В настоящее время специалисты института активно занимаются вопросами обеспечения помехозащищенного функционирования систем позиционирования подвижного состава. Уже проводятся испытания цифровых адаптивных антенных решеток для приема сигналов ГНСС, разрабатываются новые алгоритмы обнаружения преднамеренных помех и комплексной обработки навигационных данных. Генеральный директор ООО «Фарватер» Т.Ю. Дубинко представила одну из последних разработок специалистов компании – блок высокоточный инерциально-спутниковой навигации, предназначенный для высокоточного позиционирования транспортных средств в реальном режиме времени. Он может рассматриваться и как законченный продукт, и как элемент встраиваемых испытанных аппаратно-программных технологий собственной разработки для интеграции с другими системами на любом уровне. Такая универсальность обеспечивает возможность выбора необходимых составляющих и доработки блока с учетом специфики применения. Для работы в сложных условиях (при проезде тоннелей и мостов, наличии помех) решение ГНСС комплексировано с БИНС (линейки ГЛ-ВГ 110), что гарантирует быстрый старт системы, мгновенную автоматическую реакцию на наличие помехи (или искажения спутниковых сигналов вплоть до их полного временного пропадания), формирование траектории движения объекта без потери точности при пропадании и восстановлении сигналов ГНСС. С учетом сложной ситуации на рынке комплектующих блок аппаратно построен по модульному принципу с возможностью оперативной замены ключевых компонентов без существенной аппаратной и программной доработки.

<https://eivis.ru/browse/issue/14700742/viewer?udb=12&page=7>

Системные аспекты развития железнодорожного транспорта на основе информационных технологий

Автор Мороз А.О.

Системы электронного документооборота и автоматической идентификации грузов становятся ключевыми элементами современной железнодорожной инфраструктуры. Внедрение этих систем позволяет значительно ускорить процесс обработки грузов, уменьшить количество ошибок при оформлении документов и повысить прозрачность логистических операций. Кроме того, автоматизация процессов управления грузопотоками, основанная на технологиях RFID и других беспроводных сетях, способствует более эффективному распределению ресурсов и снижению издержек.

Одним из примеров успешного внедрения информационных технологий является система ДИСПАРК, которая автоматизирует управление вагонным парком. Эта система позволяет отслеживать состояние вагонов, планировать их перемещение и оптимизировать маршруты. В результате, компании,

использующие ДИСПАРК, смогли существенно сократить время простоев вагонов и повысить безопасность перевозок. Интеграция ДИСПАРК в общую систему управления ПАО «РЖД» также открывает новые возможности для синергии между различными подразделениями компании и повышения общей эффективности управления транспортными потоками. Одним из важнейших компонентов успешного внедрения информационных технологий в железнодорожном транспорте является создание надежной и масштабируемой телекоммуникационной инфраструктуры.

В России уже сделаны значительные шаги в этом направлении: построено более 26 тысяч километров волоконно-оптических линий, что позволяет обеспечивать высокоскоростную передачу данных на всей территории страны. Важную роль в этом процессе играет программа «Национальная цифровая сеть связи», которая использует передовые технологии, такие как синхронная цифровая иерархия (SDH), протокол IP и асинхронный режим передачи (ATM). Эти технологии позволяют создавать гибкие и адаптивные сети, способные легко масштабироваться и адаптироваться к изменяющимся условиям. В условиях огромной территории России и разнообразных климатических и географических условий, такая инфраструктура обеспечивает стабильную работу железнодорожного транспорта и его интеграцию с другими видами транспорта. Внедрение спутниковых систем связи также играет важную роль, особенно в отдаленных и труднодоступных районах, где традиционные сети связи могут быть неэффективны. Несмотря на очевидные преимущества, процесс внедрения информационных технологий в железнодорожном транспорте сталкивается с рядом вызовов. Одной из основных проблем является отсутствие единой нормативно-правовой базы, регулирующей использование ИТ в этой сфере. Это приводит к различиям в подходах к внедрению технологий на разных уровнях и затрудняет интеграцию систем.

Еще одной проблемой является недостаток квалифицированного персонала, способного эффективно работать с новыми технологиями. Внедрение ИТ требует не только технической подготовки, но и глубоких знаний в области управления транспортными системами, что предполагает необходимость постоянного обучения и переподготовки кадров. Кроме того, важной задачей остается обеспечение кибербезопасности. С увеличением количества данных, передаваемых по сетям связи, возрастает риск кибератак, что требует разработки и внедрения эффективных механизмов защиты информации. В этом контексте создание сертифицированного Федерального агентства правительственной связи и информации (ФАПСИ), которое отвечает за защиту служебной сети ПАО «РЖД», является важным шагом в направлении повышения безопасности информационных систем в железнодорожной отрасли.

Опыт других стран, таких как Германия, Япония и Китай, показывает, что информационные технологии могут значительно повысить конкурентоспособность железнодорожного транспорта на международном

уровне. Например, в Германии активно внедряются системы автоматического управления движением поездов (АТС), которые позволяют оптимизировать графики движения и повысить безопасность перевозок. В Японии широко используются системы контроля и управления инфраструктурой на основе искусственного интеллекта, что позволяет своевременно выявлять и устранять неисправности.

В России имеются все необходимые предпосылки для адаптации и внедрения передовых международных практик. Развитие систем автоматизации и управления на основе ИТ может стать ключевым фактором повышения эффективности работы российских железных дорог. Одним из перспективных направлений является создание единой информационной платформы для всех участников транспортной отрасли, которая обеспечит обмен данными в реальном времени и позволит интегрировать железнодорожный транспорт с другими видами транспорта в единые логистические цепочки.

В перспективе, дальнейшее развитие ИТ в железнодорожной отрасли России может способствовать созданию единого информационного пространства, что обеспечит конкурентоспособность российских железных дорог на глобальном уровне и станет важным фактором устойчивого развития транспортной системы страны.

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=73164557>

Состояние и развитие отрасли железнодорожного транспорта в России

Авторы Семенихина А.В., Изотова И.А.

В России железнодорожный транспорт является одной из главных и самых развитых отраслей транспорта. Железнодорожная сеть России простирается на территории всей страны и связывает практически все населенные пункты. Существует большое множество железнодорожных компаний, включая ОАО «Российские железные дороги» (РЖД), которая является крупнейшим предприятием как в России, так и в мире. Железнодорожный транспорт страны выступает важным элементом грузовых и пассажирских перевозок, обеспечивающим транспортировку разных видов грузов, а также предоставляющим удобное и безопасное транспортное обслуживание пассажиров благодаря комфортабельным поездам и широкой сети маршрутов.

В последние годы в стране активно внедряются передовые технологии и современное оборудование, что позволяет повышать эффективность перевозок и сокращать время в пути. Также проводятся работы по модернизации и расширению железнодорожной инфраструктуры. В целом, железнодорожный транспорт в России остается одной из ключевых отраслей экономики и играет значимую роль в социальноэкономическом обеспечении развития государства, современное состояние которого выступает востребованной и своевременной проблемой исследования для стабильного

поддержания и устойчивого функционирования хозяйственной системы страны в условиях стремительных изменений и новых вызовов.

Однако, несмотря на стабильно благоприятное положение железнодорожной отрасли в России, существует масса проблем ее развития, которые, безусловно, требуют принятия соответствующих мер.

Также в условиях научно-технического развития современности имеются большие перспективы развития железнодорожного транспорта за счет ускорения инноваций и передовых решений. Одной из ключевых технологий, которая изменит будущее железнодорожного транспорта, является автоматизация. С помощью искусственного интеллекта и систем управления поезда смогут двигаться автономно, без участия машиниста, что позволит повысить безопасность и эффективность перевозок, а также снизить затраты на персонал и сократить время в пути, увеличив пропускную способность железнодорожных линий. Однако приведенная технология не является единственной инновацией, способной изменить будущее железнодорожного транспорта. Новые материалы и конструкции такие, как легкие сплавы и композитные материалы позволят создать более прочные и легкие составы, тем самым снизив расходы на энергию и улучшив экологическую эффективность железнодорожного транспорта.



Также исследуются возможности использования магнитных подвесок и гиперпетлей для создания ультра скоростных поездов, способных развивать скорости свыше 1000 км/ч. За счет внедрения умных систем управления и мониторинга можно будет более эффективно контролировать и управлять железнодорожным транспортом, отслеживать состояние инфраструктуры, обнаруживать неисправности и предотвращать аварии.

Собранные данные по результатам мониторинга оптимизируют маршруты и расписание движения поездов, снизят затраты на обслуживание и сделают перевозки более комфортными для пассажиров.

В будущем, железнодорожный транспорт может полностью перейти на экологически чистые источники энергии. Использование солнечных батарей, ветрогенераторов и других возобновляемых источников энергии обеспечит сокращение выбросов углекислого газа и предоставит более экологически безопасные железнодорожные перевозки.

Таким образом, внедрение автоматизации, искусственного интеллекта, магнитных подушек, умных систем управления, экологически чистых источников энергии и автономных поездов показывает новые возможности в развитии железнодорожной отрасли и создания современной и инновационной системы транспорта в стране. Будущее железнодорожного транспорта предвещает важные изменения. Новейшие технологии и инновации помогут сделать железнодорожный транспорт более безопасным, эффективным и экологически чистым. Однако для достижения этих целей необходимо крупномасштабное финансирование и сотрудничество между различными странами, компаниями и научными учреждениями.

https://www.elibrary.ru/download/elibrary_74218442_39929177.pdf

Применение искусственного интеллекта в железнодорожной отрасли

Автор Степаненко Д.Ю.

Искусственный интеллект прочно входит во многие сферы общественной жизни, становясь неотъемлемой частью того или иного процесса. Более того, в последнее время исследователями уделяется огромное внимание разработкам, которые связаны с искусственным интеллектом, что говорит об актуальности данной темы. Однако наименее исследованным остается вопрос, касающийся внедрения искусственного интеллекта в железнодорожную отрасль, в связи с чем требуется провести анализ перспектив и проблем внедрения искусственного интеллекта в железнодорожную деятельность.

В настоящее время некоторые разработки в области искусственного интеллекта были взяты на вооружение ОАО «Российские железные дороги», особая роль в данном процессе отводится Отраслевому центру разработки и внедрения информационных систем (далее по тексту – ОЦРВ). ОЦРВ проводит активные разработки, основанные на системе искусственного интеллекта с целью повышения безопасности железнодорожной отрасли при перевозке пассажиров и грузов.

Перспективным направлением развития искусственного интеллекта в железнодорожной отрасли является использование компьютерного зрения, которое еще находится на стадии разработки. Компьютерное зрение основывается на сверхточных нейросетях YOLO и программной библиотеки CatBoost. Пока данная технология применяется в железнодорожной отрасли

при нормировании труда сотрудников. Приоритетным направлением развития искусственного интеллекта должно стать применение компьютерного зрения при обнаружении недостатков и поломок в железнодорожной отрасли.

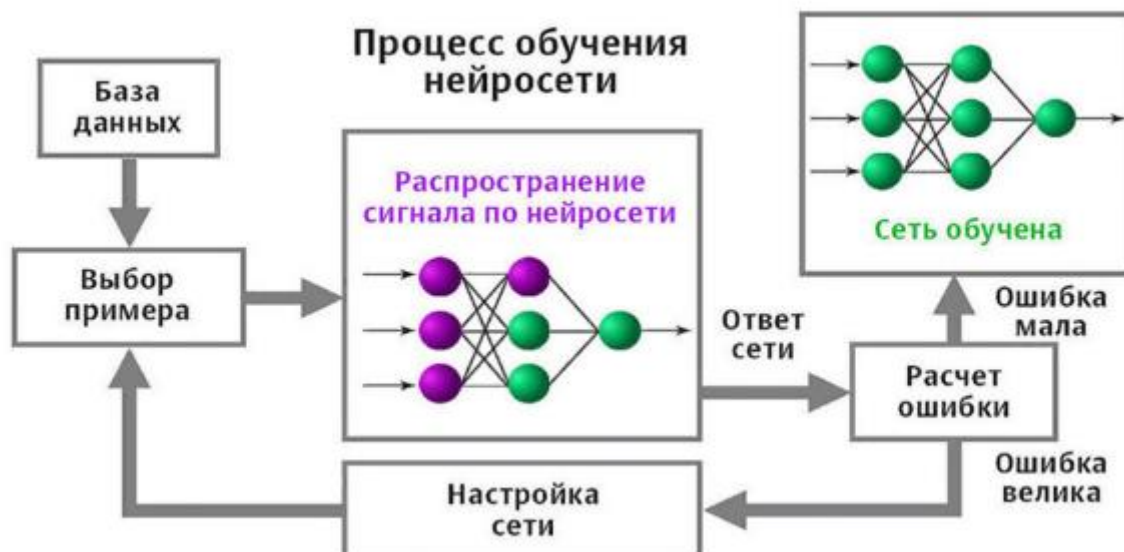
Искусственный интеллект необходимо наделять специальным алгоритмом, основанным на принципе обучения. Так, требуется научить искусственный интеллект воспринимать поезд, вагоны и рельсы как единый механизм, работающий в нормальном режиме. Далее следует усовершенствовать механизм, обучив искусственный интеллект с помощью компьютерного зрения заблаговременно находить неисправности и повреждения поездов, рельс и вагонов, а также других частей. В дальнейшем искусственный интеллект должен собирать полученные данные обо всех неисправностях, что позволит практически в 90 % случаях выявлять опасные ситуации и устранять их. В данном случае необходимо применять методы для обнаружения и диагностики неисправностей, основанные на аналитической физической модели и системных наблюдениях. Однако главная проблема в данном случае состоит в том, как установить порог, определяющий неисправность или поломку. Если разработчиком будут установлены низкие пороги, то система искусственного интеллекта зачастую будет давать ложные оповещения, что создаст существенную проблему огромные затраты и потерю временных ресурсов работников железнодорожной отрасли. С другой же стороны, установление высокого порога в большинстве случаев не позволит выявить неисправность и своевременно ее устранить, что может привести в полной остановке железнодорожного транспорта.

