



Ежеквартальный дайджест перспективных  
технологий развития отраслей транспорта

IV КВАРТАЛ 2021

**Раздел Перспективные технологии  
развития отрасли железнодорожного  
транспорта**

Будущее поставят на рельсы.....	4
Общий план на все дороги. Главные пункты Концепции стратегического развития железнодорожного транспорта.....	7
Цифровые приоритеты. Какие технологии совершат революцию в транспортной отрасли .....	8
Перспективы научно-технологического развития железнодорожных компаний.....	9
Перспективы грузовых высокоскоростных перевозок. Первый китайский высокоскоростной грузовой поезд.....	14
Перспективы грузовых высокоскоростных перевозок. Новые китайские поезда специального назначения.....	18
Компания Talgo (Испания) создаст новую силовую установку для моторвагонных поездов.....	21
Компания Stadler (Швейцария) изготовит 10 гибридных маневровых локомотивов.....	21
Об энергосберегающих технологиях в перевозочном процессе.....	22
Технические решения по автономному подвижному составу.....	25
На высокоскоростной линии Тохоку Синкансен планируется увеличить максимальную скорость движения поездов.....	28
DB и Siemens представили автоматизированный поезд для S-Bahn Гамбурга.....	29
Progress Rail и Norfolk Southern испытывают экологичный локомотив..	30
Инновационная интеллектуальная система управления перевозочным процессом.....	31
Италия: обновление парка диагностических поездов.....	34
Выявление дефектов рельсов при помощи электромагнитного поля.....	37
Железные дороги Индии планируют переводить на солнечную энергию.....	40

В Германии скоро начнут курсировать поезда с тяговыми аккумуляторами.....	41
Alstom и Plastic Omnium разработают технологии хранения водорода...	42
На выставке TRAKO представлен польский локомотив на водородном топливе.....	42
Progress Rail разработает магистральный локомотив на водородном топливе.....	43
Таиланд намерен переходить на тяговые аккумуляторы.....	43
PJM завершила разработку системы автоматического опробования тормозов.....	44
Thales и канадский стартап разработают технологию для беспилотных поездов.....	44
Thales разработает для Network Rail систему распределенного акустического зондирования.....	45
Моделирование взаимодействия токоприемника и контактной сети.....	46
Экономичный контактный провод для высокоскоростных линий.....	47
Применение газомоторного топлива на специальном подвижном составе.....	48
Цифровая трансформация как инструмент для повышения качества рельсов.....	51
Локомотивы «Синары» следуют курсом экологической стратегии РЖД.....	54
О путях достижения углеродной нейтральности в дирекции тяги.....	56
О реализации проекта запуска на Сахалине поездов на водородных топливных элементах.....	60
Автоматический стояночный тормоз подвижного состава.....	61
Инновационные методы выявления дефектов на примере вибродиагностики подшипников.....	64
Смотр технологий устойчивого развития.....	67
Вагоны-хопперы нового поколения соответствуют высоким стандартам экологии.....	71
Минтранс России разработал отраслевую стратегию цифровой трансформации.....	72
Уралвагонзавод подтвердил высокое качество полувагона 12-196-02....	74
Холдинг СТМ презентовал опытный образец скоростной фитинговой платформы.....	75
На Уралвагонзаводе будет уникальный испытательный стенд.....	78
Двухэтажные вагоны проекта «2020» прошли сертификацию и вышли на линию.....	79
Квантовые технологии. От теории к практике.....	81
Беспилотные поезда: быть или не быть?.....	82
Совершенствование тягового подвижного состава на основе современных технологий энергосбережения.....	85
Названа дата запуска беспилотного поезда в России.....	86

Аккумуляторная тяга на железной дороге.....	86
В Японии тестируют пассажирский поезд-беспилотник .....	90
Переход к беспилотным поездам. Текущие вызовы и пути решения.....	91
Разработка систем для автономного подвижного состава.....	94
Технология «Виртуальная сцепка» для интервального регулирования движения поездов.....	99
Инновационные технологии обеспечения безопасности движения на основе оптоволоконной сенсорики.....	102
Локомотив на водороде и гибридные двигатели – все это живые настоящие проекты.....	106
Водородный электропоезд: «зеленая» инновация с большими перспективами.....	107
Водородные локомотивы могут быть дешевле дизельных. Но в РЖД пока ждут подтверждения их экономической эффективности.....	110
Во Франции представили уникальный поезд на водородном топливе...	113
РЖД, Росатом и Трансмашхолдинг запустят на Сахалине первый водородный поезд к 2024 году.....	114
В Японии запустят первый в мире автобус-поезд.....	117
Суперкары отдыхают: самые быстрые поезда в мире.....	118
Водородная тяга .....	121
Повышение энергоэффективности и перспективы использования водородных топливных элементов на железнодорожном транспорте.....	122
Перспективы развития железнодорожного транспорта.....	122
Китай продемонстрировал маглев, способный развивать скорость 600 км/ч.....	127

## Будущее поставят на рельсы

Автор К.Клепча Пространство 1520 ждет существенная трансформация: переход от угля к международному транзиту. Для этого необходимо модернизировать всю железнодорожную сеть. Ожидая мощнейший спрос на новые технологии, уже сейчас в Казахстане, развивается железнодорожный кластер Railways Systems KZ/

В середине ноября Совет глав правительств СНГ одобрил Концепцию стратегического развития железнодорожного транспорта на пространстве 1520 до 2030 года. Среди ключевых моментов концепции – расширение сети маршрутов и терминалов в СНГ, цифровизация и автоматизация, увеличение пропускной способности на границах, развитие скоростного и высокоскоростного сообщения.

Задачи важные – для многих стран Содружества железнодорожный транспорт на сегодняшний день главная транспортная артерия, а значит и экономическая. Например, в России по итогам прошлого года в общих грузоперевозках доля железнодорожного транспорта составила 47,2%. По данным ИПЕМ, для Белоруссии этот показатель - 37%, для Казахстана - 41 %.

При этом железнодорожный транспорт переживает не лучшие времена. Как отмечают в своем обзоре Ernst & Young, рынок Ж/Д грузоперевозок начал снижаться в 2019 году, в 2020 в связи с пандемией и сокращением мировой торговли тенденция усилилась. Просели высокодоходные грузы – черные металлы и лом. Также снизилась погрузка угля – при этом он в принципе занимает высокую долю в структуре российского грузопотока, который стабильно обеспечивает высокую загрузку сети. «Зеленая» повестка в перспективе будет снижать спрос на уголь.

На этом фоне вперед выбивается перевозка грузов в контейнерах – сегодня это самое перспективное направление для дальнейшего развития. Причем речь о транзитных перевозках, между Европой и Азией.

Эксперты отмечают, что грузоотправители все больше обращают внимание на этот транспортный коридор вместо традиционного морского.

У Ж/Д перевозок есть неоспоримые преимущества: в среднем, по ж/д путям контейнер из Китая в Европу идет девять дней, морем – в три раза дольше. Поэтому сегодня пространство 1520 как никогда стремится стать единым удобным путем для транзитных контейнерных перевозок. Но тут встает ряд вопросов с увеличением пропускной способности дорог. Для этого можно либо увеличить нагрузку на ось, чтобы за раз перевозить больше. Либо увеличить скорость передвижения состава.

Все варианты требуют серьезной модернизации все системы – от шпал и жд осей до увеличения числа инновационных вагонов.

Сегодня пространство 1520 для развития и укрепления сети имеет все необходимое: и политическую волю, и что самое главное – соответствующие

технологии и инновационные производства. При этом конкурируют не только российские предприятия, но и других стран СНГ.

Один из игроков рынка пространства 1520 - железнодорожный кластер Railways Systems KZ. Сейчас в его составе пять инновационных предприятий, занимающихся выпуском продуктов железнодорожной промышленности и машиностроения.



Кластерный подход дает ощутимые преимущества производителям. Во-первых, предприятия территориально располагаются близко друг к другу, что позволяет снизить издержки. Они обеспечивают друг друга продукцией и дают возможность формировать более комплексные контракты. Сегодня заводы кластера ведут практически полный набор операций, необходимый для обслуживания железнодорожного транспорта. В долгосрочной перспективе в планах – открыть литейное производство и обеспечить полный цикл производств, от электрозаготовки до готовых колесных пар. Это даст защиту от изменения цен на базовое сырье – стальную заготовку и повысит экологичность производств.

Во-вторых, совместное пользование ресурсами. В том числе трудовыми.

В кластере делают ставку на цифровизацию и автоматизацию процессов. Предприятия кластера одними из первых ввели стандарты «Индустрии 4.0». Среди внедряемых решений - распространении искусственного интеллекта и анализ Big Data.

На заводе по выпуску железнодорожных осей и сборке колесных пар более 90 % работ автоматизировано. Автоматизация всех процессов, цифровизация производства – это те вопросы, которые сегодня стоят в целом перед промышленностью по всему миру. В таких условиях преимущество за

более молодыми предприятиями – они изначально работают с новыми технологиями, а все предприятия еще на стадии планирования производства сразу же закладывают установку автоматизированных линий и конвейеров.

В дальнейших планах это объединение на единой цифровой платформе всех предприятий, Это подразумевает и учет затрат, и отслеживаемость, и ремонт оборудования. Это позволит создать уже не цифровой двойник производства, а целого кластера – что, очевидно, можно рассматривать как инновацию мирового уровня.

Цифровизация и автоматизация обеспечивают кластеру высокий уровень качества, исключают человеческий фактор из производства. Роботы могут работать круглосуточно, роботы не устают повторять одни и те же операции. Кроме того, они снижают зависимость от людских ресурсов.

Впрочем, замена ручного труда на производственных участках роботами, не лишает специалистов рабочих мест в компании. На предприятиях кластера работает более двух тысяч человек и это высококвалифицированные кадры.

Надо понимать, что рынок железнодорожного машиностроения развивается скачкообразно и зависит от инвестиционных программ национальных железнодорожных операторов, конъюнктуры рынка ресурсов и т.д. Например, если посмотреть на производство цельнокатаных колес, то профициты сменяются дефицитами. Так, наблюдался настоящий кризис спроса, когда на рынок поступил большое количество б/у колес со списанных вагонов. Производителям пришлось затянуть пояса и законсервировать мощности.

Железнодорожная отрасль, как и вся промышленность, на пороге больших изменений: применение инновационных технологий, снижение влияния на окружающую среду – вот главные тренды, задающие направления развития.

Поэтому в приоритет у кластера внедрение энергосберегающих технологий и уменьшение различных выбросов.

Railways Systems KZ стремится к экологической открытости и ответственно относится к вопросу охраны окружающей среды. На всех предприятиях ведётся мониторинг эмиссий в атмосферный воздух, заключены договоры на передачу всех видов отходов производства и потребления.

На предприятиях есть линия по очистке воды, которая производит порядка девяти операций и в итоге дает чистую воду, которая потом возвращается в процесс производства.

Из основных отходов кластера – металлический стружка и лом. В будущем кластер может перейти на практически безотходное производство за счет открытия литейного предприятия. Это позволит использовать лом самостоятельно, а компании полностью закрыть производственно-экологический цикл.

<https://expert.ru/2021/12/6/buduscheye-postavyat-na-relsy/>

## **Общий план на все дороги. Главные пункты Концепции стратегического развития железнодорожного транспорта**

Совет глав правительств СНГ одобрил Концепцию стратегического развития железнодорожного транспорта на пространстве 1520 до 2030 года. Подготовкой документа занималось АО «Институт экономики и развития транспорта» (АО «ИЭРТ»).

Зачем потребовалось создать единый для всех стран документ?

В странах пространства 1520 на национальном уровне действуют свои планы по стратегическому развитию железнодорожного транспорта. Основной целью Концепции является реализация согласованных подходов к стратегическому развитию железнодорожного транспорта всего пространства 1520, выработка мер, направленных на повышение конкурентоспособности железнодорожного транспорта за счёт согласованного решения приоритетных задач. Это должно позволить осуществить как дальнейшую взаимную интеграцию железных дорог с шириной колеи 1520 мм, так и повышение их конкурентоспособности на евро-азиатском рынке транспортных услуг.

В Концепции учтены положения основных документов, определяющих направления стратегического развития транспортного комплекса государств – участников СНГ и всех стран с шириной железнодорожной колеи 1520 мм.

Основные положения документа предполагают реализацию мероприятий по постепенному переходу к новым информационным технологиям; цифровизацию технологических процессов, совершенствование системы управления перевозочным процессом и взаимодействия с другими видами транспорта; совершенствование нормативно-правового обеспечения технологических процессов; совершенствование работы межгосударственных стыковых пунктов; развитие транспортной инфраструктуры и совершенствование технической базы железнодорожного транспорта; развитие скоростного и высокоскоростного сообщения; повышение уровня транспортной логистики и дальнейшее развитие международных транспортных коридоров.

Реализация закреплённых в Концепции приоритетных направлений позволит в перспективе перейти на новый уровень взаимодействия между транспортными системами государств пространства 1520, нарастить объёмы международного транзита, укрепить позиции пространства 1520 как одного из ключевых центров экономического развития на Евразийском континенте.

ОАО «РЖД» активно развивает инфраструктурные возможности и реализует комплексные инвестиционные проекты для обеспечения растущих мультимодальных перевозок в сообщении с морскими портами. Внедряются транзитные сервисы перевозки контейнеров в сообщении между Европой и Азией и развиваются другие направления международных транспортных коридоров. Созданы инструменты электронного обмена данными с партнёрами, клиентами и государственными контролирующими органами при

организации перевозок внешнеторговых грузов, что позволяет повысить скорость обработки документов, эффективность работы стыковых пунктов, скорость доставки грузов.