При разработке искусственного интеллекта с целью выявления неисправностей и поломок в железнодорожной отрасли необходимо учитывать множество факторов, среди которых: необходимость формирования качественных данных, специфика той или иной неисправности, способы ее решения. Эти факторы должны быть положены в основу компьютерного зрения, базирующегося на искусственном интеллекте.

При обучении искусственного интеллекта может быть взята за основу искусственная нейронная сеть (далее по тексту – ИНС), которая представляет собой мощный инструмент, обучающийся с помощью двух основных типов: обучение с учителем и обучение без учителя. Первый контролируется человеком, а второй тип основан на том, что нейронные связи применяются для диагностики множественных неисправностей аналоговых схем с использованием вероятностного механизма. Затем образцы неисправностей квантуются и стандартно ортогонализируются для подачи в квантовую нейронную сеть.

При обучении искусственного интеллекта с применением ИНС можно моделировать нормальные ситуации и ситуации с неисправностями локомотива, вагона или рельс, что поможет настроить сеть и обучить искусственный интеллект. Одна из проблем в данном случае состоит в том, что ИНС предполагает большие вычислительные затраты, поэтому скорость обучения будет являться длительной, поскольку в систему необходимо

заложить различные алгоритмы выявления неисправностей в железнодорожной отрасли.



Преимуществом перед ИНС обладает нечеткая нейронная сеть (далее по тексту – ННС). Она уже включена в некоторые отрасли с целью определения неисправностей. Как правило, ННС основана на двух типах моделей: моделях Такаки Сугено Канга (ТСК) и Мамдани, в сочетании с алгоритмами нейронного обучения.

Основное преимущество ННС состоит в том, что она может уделять внимание неисправностям внутри железнодорожного транспорта, например, выявлять поломки двигателя локомотива. Кроме того, ННС может применяться не только для обнаружения неисправностей, но и поиска их причин. Дефекты рельс в настоящее время проверяются вручную работниками железнодорожной отрасли с помощью специальных приборов, однако в перспективе также возможно применение искусственного интеллекта, который мог бы выявлять подозрительные участки рельс и сигнализировать об этом. Конечно, при обнаружении поломок и неисправностей искусственным интеллектом важная роль должна отводиться человеку, который также должен анализировать полученные данные и принимать соответствующие решения.

Помимо компьютерного зрения в ОАО «Российские железные дороги» активно применяются и другие технологии искусственного интеллекта. Например, исследователь А.Е. Акимов указывает: «В начале 2023 г. технологии машинного обучения и системы искусственного интеллекта были внедрены и холдингом «Российские железные дороги». Новая система призвана автоматически генерировать оптимальный график движения поездов, а фундаментом ее интеллектуальной платформы является автоматизированный комплекс «Эльбрус-М». Цифровые модели производят оценку параметров продвижения поездопотоков, выявляют участки железнодорожной сети с максимальной загрузкой и на основе анализа влияния

инфраструктурных и технологических изменений на перемещение составов формируют оптимальный график движения железнодорожного транспорта».

https://www.elibrary.ru/download/elibrary_74512558_78804299.pdf

Совершенствование технологии восстановления профиля катания колёсных пар грузовых вагонов железнодорожного транспорта

Автор Шмойлов А.Н.

Совершенствование технологии восстановления профиля катания колёсных пар грузовых вагонов является важной задачей эксплуатационного и ремонтного комплекса железнодорожного транспорта. Установлено, что увеличение срока службы колесных пар железнодорожных вагонов и повышение точности при восстановлении профилей катания колесных пар при ремонте вагонов дают относительно больший экономический эффект, чем снижение удельного расхода материалов при изготовлении колесных пар вагонов.

В процессе эксплуатации подвижного состава, под действием различных факторов профиль колесных пар изнашивается и изменяется. При этом возникают различные дефекты колесных пар: остроконечные прокаты, подрезы гребня колесных пар. Данные изменения профиля катания колесных пар могут привести к сходам и крушениям составов. В грузовых вагонных депо на специализированных колесотокарных станках выполняется большой перечень работ по восстановлению профиля катания колёсных пар грузовых вагонов железнодорожного транспорта. Установлено, что повышение скорости обращения подвижного состава способствует повышению требований к точности размеров при восстановлении профиля катания колёсных пар грузовых вагонов, обрабатываемых на специализированных колесотокарных станках.

Учет динамических явлений обработки резания металла при создании новых станков все чаще становится необходимым. Особая роль при этом отводится обеспечению условий устойчивого движения инструмента и заготовки. Под данной устойчивостью подразумевается исключение вредных вибраций, заклинивания и неравномерного перемещения основных узлов станка, т. е. отсутствию так называемых вибраций, «подрывания», «заклинивания» или скачкообразного перемещения узлов станка.

При восстановлении профиля колесных пар вагонов, важно отметить обеспечение условий, необходимых для получения поверхности с минимальными погрешностями необходимых размеров и формы, т.е. отсутствия отклонений от заданных устойчивых положений инструмента и заготовки. Данные погрешности и отклонения являются следствием различных внешних воздействий на динамическую систему станка. К таким внешним воздействиям можно отнести влияние различных силовых и тепловых изменений режима обработки. При этом необходимо обеспечивать заложенный конструкцией станка ресурс и долговечность режущего инструмента при различных внешних возмущениях и воздействиях. Иными

словами, необходимо соблюдать условия, при которых вызванные ими отклонения (деформации и т. п.) не приведут к опасным напряжениям и не соблюдении технологии обработки при восстановлении профиля катания колёсных пар грузовых вагонов железнодорожного транспорта.

Для решения задачи по совершенствованию технологии восстановления профиля катания колёсных пар грузовых вагонов железнодорожного транспорта была проанализирована представленная схема замкнутой динамической системы специализированного колесотокарного станка. Проведен анализ упругой динамической системы, как элемента всей динамической системы специализированного колесотокарного станка. Данный анализ включал определение следующих важных компонентов: собственной устойчивости данного элемента; статических и динамических характеристик по резанию и обработке металла поверхности катания колесной пары, определению величины трения и параметров электромеханических процессов протекающих в двигателе привода станка. Были выделены следующие особенности упругой системы специализированного колесотокарного станка, которые сводятся к следующему: наличие преобладающего количества соединений в которых детали станка имеют заданное относительное движение; наличие прослабленных и плохо затянутых неподвижных соединений основных элементов и узлов специализированного колесотокарного станка.

В процессе анализа динамической системы специализированного колесотокарного станка установлено, что у существующего станка имеются ряд негативных особенностей, приводящих к погрешностям при восстановлении профиля колесных пар. Предлагается в грузовых вагонных депо на специализированных колесотокарных станках по восстановлению профиля катания колёсных пар грузовых вагонов железнодорожного транспорта установить систему автоматического управления процессом фрезерования с подсистемой модулирования скорости резания.

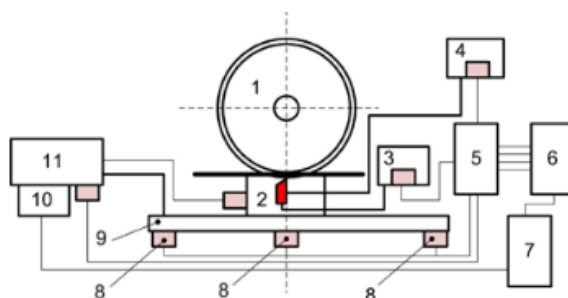


Схема перспективной системы автоматического управления специализированным колесотокарным станком: 1 – колесная пара; 2 – станина станка; 3 – измерительный блок вертикальных перемещений режущего инструмента станка; 4 – измерительный блок горизонтальных перемещений режущего инструмента станка; 5 – блок коммутации; 6 – блок управления; 7 – система импульсного формирования управления подсистемы модулирования скорости резания металла; 8 – датчики вибраций станка; 9 – подрельсовая станина станка; 10 – блок преобразования управляющих сигналов привода станка; 11 – электропривод станка

Схема перспективной системы управления специализированным колесотокарным станком включает в себя подсистему модулирования

скорости резания металла при восстановлении профиля колесных пар. Предлагаемый способ позволяет по специально разработанному алгоритму подбирать оптимальное соотношение скоростей обработки поверхности металла колесной пары, повышающее устойчивость всей замкнутой динамической модели станка.

Далее в работе были спроектированы процессы обработки поверхности катания колесных пар при обычной обработке поверхности катания колесной пары и при модулировании скорости режущего инструмента станка с применением перспективной системы управления. При моделировании процессов обработки поверхности катания колесных пар видно, что в случае изменения скорости резания по специальному алгоритму работы перспективной системы управления станком, возмущения в системе затухают быстрее и сильнее, что повышает точность обработки. Следовательно, можно обработать поверхность катания колесной пары вагона с той же точностью, но при более интенсивных режимах резания и восстановления профиля катания колесных пар грузовых вагонов железнодорожного транспорта.

Предлагаемое техническое улучшение специализированного колесотокарного станка позволит подобрать оптимальные параметры резания, такие как скорость резания, подачу и глубину резания. Это поможет избежать автоколебаний, критических сил или резонанса при восстановлении профиля катания колесных пар грузовых вагонов железнодорожного транспорта.

Внедрение на вагоноремонтных предприятиях системы автоматического управления специализированным колесотокарным станком с подсистемой модулирования скорости резания металла при обработке поверхности катания колесных пар позволит на 17% повысить качество восстановления профиля катания колесных пар грузовых вагонов железнодорожного транспорта. При этом, реализуемый процесс снятия металла при восстановлении профиля катания колесной пары вагонов позволит снизить на 25% перерасход снимаемого металла с колесных пар при восстановлении профиля катания до нормативных значений.

https://www.elibrary.ru/download/elibrary_69196737_75052468.pdf

Новые технологии и инновации железнодорожного транспорта

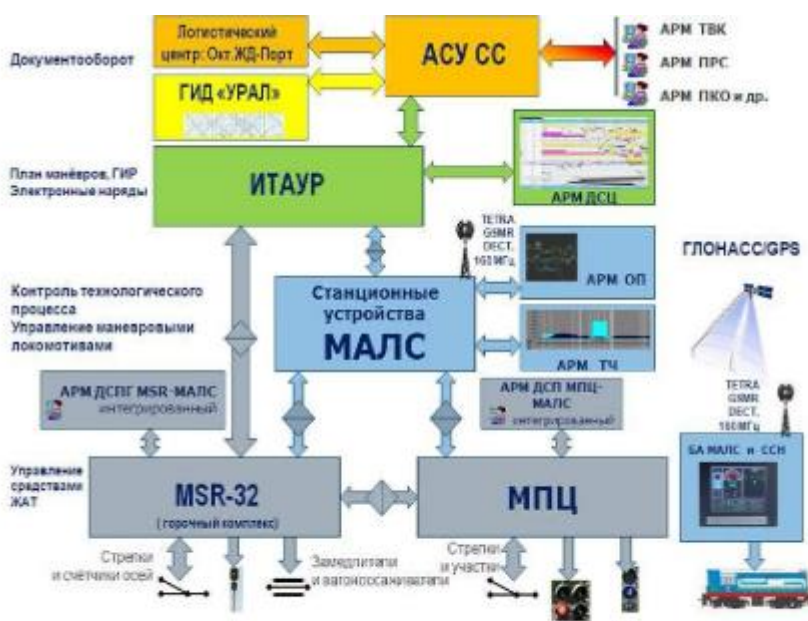
Авторы Пинчук А.Р., Болдин С.В.

Железнодорожный транспорт, как один из главных способов перевозки грузов и пассажиров, не претерпевал значительных технологических изменений на протяжении многих лет. Однако с развитием новых технологий и увеличением потребностей, железнодорожный транспорт сейчас сталкивается с необходимостью модернизации и изменений. Одним из ключевых технологических изменений является автоматизация. Благодаря разработке искусственного интеллекта и систем управления, поезда могут двигаться самостоятельно, без необходимости присутствия машиниста. Это технологическое новшество может улучшить безопасность и эффективность

железнодорожных перевозок, сократить расходы на персонал, увеличить пропускную способность железных дорог и уменьшить время в пути.

Однако автоматизация не единственная технология, которая может преобразить будущее железнодорожного транспорта. Использование новых материалов, таких как легкие сплавы и композитные материалы, позволяет создавать более прочные и легкие поезда, что снижает затраты на энергию и улучшает экологическую эффективность железнодорожных перевозок. Далее приведены несколько ключевых инноваций, которые трансформируют железнодорожную отрасль и открывают новые горизонты в области технологий для железнодорожного транспорта: Аппаратно-программный комплекс организации, контроля и анализа выполнения технологических процессов и обеспечения безопасности работы на станциях на базе цифровых моделей пути и спутниковой навигации (МАЛС). Система маневровой автоматизированной локомотивной сигнализации успешно внедрена на нескольких станциях, включая станции Солнечная на Московской железной дороге, Автово и Лужская-Сортировочная на Октябрьской железной дороге, Сочи, Адлер и Имеретинский курорт на Северо-Кавказской железной дороге, а также Челябинск-Главный на Южно-Уральской железной дороге.

Внедрение МАЛС привело к повышению безопасности маневровых операций путем исключения проезда запрещающих сигналов, что помогает предотвратить аварии. Также была снижена возможность травмирования рабочих на железнодорожных путях за счет автоматического торможения и ограничения скорости при проезде зон работ локомотивами или поездами. Внедрение МАЛС также способствует сокращению технических издержек путем устранения ограничений, сокращения времени на перегрузку и доставку грузов.

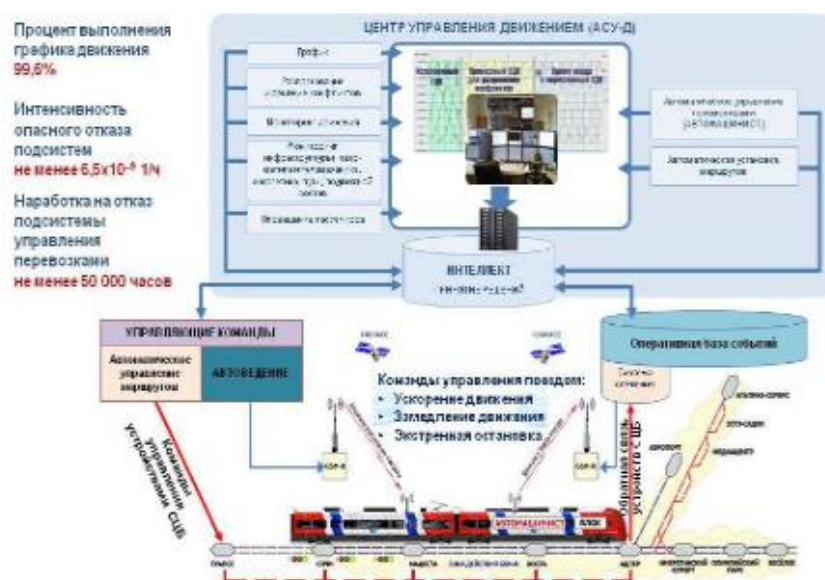


Место системы МАЛС в управлении технологическими процессами на примере станции Лужская

Кроме того, система обеспечивает мониторинг и запись операций маневрирования на станции для последующего анализа и контроля.

На полигоне Красная Поляна - Адлер - Сочи была успешно внедрена система управления движением поездов, которая включает в себя единый аппаратно-программный комплекс со средствами цифровой связи GSM-R и спутниковой навигации ГЛОНАСС, а также подсистемы «автодиспетчер» и «автомашинист». Система предоставляет автоматизированное управление движением поездов на участке с разными типами путей в соответствии с графиком, а также проводит автоматический расчет и применение альтернативного графика при необходимости. Команды передаются поездам для выполнения в автоматическом режиме. Доля работы в системе автоматического управления составляет около 88%. Система обеспечивает высокую надежность и соблюдение графика движения поездов.

Во время проведения XXII Олимпийских Зимних игр и XI Паралимпийских Зимних игр в Сочи, электропоездами «Ласточка» было перевезено 4,8 миллиона пассажиров. Общее выполнение графика составило 99,6%.



Управление движением в условиях высокой интенсивности движения в режиме «Автодиспетчер» - «Автомашинист»

Для того чтобы обеспечить безопасность движения поездов и снизить риск возникновения чрезвычайных ситуаций в соответствии с требованиями ОАО «РЖД», специалисты данной организации и других российских предприятий разработали уникальную цифровую систему технологической радиосвязи и передачи данных в радиочастотном диапазоне 160 МГц стандарта DMR, известную как ЦСТР DMR. Эта система обладает высокой функциональностью и надежностью, превосходящей широко распространенные продукты стандарта DMR и другие специальные железнодорожные приложения, необходимые для контроля технологических процессов и обеспечения безопасности движения.

Также российскими предприятиями была разработана и выпускается в серийное производство локомотивная мультидиапазонная радиостанция, предназначенная для радиотелефонной связи подвижного состава. Она включает в себя модуль DMR и радиостанцию передачи данных стандарта DMR. ЦСТР DMR может использоваться как автономная система радиосвязи для участков железных дорог II-V категорий, где максимальная скорость движения составляет до 200 км/ч, а также в качестве независимой децентрализованной резервной связи для участков с высокоскоростным и скоростным движением, а также для участков I категории.

Внедрение ЦСТР DMR способствует: возможности ввода в эксплуатацию новых транспортных средств с асинхронными тяговыми двигателями, несовместимыми с имеющимися аналоговыми системами радиосвязи; возможности развертывания автоматизированных систем управления движением и обеспечения безопасности, включая интервальное регулирование с перемещающимися блок-участками, принудительную остановку поезда, управление движением составленных/тяжелых поездов и т.д.; возможности использования энергосберегающих технологий и управления движением, таких как АПК «Эльбрус», АПК «Полигон» и другие; возможности создания систем мониторинга местоположения, движения и скорости самоходного железнодорожного транспорта; внедрение систем оповещения рабочих на железнодорожных путях о приближении подвижного состава; автоматизация операций на железнодорожных станциях и обеспечение безопасности труда с отслеживанием местоположения и состояния персонала.

В заключение можно сказать, что новые технологии и инновации играют ключевую роль в развитии железнодорожного транспорта, обеспечивая эффективное управление операциями, повышение безопасности и комфорта пассажиров, а также улучшение экономической эффективности отрасли. Благодаря постоянному исследованию и внедрению современных решений, железнодорожный сектор становится более конкурентоспособным и экологически устойчивым. Новые технологии открывают новые возможности и перспективы для будущего развития железнодорожной отрасли, превращая ее в современную и инновационную систему транспортировки.

https://www.elibrary.ru/download/elibrary_73239058_23577401.pdf

Современные инновационные технологии, применяемые на пунктах технического обслуживания железнодорожного транспорта

Авторы Луцкая М.И., Эрлих Н.В.

В современном мире большое значение уделяется инновационным и прорывным решениям в областях научно-технического прогресса. Железная дорога, оставаясь лидером по количеству перевозок грузов, больше всех заинтересована в развитии уже имеющихся и новых средств обслуживания подвижного состава и инфраструктуры. Они играют решающую роль в обеспечении эффективной работы и способствуют повышению

конкурентоспособности на рынке. С ростом технологий и инноваций в области железнодорожного транспорта пункты технического обслуживания также становятся усовершенствованными.

Пункты технического обслуживания железнодорожного транспорта активно внедряют передовые современные разработки для повышения эффективности и надежности работы. Среди внедряемых технических решений особо ярко выделяются устройства контроля схода подвижного состава, колесосбрасывающие башмаки и устройства для зарядки тормозной системы. Данные виды оборудования есть не что иное, как основные устройства, помогающие работникам станции с выполнением объемов перевозок. В нынешних реалиях становится все сложнее использовать устройства, используемые на станциях. Однако в нашей стране прогресс не стоит на месте, так как постоянно развивается, и параллельно с его развитием внедряются все более новые технологии, которые пока что не в полном объеме могут заменить работу человека. Из-за этого важно знать какие технические решения могут помочь без ошибочно и точно в срок выполнить работу по осмотру и досмотру подвижного состава.

Одними из вариантов наиболее успешных и новых технологий, уже прошедших проверку временем, на некоторых участках станций наиболее четко выражены вибрационное диагностирование и тепловизионное оборудование, которые значительно повышают эффективность процесса обслуживания и обеспечивают более точную и надежную диагностику состояния транспортных средств. Внедрение новых технологий в работу пунктов технического обслуживания позволили повысить уровень безопасности и надежности железнодорожного транспорта в целом.

Вибрационное диагностирование – метод, который используется для оценки состояния деталей и оборудования с технической точки зрения. Принцип его работы заключается в следующем: механические колебания создают вращающиеся опоры. Дисбаланс, который они вырабатывают, вызывает вибрации с кратными частотами.

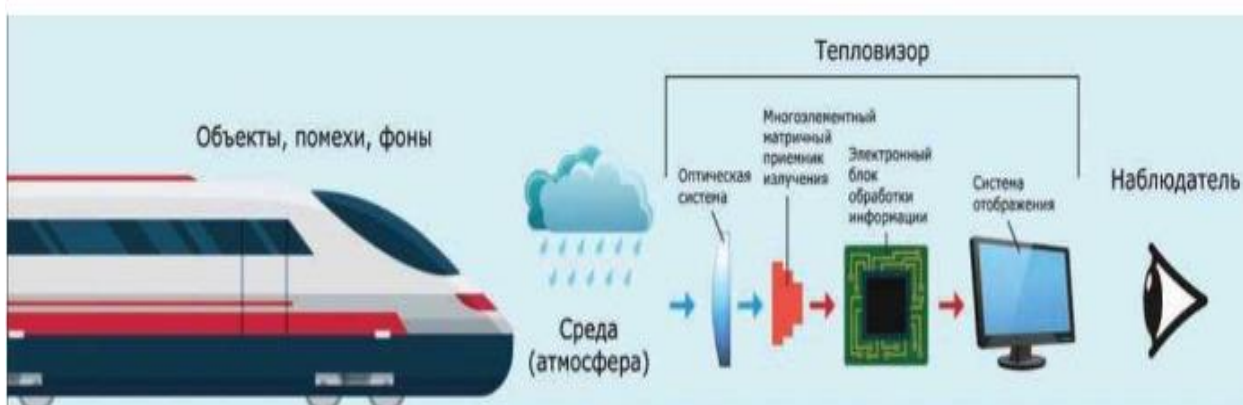


Всвязи с этими действиями, различные волны с высокой точностью определяют в каком месте и что конкретно неисправно. Эти вибрационные сигналы являются основным индикатором состояния механизмов, и их глубокий анализ помогает специалистам обнаруживать потенциальные проблемы в оборудовании.

У данного метода проверки на наличие неисправностей подвижного состава на пунктах технического осмотра есть два абсолютно разных принципа работы. В бесконтактном режиме диагностика происходит с использованием радиоволн и электромагнитных полей, что позволяет не требовать прямого физического контакта с оборудованием, а особенно важно это при необходимости диагностировать некоторые сложные и опасные для доступа системы. Главное различие контактного режима с предыдущим заключается в том, что для проверки требуется непосредственный контакт с исследуемым предметом. Этот метод основан на простейших физических измерениях: фотоэлектронном, который помогает получить информацию о поверхности исследуемого материала за счет анализа испускаемых при облучении электронов; дифракционном, основанном на взаимодействии волн с препятствиями; интерференционном, позволяющем получать сведения о толщине и оптических свойствах материалов. Дополнением также служит тепловизионное устройство, используемое для выявления неисправностей путем анализа температурного режима объектов.

Это оборудование активно применяется в различных отраслях, в том числе на железнодорожном транспорте, где оно играет важную роль в предотвращении аварийных ситуаций и обеспечивает эффективный контроль за подвижным составом.

Особую ценность представляют тепловизионные системы с интеллектуальными модулями управления, обеспечивающие возможность непрерывного мониторинга на значительных дистанциях. Благодаря этой технологии операторы могут контролировать состояние состояние подвижного состава и любого объекта железнодорожного транспорта в любых климатических условиях, минимизируя тем самым риск возникновения ошибок и обеспечивая безопасность движения.



На станциях в определенных местах, где можно заметить более четкую картину неисправностей подвижного состава, устанавливают тепловизор. Проходящий мимо такого устройства поезд попадает под оптическую систему и электронный блок обработки информации, которые считывают разницы температур тех или иных конструкций состава. Тепловая схема вагонов передается на систему отображения и наблюдатель может выявить все дефекты.

Как и любое устройство, тепловизор имеет свои достоинства и недостатки. К преимуществам можно отнести: наилучшие показатели эффективности и поэтому тепловизоры используются во многих направлениях; простота в эксплуатации; отличная работоспособность, благодаря чему уменьшается простой подвижного состава; работа при любых климатических условиях. Также следует учитывать и недостатки данного типа устройства: является очень хрупким, поэтому требуется осторожное обращение с оборудованием и регулярное техническое обслуживание для предотвращения повреждений; высокая стоимость может стать препятствием для многих потенциальных покупателей, особенно для малых компаний; ограничение радиуса по осматриваемой территории, которое зависит от марки и модели приобретенного товара, может стать ограничивающим фактором при работе с большими объектами или в условиях, требующих широкого охвата.

Анализ вибрационного диагностирования и тепловизорного оборудования указывает на превосходство тепловизоров по многим параметрам. Внедрение передовых технологий в пунктах технического обслуживания обеспечивает надежную основу для эффективной работы. Применяя современное оборудование, мы обеспечиваем значительное сокращение времени на обслуживание и ремонт транспортных средств, что в конечном итоге приводит к повышению производительности и снижению затрат, тем самым обеспечивая качественное оказание услуг клиенту. Инновационные технологии играют ключевую роль в развитии железнодорожной отрасли и способствуют повышению ее конкурентоспособности на рынке транспортных услуг.

https://www.elibrary.ru/download/elibrary_73238934_49580666.pdf

Применение технологии цифрового двойника в железнодорожной логистике

Автор Попов М.С.

Цифровой двойник (Digital Twin) – это программный аналог (виртуальная интерактивная копия) реального объекта или процесса. В современном мире эти программные продукты набирают все большую популярность. Компьютерные системы уже вошли в наш обиход и стали привычным элементом жизни, как дома, так и во всех рабочих сферах. Логичным продолжением этого процесса выглядит постепенная цифровизация.

Железнодорожные перевозки – один из наиболее эффективных и дешевых способов перевезти груз или пассажиров. В то же время, как инфраструктура железной дороги, так и сами поезда – это сложные технические системы, требующие контроля и обслуживания. Цифровой двойник – общее название достаточно широкого перечня технологий и подходов. В железнодорожной логистике используются многие из них.

Рассмотрим, какие системы применяются разными компаниями, какие задачи они выполняют и какие преимущества имеют. Например, в компании РЖД и ее партнерах применяются цифровые двойники системы «Умный локомотив», позволяющие оценивать и прогнозировать состояние узлов и агрегатов локомотива, отслеживать аномалии и автоматически выводить информацию о состоянии оборудования.