На отдельных направлениях развивается тяжеловесное движение грузовых поездов, что позволяет увеличить провозную способность и повысить эффективность работы железных дорог.

ОАО «РЖД», как одной из крупнейших транспортных компаний мира, принят курс на использование наилучших доступных технологий и повышение экологичности железнодорожных перевозок.

<https://gudok.ru/content/blits/1586540/>

## **Цифровые приоритеты. Какие технологии совершат революцию в транспортной отрасли**

Пилотный проект внедрения интеллектуального помощника маневрового диспетчера сократил время простоя вагонов на 25%



24 ноября, АНО «Цифровая экономика» провела онлайн-конференцию «Цифровая среда: CDO Leaders Meeting. Тренды 2022 года». Принимавший в ней участие заместитель генерального директора ОАО «РЖД» Евгений Чаркин назвал приоритетные направления трансформации холдинга в 2022 году: развитие матрицы данных, интеллектуальные решения, гиперавтоматизация и цифровая безопасность.

Основой обсуждения стал доклад исполнительного партнёра российского филиала консалтинговой компании Gartner Максима Григорьева. По его мнению, стратегическими направлениями цифровизации в 2022 году станут развитие инженерии искусственного интеллекта и внедрение его генеративной разновидности (способной самостоятельно производить аудио-, видео- и текстовый контент), развитие автономных систем и технологий распределённого предприятия, гиперавтоматизация, повсеместное применение интеллектуальных решений (систем, помогающих человеку принимать решения на основе компьютерного моделирования), производство



компонуемых приложений, внедрение полностью облачных платформ, развитие конфиденциальных вычислений, сетей кибербезопасности и более широкая интеграция данных компаний и их партнёров, а также оптимизация доступа к ним (технология так называемой матрицы данных).

Актуальность развития в 2022 году матрицы данных в сфере железнодорожного транспорта подтвердил заместитель генерального директора РЖД Евгений Чаркин. В Стратегии цифровой трансформации ОАО «РЖД» эффективное использование и монетизация массивов данных, накапливаемых в ходе функционирования железных дорог, являются приоритетом.

Внедрение интеллектуальных решений (таких как интеллектуальный помощник диспетчера или системы планирования маршрутов и оптимизации перевозочного процесса), по словам Евгения Чаркина, также будет расширяться и позволит существенно оптимизировать перевозочный процесс.

Так, по его словам, пилотный проект внедрения интеллектуального помощника маневрового диспетчера, основанного на работе искусственного интеллекта, привёл к снижению времени среднего простоя вагонов на 25%.

Гиперавтоматизация в железнодорожном транспорте, по словам Евгения Чаркина, будет происходить за счёт дальнейшего внедрения систем беспилотного движения, например в «Ласточках» на МЦК (уже в этом году предполагается завершение работ по подтверждению соответствия электропоезда стандарту беспилотного движения GoA3+, предполагающего вмешательство машиниста только в чрезвычайной ситуации). Поскольку обеспечение безопасности перевозочного процесса, инфраструктуры и информационных ресурсов является важнейшей задачей ОАО «РЖД», развитие систем кибербезопасности останется приоритетом холдинга в будущем.

[https://gudok.ru/content/science\\_education/1587740/](https://gudok.ru/content/science_education/1587740/)

## **Перспективы научно-технологического развития железнодорожных компаний**

Авторы А.В. Тулупов, И.П. Васильев, Д.А. Ионов и др. Развитие науки и техники является важным фактором повышения национального благосостояния, обеспечения устойчивого экономического роста и улучшения качества жизни населения. Разработка и реализация в этих целях соответствующих стратегий позволяет кардинально преобразовать ключевые бизнес-процессы во многих сферах деятельности. В железнодорожной отрасли научно-технологическое развитие определяется совокупностью шести глобальных вызовов и реализуется в основном путем внедрения крупнейшими компаниями перспективных инновационных технологий.

Первым из таких вызовов является повышение конкуренции между различными видами транспорта. Для сохранения и улучшения своих рыночных позиций железнодорожным компаниям требуется внедрять новые

инновационные решения, направленные на удовлетворение возрастающих требований клиентов.

Вторым вызовом являются урбанизация и изменение образа жизни населения, сопровождающиеся увеличением его мобильности. Одним из важнейших факторов развития железнодорожной компании станет уровень ее интеграции в единую транспортную инфраструктуру.

Третий вызов - развитие интер- и мультимодальных перевозок. В условиях дифференциации способов перевозки участники транспортного рынка сталкиваются с необходимостью развития соответствующих систем. Формирование открытых интер- и мультимодальных систем для глобального товаро- и пассажирооборота на основе (или, по крайней мере, с участием) железных дорог отмечено в исследовании долгосрочного развития отрасли «Перспективы развития железнодорожного сектора до 2050 года». Это техническое решение является одной из ключевых составляющих концепции всегда открытой железной дороги, представленной в форсайт-исследовании Международного союза железных дорог «Глобальное видение развития железных дорог».

В качестве четвертого вызова выступает ужесточение требований в области экологической безопасности. Активное развитие транспортной отрасли сопровождается ростом антропогенных выбросов парниковых газов, негативно влияющих на природные экосистемы и климат. Железнодорожный транспорт является одним из самых экологичных - по прогнозам Международного энергетического агентства объем выбросов CO от него в 2030 г. составит 0,06 Гт, продемонстрировав снижение на 25 % по сравнению с 2018 г.

Одним из ключевых направлений научно-технологического развития в этой области является создание более энерго- и ресурсоэффективных зеленых технологий, позволяющих минимизировать уровень негативного влияния на атмосферу и окружающую среду в целом. Они являются одним из ключевых факторов повышения конкурентоспособности железнодорожного транспорта на рынке транспортных услуг.

Пятый вызов - ужесточение требований в области обеспечения безопасности транспортных услуг. Бесперебойное и безопасное функционирование железных дорог требует создания надежной киберзащищенной системы предиктивного выявления, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, аварий и сбоев на всех этапах операционной деятельности.

Шестым вызовом является растущий дефицит энергоносителей и традиционных ресурсов. Возрастающий спрос на них тесно связан с увеличением численности населения земли. В долгосрочной перспективе все большее значение будут приобретать новые типы источников энергии, внедрение принципов бережливого производства, развитие экологически чистых транспортных средств. Уже сегодня многие ведущие компании

активно занимаются исследованиями в области инновационного подвижного состава, работающего на альтернативных видах топлива.

Подводя предварительные итоги, можно констатировать, что развитие железнодорожного транспорта призвано ответить на новые вызовы как макроэкономического, так и отраслевого характера, для чего требуется активно внедрять инновационные разработки. Анализ документов стратегического планирования национального, международного и корпоративного уровней позволил выявить семь наиболее перспективных направлений научно-технологического развития железнодорожной отрасли.

Первое из них - повышение клиентоориентированности за счет внедрения цифровых решений. Сегодня внимательное отношение к нуждам потребителей является одним из ключевых факторов устойчивого развития железнодорожных компаний, лидерство которых в транспортных перевозках напрямую зависит от уровня удовлетворенности клиентов качеством предоставляемых услуг (пунктуальности доставки, безопасности и качества обслуживания).

Вторым важным направлением являются цифровая трансформация основных производственных процессов и развитие сквозных цифровых технологий. Для повышения эффективности управленческого процесса железнодорожными компаниями используется большой объем информации. Технологически данный процесс не отделим от внедрения таких инструментов автоматизированного контроля, как, например, датчики, сенсоры, видеокамеры, а также RFID- и RTLS-метки систем радиочастотной идентификации и позиционирования соответственно, передающие сведения в режиме реального времени.

Технологической основой развития указанного цифрового направления являются системы промышленного интернета. Области их применения на железнодорожном транспорте весьма разнообразны. К ним относятся контроль состояния и местоположения подвижного состава, мониторинг состояния элементов пути, планирование и оценка хода реализации ремонтно-технических работ, обеспечение безопасности сотрудников и др.

В среднесрочном периоде (до семи лет) использование цифровых технологий в железнодорожной отрасли будет нацелено на полную автоматизацию перевозочного процесса, для чего в первую очередь потребуется повысить уровень технологического развития транспортной инфраструктуры и подвижного состава

Еще одним способом цифровой трансформации железнодорожных компаний является использование технологий цифрового моделирования функционирования железнодорожной сети в режиме реального времени. Их основная задача заключается в формировании математических моделей с различными вариантами организации перевозочного процесса, позволяющих строить различные сценарии симуляции перевозок, анализировать варианты передвижения и определять оптимальную загруженность железнодорожной сети.

В долгосрочной перспективе (около 10 лет) развитие технологий цифрового моделирования позволит создавать цифровые двойники, представляющие собой полную цифровую копию материального объекта, идентичную по всем его физическим и прочим свойствам и параметрам. С помощью цифровых двойников еще на этапе проектирования можно будет тестировать различные системы и компоненты как подвижного состава, так и инфраструктуры. Они также могут использоваться для контроля и мониторинга всех этапов перевозочного процесса в режиме реального времени.

Третьим направлением является увеличение пропускной способности железнодорожной инфраструктуры. Для достижения таких объемов необходимо повышать пропускную способность железнодорожной сети за счет разделения грузо- и пассажиропотоков.

Четвертое направление - обеспечение высокого уровня безопасности перевозочного процесса - один из основных приоритетов любой транспортной компании. Во всем мире железнодорожные компании отдают приоритет развитию интеллектуальных систем обеспечения безопасности движения поездов, базирующихся, в частности, на использовании технологии цифровых двойников.

Большое внимание уделяется также пятому направлению - развитию технологий, направленных на минимизацию воздействия на окружающую среду. Значительным потенциалом в этом вопросе обладает подвижной состав, использующий альтернативные источники энергии (например, водород, обладающий высокой энергоэффективностью).

В целях повышения энергоэффективности ряд железнодорожных компаний планирует в среднесрочной перспективе активно развивать интеллектуальные системы энергообеспечения, предназначенные для автоматического мониторинга энергопотребления, перераспределения и реконфигурирования энергообеспечения, а также анализа потребления энергии объектами. Ожидается, что в результате их внедрения удастся снизить потери электроэнергии на 1 %, а ее потребление - на величину до 30 %. В долгосрочной перспективе планируется создать умные сети, способные перераспределять энергоресурсы между объектами инфраструктурного комплекса.

Кроме того, планируется реализовать принципы экономики замкнутого цикла в целях сохранения изделий, материалов и ресурсов путем их возврата в производственный цикл после использования. Это сводит к минимуму образование отходов и загрязнение окружающей среды.

Шестое направление - развитие технологий для организации мульти- и интермодальных перевозок - позволит организовать доставку пассажиров или грузов от двери до двери.

Не менее перспективным является включение в состав пассажирского железнодорожного состава нескольких грузовых вагонов. Альтернативным решением может стать создание специализированных вагонов, которые будут

предназначены как для пассажирских перевозок, так и для перевозки малогабаритных грузов.

Железнодорожные компании различных стран мира активно увеличивают объем инвестиций в седьмое направление - строительство и развитие высокоскоростных (320-400 км/ч) магистралей (ВСМ) и новых видов транспорта.

В долгосрочной перспективе планируется разработать новые виды высокоскоростного железнодорожного транспорта, способные двигаться со скоростью свыше 500 км/ч. Большим потенциалом обладают магнитно-левитационные транспортные системы, обеспечивающие скорость передвижения до 600 км/ч за счет отсутствия ключевого источника трения - системы колесо - рельс.

Не менее перспективными считаются вакуумно-левитационные транспортные системы, отличительной особенностью которых является передвижение по вакуумному путепроводу со скоростью свыше 1000 км/ч.

В будущем широкое распространение могут получить автономные капсульные транспортные системы. Пионером в области реализации подобных проектов является компания Cargo Cap (Германия). Суть проекта заключается в строительстве подземных линий для движения интеллектуальных автономных грузовых капсул между и внутри городских агломераций по подземным трубам.

По итогам анализа был сформирован образ будущего инновационного и научно-технологического развития железнодорожной отрасли в разрезе четырех основных направлений: бизнес-модели железнодорожных компаний, управление перевозочным процессом, инновационный подвижной состав и инновационная инфраструктура.

Будущий облик отрасли строится на внедрении бизнес-моделей, направленных как на повышение качества услуг, непосредственно предоставляемых клиенту, так и на реализацию перспективных технологий. Ключевыми компонентами в процессах трансформации и развития всей железнодорожной инфраструктуры и подвижного состава являются промышленный интернет, технологии BigData и распределенного реестра, а также искусственный интеллект.

Цифровые платформы будут носить интеграционный характер, объединяя в себе функции планирования, предиктивной аналитики, имитационного моделирования, мониторинга, контроля ключевых операционных процессов, связанных с грузо- и пассажироперевозками. Активное внедрение перспективных технологий железнодорожными компаниями даст им возможность выйти на качественно новый уровень предоставления услуг, что позволит повысить качество обслуживания клиентов и снизить издержки.