В дополнение к цифровому двойнику используется целый комплекс аналитических систем, выполненных на основе искусственного интеллекта. Такой проект позволяет составлять прогнозы и вовремя осуществлять обслуживание и ремонт, однако требует ручного ввода некоторых данных, не синхронизирует данные в реальном времени и не обладает всей полнотой данных о локомотиве. Таким образом, несмотря на очевидную полезность этой системы, в будущем она может быть серьезно доработана для более продвинутой работы.

Также цифровые двойники используются на сортировочных станциях – диспетчер на такой станции должен следить за событиями, происходящими на станции, анализировать действия сотрудников и вовремя принимать управленческие решения. Цифровой двойник позволяет упростить работу диспетчера и повысить безопасность. От внедрения цифровых двойников РЖД планирует снижение затрат до 30%, сокращение времени планирования – до 20%, снижение затрат на внутренние процессы – до 7%.

Помимо этого, в рамках «Единой цифровой платформы» в разработке находится система цифровых двойников грузовых вагонов. Она будет учитывать все детали, из которых состоит вагон, фиксировать историю поломок, ремонтов и списания. Разработка этой системы призвана сократить убытки от происшествий с грузовыми вагонами и повысить безопасность. По оценке Минтранса России, среднегодовой ущерб от происшествий, возникших на инфраструктуре железнодорожного транспорта с участием грузовых вагонов, виной которых признаны ремонтные предприятия, составил 165 млн рублей.

Но это не единственный способ оцифровки вагонов: «Первая грузовая компания» занимается разработкой модуля, который отслеживает технические показатели колесных пар с помощью датчиков ИС КТИ. Эта система позволит контролировать техническое состояние вагона в режиме онлайн и выстраивать его эксплуатацию соответственно, уменьшая простои на ремонт и обслуживание, предотвращая происшествия и увеличивая полезное время работы. Однако, такой цифровой двойник затрагивает только часть

технических характеристик вагона, и потому не может быть в полной мере репрезентативен.

В рассмотренных примерах цифровые двойники применялись для оцифровки конкретных объектов – однако, это совсем не единственный способ их использования. Компания Alstom, занимающаяся производством и обслуживанием поездов, разработала цифрового двойника West Coast Main Line Железнодорожной магистрали западного побережья в Великобритании. Эта линия эксплуатирует поезда производства компании Alstom, и компании требовалось производить эффективное обслуживание и ремонт составов, учитывая при этом потребности железной дороги, режимы технического обслуживания, аварии и возможности каждого из пяти доступных ремонтных депо.

Для решения этой проблемы Alstom с помощью SimPlan AG крупнейшей в Германии компании-консультанта по имитационному моделированию в области логистики, создала цифрового двойника всей железной дороги и системы технического обслуживания. Пользователи модели могут видеть на карте все передвижения поездов и другие процессы, в которых участвуют составы. Кроме того, система позволяет по нажатию на любой элемент карты получить о нем исчерпывающую информацию. Такой подход к цифровым двойникам позволяет получать важные данные, однако не отражает реального состояния технических систем и инфраструктуры.

Цифровые двойники могут также применяться для повышения безопасности железнодорожных перевозок. Два примера такого использования JR East (Восточная Японская ЖД) и Deutsche Bahn (Немецкие ЖД). Компании используют разные подходы, наглядно демонстрируя гибкость концепции цифрового двойника. JR East приходится учитывать стихийные бедствия, такие как землетрясения и тайфуны. В случае столкновения с такой ситуацией, требуются большие усилия для сбора достаточной информации от соответствующих внутренних отделов, которые управляют объектами и персоналом, а также внешних источников данных, чтобы определить полученный ущерб. Для того, чтобы упростить сбор информации и принятие решений, JR East разработала платформу цифровых двойников, которая объединяет внутренние оперативные данные и внешние данные о погодных условиях и стихийных бедствиях на многослойной карте в режиме реального времени.

Deutsche Bahn же не имеет необходимости учитывать стихийные бедствия такого характера. Однако, повышение безопасности перевозок является одним из приоритетов компании, поэтому был разработан пилотный проект специального цифрового двойника для Гамбургской железной дороги. При содействии компании NVIDIA была создана подробная фотореалистичная 3D модель всей железной дороги. Модель получила возможности имитации различных чрезвычайных ситуаций на железной дороге, от падения дерева на пути до затопления или падения самолета. С помощью этой модели компания собирается уменьшить количество аварий и

в целом повысить уровень подготовки. Такой подход, в свою очередь, позволяет смоделировать множество нештатных ситуаций, однако не обладает копией точных параметров реальных составов и инфраструктуры, а потому все равно является упрощенной и в полной мере не отражает действительность.

Уже сегодня существуют и более сложные, комплексные системы цифровых двойников, создающие не имитацию, а полноценную модель объекта в режиме реального времени. Например, в Италии компания Almativa тестирует на итальянских железных дорогах систему, позволяющую с помощью множества датчиков строить 3D модель окружения состава в реальном времени и транслировать в центр управления. Такая система позволит практически мгновенно реагировать на любую внештатную ситуацию, а также следить за техническим состоянием инфраструктуры и состава. Таким образом достигается приближение к идеалу цифрового двойника, повторяющего все параметры объекта и окружения в реальном времени, и позволяющего производить анализ, прогнозы и корректировки.

Цифровые двойники имеют высокий потенциал технология позволяет объединить в себе различные системы сбора данных, информация по которым очень часто разрознена и может отличаться на 30-40%. В систему цифрового двойника можно внедрить различные инновационные технологии, такие как интернет вещей и алгоритмы машинного обучения. Алгоритмы машинного обучения могут анализировать массивные потоки данных от датчиков по всей системе, становясь более точными с течением времени. Цифровой двойник в перспективе способен учитывать всю инфраструктуру железной дороги целиком, включая станции, туннели, мосты, сигналы, коммутаторы, оборудование для электрификации и ИТ-системы. Такая система способствует непрерывному исследованию активов, визуализации сети и анализа данных почти в режиме реального времени. Обладая способностью видеть изменения условий с течением времени, железнодорожные компании могут добавить важнейшее четвертое измерение в свои системы управления активами.

Способность цифрового двойника к прогнозированию позволит не реагировать на происшествия, а предотвращать их. Цифровые двойники уже сейчас используются в железнодорожной логистике по всему миру – двойник Ж/Д инфраструктуры используется компанией PRASA в Южной Африке, двойники мостов и тоннелей в Южной Корее, двойники железнодорожных хабов в Великобритании, и т.д. Эта технология постоянно внедряется новыми компаниями в новые области. Более всего технологии цифрового двойника в железнодорожных перевозках сейчас используются для наблюдения за техническим состоянием (34%), затем – для оптимизации процессов (28,4%), обнаружения дефектов и поломок (19,3%), обучения (3,4%) и прочих областей (14,7%).

Наиболее популярной технологией моделирования на данный момент является BIM Building Information Modeling. BIM это цифровое представление физических и функциональных характеристик зданий и других материальных

объектов. BIM считается гибридным типом моделирования, поскольку он интегрирует различные источники данных, включая геометрические, пространственные и непространственные данные. BIM может помочь с визуализацией управления инфраструктурой, включая прогнозирование потребности в техническом обслуживании и выявление потенциальных неисправностей. В разработке находятся более продвинутое технологии моделирования, такие как технология дополненной реальности. В будущем эта технология сможет сочетать в себе BIM, 3D моделирование, симуляцию объектов в реальном времени и другие типы моделирования цифрового двойника. С помощью систем искусственного интеллекта данные, полученные от такого цифрового двойника, будут эффективно обрабатываться и анализироваться.

В целом именно системы искусственного интеллекта, пока слабо развитые в железнодорожной отрасли, смогут в будущем позволить в полной мере реализовать потенциал технологии цифровых двойников. Причина этого в том, что с совершенствованием цифрового двойника значительно возрастает объем данных, поступающих от объекта в реальном времени, человек не будет способен адекватно оценивать такую модель без предварительной компьютерной обработки. Соответственно, интеллектуальные системы обработки и быстрого анализа данных будут крайне востребованы в отрасли цифровых двойников.

https://www.elibrary.ru/download/elibrary_74209788_71818368.pdf

Внедрение цифровых систем и технологий на железнодорожной станции для повышения эффективности её работы

Авторы Соколов Пётр А., Соколов Павел А., Трунёва К.Н.

ОАО «РЖД» для цифровизации эксплуатационной работы железнодорожной станции с 2018 года реализует концепцию «Цифровая железнодорожная станция» (ЦЖС), которая позволяет сократить операционные расходы и увеличить эффективность и доходность станций за счет рационального использования существующей инфраструктуры. ЦЖС – это комплекс взаимосвязанных технических средств и устройств, обеспечивающих расчет и выполнение технологических операций обработки поездов с минимальным участием человека. В сутки одна сортировочная железнодорожная станция в зависимости от её класса может принимать от 6 тыс. до 20 тыс. вагонов, которые в совокупности проходят более 1 млн. различных технологических операций, связанных с расформированием-формированием поездов, маневровой работой, техническим и коммерческим осмотром вагонов, с подготовкой поездных и маневровых маршрутов и др.

Разработанные ОАО «НИИАС» программные модули такие как, цифровая модель станции; нормативная информация о работе всех подразделений станции; электронный документооборот, контроль выполнения требований безопасности движения поездов и охраны труда персонала при нахождении на рабочем месте и др., а также инфраструктурные

модули автоматического закрепление подвижного состава; автоматическое управление сортировочным процессом, автоматическая расцепка вагонов на сортировочной горке, подтягивание (осаживание) отцепов на путях сортировочного парка и др. модули, входящие в состав ЦЖС, собирают и обрабатывают данные обо всех технологических операциях, что позволяет определить фактическое время на их выполнение и сократить возможный простой вагонов, а также повысить производительность труда на станции.

Таким образом, для достижения целей ЦЖС необходимо внедрять в инфраструктуру и перевозочный процесс автоматизированные и цифровые системы. Работа ЦЖС должна быть направлена: на применение передовых «малолюдных» технологий при одновременном соблюдении безопасности выполнения всех операций; на переход от автоматизированного к автоматическому управлению технологическими и станционными процессами (планирование, закрепление, заграждение, роспуск, подготовка и управление маневровыми передвижениями и др.); на техническое перевооружение станций при сокращении ручного управления и выводом работников из опасных производственных зон.

Разработка современных средств закрепления подвижного состава на железных дорогах ОАО «РЖД» ведётся уже несколько лет. Данному направлению уделяется большое внимание, поскольку автоматизация процесса закрепления вагонов на путях станции, взамен ручному закреплению тормозными башмаками, позволяет снизить трудозатраты и освободить работников станций от травмоопасной и тяжелой работы. В связи с этим применяются домкратовидные устройства закрепления составов, которые оборудуются дистанционным централизованным управлением с контролем нахождения состава в местах закрепления. Закрепление приводится в действие с помощью пульта, которым пользуется дежурный по железнодорожной станции (ДСП).



Подвижной состав останавливается в специально обозначенном месте и ДСП с рабочего места активирует домкратовидные устройства, которые

поднимаются из-под рельса и закрепляют колесную пару. Данные устройства позволяют:

- обеспечить безопасность, так как ДСП способен закрепить состав, оставаясь на своем рабочем месте;
- повысить эффективность работы станции: закрепление будет происходить быстрее;
- сократить численность работников, вручную укладывающих тормозные башмаки под колесные пары, и обезопасить человеческий труд.

В настоящее время на 20 сортировочных горках сети железных дорог России, имеющих различную конфигурацию и перерабатывающую способность, оборудованных различными типами напольного оборудования и расположенных в различных климатических зонах, внедрена инновационная «Комплексная система автоматизации управления сортировочным процессом» (КСАУ СП), разработанная Ростовским филиалом АО «НИИАС». Данная система позволяет автоматизировать процесс расформирования составов, повышая скорость скатывания отцепов в среднем до 9 км/ч. Автоматизация процесса роспуска снижает риски появления «чужаков» (вагонов, которые при роспуске скатились не на тот путь), сокращает объём маневровой работы по их перестановке. Система КСАУ СП самостоятельно выбирает оптимальные режимы торможения и скорости скатывания отцепов, что сокращает: расход сжатого воздуха и электроэнергии на его производство для работы замедлителей на тормозных позициях; трудозатраты на обслуживание горочных устройств за счет автоматизации и самодиагностики их состояния.



Автоматизация эксплуатации и обслуживания напольных устройств позволяет оптимизировать штат оперативного персонала за счет вывода людей из травмоопасной зоны, например, сократить количество регулировщиков скорости движения на прицельных тормозных позициях. В перспективе при эксплуатации КСАУ СП планируется использование планшетных компьютеров вместо бумажных сортировочных листков. Составители поездов (расцепщики вагонов) будут иметь специальные планшеты, на которые будет поступать информация о расформировании составов, а число отцепов будет

отображаться на электронных наручных часах составителя. Данная технология уже используется на сортировочной станции Челябинск-Главный.

В рамках проекта ЦЖС разработан «Интегрированный пост автоматизированного приема и диагностики подвижного состава на сортировочных станциях» (ППСС) для обеспечения перехода к «малолюдным» технологиям в процессе технического и коммерческого осмотра подвижного состава и включения в повагонную модель станции прибывающих составов. ППСС позволяет максимально автоматизировать технический и коммерческий осмотр, организовать сплошной контроль и выявление неисправных вагонов, повысить производительность труда причастных работников с последующей оптимизацией штатного расписания.