<http://rgups.public.ru/editions/38/issues/30755?view=doc&id=1344977>



### **БИЗНЕС-МОДЕЛЬ**

- Развитие интер- и мультимодальных транспортных перевозок
- Кастомизация услуг и расширение их перечня за счет сопутствующих сервисов
- Цифровая трансформация операционных и бизнес-процессов железнодорожных компаний
- Интеграция центров компетенций для создания инновационных решений



### **УПРАВЛЕНИЕ ПЕРЕВОЗОЧНЫМ ПРОЦЕССОМ**

- Внедрение сквозных цифровых технологий и формирование единого цифрового пространства
- Автоматизация и роботизация процесса управления перевозками
- Развитие систем имитационного моделирования и интеллектуального планирования перевозочного процесса



### **ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ**

- Увеличение доли парка высокоскоростного подвижного состава, эксплуатирующегося со скоростями свыше 300 км/ч
- Развитие высокоэффективного (в том числе энергетически) и зеленого подвижного состава
- Мониторинг эксплуатационного ресурса для обслуживания и ремонта подвижного состава (использование цифровых двойников)
- Развитие безлюдных технологий в управлении, обслуживании и ремонте подвижного состава



### **ИННОВАЦИОННАЯ ИНФРАСТРУКТУРА**

- Развитие инновационной инфраструктуры (в том числе высокоскоростной) с применением композитных материалов и безбалластных путей
- Развитие технологий промышленного интернета (создание цифровых двойников железнодорожной инфраструктуры)

## **Перспективы грузовых высокоскоростных перевозок. Первый китайский высокоскоростной грузовой поезд**

Авторы И.П. Киселев, А.А. Китунин

Исследования, проведенные в разных странах, а также результаты практического внедрения грузовых высокоскоростных железнодорожных перевозок показывают, что они будут распространяться на относительно

небольшой сегмент срочных грузов категории LDHV. Рынок товаров данной категории и их экспресс-перевозок из года в год расширяется, но обладает спецификой, которую необходимо учитывать. Он формируется и растет в странах с достаточно большой прослойкой населения, обладающей высокими доходами. Спецификой экспресс-заказов являются сезонность, неравномерность и пиковые нагрузки на систему доставки в некоторые месяцы, недели и даже дни года. Это обусловлено рядом факторов, в том числе и очень специфических, иногда характерных только для конкретной страны или даже региона, города, как, например, празднование Дня холостяка в Китае. Неравномерность и наличие пиковых нагрузок затрудняют планирование таких перевозок, заставляют перевозчиков иметь значительные провозные мощности, находящиеся большую часть года в резерве, или снижать свои обязательства перед клиентами по регулярности и пунктуальности доставок заказов.

Анализ грузовых перевозок по ВСМ позволяет с большой долей вероятности говорить о том, что это будут, в основном, перевозки в контейнерах и других авиационных средствах пакетирования типа ULD. Пока не видна техническая возможность использования для перевозок на ВСМ со скоростью 300-350 км/ч контейнеров типа ISO.

К настоящему времени попытки реализовать в ряде европейских стран проекты железнодорожных высокоскоростных грузовых перевозок потерпели неудачу. Они не выдержали конкуренции с автомобильным и авиационным транспортом. Широко разрекламированные и представленные общественности в начале 2000-х годов новые проекты, такие как Hyperfreigh, EuroCarex, «Поезд нового поколения» (NGT), пока не реализованы. Хотя государственная политика большинства экономически развитых стран нацелена на развитие грузовых перевозок по ВСМ в рамках реализации планов и задач декарбонизации промышленности и транспорта, действующие нормативно-правовые акты, включая налоговые, пока не стимулируют перевозчиков и их клиентов к переводу перевозок с автомобильного и авиационного транспорта на железнодорожный.

Очень важным фактором для успешного развития в будущем высокоскоростных грузовых железнодорожных перевозок является применение комплексной механизации и цифровизации логистических и погрузочно-разгрузочных операций с исключением тяжелого ручного труда, т.е. недопущение дисгармонии технологий, которая имеет место на водном и авиационном транспорте, а также при спорадических перевозках грузов пассажирскими поездами по ВСМ. Системы механизации и автоматизации погрузки контейнеров в вагоны высокоскоростных поездов обязательно должны обеспечивать размещение контейнеров с учетом их массы и положения центра масс для равномерного распределения нагрузки по площади пола вагона и по тележкам.

Несомненно, большим достижением ученых, инженеров и машиностроителей КНР, выходящим по своему значению за рамки одной

страны, станет ввод в постоянную эксплуатацию китайских грузовых и пассажирских высокоскоростных поездов, предназначенных для движения по магистралям с разной шириной колеи. Это приблизит реализацию идеи организации трансконтинентального высокоскоростного (до 400 км/ч) пассажирского и грузового сообщения из Китая через Казахстан и Россию в страны Западной Европы. Дело останется за строительством самой магистрали.



По мнению экспертов, первый китайский грузовой высокоскоростной поезд создан на базе конструкции электропоезда «Фусин» модели CR400BF, в которую были внесены необходимые изменения, обусловленные предназначением поезда для грузовых перевозок. Разработка высокоскоростного грузового поезда началась в 2017 г. и велась в соответствии с Государственным планом Китая по приоритетным разработкам.

Здесь следует заметить, что сегодня, когда близка к решению техническая задача соединения Китая и Западной Европы с помощью ВСМ, оборудованной устройствами перехода специального подвижного состава с колеи одной ширины на другую, необходим очень тщательный анализ экономической эффективности такого проекта. Длина ВСМ Пекин - Москва - Берлин составит около 8,5 тыс. км. На этой дистанции дорогостоящим и технически сложным устройствам на вагонах поезда для перехода с одной колеи на другую потребуется включиться в работу всего 2 раза. Весь остальной путь они будут мертвым грузом. Нужен детальный расчет, который сопоставит эффект, получаемый от беспересадочного и бесперегрузочного сообщения по указанному маршруту, и затраты на изготовление, эксплуатацию и техническое обслуживание устройств перехода на инфраструктуре и на подвижном составе.

В России, в силу специфики перевозимых товаров, сложно пока строить прогнозы относительно массовых грузовых высокоскоростных железнодорожных перевозок, хотя, безусловно, рано или поздно общий уровень доходов населения поднимется, онлайн торговля увеличится и экспресс-доставки грузов станут востребованы.



Рис. 3. Контейнер на уравнильной погрузочной площадке с подающим рольгангом



В этих вопросах необходимо уметь смотреть вперед, правильно оценивать перспективу, ведь ВСМ создаются на многие десятилетия, если не на века, и очень важно учесть как можно больше аспектов их будущей эксплуатации и развития. Так, уже на стадии проекта ВСМ Москва - Санкт-Петербург надо думать о будущих логистических центрах высокоскоростных экспресс-доставок. В первом приближении - о создании их в Екатеринбурге, Казани, Нижнем Новгороде, Москве, Великом Новгороде, Санкт-Петербурге, а также на южном направлении. Усилия китайских коллег дают все основания полагать, что со временем начнутся высокоскоростные грузовые перевозки между Европой и Юго-Восточной Азией. Учитывая наличие фактически единой колеи в России и Финляндии, необходимо оценить возможности организации таких перевозок через Хельсинки в скандинавские страны.

Перспектива высокоскоростных грузовых сообщений в России должна быть осмыслена с учетом западноевропейского и китайского опыта, чтобы нам не пришлось, например, попасть в ситуацию, как в Китае, когда пассажирские вокзальные комплексы ВСМ, построенные совсем недавно, непригодны для организации бурно растущих грузовых высокоскоростных перевозок.

Отрадно, что в России уже сегодня делаются посильные шаги для увеличения скорости доставки почтовых отправлений по железным дорогам. Так, на Тверском вагоностроительном заводе в 2019 г. были изготовлены для Почты России 70 багажно-почтовых вагонов модели 61-4505, имеющих конструкционную скорость 160 км/ч. Включение их в составы скорых поездов позволяет расширить возможности организации в стране экспресс-доставок заказов.

<https://rgups.public.ru/editions/38/issues/30755?view=doc&id=1344966>

## **Перспективы грузовых высокоскоростных перевозок. Новые китайские поезда специального назначения**

Автор: И.П. Киселев, А.А. Китунин

Во втором десятилетии нового века в Китае перешли к разработкам собственного высокоскоростного подвижного состава с частичным использованием передовых зарубежных технологий и технических решений. Началось серийное производство поездов CRH380A, CRH380AL (Кавасаки, 2010 г.); CRH380B, CRH380BL, CRH380CL (Siemens, 2010 г.); CRH380D, CRH380DL (Bombardier, 2012 г.).

2012 г. стал переломным в идеологии обеспечения ВСМ страны подвижным составом. Началась реализация программы, в рамках которой были созданы новые высокоскоростные поезда, полностью спроектированные китайскими специалистами. Изготовление таких поездов уже не зависело от импортных технологий и поставок комплектующих изделий из-за границы. В частности, в 2017 г. были запущены в серийное производство две модели поездов «Фусин»(3) (в переводе с китайского «Возрождение») третьего поколения с конструкционной скоростью 400 км/ч и максимальной скоростью движения в эксплуатации 350 км/ч: CR400AF и CR400BF.

Для обеих моделей использовались единые принципы конструирования и близкие по содержанию технические задания, основные положения которых были сформулированы коллективом китайских ученых и специалистов под руководством Китайской корпорации по производству железнодорожного подвижного состава «Чжунчэ» (CRRC), обладающей всеми правами на интеллектуальную собственность. Была решена задача разработки двух моделей поездов, полностью совместимых в эксплуатации, с одинаковым интерфейсом управления, который позволяет локомотивным бригадам без дополнительного обучения переходить с работы на поездах CR400AF на поезда CR400BF и наоборот. Предусмотрены высокий уровень унификации и взаимозаменяемости деталей, узлов, комплектующих и расходных материалов двух поездов, единые подходы к обслуживанию и ремонту, что упрощает и удешевляет эксплуатацию обеих моделей в одном депо.

В январе 2021 г. была введена в эксплуатацию еще одна модель поезда серии «Фусин» - CR400AF-G, способная работать при температуре наружного воздуха до минус 40 °С.

Конец 2020 г. ознаменовался представлением общественности двух новых китайских высокоскоростных поездов, отличающихся от тех, что выпускались ранее. Первый поезд (речь о нем пойдет ниже) имеет вагонные тележки с устройствами, позволяющими автоматически переходить с колеи одной ширины на другую (например, с 1435 на 1520 мм), второй является высокоскоростным грузовым поездом (описание его будет дано в следующем номере в завершающей части статьи). Создание этих поездов связано с планами развития высокоскоростных грузовых железнодорожных перевозок в стране и нацелено на формирование высокоскоростных транспортных

коридоров в рамках международного проекта «Один пояс и один путь». По мнению ряда экспертов, в этих коридорах перспективны как пассажирские, так и, что очень важно, грузовые высокоскоростные перевозки.

Одной из ключевых технических проблем сооружения высокоскоростной железнодорожной супермагистрали, которая должна связать Китай с Казахстаном, Россией, странами Центральной и Западной Европы (обсуждение ее концепции активно идет на протяжении последнего пятилетия), являются участки с разной шириной железнодорожной колеи. Разработанные в Китае новые модели высокоскоростного подвижного состава - скоординированные шаги к созданию высокоскоростных грузовых поездов, способных эксплуатироваться на участках железных дорог с разной шириной колеи и преодолевать границы между такими участками в режиме регулярных поездов по расписанию с минимальными затратами времени.

В практическом плане проблема железных дорог с разной шириной колеи решалась тремя способами:

- \* строительством линий с совмещенной колеей, что было сделано, например, на ряде направлений между Испанией и Францией, на границе Финляндии и Швеции (1524/1435 мм), во Вьетнаме, где имеются участки с совмещенной колеей 1435/ 1000 мм длиной более 250 км;

- \* заменой на подвижном составе на границах участков с разной колеей тележек с колесными парами на другие тележки под необходимую колею. Это также было реализовано в разных странах;

- \* созданием подвижного состава, у которого переход с одной колеи на другую происходит автоматически или при незначительном вмешательстве персонала за счет изменения расстояния между колесами на оси колесной пары.



В мире первоначально использовались первые два способа. Наиболее перспективным представляется третий способ. В настоящее время несколько подобных систем находятся в коммерческой эксплуатации или близки к ней.



21 октября 2020 г. в китайском городе Чанчунь провинции Гиринь (Цзилинь) были представлены общественности и прессе вышеупомянутый высокоскоростной пассажирский электропоезд, оснащенный тележками с колесными парами, которые могут переходить с колеи 1435 мм на колею 1520 мм и наоборот, а также комплекс путевых устройств, обеспечивающих этот переход. Китайский высокоскоростной электропоезд для эксплуатации на железных дорогах с разной шириной колеи (далее для краткости будем писать поезд для разной ширины колеи) построен на основе технических решений высокоскоростного поезда «Фусин» CR400BF. Как было заявлено, его конструкционная скорость составляет 400 км/ч, максимальная скорость в эксплуатации - 350 км/ч. Согласно опубликованным данным он может эксплуатироваться при температуре наружного воздуха от минус 50 до плюс 50 °С. В статье автор рассматривает, как осуществляется переход вагонов нового китайского высокоскоростного поезда с колеи 1435 мм на колею 1520 мм и наоборот.