Чтобы сократить время на коммерческий осмотр вагонов и контейнеров на многих станциях внедряется система «Цифровой приёмосдатчик». Технология «Цифровой приёмосдатчик» позволяет проводить приём порожних и груженых вагонов к перевозке при помощи дистанционного электронного обмена данными.

При цифровизации эксплуатационной работы железнодорожной станции становится цифровой технологический процесс работы станции (ЦТПРС). Концепция цифрового технологического процесса предполагает цифровизацию каждого выполняемого на станции действия при помощи АРМ и мобильных терминалов. Участвующий работник отмечает начало и конец выполняемой операции на терминале и видит фактическое время её выполнения. На основе полученных данных строится цифровой график обработки поезда по отправлению, учитывающий фактическое время выполнения каждой операции, которое может быть как меньше нормативного, так и больше при возникновении внештатных ситуаций. Работник сможет дистанционно отследить ход выполнения операции, выявить нестандартную ситуацию и наметить мероприятия по её устранению. Цифровой технологический процесс работы железнодорожной станции является первым шагом в направлении цифровизации железной дороги.

В целом, при внедрении цифровых систем и технологий на железнодорожной станции и переходе к ЦЖС, компания РЖД получит следующие преимущества: повышение качества управленческих решений; сокращение операционных расходов на перевозки; протоколирование и регистрацию технологических операций без участия человека; исключение доступа работников к опасным производственным зонам; гибкость станционнотехнологических процессов; сокращение непроизводительных простоев вагонов; исключение бумажного документооборота; повышение уровня информационной осведомлённости сотрудников и внутренних коммуникаций между ними.

https://www.elibrary.ru/download/elibrary_73161011_37486092.pdf

Беспилотные поезда: опасность или перспективное будущее

Авторы Дмитрук О.В., Екатерина И.И.

В настоящее время, после длительных лет тщательного планирования и разработки, в России, вслед за беспилотными автомобилями, начинается внедрение беспилотных поездов. Доказательством служит запуск 28 августа 2024 г. ОАО «РЖД» первого беспилотного пассажирского поезда «Ласточка» на МЦК. Такой новый вид транспорта не только становится реальностью, но и начинает порождать в обществе некоторые вопросы, в том числе касающиеся и уровня безопасности, который он может обеспечить. Тема степени защищенности беспилотных систем поездов является очень актуальной и особо важной в силу того, что данный вид общественного транспорта используется большим количеством людей, а потенциальные кибератаки могут повлечь за собой массовые трагедии и гибель населения.

Переходя к подробному рассмотрению темы, для начала разберемся, как функционируют и из чего состоят такие поезда на примере Копенгагенского метрополитена. Руководство осуществляется комплексной системой АТС, которая состоит из трех подсистем: АТО, АТР и АТС. Automatic Train Operation это автопилот, отвечающий за ведение поезда по расписанию, его остановку на станциях и открытие-закрытие дверей вагонов. Automatic Train Protection выбирает и следит за поддержанием скорости состава, расстоянием между поездами, отвечает за распознавание препятствий на пути движения и т. п. Automatic Train Supervisory обеспечивает контроль за работоспособностью всех элементов системы, местонахождением поезда и передачу данных в режиме реального времени в Центр управления и технического обслуживания, состоящий из ангара для запасных поездов, депо и здания с центральной компьютерной системой. В диспетчерской на постоянной основе имеются четыре оператора, осуществляющих наблюдение за функционированием.



Если говорить про беспилотные поезда в России, то беспилотный пассажирский поезд «Ласточка» состоит из: двух лидаров (лазерных локаторов), ультразвуковых датчиков (контроль «мертвых зон» поезда), восьми оптических камер, инфракрасных камер (определение температуры объектов), дата-центра (два мощных вычислительных компьютера, на которых запущены нейронные сети), двух оптических камер для контроля двух пантографов (частей поезда, соприкасающихся со стационарными проводами), сети стационарных комплексов обнаружения препятствий, промышленных модемов.

В целом, беспилотная система управления поездами имеет неоспоримые преимущества: повышение безопасности (исключение человеческого фактора), поддержание постоянной скорости и оптимальных интервалов между средствами передвижения (сократит время пребывания в пути, увеличит пропускную способность). Однако, данные преимущества могут в любой момент превратиться в опасные недостатки в случаях, когда будет осуществлено вторжение в данные системы и будут внесены изменения. Злоумышленники, атакуя систему, нацеливаются на один или несколько элементов из триады информационной безопасности: конфиденциальность (несанкционированное раскрытие информации, например, личных данных пользователей транспортом, схем сетей, планов путей), целостность (несанкционированное изменение или уничтожение информации) и доступность (несанкционированный доступ или использование информации, системы). Возможно представить, что способно произойти, если информация, например, о планах размещения сигналов, полной технической конфигурации работы поездов в сети, учетных данных для входа в системы управления движением поездов, станет доступной злоумышленникам или потом будет распространена в Интернете, доступна для продажи в Даркнете. В то же время, система, получающая команды, не может быть уверена в том, что ей была направлена команда не от атакующего лица.

При этом, существует заблуждение, что кибератаки являются внешними, но нельзя не учитывать, что они могут быть и из внутренних источников, например, от недовольных сотрудников. Такие атаки имеют большую вероятность успеха из-за уровня доступа и знаний, которыми обладает сотрудник. В силу того, что все решения принимаются центром, а управление беспилотными поездами осуществляется с помощью беспроводной связи, то основным вектором атаки злоумышленников является использование таких средств связи для получения контроля над транспортным средством.

Также, системы управления поездами обслуживаются большим количеством людей и нельзя не учитывать риск небезопасного подключения систем к Интернету или использования сотрудниками зараженных вредоносными программами ноутбуков.

Во избежание возможных атак, железнодорожные организации, в-первых, должны осуществлять активное управление всеми аппаратными

устройствами, находящимися в сети, так, чтобы доступ предоставлялся только авторизованным устройствам. Должны использоваться автоматизированные системы, осуществляющие непрерывное сканирование в поисках устройств, чтобы обнаружить неизвестные аппаратные обеспечения при их появлении. Во-вторых, важным является контроль за программным обеспечением (ПО) в сети, что означает, что должно устанавливаться и выполняться только авторизованное ПО, а неавторизованное должно обнаруживаться и должно предотвращаться его установление и выполнение. В-третьих, должен осуществляться важный процесс управления конфигурацией и контроля изменений для предотвращения использования злоумышленниками уязвимых служб и настроек при их наличии. В-четвертых, необходимо рассмотреть возможность внедрения выделенных административных рабочих станций, которые будут изолированы от рабочих станций простых пользователей, внедрения выделенных административных учетных записей пользователей совместно с наличием многофакторной аутентификацией там, где необходимы административные привилегии для выполнения задачи. В-пятых, должны разрабатываться и существовать стандарты по обеспечению железнодорожной безопасности.

Если говорить про беспилотные поезда, то их тормозной путь намного длиннее, достигая иногда одного километра. Из этого следует, что для обеспечения безопасности движения необходимы более сложные решения, так как процесс торможения и остановки поездов интересует злоумышленников и выступает целью их атак. Путем проведенного моделирования описанных выше атак и исследования полученных результатов было установлено, что для того, чтобы предотвратить данные атаки, нужно, во-первых, обеспечить аутентификацию телеграмм с помощью интерактивного криптографического протокола между бортовым устройством и балисом, что предотвратит атаки с повторным воспроизведением. Во-вторых, можно установить перекрестную проверку при помощи бортовых устройств. Так как системы автоматической защиты поездов имеют встроенные устройства, позволяющие постоянно измерять скорость и местоположение поезда, то может быть произведен расчет расстояния между вагонами и телеграммами при получении поездом телеграммы от двух последовательных вагонов для обнаружения атаки смещения или увеличения времени. Также, могут проводиться расчеты по обнаружению пропавшего балиса, когда в карте имеется информация о размещении балисов или в телеграмме указано расстояние между балисами. В-третьих, для устранения недостатков электромагнитной связи в плане помехоустойчивости можно применять неэлектромагнитную защиту, опирающуюся на искусственный интеллект. Например, технологию компьютерного зрения, чтобы поезд фотографировал штрих-код или QR-код, расположенный на месте нахождения балок, для извлечения из него информации о положении балок или проводил съемку рельс для осуществления подсчета количества шпал для непрерывного перемещения.

Анализируя вышесказанное, можно отметить, что, хотя серьезных инцидентов с кибератаками на беспилотные поезда на данный момент не зарегистрировано, данная тема вызывает беспокойство среди специалистов. Решения по усовершенствованию безопасности беспилотных поездов для предотвращения возможных вмешательств могут быть найдены путем проведения различных исследований и испытаний. Например, свое применение нашли процессоры Интернета вещей это концепция, предусматривающая коллективную сеть подключенных устройств и технологий, облегчающая связь между устройствами, а также их связь с облаком. Успешное внедрение данных технологий зависит от доступности высокоскоростного Интернета и несет за собой преимущества: повышает безопасность как одной единицы, так и окружающих поездов; повышает безопасность на железнодорожных переездах и мостах; предоставляет больше возможностей железнодорожным организациям в плане проектов по усовершенствованию системы.

Подводя итог, хотелось бы сказать, что беспилотные поезда обладают потенциалом для улучшения транспортной инфраструктуры за счет повышения точности, сокращения затрат на обслуживание и уменьшения человеческих ошибок. Однако, с ростом цифровизации возрастает риск кибератак. Существует необходимость проработки усиленной защиты критических систем, разработки единых стандартов кибербезопасности для беспилотного транспорта, а также более тесного сотрудничества между транспортными компаниями и экспертами по безопасности.

https://www.elibrary.ru/download/elibrary_73529715_42181374.pdf

Система автоматического построения регулировочных характеристик перегонов для централизованных интеллектуальных систем управления движением поездов

Авторы Баранов Л.А., Логинова Л.Н., Ермакова А.Е., Юнцян Ч.

Транспортная система крупного мегаполиса один из ключевых элементов инфраструктуры города. Комфорт и безопасность поездок на общественном транспорте важный показатель качества жизни населения. Важнейшую роль в пассажирских перевозках играет внеуличный железнодорожный транспорт, городские рельсовые транспортные системы (ГРТС). Развитие методов искусственного интеллекта и совершенствование аппаратных средств делают перспективным развитие такого направления цифровизации транспорта, как разработка и внедрение интеллектуальных транспортных систем (ИТС).

Многие страны, в том числе и Россия, ведут разработки и внедрение интеллектуальных систем во всех сферах, в том числе в транспортных системах. В Российской Федерации создание ИТС осуществляется с 2018 года. В Южной Корее история создания интеллектуальных транспортных систем начинается в 2004 году, когда была осуществлена апробация на практике

Системы управления общественным транспортом. В Сингапуре в 2006 году был принят первый Генеральный план внедрения ИТС, в соответствии с которым проводились основные работы по формированию интеллектуальной платформы управления транспортной сферой.

Транспортная система Российской Федерации является необходимым звеном, позволяющим связывать экономические и социальные аспекты страны. ИТС, предназначенные в том числе для автоматического управления движением транспортных средств, позволяют повысить использование пропускной способности, увеличить провозную способность, усовершенствовать систему обеспечения безопасности движения (СОБД).

Современные системы управления движением поездов внеуличного железнодорожного транспорта обеспечивают выполнение заданного объема перевозок при безусловном выполнении условий безопасности и комфорта пассажиров. Обеспечение заданного объема перевозок трансформируется в требование выполнения планового графика движения с заданной точностью при компенсируемых возмущениях или в оперативную перестройку графика при не компенсируемых возмущениях с последующим его выполнением.

Автоматические системы управления в этих условиях строятся как централизованные и содержат два контура управления. Верхний контур получает информацию о временах прибытия и отправления по всем станциям всех поездов линии (исполненный график движения), сравнивает их с плановым или оперативно построенным графиком движения и вырабатывает управление для каждого поезда. Нижний функциональный контур выполняет заданные верхним контуром времена хода, длительности стоянок, осуществляет прицельное торможение и оборот состава, что реализуется поездными устройствами.

Системы автоматического управления функционируют под контролем СОБД, команды которого обладают высшим приоритетом. СОБД задает ограничения скорости движения поезда, вплоть до остановки. Управление, вырабатываемое верхним функциональным уровнем, должно обеспечить движение поездов со скоростями, не превышающими заданные системами безопасности ограничения. Это требование реализует безопасное движение поездов, движение «на зеленый», отсутствие задержек при срабатывании системы безопасности. Алгоритм управления верхнего уровня при задании каждому поезду линии времени хода по данному перегону должен учитывать время хода предыдущего поезда и длительность его стоянки на следующей станции с целью выполнения требования непревышения скорости, задаваемой системой обеспечения безопасности.

В частности, в централизованных системах управления движениями поездов метрополитена это обеспечивается графикоинтервальным алгоритмом управления, учитывающим зависимость ограничений управления от состояния системы и прогнозом возмущений.

Получение регулировочных характеристик аналитически встречается трудности. Эти характеристики могут быть получены на имитационной

модели. Данная статья посвящена разработке автоматической системы построения регулировочных характеристик перегонов как составной части ИТС управления движением поездов. Для нахождения регулировочных характеристик используются модели линии метрополитена, которые входят в состав тренажера поездного диспетчера, разработанного РУТ (МИИТ) для ГУП «Московский метрополитен».

https://www.elibrary.ru/download/elibrary_71237097_29062325.pdf

Некоторых аспектах автоматизации движения поездов на железнодорожном транспорте

Авторы Озеров А.В., Маршова А.С.

Одной из значимых проблем, с которыми сталкивается сегодня железнодорожная отрасль, является недостаток кадров рабочих профессий, включая машинистов. Одним из способов решения данной проблемы является передача управления транспортными средствами автоматическим системам. Технически обученный персонал в кабине больше не понадобится. Системы автоматизации не только сокращают потребность в персонале, но и повышают пропускную способность за счет уменьшения интервалов между поездами и увеличение скоростей движения.