Создание работоспособной, надежной, безопасной и экономически оправданной ходовой части высокоскоростного подвижного состава для эксплуатации на скоростях 300-350 км/ч является чрезвычайно ответственной задачей транспортного машиностроения. Небольшая на первый взгляд прибавка в 50 км/ч, т.е. до максимальной скорости движения в коммерческой эксплуатации 400 км/ч, значительно усложняет эту задачу. Недаром сегодня даже при установленных в опытных поездках рекордных скоростях существенно выше уровня в 400 км/ч ни на одной ВСМ мира нет поездов, которые бы подошли к данному уровню в коммерческой эксплуатации. Выражаясь языком экономистов и маркетологов, можно сказать, что в настоящее время на рынке транспортных услуг нет товара под названием «пассажирские перевозки со скоростью 400 км/ч с соблюдением принятых норм безопасности, надежности, комфорта, экономической целесообразности и экологической чистоты».

<https://rgups.public.ru/editions/38/issues/30243?view=doc&id=1331817>

### **Компания Talgo (Испания) создаст новую силовую установку для моторвагонных поездов.**

Силовая установка на базе водородных топливных элементов была представлена в сентябре прошлого года на одном из форумов, посвященных применению водородных технологий. В конце 2021 г. должны быть проведены ее сертификационные испытания. Кроме водородных топливных элементов система питания тяговых электродвигателей включает в себя блок аккумуляторных батарей, который будет вступать в действие при разгоне поезда и рекуперативном торможении. Инновационная система разработана в первую очередь для пригородных и региональных поездов, построенных на платформе нового поколения Talgo Vittal. Эта универсальная платформа предназначена для создания поездов, эксплуатируемых со скоростями до 160 км/ч на линиях с шириной колеи 1435, 1520 и 1668 мм, электрифицированных на постоянном токе напряжением 1,5 или 3 кВ либо на переменном токе напряжением 15 или 25 кВ. Поезда с силовой установкой на водородных элементах рассматриваются как экологичная альтернатива поездам на дизельной тяге, работающим на участках, электрификация которых по каким-либо причинам не может быть выполнена.

<http://rgups.public.ru/editions/38/issues/30755?view=doc&id=1344967>

### **Компания Stadler (Швейцария) изготовит 10 гибридных маневровых локомотивов.**

Двухосный маневровый локомотив массой 30 т с тяговым усилием при трогании 75 кН, получивший серийное обозначение Geaf 2/2, оборудован тяговыми литий-ионными аккумуляторными батареями для работы на неэлектрифицированных путях. При этом он рассчитан на питание преимущественно от контактной сети. В данном случае его мощность на ободьях колес в продолжительном режиме достигает 500 кВт. При питании от аккумуляторных батарей этот показатель составляет 200 кВт. На уклонах до 2 % локомотив может перемещать составы массой до 500 т, на уклонах до 60 % - до 70 т. При питании от контактной сети и от аккумуляторных батарей он развивает скорость соответственно 80 и 40 км/ч. Система рекуперативного торможения обеспечивает возврат электроэнергии в контактную сеть или использование ее для подзарядки аккумуляторов. Первый гибридный маневровый электровоз был введен в эксплуатацию на швейцарской железной дороге метровой колеи Rhatische Bahn, заказавшей Stadler восемь таких машин. Еще две будут изготовлены для железной дороги Matterhorn Gotthard Bahn.

<http://rgups.public.ru/editions/38/issues/30755?view=doc&id=1344967>

## Об энергосберегающих технологиях в перевозочном процессе

Автор С.А. Виноградов

По итогам прошлого года расходы на топливно-энергетические ресурсы (ТЭР) в ОАО «РЖД» составили почти 296 млрд руб. (22 млн т условного топлива), из которых 89 % пришлись на тягу поездов. 75 % от общего объема топливно-энергетических ресурсов - это электроэнергия. С учетом существующих мощностей ее генерации в России более 60 % потребленной электроэнергии получено за счет сжигания углеродного топлива. С учетом этого энергосбережение является одним из важных направлений снижения выбросов парниковых газов.

АО «ВНИИЖТ» структурировало комплекс технических и технологических решений, направленных на снижение углеродного следа. Это как традиционные для отрасли технологии с использованием энергосберегающих технических средств, так и перспективные - зеленые безуглеродные или низкоуглеродные технологии.



Рассмотрим энергосберегающие технологии в перевозочном процессе, на который, как уже отмечалось, приходится почти 90 % потребления энергии. Представлены разработанные четыре апробированные энергосберегающие технологии, которые имеют разный статус внедрения в холдинге. В целевом состоянии предполагается получение значительных эффектов от их реализации.

Технология	Заказчик	Эффект экономии ТЭР на тягу поездов	Реализовано к 2021 г.	Реализуется в 2021–2022 гг.	Потенциальные объемы внедрения
Энергосберегающий прогнозный график движения грузовых и пассажирских поездов <i>АПК ЭЛЬБРУС, АС ЭНЕРГОГРАФ</i>	ЦД	2–7 %	Вся сеть (завершение в 2020 г.)	Развитие и сопровождение	–
Система энергоэффективного планирования поездопотоков в условиях ремонтных работ <i>Цифровая прогнозная макро модель</i>	ЦЖД	1–2 %	–	Прототип для полигона Южно-Уральской железной дороги	Вся сеть в 2022 г.
Энергооптимальные режимы управления грузовыми поездами <i>Энергосервер - СВЛ ТР - системы автоведения</i>	ЦТ	4–6 %	Эксперимент на участке Алтайская – Карасук Западно-Сибирской железной дороги в 2019 г.	Подготовка к внедрению	Вся сеть в 2022–2023 гг.
Единая система планирования, нормирования и анализа эффективности использования топливно-энергетических ресурсов на тягу поездов <i>АСУ ТЭР</i>	ЦЭУ	2–5 %	Вся сеть (грузовое и пассажирское движение)	Вся сеть (хозяйственное движение и маневровая работа)	Вся сеть по ССПС в 2022–2023 гг.

В 2020 г. было завершено тиражирование аппаратно-программного комплекса (АПК) ЭЛЬБРУС, предназначенного для построения энергосберегающих прогнозных графиков движения поездов с учетом текущих условий пропуска. Основные направления развития системы в настоящее время следующие:

- \* оперативное перестроение графика для минимизации последствий возможных негативных факторов;
- \* расчеты энергооптимальных времен хода в зависимости от структуры поездопотока;
- \* макропланирование перевозочного процесса в зависимости от его ресурсного обеспечения.

Была разработана подсистема АПК ЭЛЬБРУС для оперативного перестроения ГДП в течение суток при возникновении возмущающих факторов с последующей выгрузкой перестроенного ГДП в автоматизированной системе ведения и анализа графика исполненного движения (АС ГИД) «Урал-ВНИИЖТ». Целью перестроения являются минимизация последствий возмущающих факторов и обеспечение наиболее точного выполнения суточного прогнозного графика.

Реализация подсистемы расчета энергооптимальных перегонных времен хода и энергоемкости ГДП даст возможность выполнять расчеты энергоемкости суточного прогнозного графика на этапе его формирования. Вычисление энергоемкости графика позволит также рассматривать варианты пропуска поездопотока и выбирать из них наиболее энергосберегающие, что будет обеспечивать снижение углеродных выбросов в атмосферу.

Накопленный опыт эксплуатации АПК ЭЛЬБРУС показывает, что для достижения высоких показателей выполнения графика движения необходимо создание цифрового инструмента прогнозирования развития поездных ситуаций, определения возможных узких мест и выдачи рекомендаций по их минимизации или полному исключению. Разработка соответствующей прогнозной макромоделю позволит реализовать цифровой двойник в области организации управления поездной работой, а ее возможности помогут диспетчерскому аппарату находить оптимальные, в том числе по критерию энергоэффективности, решения «на опережение».

Еще один существенный инструмент повышения энергоэффективности - применение энергооптимальных режимов управления. Данное направление получило активное развитие в мире за последние десять лет благодаря расширению цифровых возможностей бортовых систем локомотивов и цифровой радиосвязи. Можно отметить успешные проекты специалистов компании Fortescue Railway из Австралии или европейские системы GreenSpeed и TTG Energymiser.

В России есть свое уникальное решение, в основе которого лежит энергооптимальный тяговый расчет. Эффективность применения энергооптимальных режимных карт была подтверждена многочисленными сравнительными опытными поездками, последняя из которых была проведена

на участке Алтайская - Карасук Западно-Сибирской железной дороги. Применение данных алгоритмов в системах управления поездами позволит достичь серьезного физического сокращения потребления ТЭР по сети железных дорог.

Важнейшими составляющими в области энергосбережения являются процессы планирования, нормирования и анализа использования топливно-энергетических ресурсов. В прошлом году по заказу Департамента экономики ОАО «РЖД» началась разработка автоматизированной системы комплексного учета топливно-энергетических ресурсов (АСУ ТЭР), основная цель которой - повышение эффективности деятельности в части рационального потребления энергии на тягу поездов.

Реализация АСУ ТЭР в 2020- 2023 гг. позволит выстроить единый сквозной процесс (в том числе, за счет его прозрачности на всех уровнях управления: от конкретного машиниста до центрального аппарата компании):

- \* автоматизированного расчета технических, пооперационных и прогнозирования групповых норм расхода ТЭР на тягу поездов, одиночных локомотивов и специального самоходного подвижного состава (ССПС), а также на маневровую работу;

- \* анализа выполнения норм расхода ТЭР, а также энергоэффективности работы локомотивных бригад, локомотивов и внедряемых ресурсосберегающих технических средств;

- \* формирования рекомендаций по минимизации негативно влияющих на перевозочный процесс факторов и инцидентов.

АО «ВНИИЖТ» рассматривает в настоящее время еще ряд перспективных энергоэффективных, экологичных решений, в частности связанных с сокращением, а в дальнейшем и с отказом от маневровой работы, производимой тепловозами. Ведется также разработка новой технологии челночных ускоренных грузовых перевозок. Ею предусматривается движение поездов по расписанию без изменения их составности с организацией погрузочно-выгрузочных, сортировочных операций только с контейнерами.

Поезд состоит из фитинговых платформ с контейнерами или грузовыми местами назначением на определенные станции по маршруту следования. Остановки предусматриваются на промежуточных станциях, расположенных вблизи больших городов, и основных технических станциях. Во время стоянки продолжительностью 1-2 ч будут выполняться необходимые технологические операции по смене локомотива или локомотивной бригады, снятию контейнера назначением на данную станцию и установке на освободившееся место контейнера назначением на одну из станций, расположенных далее по маршруту.

Данная технология предусматривает отвод контактной сети в целях обеспечения приема состава с электровозом на электрифицированные пути для проведения грузовых операций электрическими средствами погрузки-выгрузки. Одним из эффектов, безусловно, станет значительное сокращение потребления дизельного топлива.



Сегодня как во всем мире, так и в нашей стране большое внимание уделяется развитию водородных технологий. Создаются и демонстрируются опытные образцы транспортных средств. Между тем, как показывает предыдущий опыт, в том числе по внедрению газомоторных локомотивов, успех в этом деле может быть достигнут только в результате комплексного решения вопроса (создание подвижного состава, реконструкция или модернизация инфраструктуры для его обслуживания и ремонта, создание инфраструктуры для производства, хранения и экипировки подвижного состава водородом, подготовка персонала, нормативное обеспечение).

С учетом актуальности развития водородных технологий для ОАО «РЖД» предлагается создание на площадке АО «ВНИИЖТ» водородного кластера. В него будут входить исследовательские и испытательные стенды для проведения исследований водородных технологий и испытаний различных технических средств водородной энергетики (в первую очередь, энергетических установок с топливными элементами), объекты по производству и хранению водорода для обеспечения исследуемых и испытываемых объектов водородом, базовые платформы для макетирования подвижного состава и стационарных объектов, классы для обучения персонала и проведения практических занятий. Отработанные и принятые для внедрения технологии могут проходить опытную проверку на острове Сахалин, который в настоящее время рассматривается как полигон для отработки перспективных низкоуглеродных и зеленых технологий.

В настоящее время формируется Единый комплекс по управлению деятельностью компании в области защиты окружающей среды, промышленной и пожарной безопасности. В рамках данного комплекса внедрена подсистема Байкал-М с задачей создания информационно-аналитической платформы видеофиксации, сбора, обработки и анализа результатов экологического мониторинга и контроля соблюдения законодательства с последующей интеграцией в единую систему экологического мониторинга Минприроды России.

<http://rgups.public.ru/editions/38/issues/30243?view=doc&id=1331818>

## **Технические решения по автономному подвижному составу**

Автор В.С. Коссов

Уменьшение выбросов вредных веществ в атмосферу при эксплуатации железнодорожного транспорта и снижение выбросов парниковых газов являются важнейшей частью Экологической стратегии ОАО «РЖД» до 2030 года. Данной стратегией предусмотрены два сценария развития: консервативный и инновационный.

При реализации консервативного сценария необходимо до 2030 г. снизить удельные выбросы парниковых газов на единицу приведенной работы на 5 % относительно уровня 2018 г. за счет энергосбережения и повышения энергетической эффективности.

Выбросы вредных веществ и углеродный след автономного подвижного состава являются физическими характеристиками одного процесса - горения топлива. Поэтому задача уменьшения выбросов вредных веществ с отработавшими газами в атмосферу при эксплуатации автономного подвижного состава и снижения выбросов парниковых газов является двуединой.

Достижение инновационных показателей (снижение удельных выбросов парниковых газов относительно уровня 2018 г. на 11,7 % и выбросов вредных веществ на 11,6 % и более) возможно при использовании природного газа в качестве моторного топлива, а также при поэтапном внедрении газомоторных локомотивов.

Газовые поршневые двигатели могут обеспечить снижение выбросов вредных веществ в 3- 4 раза, углекислого газа - на величину до 25 %.

Для российских железных дорог учет углеродного следа может стать дополнительным конкурентным преимуществом.

АО «ВНИКТИ» провело расчеты и сравнение углеродного следа (в тоннах CO<sub>2</sub>) от различных автономных локомотивов на участке Таксимо - Комсомольск-на-Амуре с составами массой брутто 7100 т.

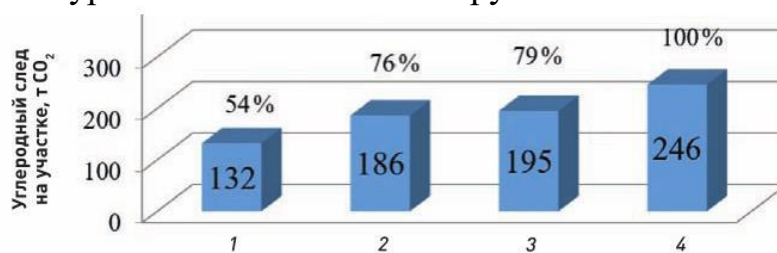


Рис. 2. Сравнение углеродного следа от различных автономных локомотивов на участке Таксимо – Комсомольск-на-Амуре с составом массой брутто 7100 т: 1 – водородный локомотив с КПД топливной ячейки 60 %, работающий на сжиженном водороде, полученном методом парогазовой конверсии из метана; 2 – газовый поршневой локомотив; 3 – газодизельный тепловоз с замещением дизельного топлива газом на 85 %; 4 – тепловоз с дизельным двигателем

Из представленного сравнения следует, что газовый поршневой локомотив имеет углеродный след на 25 % меньше, чем дизельный тепловоз равной мощности.

Наименьший уровень углеродного следа обеспечивает перспективный водородный локомотив с КПД топливной ячейки 60 %, который работает на сжиженном водороде, полученном методом парогазовой конверсии из метана, и на водороде, полученном методом электролиза от зеленой и желтой электроэнергии (АЭС, ГЭС, ВЭС, СЭС).

Перспективными проектами тепловозов являются следующие:

\* ТЭМ18Г, 2ТЭ116УГ, 2ТЭ25К(МГ), 3ТЭ25К(2МГ) (модернизация для работы по газодизельному циклу);

\* локомотивы с газовым поршневым двигателем ТЭМ29, 2ТЭ30АГ, 2ТЭ35АГ;

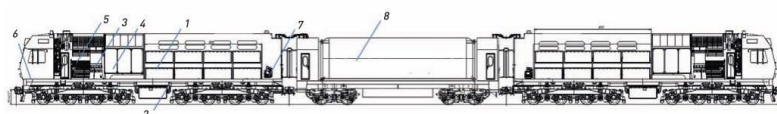
\* водородный локомотив на базе платформы газотурбовоза ГТ1h.

Наиболее приемлемым по времени внедрения является вариант разработки и модернизации существующих типов тепловозов для работы по газодизельному циклу совместно с приобретением новых локомотивов,

оборудованных газовыми и в дальней перспективе водородными силовыми установками.

Приоритетные проекты модернизации существующих тепловозов (для работы по газодизельному циклу) ТЭМ18Г, 2ТЭ116УГ, 2ТЭ25К(МГ), 3ТЭ25К(2МГ), по оценкам АО «ВНИКТИ», обеспечат снижение углеродного следа на величину до 20 %, а выбросов вредных веществ - в 2 раза при снижении стоимости жизненного цикла до 12,5 %.

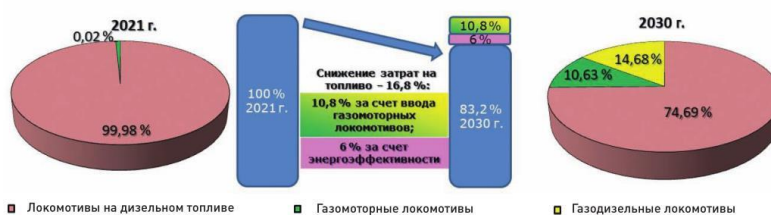
Реализация в перспективе проектов новых газовых поршневых локомотивов (маневровых ТЭМ29 и магистральных 2ТЭ30АГ, 2ТЭ35АГ) позволит достичь еще более высоких показателей: снизить углеродный след до 25 %, а выбросы вредных веществ - в 3-4 раза при снижении стоимости жизненного цикла до 10,3 %.



1 – силовая установка на топливных элементах;  
 2 – накопитель энергии;  
 3 – вентилятор ЦВС; 4 – блок фильтров; 5 – отсек электрооборудования;  
 6 – кабина управления; 7 – компрессорный модуль;  
 8 – тендерная секция с запасом водорода

Габаритные размеры для размещения силовой установки  
 (для одной секции): длина – 9 м; ширина – 3 м; высота – 2,1 м  
 Масса оборудования СУ, т, не более:  
 35 (для осевой нагрузки 23 тс);  
 43 (для осевой нагрузки 25 тс)

Рис. 3. Проект магистрального водородного локомотива



По нашим расчетам, при достижении уровня замещения дизельного топлива природным газом до 25 % к 2030 г. может быть достигнуто снижение удельных выбросов парниковых газов (на единицу приведенной работы) к уровню 2018 г. до 12,25 % (6 % за счет энергоэффективности и 6,25 % за счет замены дизельного топлива природным газом). При этом целевые параметры по снижению выбросов вредных веществ могут быть перевыполнены более чем в 2 раза (с 11,6 до 27,4 %).



Рис. 5. Прогноз реализации инновационного сценария Экологической стратегии ОАО «РЖД» до 2030 года при замещении 25 % дизельного топлива природным газом, а также при поэтапном развитии эксплуатации газомоторных локомотивов

Таким образом, первоочередными направлениями для достижения требований Экологической стратегии ОАО «РЖД» до 2030 года по снижению выбросов вредных веществ и парниковых газов в атмосферу автономным подвижным составом являются: внедрение автономного подвижного состава, работающего на природном газе; модернизация эксплуатируемого парка тепловозов для работы по газодизельному циклу; создание новых тепловозов с газовыми поршневыми двигателями.

<http://rgups.public.ru/editions/38/issues/30243?view=doc&id=1331820>

**На высокоскоростной линии Тохоку Синкансен планируется увеличить максимальную скорость движения поездов.**



Так, на ключевом, северном, участке магистрали Мариока - Хатинохе - Син-Амори протяженностью около 180 км намечено увеличить максимальную скорость с 260 до 320 км/ч, что позволит сократить продолжительность поездки на 5 мин, а также повысить конкурентоспособность высокоскоростного железнодорожного сообщения в сравнении с авиационным в транспортных связях между столицей страны и северной частью острова Хонсю. Работы японской компанией JR East уже начаты. Они выполняются в рамках программы JR East Up 2027, ориентированной на повышение уровня сервиса и содействие развитию регионов страны. Провести модернизацию предполагается за семь лет. С учетом наличия на участке большого числа двухпутных тоннелей особое внимание будет уделяться мерам по нейтрализации воздействия ударной волны у порталов тоннелей, так как с повышением скорости движения поездов наблюдается ее усиление. Намечен и ряд мер по снижению уровня шумового воздействия на окружающую среду. Планируется, в частности, возвести около 1,3 км новых и реконструировать 3,6 км существующих шумозащитных экранов, изменить геометрию раструбов у порталов 24 тоннелей. Программой JR East Up 2027 предусмотрено также создание подвижного состава нового поколения, рассчитанного на эксплуатационную скорость 360 км/ч. Протообразом таких экспрессов может стать экспериментальный поезд ALFA-X, достигший скорости, превышающей 400 км/ч. Новые поезда к 2030 г. должны заменить

подвижной состав серий E5 и H5 на маршрутах Токио - Син-Амори и Токио - Саппоро.

<http://rgups.public.ru/editions/38/issues/30243?view=doc&id=1331819>

## **DB и Siemens представили автоматизированный поезд для S-Bahn Гамбурга**

Железные дороги Германии (DB) и компания Siemens продемонстрировали первый автоматизированный поезд, разработанный в рамках проекта стоимостью 60 млн евро, в котором участвовала также администрация Гамбурга. Поезд курсирует по участку протяженностью 23 км городской железной дороги (S-Bahn) Гамбурга в автоматическом режиме с машинистом на борту, контролирующим движение. Маневровые операции, такие как оборот поезда на конечной станции маршрута, осуществляются в полностью беспилотном режиме.



Пуск автоматизированных поездов был приурочен к проходившему в октябре 2021 г. в Гамбурге Международному конгрессу по интеллектуальным транспортным системам. В дни его проведения по участку Берлинер Тор - Бергедорф - Аумюле линии 21 обращались четыре таких поезда.

Автоматизация движения поездов реализована с использованием автоведения (ATO) поверх европейской системы управления движением поездов (ETCS). Это техническое решение соответствует будущему европейскому стандарту. Передача на поезда команд управления осуществляется по радиоканалу. Ожидается, что такая система ATO поверх ETCS позволит повысить на величину до 30 % пропускную способность линий, а также сократить на 30 % расход энергии, обеспечивая при этом точное соблюдение графика движения.

В декабре 2021 г. все четыре автоматизированных поезда планируется ввести в постоянную эксплуатацию. Они будут работать совместно с обычными поездами. В дальнейшем систему ATO поверх ETCS предусмотрено развернуть на всей городской железной дороге Гамбурга.

<http://rgups.public.ru/editions/39/issues/30752/?view=doc&id=1344877>

## **Progress Rail и Norfolk Southern испытывают экологичный локомотив**

Компания Progress Rail, дочернее предприятие корпорации Caterpillar, и железная дорога Norfolk Southern продолжают совместную работу по созданию маневрово-вывозного тепловоза GP34ECO. В настоящее время он проходит испытания на соответствие нормам уровня 4 Американского агентства по защите окружающей среды (EPA). Это максимальный уровень экологических требований к локомотивам в Северной Америке. По сравнению с выпущенными ранее тепловозами выбросы оксидов азота локомотива GP34ECO снижены на 90 %, при этом существенно повышена эффективность использования топлива.



Тепловоз оснащен дизельным двигателем 12-710 EMD и системой очистки выхлопных газов на основе селективной каталитической нейтрализации, ранее получившей распространение на магистральных тепловозах.

Работы по сборке локомотива проходили в депо Джуниата железной дороги Norfolk Southern (г. Алтуна, штат Пенсильвания). Совместно со специалистами компаний Progress Rail и Caterpillar на тепловозе установлен новый дизель и проведена отладка системы очистки выхлопных газов. Локомотив оснащен кабиной машиниста, отличающейся повышенной ударопрочностью, и современным электронным оборудованием.

За последние годы Norfolk Southern и Progress Rail совместно модернизировали более 100 магистральных и маневровых локомотивов. С 2008 г. партнеры провели ремоторизацию 50 локомотивов, получивших в обозначении индекс ECO как знак улучшенных экологических показателей.

В ближайшей перспективе Norfolk Southern планирует отправить тепловоз GP34ECO в Гаррисберг (столица штата Пенсильвания) для продолжения его эксплуатационных испытаний совместно с Progress Rail с целью сертификации на соответствие требованиям EPA.

<http://rgups.public.ru/editions/39/issues/30752?view=doc&id=1344896>

## **Инновационная интеллектуальная система управления перевозочным процессом**

Авторы Е.В. Павлов, А.А. Перов, А.В. Колинкин и др.

В условиях растущих требований к качеству транспортных услуг железные дороги сегодня особенно остро нуждаются в таких системах комплексного управления процессами перевозок и центрах оперативного управления транспортными коридорами, которые способны повысить эффективность их работы и тем самым усилить позиции на рынке грузовых и пассажирских перевозок. Чтобы решить эту задачу, требуется аккумулировать всю имеющуюся информацию об эксплуатационной ситуации на контролируемом полигоне в едином центре управления, где она будет использоваться для достижения основной цели - обеспечения непрерывности и безопасности перевозочного процесса.

Интеллектуальная система управления процессами перевозок (ИСУПП) совместной разработки специалистов компаний «1520 Сигнал» и «КиберТех-Сигнал» Дивизиона ЖАТ ГК 1520 позволяет оптимизировать управление движением поездов в масштабе отдельных линий и полигонов сети, используя современные технологии, такие как нейронные сети и машинное обучение. ИСУПП входит в состав семейства RAIL TMS, объединяющего разработанные Дивизионом ЖАТ ГК 1520 системы автоматизированного диспетчерского управления движением поездов.

При ее создании был проанализирован опыт применения подобных технических решений в России и ряде европейских стран. Как правило, основным рабочим инструментом в них является система управления графиком движения поездов с расширенным функционалом, а во главу угла ставятся задачи поиска и устранения конфликтов в движении поездов и формирования автоматических команд управления.

Для реализации наиболее гибкого подхода к управлению движением и принятия оперативных решений в системе ИСУПП применены интеллектуальные алгоритмы разрешения конфликтных ситуаций, основанные на нейронных сетях. В отличие от других систем аналогичного назначения при таком подходе появляется возможность добиться максимальной эффективности в разрешении конфликтных ситуаций. Модульность и масштабируемость архитектуры ИСУПП, а также стандартизированные интерфейсы позволяют подключаться к различным внешним информационным системам, предоставляющим необходимые данные, прямо или косвенно влияющие на процесс движения, и постепенно расширять количество обрабатываемых конфликтов. Для этого в системе применяются интерактивные пользовательские интерфейсы двух видов:

- автоматизированные рабочие места оперативного персонала - поездного диспетчера (АРМ ДНЦ), дорожного диспетчера (АРМ ДГП), старшего дорожного диспетчера (АРМ ДГС) и др.;
- АРМ управления расписанием.