В соответствии с классификацией, предложенной Международным союзом общественного транспорта (UITP), существует несколько уровней автоматизации движения поездов (GoA).

GoA1: Неавтоматизированное управление поездом В кабине находится машинист, который отвечает за управление поездами на основе напольной или локомотивной сигнализации, открытие и закрытие дверей, наблюдение за путем и остановку поездов в случае чрезвычайной ситуации. Кроме того, автоматическая система обеспечения безопасности движения поезда (АТР) предотвращает небезопасное движение поездов в отношении сигналов и скорости поезда.

GoA2: Полуавтоматическое управление поездом Автоматическая система управления поездом (АТО) управляет движением поезда с помощью команд ускорения и замедления. Движение поезда контролируется системой АТР. Машинист в кабине наблюдает за путем и останавливает поезд в случае опасной ситуации. Открытие и закрытие дверей может осуществляться автоматически или выполняться машинистом.

GoA3: Управление поездом без машиниста В отличие от GoA 2, в кабине нет машиниста, который следит за путем и останавливает поезд в случае опасной ситуации. На борту есть обслуживающий персонал. Безопасное отправление поезда со станции, включая закрытие дверей, может быть обязанностью обслуживающего персонала или может выполняться автоматически.

GoA4: Автоматическое управление поездом В отличие от GoA 3, на борту нет обслуживающего персонала. Поэтому безопасное отправление поезда со станции, включая закрытие дверей, должно выполняться

автоматически. Среди ожидаемых преимуществ автоматизации также находится энергоэффективность. С точки зрения снижения эксплуатационных расходов сложно дать однозначную оценку беспилотным системам управления.

Во всем мире преимущества беспилотных систем управления движением поездов используют при организации железнодорожных линий, функционирующих в режиме метро. Полностью автоматизированная эксплуатация железной дороги требует широкого спектра современных технологий. Функцию человеческого глаза берут на себя современные цифровые датчики, включающие в себя радары, лидары, видеокамеры, тепловизионные камеры, ультразвуковые датчики. Полученные от датчиков данные обрабатываются при помощи методов компьютерного зрения и технологий искусственного интеллекта, позволяющих обеспечивать своевременное обнаружение и классификацию посторонних объектов на путях, а также объединяются с другими данными, такими как высокоточная цифровая карта маршрута.

Ограниченный доступ к железнодорожной инфраструктуре и высокая стоимость создания качественных размеченных датасетов приводят к тому, что компании, разрабатывающие такие наборы данных, обычно не делают их общедоступными, что затрудняет автоматизацию. Среди открытых датасетов в области железнодорожного транспорта можно указать несколько:

- RailSem19 – 8500 изображений железнодорожных и трамвайных сцен из 38 стран;
- FRSign – 105352 изображений французских железнодорожных сигналов, размеченных рамками;
- GERALD – 5000 изображений немецких сигналов;
- RAWPED – 26000 изображений пешеходов, размеченных рамками;
- OSDaR23 – 1534 размеченных изображений и 204091 объектов для разметки.

После получения данных от различных средств технического зрения и диагностики система автоматического управления движением поезда должна принять решение о соответствующей ситуации реакции. Для этого необходимо предусмотреть различные сценарии эксплуатации беспилотного поезда, учитывающие алгоритмы работы систем и поведение персонала в обычных и нестандартных условиях. Разработанные сценарии уже нашли свое применение.

В последних числах августа 2024 года на МЦК впервые был запущен беспилотный электропоезд уровня автоматизации GoA3. Управление поездом осуществляется автоматической системой с использованием нейронных сетей, которая анализирует обстановку и принимает решение. На данном этапе машинист по-прежнему находится в кабине, выполняя функции контроля и управления дверьми при посадке и высадке пассажиров, однако впоследствии поезд будут курсировать без персонала на борту. Полностью беспилотный поезд для МЦК предполагается запустить к 2026 году, для чего необходимо

осуществить перепроектирование поезда, а также модернизацию инфраструктуры, на которой он будет эксплуатироваться.



Отдельный вопрос – внедрение технологии (решения) в производство, который касается в первую очередь производителей подвижного состава и их готовности оперативно решать задачи адаптации существующих конструкций под установку новых датчиков и оборудования, а также оперативно создавать новые локомотивы без кабины машиниста. Для полноценной комплексной оценки готовности данного инновационного решения, разумеется, должен учитываться целый ряд унифицированных параметров – обеспечивающих систем, характеризующих развитие и сбалансированность инновационного проекта. Несмотря на важность критериев УГТ, необходимо также учитывать влияние комплекса факторов, тесно взаимосвязанных друг с другом и имеющих разный уровень зрелости: бортовое и напольное оборудование, аппаратное и программное обеспечение, безопасность и производительность беспилотных перевозок, качество и эффективность «технического зрения» при различных погодных условиях и в разное время суток, релевантность нормативно-правовой базы и т.д. Чтобы объективно оценивать УГТ, необходимо основываться на наименьшем значении уровня зрелости наиболее значимого среди перечисленных выше факторов, рассматривая его в качестве лимитирующего.

Для всех беспилотных железнодорожных систем наиболее значимым фактором является безопасность перевозок, которая оказывает непосредственное влияние на оценку УГТ. Сопоставление современных тенденций развития железнодорожной инфраструктуры разных стран мира позволяет сделать вывод о том, что уровень готовности технологии необходимо оценивать с учетом изолированности системы. Применительно к уровню автоматизации GoA4 в настоящее время можно говорить об УГТ9.1 – 9.2. Одновременно с этим необходимо признать высокую интенсивность проведения научных исследований и испытаний в области беспилотных

железнодорожных перевозок, проходящих в настоящее время в Германии, Франции, Великобритании, Нидерландах, России, Китае, а также в ряде других стран.

Активный интерес к автоматизации транспорта в мире позволяет с достаточно высокой долей уверенности утверждать, что уже к 2026 году сразу в нескольких странах могут появиться пассажирские и/или грузовые поезда с уровнем автоматизации GoA3-4, выполняющие перевозки на ограниченных участках магистральных и региональных железнодорожных линий, т.е. соответствующие уровню технологической готовности УГТ9.1. Таким образом, 2026 год может стать началом нового этапа в развитии беспилотных железнодорожных перевозок. Разработанная для получения разрешений на допуск к эксплуатации полностью автоматического подвижного состава нормативно-техническая документация и внесение соответствующих изменений в законодательство станут мощным стимулом для развития рынка бортового и напольного оборудования, а также аппаратного и программного обеспечения, необходимых для организации безопасных, энергоэффективных и высокопроизводительных беспилотных железнодорожных перевозок.

Возможность участия в тендерах на поставку компонентов для железнодорожных систем с уровнем автоматизации GoA3-4 большого количества производителей оборудования не только позволит значительно снизить цены на него, но и будет способствовать появлению на рынке инновационных решений, позволяющих поднять на принципиально новый уровень технические характеристики лидаров, радаров, ультразвуковых датчиков, видеокамер и других критически важных компонентов для беспилотных поездов, а также соответствующего программного обеспечения.

Это также может оказать значительное влияние на повышение инвестиционной привлекательности беспилотных железнодорожных перевозок в целом. Что касается уровня технологической готовности УГТ9.3, означающего применение полностью беспилотных технологий на магистральных и региональных железнодорожных линиях, делать выводы о перспективах его достижения исходя из текущего состояния отрасли преждевременно. Данный вопрос напрямую связан со сроками верификации, валидации и стандартизации решений в области беспилотных поездов в разных странах мира.

https://www.elibrary.ru/download/elibrary_70541332_56443002.pdf

Обеспечение энергетической безопасности электротяги поездов на железнодорожном транспорте

Авторы М. М. Никифоров, С. Г. Шантаренко

В настоящее время в ОАО «РЖД» большое внимание уделяется вопросам энергосбережения и повышения энергетической эффективности производственной деятельности, при этом важнейшим направлением является тяга поездов, на которую приходится более 80 % затрат на приобретение компанией ТЭР. Тем не менее вопрос оперативной оценки фактической

энергетической эффективности тяги поездов в настоящее время полностью не решен. Главным образом это связано со сложным характером зависимости расхода электроэнергии локомотивом от различных влияющих факторов, что требует применения сложного математического аппарата.

Критической особенностью электротяги поездов является тот факт, что обеспечение ее энергетической безопасности зависит от надежности и бесперебойности работы электрогенерирующих мощностей энергосистем и оборудования систем внешнего тягового электроснабжения, так как на текущем уровне развития науки и техники отсутствуют доступные технологии накопления электроэнергии, которые могли бы обеспечить питание электротяги в течение сколько-нибудь значительного промежутка времени. На основе известной схемы исследования систем энергетики с позиций энергетической безопасности предложена схема исследования системы электротяги поездов с приоритетом повышения эффективности использования электроэнергии при комплексном учете технических характеристик оборудования системы тягового электроснабжения и электроподвижного состава и особенностей их взаимного влияния. Согласно этой концепции, разработана методология определения текущего (базового) уровня энергетической эффективности СТЭ и ЭПС в условиях взаимного влияния режимов их работы в границах контролируемых участков железных дорог, что определяет уровень эффективности использования электроэнергии на тягу поездов.

Для оценки эффективности использования электроэнергии на тягу поездов по счетчикам электроподвижного состава разработаны методики оценки энергетической эффективности технологий эксплуатации системы тягового электроснабжения и электроподвижного состава на контролируемых участках, применение которых позволяет определять потенциал повышения эффективности использования и снижения потерь (небаланса) электроэнергии на тягу поездов как в границах контролируемых участков, так и в границах железных дорог и в целом по сети дорог.

По результатам исследований была разработана и утверждена для использования на сети железных дорог методика оценки эффективности применения рекуперативного торможения и использования энергии рекуперации. Предложенная методика позволяет выполнять оценку величины полезно использованной энергии рекуперации, наличие которой снижает энергопотребление по тяговым подстанциям. Анализ использования энергии рекуперации показал, что наиболее эффективным вариантом является ее потребление на собственные нужды выработавшей ее подвижной единицы, а наименее эффективным – возврат энергии рекуперации в систему внешнего электроснабжения.

Для реализации концепции системы мониторинга энергетической эффективности перевозочного процесса разработаны и приняты к использованию на сети железных дорог технические требования к информационно-измерительным комплексам учета электроэнергии на

электроподвижном составе и технологические решения по их применению. Прогнозирование состояния энергетической безопасности выполняется на основе разработанного метода прогнозирования потребления электроэнергии на тягу поездов в границах работы локомотивных бригад депо с использованием анализа временных рядов. Эффективность метода определяется получением оценки потенциала использования энергосберегающих технологий выполнения перевозочной работы с учетом возможностей системы тягового электроснабжения и электроподвижного состава.

В результате проведенных исследований разработаны теоретические положения, на основе которых получены новые научно обоснованные технические и технологические решения по снижению энергетических потерь, повышению энергообеспечения, эффективности и устойчивости электротяги поездов за счет совершенствования условий взаимодействия и технологий эксплуатации системы тягового электроснабжения и электроподвижного состава, имеющие важное хозяйственное значение в области железнодорожных перевозок при реализации правительственной программы «Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2035 года» и Стратегии развития ОАО «РЖД» на период до 2030 года. Применение полученных научных положений и методов позволяет определять исходные требования для разработки технических условий на проектирование систем тягового электроснабжения, обеспечивающих энергоэффективное и устойчивое электропитание тяги поездов, выполнять оценку энергетической эффективности и корректировку технических и технологических решений по энергосберегающей эксплуатации оборудования тяговых подстанций и электроподвижного состава.

https://www.elibrary.ru/download/elibrary_71961834_63286111.pdf

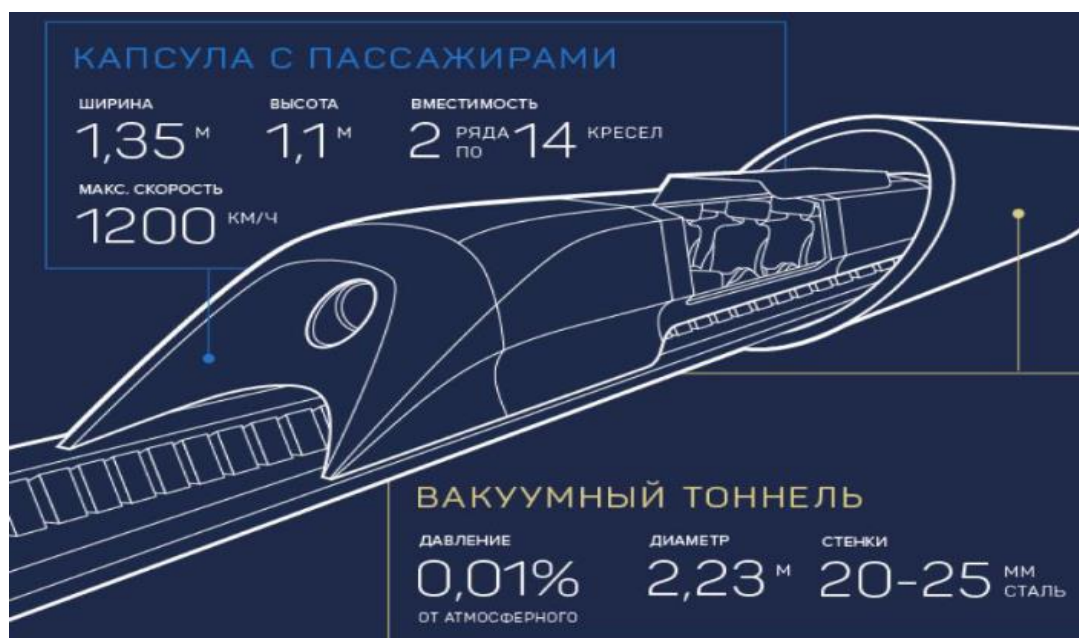
Обзор Hyperloop проекта в концепции транспорта будущего. перспективы его реализации в России

Авторы Шестов А.В., Романова Д.Р., Гордиенко И.Ю.