Специально для предсказания поездной ситуации и разрешения конфликтов в структуре ИСУПП (рис. 1) предусмотрен интеллектуальный модуль (ИМ). Именно в нем используются алгоритмы разрешения конфликтных ситуаций на основе нейронных сетей.

Функционал системы управления расписанием (СУР) в составе ИСУПП позволяет пользователю с помощью АРМ управления расписанием контролировать выполнение графика движения, формировать отчетность различных форм, принимать и учитывать необходимую информацию с целью формирования массива данных, влияющих на конфликты, и их последующей обработки в интеллектуальном модуле. Этот АРМ может использоваться как на уровне руководящего аппарата службы движения и поездных диспетчеров, так и на станционном уровне с разделением ролей и прав пользователей по применяемым функциям.

Предоставляя пользователям (ДНЦ, ДГП, ДГС и др.) инструмент управления процессами перевозок, ИСУПП дает возможность оперативно (в течение нескольких секунд) перестраивать плановый график движения в зависимости от обнаруженных конфликтов, а также прогнозировать движение поезда и предсказывать возможность возникновения конфликтов с учетом всех доступных данных, аккумулируемых в системе.

На АРМ оперативного персонала могут отображаться план диспетчерского круга или контролируемого участка либо контролируемого полигона в целом, а также обеспечивается формирование команд управления объектами инфраструктуры с целью организации процесса движения поездов. Кроме того, в нем реализовано множество функций автоматизации, включая автоматическое задание маршрутов в соответствии с расписанием движения.

На этих АРМ реализован графический интерфейс для взаимодействия оператора с техническими средствами железнодорожной автоматики и телемеханики (системами электрической, микропроцессорной и релейно-процессорной централизации стрелок и сигналов, различными системами интервального регулирования движения поездов и др.) на уровне управления инфраструктурой железнодорожного транспорта (УУИЖД). Это взаимодействие реализуется через кластер серверов АРМ (КС АРМ), обеспечивающий синхронный консенсус между основными и резервными (находящимися в горячем резерве) серверами различных АРМов. Тем самым повышается надежность и отказоустойчивость ИСУПП в целом.

В системе имеется специальный программный модуль - виртуальная модель УУИЖД (ВМ УУИЖД, см. рис. 1), предназначенная для моделирования участка управления, его программного графа, объектов инфраструктуры и их состояний. Этот модуль позволяет без вмешательства в работу реальных устройств имитировать различные ситуации в целях поиска оптимальных вариантов графика для устранения возникающих конфликтов при организации движения поездов.



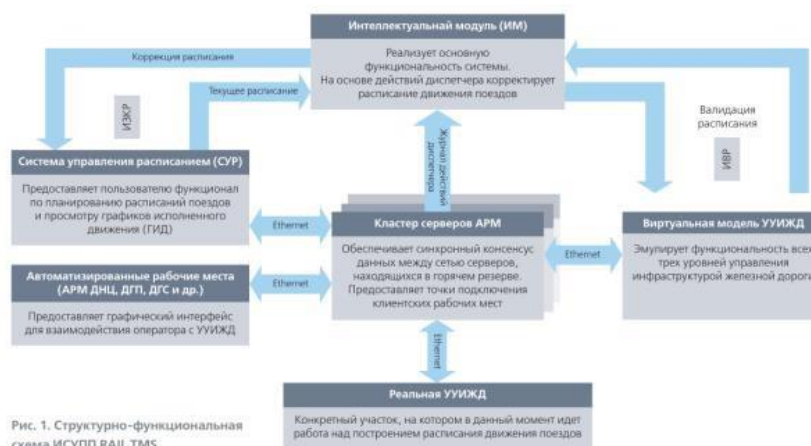


Рис. 1. Структурно-функциональная схема ИСУПП RAIL TMS

## Интеллектуальный модуль

Интеллектуальный модуль является наиболее инновационным компонентом системы ИСУПП, использующим технологии искусственного интеллекта для управления процессом движения поездов, его оптимизации и планирования. По запросу пользователя из СУР через транспортный интерфейс запроса и коррекции расписания (ИЗКР) в ИМ передается текущее расписание и доступные ограничения. Список этих ограничений может варьироваться и дополняться, в том числе путем расширения функциональности СУР в части сопряжения с внешними системами или создания Dashboard - установки специальных АРМов для ручного ввода информации специалистами различных хозяйств, где цифровизация производственных процессов еще не достигла необходимого уровня.

На основе массива данных интеллектуальный модуль корректирует и оптимизирует график движения, который через ИЗКР возвращается в СУР. В случае утверждения расписания пользователем СУР распространяет новый вариант графика через КС АРМ на автоматизированные рабочие места оперативного персонала, после чего он принимается к исполнению конкретными специалистами аппарата службы движения в соответствии с принятой технологией работы.

Рассмотрим более подробно этот процесс. По запросу пользователя ИМ обнаруживает все существующие в текущем нормативном графике конфликтные ситуации, после чего пользователь инициирует один из трех возможных методов поиска решений:

- 1) на основе теории графов и комбинаторики, реализованный на четкой математической логике (классический метод);
- 2) на основе нейронных сетей и машинного обучения, для чего важно иметь архивные данные графика исполненного движения (ГИД);
- 3) на основе нейронных сетей и игровых стратегий, не требующий обучения нейронной сети по данным архивного ГИД.

Как показывает опыт применения этих методов, наиболее перспективными и эффективными являются последние два, поскольку задействование нейронных сетей позволяет добиться наиболее сбалансированного устранения конфликтов в графике движения с корреляцией выхода на плановый график.

Применение методов оптимизации графика движения, заложенных в ИМ и реализованных в системе ИСУПП, дает возможность в кратчайшие сроки и с большой степенью достоверности построить максимально точно прогнозный и плановый графики, а также оптимизировать процесс построения нормативного и вариантного графиков. Использование метода на основе нейронных сетей и машинного обучения позволяет добиться комплексного улучшения процесса оперативного управления даже на участках железных дорог с низким уровнем цифровизации.

Отдельные элементы системы ИСУПП (система управления расписанием - СУР) успешно применяются на Трансмонгольской магистрали протяженностью более 1100 км с 68 станциями.

В настоящее время ИСУПП внедряется в полном объеме на линии Жетыген - Алтынколь железных дорог Казахстана. Ввести ее в эксплуатацию планируется до конца 2021 г.

<http://rgups.public.ru/editions/39/issues/30752/?view=doc&id=1344870>

### **Италия: обновление парка диагностических поездов**

Оператор инфраструктуры железных дорог Италии - компания Rete Ferroviaria Italiana (RFI) с 2016 г. реализует программу модернизации и обновления парка подвижного состава на рельсовом (OTV) и комбинированном ходу (RRV), используемого для контроля технического состояния инфраструктуры железных дорог.

Задача состоит в том, чтобы задействовать в процессах выявления и оценки неисправностей железнодорожной инфраструктуры самые передовые технологии.

Рассматриваемая программа является частью более масштабного комплекса мероприятий по модернизации подвижного состава, используемого в сфере текущего содержания и ремонта инфраструктуры. Она включает два пакета мероприятий, рассчитанных на кратко- и среднесрочную перспективу соответственно. К числу мероприятий первого пакета относится ввод в состав парка следующих единиц:

- самоходного вагона DIC-80, предназначенного для ультразвуковой дефектоскопии рельсов, измерения геометрии и оценки износа пути



- двух новых самоходных вагонов Falco для контроля геометрии/износа пути и воздушной контактной сети, а также для измерения параметров стрелочных переводов.

- самоходного вагона Sirter, оснащенного техническими средствами контроля геометрии и механического износа пути и воздушной контактной сети;

- вагона Aldebaran 2.0, предназначенного для контроля геометрии и механического износа пути и воздушной контактной сети и выявления неисправностей телекоммуникационных систем на обычных линиях;

- высокоскоростного диагностического поезда Diamante, модернизированного до уровня второго поколения (Diamante 2.0) путем включения в его состав вагонов, совместимых по своим техническим характеристикам с вагонами высокоскоростных поездов Frecciarossa ETR 500, и установки диагностических систем последнего поколения;

- трех вагонов K12, оснащенных системами выявления отклонений от нормы геометрии и оценки износа пути, а также измерения параметров стрелочных переводов и видеоконтроля.

- двух самоходных вагонов OBW10, предназначенных для контроля соблюдения геометрии и оценки износа пути.

Меры среднесрочной перспективы, запланированные на период 2023 - 2024 гг., обусловлены необходимостью:

- адаптации аппаратуры и оборудования к изменениям требований технического и нормативно-правового регулирования;

- применения средств резервирования, корректирующего сопровождения и искусственного интеллекта в процессах валидации данных диагностирования с целью контроля показателей RAMS;

- увеличения частоты проведения мероприятий технического контроля в контексте перехода к организации текущего содержания и ремонта железнодорожной инфраструктуры по ее фактическому состоянию;

- внедрения инновационных технических средств на базе машинного обучения в целях уменьшения рисков ошибок, обусловленных человеческим фактором, в сферах контроля технического состояния пути, измерения параметров стрелочных переводов и распознавания сигналов.

Еще одной задачей является снижение эксплуатационных расходов посредством улучшения показателей надежности и готовности эксплуатируемого парка подвижного состава, а также уменьшения потребности в аренде подвижного состава и услугах аутсорсинга для проведения мероприятий контроля технического состояния инфраструктуры. В программу обновления подвижного состава RFI включены поезда четырех типов. Пять диагностических поездов, рассчитанных на работу как от контактной сети, так и от дизеля, относящихся к первому типу, предназначены для использования на полигонах обычной железнодорожной сети со скоростью до 130 - 160 км/ч.

Семь поездов второго типа должны быть оснащены оборудованием для ультразвуковой дефектоскопии рельсов и технического контроля инфраструктуры в тоннелях.

К поездам третьего типа относится модернизированная версия высокоскоростного диагностического поезда Diamante 2.0. Такой поезд оснащен инновационными системами диагностирования и эксплуатируется совместно с другим аналогичным поездом второго поколения Aiasc 2.0. Предусматриваемое оснащение позволит в автоматическом режиме контролировать состояние воздушной контактной сети и автоматизировать контроль видимости сигналов на основе использования алгоритмов машинного обучения.



Поезд Diamante 2.0 сможет вести мониторинг технического состояния железнодорожного пути, двигаясь со скоростью до 330 км/ч. Многочисленные лазерные датчики и передающие камеры, входящие в состав системы диагностирования, будут в автоматическом режиме поставлять информацию о профиле головок рельсов и геометрии воздушной контактной линии. Одновременно датчики и акселерометры должны механическим путем отслеживать перемещения поезда при его движении по рельсовому пути. Эти данные позволят получить представление о фактической геометрии пути, а также профиле и форме головок рельсов.

Применение инновационных оптико-электронных средств наблюдения и информационных технологий не только обеспечивает возможность раннего выявления неисправностей и отклонений от нормы контролируемых объектов и параметров, но и позволяет также эффективно регламентировать работу с данными, поскольку отсутствие такого регламента ведет к неэффективному использованию полученной информации или неправильной ее трактовке.

Главное преимущество интеграции подходов, инструментов и методов обработки и анализа больших данных и наличия информационно-аналитических интернет-платформ заключается в том, что они обеспечивают возможность:

- эффективно задействовать многочисленные источники информации;
- продуктивно использовать большие объемы ретроспективных данных;

- осуществлять отбор и фильтрацию ограниченных данных;
- оценивать количественно влияние изменений условий эксплуатации;
- минимизировать задержки поездов без ущерба для безопасности движения.

Поезд *Diamante 2.0*, как и поезда первого и четвертого типов, оснащается такими комплектами датчиков, которые позволяют не только выявлять неисправности железнодорожной инфраструктуры, но и реализовать функции самодиагностирования систем мониторинга.

Разрабатываемые технические решения по обеспечению эффективного контроля и регулирования работы бортовых систем диагностирования преследуют цель повышения их эксплуатационной надежности и готовности. В рамках рассматриваемого проекта очень важно обеспечить надежную защиту данных от кибератак при их хранении и передаче.

В рамках проекта применение технологии передачи данных 5G рассматривается как средство повышения эффективности функционирования технологий Интернета вещей и доведения информации до конечных пользователей.

Ожидают, что его реализация позволит повысить эффективность процессов эксплуатации инфраструктуры и минимизировать их влияние на перевозочный процесс, залогом чему будет служить возможность автоматизированной обработки в реальном времени сигналов, поступающих от множества стационарных датчиков, распределенных по обслуживаемой сети, и измерительных систем, установленных на диагностических поездах.

15 поездов четвертого типа будут оснащены средствами дистанционного диагностирования. Они должны быть рассчитаны на работу от дизеля и контактной сети, две кабины управления и конструкционную скорость 160 км/ч. Управлять поездом сможет один машинист. Поезда данного типа предназначены для контроля технического состояния инфраструктуры станций с большим числом путей.

В перспективе эффективность обслуживания инфраструктуры может быть повышена за счет использования дронов для оперативного мониторинга.

<http://rgups.public.ru/editions/39/issues/30752/?view=doc&id=1344871>

### **Выявление дефектов рельсов при помощи электромагнитного поля**

Центр транспортных технологий (ТТСИ) Ассоциации американских железных дорог (AAR) продолжает работу по внедрению системы обнаружения повреждений ходовой поверхности рельсов, основанной на технологии получения картины электромагнитного поля (EMFI). Проведены испытания для оценки возможности дальнейшего развертывания системы на железных дорогах Северной Америки.

Для поддержания профиля и поверхности рельсов в надлежащем состоянии периодически проводят их шлифование. На железных дорогах Северной Америки необходимость шлифования рельсов на конкретном

участке оценивают при помощи специальных машин на комбинированном ходу, оборудованных измерительными устройствами и видеокамерами, позволяющими обнаружить возможные дефекты (рис. 1).



Важный недостаток визуального инспектирования заключается в том, что оно не позволяет достаточно точно установить глубину повреждений, чтобы этот показатель можно было использовать для определения параметров шлифования с целью устранения дефектов. Поэтому зачастую глубину шлифования задают субъективно на основе мнения экспертов.

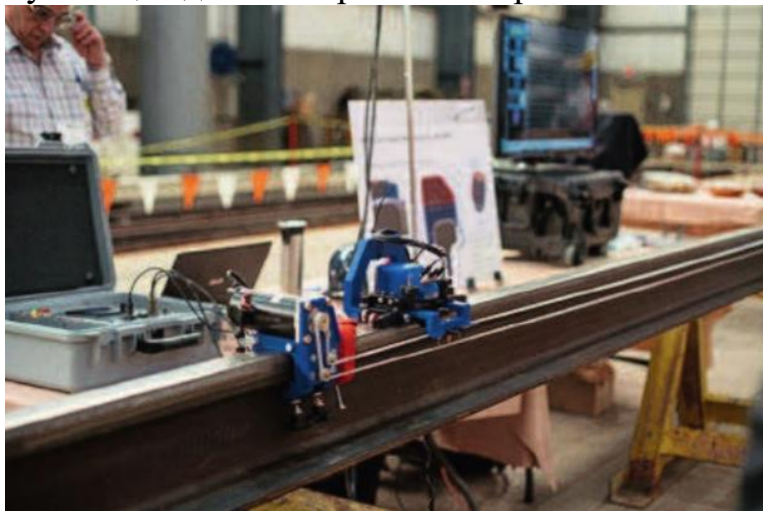
Оборудование для контроля поверхности рельсов на основе предложенного метода монтируется на подвижном составе на комбинированном ходу и позволяет достаточно точно измерить глубину трещин и получить информацию, необходимую для планирования операций по шлифованию.

Технология EMFI представляет собой бесконтактный метод неразрушающего контроля, основанный на использовании направленного электромагнитного поля и нескольких приемных антенн для отслеживания изменений формы поля вблизи поверхности проводящего материала (в данном случае - рельса). Электромагнитное поле создается путем пропускания тока по катушке возбуждения, которая располагается таким образом, чтобы можно было получить поле требуемой формы. Дефекты на поверхности проводящего материала или вблизи нее искажают форму поля, что фиксируется при помощи антенн, размещенных вблизи сердечника возбуждения и позволяющих получить достаточно полное трехмерное изображение.

Основные принципы данной технологии отличаются от известных электромагнитных методов неразрушающего контроля, в частности вихретокового контроля и применения электромагнитных акустических датчиков. В предложенном методе используется контроль изменений напряженности магнитного поля, создаваемого поверхностными вихревыми токами.

Используемый для контроля состояния рельсов бесконтактный датчик ECHORAIL перемещается на расстоянии примерно 15 мм от головки рельса. Для выявления возможных дефектов поверхности контакта качения за одно сканирование используют 16 антенн (СН0 - СН15), направленных на разные точки головки рельса. Конфигурация датчика соответствует форме рельса. Параллельно с процессом создания датчика велась разработка программного

обеспечения для анализа результатов измерений. Его оптимизация позволила обрабатывать поступающие данные в реальном времени.



#### Калибровка датчика

Данные, полученные на начальных стадиях реализации проекта, позволили специалистам ТТСІ установить эталонные значения показателей, которые были применены для калибровки используемого датчика. На основе результатов проведенных испытаний и накопленного опыта были определены четыре основных фактора, которые необходимо принимать во внимание:

- вариации профиля головки рельса, которые могут привести к искажению результатов измерений; для предотвращения этого явления был пересмотрен алгоритм компенсации влияния таких вариаций;

- различия структуры металла испытуемого и эталонного рельса, влияющие на точность измерения глубины трещин, что отражается прежде всего на величине магнитной проницаемости и является важнейшей причиной нестабильности результатов, получаемых при применении технологий, основанных на использовании электромагнитного поля.

- плотность дефектов, которая характеризуется как число их случаев на единицу длины и влияет на амплитуду сигнала. Для повышения точности результатов были изменены алгоритмы коррекции плотности дефектов, используемые при анализе данных;

- колебания подвижного состава, на котором установлен датчик. Вибрации в диапазоне частот от 1 до 30 Гц могут оказывать влияние на результаты измерений. В ряде случаев вибрации тележки, на которой был установлен датчик, ошибочно воспринимались как крупные трещины в головке рельса.

На основе данных измерений, выполненных с применением технологии EMFI, было решено удалить с поверхности рельсов путем шлифования слой металла толщиной 1 мм. При этом не ставилась задача полностью устранить трещины, появившиеся вследствие контакта качения, но предполагалось преднамеренно оставить их для сравнения и подтверждения результатов измерений с помощью метода EMFI и данных разрушающего металлографического анализа.

Испытуемые рельсы были подвергнуты шлифованию за несколько проходов, их рабочую поверхность обрабатывали при помощи машины с 16 шлифовальными камнями. До и после проведения шлифования были выполнены измерения с применением проникающего красителя. Измеренная с использованием технологии Miniprof фактическая глубина шлифования была равна 1,2 мм. После завершения шлифования вновь были проведены измерения методом EMFI, после чего рельсы отправили на разрушающие испытания, предполагавшие их разрезание и выявление трещин и поверхностных углублений. Образцы были подвергнуты визуальному и микрографическому анализу поверхностных повреждений. Для определения глубины трещин был также проведен анализ с применением микроскопа. Исследования показали, что величина наиболее глубокой трещины, оставшейся после шлифования, была равна 0,2 мм, что достаточно хорошо коррелировало с данными измерений с помощью метода EMFI.

ТТСІ продолжает исследования, стремясь обеспечить доступность данной технологии для использования железными дорогами при принятии решения о целесообразности проведения шлифования.

<http://rgups.public.ru/editions/39/issues/30752/?view=doc&id=1344874>

## **Железные дороги Индии планируют переводить на солнечную энергию**

Для тяги каждого четвертого поезда в Индии в будущем могла бы использоваться солнечная энергия.

Согласно исследованию, выполненному индийской общественной организацией Climate Trends и британским стартапом в области «зеленых» технологий Riding Sunbeams, прямая поставка солнечной энергии для нужд железных дорог Индии (Indian Railways, IR), минуя национальную энергосеть, позволила бы избавиться от выбросов в атмосферу почти 7 млн т углекислого газа в год, что эквивалентно объему годовых выбросов города Канпур, и в то же время обеспечить тягой каждый четвертый поезд.

Министерство железных дорог страны во исполнение национального плана Net Zero рекомендовало IR определиться с выбором крупных земельных участков с целью размещения там солнечных электростанций.

На данный момент есть планы производства для железнодорожного транспорта солнечной энергии в объеме до 20 ГВт. Согласно исследованиям, почти до четверти всей полученной солнечной энергии (5272 ГВт) можно направлять напрямую в систему тягового электроснабжения железных дорог.

Был проанализирован спрос на тягу каждой из региональных железных дорог страны, а также дана оценка потенциала мощностей по производству солнечной энергии в соответствующих регионах.

Выделено пять региональных железных дорог с самым высоким потенциалом в части обеспечения солнечной энергией:

- South Central (394 - 625 МВт) - штаты Тамилнад, Керала, а также частично штат Карнатака и союзная территория Пудучерри;



- Central (299 - 475 МВт) - штат Махараштра;
- Northern (290 - 459 МВт) - штаты Пенджаб, Харьяна, Уттар-Прадеш, а также столичный округ Дели;
- Western (280 - 443 МВт) - штаты Махараштра, Гуджарат, Раджастхан, Мадхья-Прадеш;
- West Central (278 - 440 МВт) - штаты Мадхья-Прадеш, Раджастхан и часть штата Уттар-Прадеш.

Предполагается, что вся генерируемая солнечными электростанциями энергия будет использоваться для нужд железных дорог, и пока нет планов по ее аккумулярованию. В будущем предусматривается довести долю солнечной энергии в тяге поездов на железных дорогах Индии до 40 % и более, но для этого необходимым условием является невысокая стоимость выработки и хранения этого вида энергии.

<http://rgups.public.ru/editions/39/issues/30240?view=doc&id=1331845>

### **В Германии скоро начнут курсировать поезда с тяговыми аккумуляторами**

В декабре 2021 г. в двух федеральных землях Германии - Баварии и Баден-Вюртемберге начнется регулярная эксплуатация электропоездов с тяговыми аккумуляторными батареями, которые придут на смену дизель-поездам. Эти поезда поставит компания Alstom, которая успешно завершила испытания прототипа, разработанного на основе результатов исследовательского проекта, выполненного совместно с Техническим университетом Берлина при финансовой поддержке Министерства транспорта и цифровой инфраструктуры Германии (BMVI).

Электропоезд с тяговыми аккумуляторами в сентябре 2021 г. обслуживал участников конференции по цифровым технологиям на железнодорожном транспорте, которая состоялась в Аннаберг-Буххольце, где расположен исследовательский центр Smart Rail Connectivity Campus.

Alstom рассчитывает, что создание и внедрение инновационных электропоездов с тяговыми аккумуляторами в дополнение к уже эксплуатируемым поездам на водородном топливе усилит лидерство компании в сфере альтернативных источников энергии на железнодорожном транспорте.

Исследования, выполненные Техническим университетом Берлина, показали, что на большинстве маршрутов, обслуживаемых дизель-поездами, протяженность неэлектрифицированных участков не превышает 100 км. На таких маршрутах можно уже сейчас использовать вместо дизель-поездов электропоезда с тяговыми аккумуляторами, которые будут подзаряжаться при проходе участков с контактной сетью.

Летом 2021 г. Объединение железнодорожной промышленности Германии (VDB) обнародовало стратегию перехода к электропоездам с тяговыми аккумуляторами.

<http://rgups.public.ru/editions/39/issues/30240?view=doc&id=1331850>

## **Alstom и Plastic Omnium разработают технологии хранения водорода**

Компании Alstom и Plastic Omnium подписали меморандум о взаимопонимании, на основе которого предполагают развивать сотрудничество в области разработки высокотехнологичных систем хранения водорода на рельсовом транспорте.

Такое сотрудничество позволит партнерам более эффективно реализовать свои взаимно дополняющие компетенции: Alstom - в создании современного подвижного состава, Plastic Omnium - в сфере водородных технологий.

Компании продолжают совместную работу над уже начатыми проектами и в 2022 г. планируют предложить на рынке эффективные решения в области хранения водородного топлива на региональных поездах, которые предполагается эксплуатировать во Франции и Италии. Внедрение таких поездов будет способствовать уменьшению неблагоприятных воздействий на окружающую среду за счет отказа от подвижного состава, работающего на ископаемом топливе.

<http://rgups.public.ru/editions/39/issues/30240?view=doc&id=133185>

## **На выставке TRAKO представлен польский локомотив на водородном топливе**

Компания PESA продемонстрировала на 14-й Международной железнодорожной выставке TRAKO 2021 в Гданьске первый в Польше четырехосный маневровый локомотив SM42-6Dn на водородном топливе. Производство локомотива стало результатом сотрудничества PESA с государственными железными дорогами РКР и компанией PKN Orlen.



История польского локомотива на водороде берет начало в 2019 г., когда в PESA создали специальное подразделение, перед которым была поставлена задача по разработке и изготовлению прототипов маневрового локомотива и моторвагонного подвижного состава с питанием от топливных элементов. В разработке также приняли участие компании ABB, Ballard, Worthington, Luccini, Rawag, TSA и CADD.

Локомотив SM42-6Dn имеет четыре тяговых двигателя, каждый мощностью 180 кВт. Источником энергии являются два модуля водородных топливных элементов мощностью по 85 кВт, изготовленных компанией Ballard. Запасы водорода содержатся в баках вместимостью 175 кг. Одна заправка рассчитана на 24 ч работы локомотива.

SM42-6Dn оборудован системой, которая позволяет управлять локомотивом в одно лицо при выполнении маневровых передвижений, имеется также система распознавания препятствий.

В PESA планируют после проведения дальнейших испытаний запустить локомотив в эксплуатацию на нефтеперерабатывающем заводе в городе Плоцке в 2022 г.

Компания PESA занимается также разработкой технологической платформы Regio160 в рамках программы создания пассажирского подвижного состава с низким уровнем вредных выбросов в атмосферу. Разрабатываются электропоезда, которые могут получать питание как из воздушной контактной сети, так и от аккумуляторных батарей, и поезда с питанием от топливных элементов. Первые пассажирские поезда на водородном топливе планируется ввести в эксплуатацию в конце 2025 - начале 2026 г.

<http://rgups.public.ru/editions/39/issues/30240?view=doc&id=1331854>

### **Progress Rail разработает магистральный локомотив на водородном топливе**

Компании Chevron U.S.A. (подразделение нефтегазовой корпорации Chevron) и Caterpillar подписали соглашение о сотрудничестве в сфере водородных технологий для транспорта и энергетики. Соглашение предусматривает использование водорода в качестве альтернативного источника энергии в тяжеловесном движении на железных дорогах и крупнотоннажных морских судах.