История Hyperloop началась в 2013 году, когда руководитель компании Tesla Илон Маск предложил футуристическую транспортную систему, которая, по мнению предпринимателя, станет заменой устаревшей идеи о скоростных поездах. Проект Hyperloop Илона Маска это сверхскоростная транспортная система, которая представляет из себя «парящие» капсулы на магнитной тяге. Соединенные между собой, капсулы на огромной скорости перемещаются в вакуумной трубе, что позволяет преодолевать расстояние в 1 200 км всего за один час. Hyperloop представляет собой цепочку капсул, напоминающих герметичные контейнеры. Капсулы перемещаются по трубе в почти полном вакууме давление в ней равняется одной тысячной нормального атмосферного давления. Эта труба обеспечивает снижение уровня сопротивления воздуха, что позволяет Hyperloop достигать высоких скоростей. Технология Hyperloop предполагает, что внутри трубы (диаметр 6,8

м) с очень разреженным воздухом (так называемый форвакуум, то есть давление в 1 тыс. раз ниже атмосферного) движется капсула аэродинамической формы. В движение капсулу приводит линейный электродвигатель. При этом капсула не касается стенок трубы, поскольку вентилятор в носовой части использует остаточный воздух для создания эффекта воздушной подушки. Капсула имеет длину около 21 метра и способна нести 2 стандартных контейнера TEU. Погрузка-разгрузка капсулы, как ожидается, будет занимать не более 15 минут. Масса капсулы вместе с грузом составит около 30 тонн.

Можно сказать, что это будет совершенно новая технология – окна дополнительной, виртуальной реальности. Это экран, который следит за движениями головы пассажира. И у сидящего внутри капсулы создаётся иллюзия, что он смотрит в обычное окно. Кроме того, внутри будет специальное освещение, чтобы у людей не было неприятного ощущения, что они находятся в замкнутом пространстве.



Ожидаемые характеристики поезда Hyperloop (согласно заявлениям Илон Маска): будет в 2 раза быстрее самолёта и в 3-4 раза быстрее скоростного поезда, время в пути от Лос-Анджелеса до Сан-Франциско (расстояние 561 км по прямой) займёт всего 30 минут; проект окажется в 10 раз дешевле по сравнению с California High-Speed Rail; транспорт не будет подвержен авариям; дорога должна работать от солнечной энергии; пассажирам не придётся подстраиваться к расписанию, ибо транспортные капсулы будут двигаться с короткими интервалами, как в метро. Ожидаемый конечный результат высокоскоростная транспортная система, которая по сравнению с обычными самолетами, поездами или автомобилями очень энергоэффективна из-за отсутствия сопротивления воздуха и сопротивления качению. Реализация концепции Hyperloop может революционизировать междугородние перевозки, поскольку она может быть быстрее, чем авиация, ее

дешевле строить, чем высокоскоростные железные дороги, она будет потреблять мало энергии, она должна быть доступной для населения и не будет зависеть от погоды.

С технической точки зрения некоторые исследователи оспаривают и потенциальную скорость Hyperloop. Эксперты считают, что скорость в 1 220 км/час может вызвать у пассажиров неприятные и пугающие ощущения. Тем не менее, первый пассажирский тест прототипа Hyperloop показал, что система безопасна. Неоднократно возникали споры и по поводу стоимости технологии. По подсчетам Илона Маска, строительство системы Hyperloop от Лос-Анджелеса до Сан-Франциско (два тоннеля и 40 капсул) будет стоить менее \$6 млрд. Тем не менее, в 2016 году Forbes опубликовал информацию о том, что, исходя из утекших данных, затраты на Hyperloop One до Сан-Франциско могут достичь \$13 млрд – это в два раза больше, чем предполагал Маск. Однако многие считают, что и эта цена занижена, и ориентировочная стоимость строительства гораздо выше – около 100 млрд. долларов. На самом деле нельзя точно сказать, во сколько обойдется создание системы Hyperloop: цена будет разная для разных маршрутов из-за особенностей местности.

В настоящее время проектом по разработке и внедрению технологии вакуумного поезда занимаются две частные компании: Hyperloop One и Hyperloop Transportation Technologies. В России планируется реализация проектов по маршрутам:

1. Строительство ветки Hyperloop по маршруту Хуньчунь (Китай) – порт Зарубино займет пять лет. Расстояние магистрали составит около 65 км. Средняя скорость капсул в вакуумной трубе может составить около 743 км/ч, а максимальная 875 км/ч. Инвестиции в строительство Hyperloop в РФ оцениваются в 1,5 млрд. долларов. На пятый год использования с помощью Hyperloop можно будет ежегодно перевозить до 19 млн. тонн зерна или до 2 млн. TEU. TEU (от англ. Twenty-foot Equivalent Unit, «двадцатифутовый эквивалент») – это условное обозначение 20-футового ISO-контейнера, предназначенного для интермодальных перевозок (на различных видах транспорта без перегрузки содержимого).

Максимальная провозная способность ветки в одном направлении составит 50 млн. тонн грузов всех типов. Проект Hyperloop на маршруте транспортного коридора «Приморье-2» оценивается как компактный, короткий по протяженности, хорошо считаемый. У этого маршрута есть перспективная база грузопотока, которая формируется на территории Китая и направляется через порт Зарубино в южные районы Китая.

2. Компания Hyperloop One, работающая над технологией высокоскоростной перевозки, рассматривает маршрут Москва-Санкт-Петербург как один из возможных проектов в России. Вакуумные трубы, по которым будет передвигаться поезд, построят над поверхностью земли.

Двигатели будут располагаться не в самом поезде, а в рельсах на расстоянии 50-70 км друг от друга. Максимальная скорость поезда – 1200 км/ч, а средняя – около 965 км/ч.

Таким образом, теоретически, расстояние между Москвой и Санкт-Петербургом, которое составляет около 720 км, пассажиры Hyperloop преодолеют за 36-45 минут.



При всех недостатках, данный вид транспорта остается наиболее универсальным, прочным и экономичным. Таким образом, в недалекой перспективе капсулу планируется использовать для перевозки пассажиров внутри специальных закрытых вакуумных магистралей со скоростью более 1000 километров в час.

https://www.elibrary.ru/download/elibrary_71305639_39375741.pdf

О современном состоянии высокоскоростных магистралей в мире и перспективах их появления в России

Авторы Лапыгина В.П., Куклева Н.В.

Развитие инфраструктуры высокоскоростных магистралей является важным фактором для улучшения транспортной доступности, стимулирования экономического роста и улучшения связей между регионами. Принятая Транспортная стратегия Российской Федерации включает в себя положения, согласно которым в нашей стране до 2030 г. должны появиться скоростные и высокоскоростные железнодорожные магистрали. И если в области организации скоростного движения по реконструированным магистралям отечественные железные дороги имеют уже достаточно большой многолетний опыт и действующие к настоящему времени маршруты, то в области реализации высокоскоростного движения Россия еще в начале пути. Вместе с тем, развитие высоко скоростных специализированных магистралей

(ВСМ) является мировым трендом на протяжении уже почти шестидесяти лет, и вступление в этот «клуб» для страны с самыми большими расстояниями является лишь вопросом времени.

Если проанализировать последние данные, то высокоскоростные специализированные магистрали имеют более 20 стран, причем первое место с большим отрывом занимает Китай, опережая, в том числе и родоначальницу ВСМ – Японию. В настоящее время в Китае эксплуатируется более 40 тыс. км высокоскоростных магистралей, что составляет порядка 68 % от протяженности всех мировых ВСМ. Также в Китае действуют самые длинные магистрали, например, Пекин – Шанхай (1318 км), Западный Ланьчжоу – Южный Урумчи (1785 км). Максимальные скорости движения, реализуемые на ВСМ в Китае, составляют 350 км/ч для системы «колесо – рельс» и 430 км/ч – для железнодорожных линий на магнитном подвесе («Maglev»). За 2021 г. высокоскоростными поездами было перевезено более 1,9 млрд пассажиров. И Китай не собирается останавливаться в развитии ВСМ – строятся и проектируются новые высокоскоростные железнодорожные линии. Причем Китай не только строит ВСМ в своей стране, но и помогает другим странам. Так, в 2023 г. в Индонезии с использованием китайских технологий была построена первая ВСМ протяженностью почти 143 км, которая соединила города Джакарта и Бандунг. Поезда теперь будут преодолевать расстояние между этими городами за 42 минут вместо 3 часов. Япония – родина ВСМ – на весь мир знаменита своей сетью высокоскоростных магистралей «Shinkansen», которые считаются одними из лучших и самых безопасных в мире. Однако по протяженности ВСМ она занимает третье место в мире. Максимальные скорости высокоскоростных поездов составляют до 320 км/ч. За 2021 г. на ВСМ было перевезено более 184 млн пассажиров.

В новейшей истории России первым глобальным проектом стал проект магистрали между Москвой и Казанью, согласно которому поезда должны были развивать скорость до 400 км/ч, что значительно сократило бы время в пути – с более чем 14 часов до 3,5 часов, обеспечивая комфортабельное и быстрое путешествие для пассажиров.



Также Россией совместно с Казахстаном рассматривался проект «Евразия», целью которого является создание ВСМ, соединяющей Москву, Астану и Алма-Ат. Реализация данного проекта позволила бы улучшить транспортные связи между двумя странами, обеспечивая более быстрое и удобное перемещение для пассажиров, а также существенно сократить время в пути между указанными городами, способствуя развитию экономических и культурных отношений между Россией и Казахстаном.

Для реализации планов высокоскоростного движения в России вновь стал прорабатываться вопрос о строительстве отдельной высокоскоростной специализированной магистрали между Санкт-Петербургом и Москвой, при использовании опыта и последних достижений стран-участников высокоскоростного движения, но с применением отечественных разработок.



В перспективе рассматривается возможность строительства высокоскоростной железнодорожной магистрали между Москвой и Минском, для чего планируется продлить трассу ВСМ Санкт-Петербург-Москва. 14 марта 2024 г. в России началось строительство высокоскоростной магистрали сообщением Москва-Санкт-Петербург, в эксплуатацию ее планируется запустить в 2028 г. Благодаря данной магистрали должен увеличиться пассажиропоток и уменьшиться время в пути до 2 ч 15 мин.

Планируется, что поезда будут следовать со скоростью около или даже больше 400 км/ч. При этом планируемые интервалы между поездами должны составить 10-15 мин. В марте 2024 г. был представлен дизайн новых высокоскоростных поездов, которые будут курсировать на первой в России ВСМ Москва-Санкт-Петербург, после того как она будет построена и введена в эксплуатацию. Сами поезда должны быть разработаны и представлены к 2027 г.



В целом, высокоскоростные магистрали ставят перед Россией новые задачи и открывают новые горизонты и возможности для развития в XXI в. Доведение данного проекта до логического завершения позволит нашей стране не только и не столько формально вступить клуб стран, реализующих высокоскоростное движение, сколько получить новый импульс в инновациях, технологии организации перевозок не только пассажиров, но и грузов, и в конечном итоге, экономике.

https://www.elibrary.ru/download/elibrary_69193074_87255532.pdf

Новые подходы к проектированию и строительству железных и автомобильных дорог в криолитозоне

Авторы Сахаров И.И., Кудрявцев С.А., Парамонов В.Н., Вальцева Т.Ю.

Изменение политической ситуации в 2022 году, заставляет в короткие сроки переориентировать экономику России на страны Востока и, прежде всего Китай. Сложившаяся ситуация означает, что дороги широтного направления становятся всё более востребованы, в том числе в долгосрочной перспективе. При этом различные взаимодействия и коммуникации вблизи границы с Китаем приобретают ярко выраженное коммерческое значение, а северный широтный ход должен будет укрепить, прежде всего, военный потенциал нашего государства.

Таким образом, в настоящее время строительство нескольких дорог различного назначения, прежде всего железных, как обеспечивающих максимальный объем перевозок грузов и пассажиров, является острой необходимостью. Однако такие затратные объекты строительства должны выполняться с обязательным учетом современных требований к перспективным скоростям и интенсивности перевозок, принимая во внимание самые новые мировые современные конструктивные и технологические решения. Дороги широтных направлений в России характеризуются достаточно большой протяженностью.

При этом наиболее важным является то обстоятельство, что на значительных участках и направлениях (а северный широтный ход даже на всем протяжении) дороги прокладываются в криолитозоне, то есть при залегании в их основании вечномёрзлых грунтов. Особенностью таких вечномёрзлых грунтов являются происходящие в них различные процессы, приводящие к деформации оснований и потере устойчивости насыпей при их постепенном растеплении. Традиционные методы и способы сокращения до минимума такой деградации вечномёрзлых грунтов (охлаждающие трубы, скальные насыпи, бермы и наброски, сезонные охлаждающие устройства и др.) не способствуют сохранению мерзлого состояния проблемных грунтов основания, что становится особенно очевидным при повсеместно отмечаемом на Севере потеплении, повышении среднегодовых температур наружного воздуха. Немаловажным является также тот факт, что широко используемые в северном строительстве сезонные охлаждающие устройства (СОУ), для зданий, а также для нефтегазовых объектов, способны эффективно работать только при существенном движении воздуха у конденсаторов, в то время как вблизи дорог, особенно после их обязательной систематической расчистки от снежного покрова, может отмечаться полное безветрие.

Таким образом, возникает необходимость в разработке новых конструктивных решений, которые максимально сократят или полностью ликвидируют деформации оснований конструкций железных и автомобильных дорог в виду деградации мерзлых грунтов. Необходимо отметить, что аварийность железных дорог Севера и Сибири в Российской Федерации чрезвычайно высока и продолжает неуклонно расти с течением времени. Происходит искривление рельсового пути при осадках насыпи, крен опор контактных сетей, неэффективность сезонных охлаждающих устройств при малых скоростях ветра.

Руководство ОАО «Российские железные дороги» предполагает, прежде всего, резко интенсифицировать движение поездов. При этом озвучиваются также предложения по изменению конструкций вагонов с увеличением нагрузок на оси. Также, помимо увеличения осевых нагрузок, резко должны возрасти скорости движения поездов. Вместе с тем, указанные предложения должны предусматривать внедрение новых технологий по строительству, ремонту и эксплуатации объектов инженерной инфраструктуры. Такая необходимость обоснована тем, что значительное увеличение нагрузок на деградирующее многолетнемерзлое основание насыпей приведет к еще большим осадкам, в том числе за счет ползучести, которые нет возможности устранить под штопкой и отсутствие возможности оперативного ремонта при частом следовании поездов груженых длинномерными составами.

Рассмотрим, каковы должны быть параметры железнодорожных путей при заявленных проектных нагрузках, интенсивности движения и сокращении интервалов движения. Очевидно, речь должна идти о дорогах со скоростями движения более чем 300 км/час, то есть о высокоскоростных магистралях (ВСМ). К таким транспортным артериям предъявляются очень жесткие

требования по предельным осадкам (20–30 мм) и углу перелома профиля (10/00), то есть ограничения, не виданные ранее в дорожном строительстве.

Рассмотрим основные преимущества устройства эстакад по сравнению с традиционными решениями, представленными насыпями. Таковыми являются следующие:

1. Простота инженерных изысканий.
2. Простота проектирования.
3. Полная консервация мерзлоты.
4. Простота ремонта.
5. Соблюдение экологических требований.
6. Длительность безремонтной эксплуатации.

Строительство эстакадных путей предполагает возведение отдельно стоящих опор на естественном основании или на сваях, что является достаточно простой и легкорезализуемой задачей. В необходимых случаях возле опор возможно применение сезонных охлаждающих устройств, что также не вызывает затруднений. Существенно более трудной задачей является технология монтажа пролетных строений. В этом случае целесообразно использовать опыт наших ближайших соседей Китая. Китай имеет большой опыт строительства подобных эстакад.



Для монтажа пролетных строений китайцы в последнее время используют мостоукладчик SLJ900/32 размерами 90 м в длину, 9 в ширину и 8 м в высоту. Этот гигант весом более 580 т способен укладывать пролеты весом до 900 т. Вместо использования гусеничного крана SLJ900/32 сам становится на следующую опору и толкает балку пролетного строения под собой, пока она не встанет на место.

Заметим, что к настоящему времени с помощью описанной технологии в Китае построено более 17 000 км качественного дорожного полотна. Таким образом, при применении такой технологии, может быть и с участием коллег из Китая, многие участки ВСМ в России могут быть быстро возведены.

Многопролетные пролетные строения эстакад должны иметь повышенные параметры прочности в сочетании с меньшим весом. Снижение нагрузки пролётного строения на опоры мостов и на многолетнемерзлые основания за счёт снижения средней плотности бетона можно использовать для увеличения длины пролёта с последующей корректировкой типового проекта мостового сооружения по числу опорных конструкций. Так, нагрузка одного пролётного строения из тяжёлого бетона на опорные конструкции с типовыми размерами снижается в 1,7 раза по сравнению с изготовленным из высокопрочного легкого бетона. Благодаря сочетанию свойств конструкционного лёгкого бетона обеспечиваются широкие возможности при проектировании и высокая экономическая эффективность строительства за счёт увеличения полезной нагрузки конструкций, улучшения сейсмостойкости пожаробезопасности, возможности уменьшения сечения конструкций, снижения материалоемкости (бетона и арматурной стали), а также дополнительные преимущества при транспортировке и монтаже сборных элементов.

Развитие Байкало-Амурской магистрали и Транссиба, предусматривающее резкое увеличение интенсификации и скоростей движения должно опираться на передовые методы проектирования и строительства. Высокоскоростные магистрали, которые позволяют пропускать поезда при скоростях порядка 300 км/час и более, выставляют ограничения по осадкам путей не более 3 см, что требует категорического применения таких конструкций, как эстакады. Эстакады, помимо обеспечения заявленных скоростей и интервалов движения, позволяют минимизировать объемы инженерных изысканий, а также резко упростить проектирование всех элементов высокоскоростных магистралей. Технология строительства высокоскоростных магистралей в криолитозоне может быть увязана с опытом строительства, отработанного в Китайской Народной Республике.

https://www.elibrary.ru/download/elibrary_71000371_65425698.pdf

Изменение характера работы железнодорожных узлов в условиях внедрения новых технологий перевозок

Авторы Вакуленко С.П., Калинин К.А.

На конфигурацию, структуру и развитие транспортного, в том числе железнодорожного узла непосредственно оказывает технология организации перевозок. Возрастающая конкуренция с автомобильным транспортом в грузовом сообщении и авиационном в пассажирском, изменения в рыночной конъюнктуре, контейнеризация перевозок грузов приводят к снижению эффективности функционирования существующей железнодорожной системы, что непосредственно сказывается на работе железнодорожных узлов как крупнейших структурных элементов этой системы. Для повышения конкурентоспособности железнодорожного транспорта в целом, возвращения потерянной грузовой базы и перераспределения пассажиропотока с других видов магистрального и городских видов транспорта необходимы новые разработки в области организации перевозок.

Повышение конкурентоспособности железнодорожного транспорта в грузовых перевозках возможно при внедрении различных видов ускорения продвижения материальных потоков железнодорожным транспортом, введение в массовое обращение поездов, обеспечивающих перевозку немассовых видов грузов и проследующих свой маршрут по расписанию, без переформирования состава с высокой маршрутной скоростью. Ключевым отличием от существующей технологии работы с грузовыми поездами заключается в технологической возможности проведения грузовых операций на станции без переформирования поездов. Это становится возможным благодаря тому, что длина грузовых фронтов для работы с такими поездами соответствует длине составов.

Соответственно внедрение и широкое распространение на сети железных дорог ускоренных грузовых поездов неизбежно приведет к необходимости пересмотреть роль и технологические задачи железнодорожных узлов. Выделяют пять способов ускорения грузовых перевозок на железнодорожном транспорте:

- 1) контейнеризация и пакетирование грузов;
- 2) простая маршрутизация перевозок;
- 3) циклическая маршрутизация перевозок;
- 4) организация маршрутных ускоренных контейнерных поездов по жёстким ниткам графика;
- 5) перевозка грузов в вагонах почтово-багажных поездов, курсирующих по жёстким ниткам графика.

Грузовыми сервисами, вобравшими в себя новейшие эксплуатационные подходы, являются «Грузовой экспресс», «Ускоренные грузовые перевозки» и «Холодный экспресс». Эти сервисы предназначены для привлечения на железнодорожный транспорт тарно-штучных, высокодоходных и скоропортящихся грузов и перевозке их с конкурентоспособной скоростью на основных магистральных направлениях. Под услугой «Грузовой экспресс» понимается услуга по резервированию вагоно-мест и доставке на определенном участке в пути следования грузов или порожних вагонов, контейнеров в составе грузового поезда установленного веса и длины, на заданном маршруте с повышенной маршрутной скоростью (более 550 км/сут)». Грузовые поезда следующие по технологии «ускоренных грузовых перевозок» являются поездами постоянного формирования, т.е. это поезда не меняющие свой состав в пути следования, но с сохранением технологической возможности осуществления грузовых операций на попутных по маршруту следования станциях.

Технология «Холодный экспресс» предполагает ввод в постоянное обращение поездов, специализированных для перевозки рефрижераторных контейнеров, следующих по заранее сформированному маршруту с промежуточными остановками, для выполнения грузовых технологических операций с контейнерами в крупнейших городах, без переформирования состава. Перевозка грузов в поездах «Холодный экспресс» производится в

крупнотоннажных контейнерах, погруженных на сцепы из специализированных фитинговых платформ. При интенсификации пассажирской работы в крупнейших железнодорожных узлах, без специализации главных путей по видам сообщения становится технологически невозможным пропуск полносоставных или полновесных (в соответствии с заданными ограничениями по инфраструктуре) грузовых поездов в общем потоке. Из-за значительной разницы в динамических характеристиках движения таких поездов по сравнению с пригородными или пассажирскими поездами дальнего следования возникает необходимость в изменении подходов к внутриузловым перемещениям грузовых вагонов.

Грузовые поезда, сформированные в соответствии с инфраструктурными ограничениями, следующие транзитом через железнодорожный узел пропускаются преимущественно по грузовым обходам, прибывающие в расформирования прибывают на внутриузловую сортировочную станцию. Для внутриузловых перемещений вагонов целесообразно формирование поездов меньшей составности, для достижения сопоставимых динамических и скоростных характеристик с пригородными и пассажирскими поездами–шаттл-поезда.

Шаттл-поезд – грузовой поезд уменьшенной составности, предназначенный для внутриузловых перемещений вагонов и подачи их на станции и логистические терминалы, где в качестве ограничений на длину поезда выступают не инфраструктурные ограничения, а технологические ограничения, принимаемые при составлении технологических документов работы железнодорожного узла. Так в качестве ограничений для шаттл-поездов принимаются: минимальные требования к допустимому ускорению, торможению и скорости проследования поезда по участку, для пропуска грузового поезда в общем потоке с пассажирскими, в случае отсутствия на станции назначения или логистическом терминале потребной инфраструктуры для проведения переформирования шаттл-поезда, его длина ограничивается длиной фронта подачи.

Внедрение инновационных подходов к грузовым перевозкам могут сократить срок доставки груза до 60-70%, что позволит повысить конкурентоспособность железнодорожного транспорта и привлечь новую грузовую базу, однако внедрение этих сервисов требует пересмотра подходов к задачам и оснащению железнодорожных узлов. Поэтому при построении, расчете и оптимизации транспортных узлов, моделировании их работы необходимо учитывать возможность работы с грузовыми поездами по инновационным технологиям. Принятая технология пропуска грузовых поездов различных категорий, и их взаимное расположение в графике движения поездов с другими категориями поездов на участках со смешанным движением непосредственно влияет на качество выполнения принятого графика движения поездов. Поездная работа на сети железных дорог, на участках примыкания к крупнейшим железнодорожным узлам распределена неравномерно. Проведенный анализ распределения количества нарушений

ГИД и приведенной продолжительности простоев показывает, что наибольшее количество нарушений за рассматриваемый период приходится на дирекцию тяги и дирекцию моторвагонного подвижного состава, по абсолютному количеству нарушений дирекция движения занимает шестое место, при этом по приведенному простоям на один поезд, нарушения, связанные с управлением движения на участках, примыкающих к крупнейшим станциям дирекция движения занимает второе место.

Таким образом, эффективная организация работы участков с интенсивным движением в крупнейших железнодорожных узлах позволит влиять на наиболее весомые параметры и причины возникновения простоев грузовых поездов.

https://www.elibrary.ru/download/elibrary_69205632_90444314.pdf

Завершены испытания тележки тепловоза 2ТЭ35А

На «Уральских локомотивах» завершились приемосдаточные испытания тележки для нового магистрального тепловоза 2ТЭ35А. Впервые в отечественном тепловозостроении на тележку установлен асинхронный тяговый привод, применена однозубчатая передача, а также использованы цельнокатаные колеса. Ранее такие технические решения на магистральных тепловозах не применялись. Две тележки уже отправлены на Людиновский тепловозостроительный завод, где идет сборка первого образца локомотива. Сертификацию тележка пройдет в составе готовой машины.



Испытания прошли на территории завода под контролем специалистов Центра технического аудита ОАО «РЖД». В ходе контрольных мероприятий было определено соответствие множества показателей требованиям конструкторской документации и нормативных документов для установления пригодности изделия к использованию. Специалисты провели полную оценку сопроводительной документации. Также основные элементы тележки (рама

двухосной тележки и промежуточная рама) прошли исследования на прочность во Всероссийском научно-исследовательском и конструкторско-технологическом институте подвижного состава (АО «ВНИКТИ»). В ходе усталостных и ресурсных испытаний рамы выдержали 10 млн. циклов нагрузки под специальным прессом, чтобы подтвердить надежность конструкции и верность предварительных расчетов.

Тележка для тепловоза 2ТЭ35А была разработана конструкторами завода совместно со специалистами Научно-исследовательского центра СТМ. Она четырехосная, состоит из двух двухосных тележек, объединённых промежуточной рамой. Такая конструкция обеспечивает плавность поворота локомотива, уменьшает износ колес. В тормозной системе тележки внедрена одна из новых разработок конструкторов «Уральских локомотивов» – тормозной колодочный блок. В двух вариантах исполнения – со стояночным пружинным тормозом и без него – два тормозных блока устанавливаются для каждой колесной пары и реализуют двустороннее нажатие колодок на колесо. Данное техническое решение позволило сократить количество подвижных деталей тормозной рычажной передачи. Опыт использования этой разработки успешно зарекомендовал себя на электровозе 3ЭС8 «Малахит».

Тепловоз 2ТЭ35А спроектирован для эксплуатации на не электрифицированных участках БАМа и Транссиба. Опытный образец планируется выпустить до конца текущего года.

<https://eivis.ru/browse/issue/14309682/viewer?udb=12&page=31>