В рамках соглашения входящая в состав Caterpillar компания Progress Rail будет участвовать в демонстрационном проекте по созданию локомотива на водородном топливе и соответствующей стационарной инфраструктуры для заправки топливных элементов.

Progress Rail - один из крупнейших в мире изготовителей тепловозов для тяжеловесного движения.

<http://rgups.public.ru/editions/39/issues/30240?view=doc&id=1331855>

### **Таиланд намерен переходить на тяговые аккумуляторы**

Министерство транспорта страны поручило Департаменту железных дорог (DRT) и Государственным железным дорогам Таиланда (SRT) разработать на период до 2024 г. план закупок и оценку расходов на организацию местного производства тягового подвижного состава с питанием

от аккумуляторных батарей или переоборудование существующих локомотивов.

Минтранс намерен уже в 2021 г. приступить к исследованиям и разработкам подвижного состава с питанием от аккумуляторных батарей, в 2022 г. переоборудовать первые тепловозы в локомотивы с тяговыми аккумуляторами и приступить к их опытной эксплуатации в 2023 г. SRT совместно с тайландским Институтом развития железнодорожных технологий и другими вузами страны изучат возможность переоборудования для этих целей четырех тепловозов.

Минтранс планирует также до 2024 г. закупить 20 маневровых локомотивов с питанием от аккумуляторных батарей.

<http://rgups.public.ru/editions/39/issues/30240?view=doc&id=1331858>

### **РJM завершила разработку системы автоматического опробования тормозов**

Австрийская компания РJM, специализирующаяся на создании системных решений для грузовых железнодорожных перевозок, сообщила об успешном завершении разработки системы автоматического опробования тормозов грузовых поездов и ее скором вводе в регулярную эксплуатацию. Система позволяет существенно сократить длительность опробования тормозов и выполнять эту операцию в одно лицо.

Эксплуатационные испытания системы на опытном поезде ведутся с весны 2018 г. С марта 2019 г. компоненты системы работают на 105 вагонах швейцарского грузового оператора SBB Cargo. В апреле 2021 г. к ним добавилось еще 100 вагонов. Сертификация системы должна быть завершена до конца 2021 г.

За время эксплуатационных испытаний пробег вагонов составит 1 млн км, число операций автоматического опробования тормозов достигнет 500, а общее число проверок тормозов вагонов в эксплуатации - 10 000.

Эксплуатационные испытания системы, разработанной РJM, проходят также в Австрии, Германии и Италии.

В системе используются телематические устройства и датчики, установленные на грузовых вагонах. Процесс опробования тормозов запускается с центрального устройства (планшетного компьютера), которое может быть расположено на локомотиве. Данные о состоянии тормозов вагонов передаются по радиоканалу.

<http://rgups.public.ru/editions/39/issues/30240?view=doc&id=1331861>

### **Thales и канадский стартап разработают технологию для беспилотных поездов**

Компания Thales и стартап One Silicon Chip Photonics (OSCP, Монреаль) разработают и испытают прототип высокопроизводительной оптической инерциальной системы для использования в поездах с высоким уровнем

автоматизации управления (вплоть до беспилотных), курсирующих на городских и магистральных железных дорогах.

В сочетании с системой радиосвязи стандарта 5G эта бортовая система позволит отслеживать местоположение поезда, в том числе в тех зонах, где спутниковая навигация не может обеспечить точное позиционирование. Для тестирования, которое продлится в течение 9 мес, систему установят на испытательном поезде Thales. Затем предусмотрена демонстрация технологии на станции Аксбридж в провинции Онтарио.

Проект реализуется при финансовой поддержке партнерства ENCQOR 5G, в котором участвуют в том числе правительственные организации Канады и двух провинций этой страны - Онтарио и Квебек. Партнерство нацелено на исследования и инновационные разработки, ориентированные на применение стандарта радиосвязи 5G.

Стартап OSCP занимается разработками в области кремниевой фотоники, которые востребованы в беспилотных наземных транспортных средствах и летательных аппаратах, робототехнике и т. п.

<http://rgups.public.ru/editions/39/issues/30240?view=doc&id=1331862>

### **Thales разработает для Network Rail систему распределенного акустического зондирования**

Компания Thales возглавила консорциум, получивший заказ от британского оператора инфраструктуры Network Rail на разработку и испытания инновационной системы распределенного акустического зондирования на основе волоконно-оптических кабелей (Fibre Optic Acoustic Sensing, FOAS), призванной повысить уровень производительности и безопасности железнодорожного транспорта Великобритании.

Применение этой технологии позволит расширить возможности сети волоконно-оптических линий связи протяженностью около 20 тыс. км, развернутой на железных дорогах страны. Подготовке контракта предшествовал конкурс, организованный Network Rail совместно с оператором инфраструктуры Нидерландов ProRail и стартовавший в ноябре 2020 г. Более 40 претендентов представили предложения для проведения 12-месячного испытания комплекса, объединяющего технологию FOAS, датчики Интернета вещей и камеры видеонаблюдения с интеллектуальной системой обработки данных. Конкурсанты должны были предложить решения для выполнения четырех базовых задач:

- отслеживание передвижений и местоположения поездов;
- выявление дефектов колес и рельсов;
- обеспечение безопасности на переездах;
- контроль нахождения на путях людей и предотвращение противоправных действий.

Британский и нидерландский операторы подписали меморандум о взаимопонимании для реализации до 2024 г. портфеля исследований

стоимостью 245 млн ф. ст. Также до марта 2024 г. Network Rail планирует инвестировать в исследования и разработки новых технологий свыше 350 млн ф. ст. Ранее сообщалось, что Network Rail решил привлечь до 1 млрд ф. ст. частных инвестиций для модернизации телекоммуникационной сети железных дорог Великобритании, в том числе для замены 16 тыс. км медного кабеля на волоконно-оптические линии связи.

Собираемые системой FOAS данные могут быть использованы в платформе обмена информацией Rail Data Marketplace (RDM), которая формируется под эгидой правительства страны и призвана открыть новые возможности сотрудничества для разработчиков, технологических компаний и железнодорожной отрасли. Правительство Великобритании в июле 2021 г. объявило о выделении 5 млн ф. ст. на этот проект. Платформу планируется представить в 2022 г.

<http://rgups.public.ru/editions/39/issues/30240?view=doc&id=1331863>

### **Моделирование взаимодействия токоприемника и контактной сети**

В Научно-исследовательском институте железнодорожной техники Японии (RTRI) разработана трехмерная модель воздушной контактной подвески и токоприемника, воспроизводящая их поведение в динамике. Моделирование позволяет оценить качество токосъема, в том числе в кривых, и учесть влияние температурного расширения проводов на качество контакта.

Система токосъема, при которой питание электроподвижного состава осуществляется от подвешенной над путями контактной сети через токоприемники на крыше, широко распространена на железных дорогах всего мира. Чтобы обеспечить стабильное электроснабжение, важно понимать поведение контактной подвески и токоприемников при их динамическом взаимодействии. Проведенное с этой целью исследование включало теоретический анализ и численное моделирование. Последнее необходимо для расчета нелинейных процессов, происходящих, в частности, в случае отрыва токоприемника от контактного провода или ослабления струны (ее сжатия и потери упругости при воздействии направленной вверх силы в контакте с токоприемником). Ввиду важности таких расчетов в мире было создано множество соответствующих инструментов численного моделирования.



Основными целями исследования, проведенного RTRI, были разработка модели контактной подвески для пути с любым планом и профилем, в том числе на стрелочных переводах, а также создание трехмерной модели токоприемника электроподвижного состава, позволяющей воспроизводить его движение в трех координатах, и объединение этих двух моделей в трехмерную модель взаимодействия контактной подвески и токоприемника.

Предложенный метод моделирования динамического взаимодействия токоприемника с контактной подвеской позволяет исследовать процессы, имеющие место при прохождении токоприемника через воздушную стрелку, и другие ситуации, которые не удастся воспроизвести с помощью существующих средств моделирования, использующих двумерную модель контактной подвески и модель токоприемника с сосредоточенной массой. Метод может быть полезен при проектировании новых конструкций контактной подвески и токоприемников, а также при анализе случаев повреждения контактной сети на воздушных стрелках и других инцидентов.

В дальнейшем планируется также применять данный метод для планирования технического обслуживания контактной сети по фактическому состоянию. Продолжается разработка функции автоматического построения моделей контактной подвески на основе информации о ее геометрических параметрах, полученной при помощи средств диагностики, и прогнозирования износа контактного провода за счет включения в модель уравнения износа.

<http://rgups.public.ru/editions/39/issues/30240?view=doc&id=1331828>

### **Экономичный контактный провод для высокоскоростных линий**

Для использования на высокоскоростных магистралях разработан контактный провод из дисперсионно-твердеющего сплава меди с кобальтом и фосфором. Он имеет достаточную механическую прочность и электропроводность при сравнительно невысокой стоимости. Существенное достоинство такого провода - возможность организовать его производство в требуемых объемах.

На высокоскоростных железнодорожных линиях находит применение контактный провод из дисперсионно-твердеющего сплава меди с хромом и цирконием (PHC), обладающий необходимыми для данной области характеристиками механической прочности и электропроводности. В Японии на сети высокоскоростных магистралей Синкансен он используется с 2011 г. Однако обеспечить производство такого провода в небольших объемах проблематично, в то время как зачастую от железнодорожных операторов поступают заказы и на сравнительно малые партии.

В связи с этим для оснащения высокоскоростных линий был создан новый контактный провод, который можно выпускать небольшими партиями. Для его изготовления применяется дисперсионно-твердеющий сплав меди с кобальтом и фосфором (CPS). Провод из этого материала обладает такими же механическими и электрическими характеристиками, что и провод на основе

сплава РНС, однако затраты на его производство существенно ниже. Стендовые и эксплуатационные испытания показали, что контактный провод из сплава СРС можно использовать вместо провода из РНС. В данной статье описаны технологический процесс изготовления контактного провода из сплава РНС, его характеристики, а также испытания на прочность при растяжении и электропроводность контактного провода СРС110, которые проводились в соответствии с японским промышленным стандартом.

<http://rgups.public.ru/editions/39/issues/30240?view=doc&id=1331829>

### **Применение газомоторного топлива на специальном подвижном составе**

Авторы И.В. Карапетянц, П.В. Сычев Экологи подсчитали, что использование природного газа вместо дизельного топлива снизит выбросы в окружающую среду вредных оксидов углерода в 8 раз, а окислов азота - в 2 раза. При переходе на газомоторное топливо не только уменьшается количество вредных выбросов, но и сокращаются затраты на моторное топливо в целом.

На железнодорожном транспорте основным направлением развития газомоторной техники является создание локомотивов, использующих компримированный (КПГ) и сжиженный природный газ. Мощность локомотива на газовых турбинах не становится меньше, но габариты и масса силовой установки снижаются. Переход на газомоторное топливо важен еще и потому, что только на тягу поездов расходуется более 5 млн т дизельного топлива в год, а, учитывая динамику повышения добычи газа, его применение на железнодорожном транспорте откроет перспективу снижения выбросов в атмосферу - до 20 % по сравнению с выбросами от локомотивов, работающих на дизельном топливе. Но, к сожалению, если использование газомоторного топлива взамен дизельного достаточно отработано для локомотивов, то его применение для путевых машин пока не рассматривается. По нашему мнению, перевод железнодорожной техники на этот экологически чистый вид топлива достаточно перспективен и является одним из приоритетных направлений повышения экологичности транспорта.

При решении задачи исходят из того, что в путевом хозяйстве железных дорог и промышленных предприятий отсутствует опыт применения газомоторной техники, организации сервисного обслуживания и заправочных станций для путевых машин, потребляющих компримированный и сжатый природный газ, разработки и применения соответствующего законодательного и нормативно-правового обеспечения.

Специальный подвижной состав классифицируется в зависимости от назначения, способа выполнения работ, вида силового оборудования, наличия энергетической базы, способа передвижения и типа привода. Согласно этой классификации определяется целесообразность и очередность перевода СПС на газовое топливо.



СПС можно разделить на три группы.

**Группа 1** (по назначению): ремонт земляного полотна (путевые струги, дренажные и землеуборочные машины), балластировка пути (балластеры, хоппер-дозаторы), очистка балластного слоя (щебнеочистительные машины), укладка пути (рельсоукладчики, путеукладчики), сварка и шлифовка рельсов (рельсосварочные и рельсошлифовальные машины), уплотнение балласта и выправка пути (шпалоподбивочные, балластоуплотнительные, выправочно-подбивочно-отделочные и путерихтовочные машины), средства диагностики (путеизмерительные и дефектоскопные вагоны, автотрисы и тележки), борьба со снежными заносами (плуговые и роторные снегоочистители, снегоуборочные машины), транспортные и погрузочно-разгрузочные работы (саморазгружающиеся вагоны, дрезины, мотовозы, путеремонтные летучки).

**Группа 2** (по способу выполнения): СПС тяжелого типа, которые не могут быть сняты с колеи для пропуска поездов при техническом обслуживании пути и требуют закрытия перегона (струги, балластировочные, путеукладочные, щебнеочистительные, снегоуборочные и другие машины) и СПС легкого типа, или съемные (передвижные электростанции, шпалоподбойки, рельсорезные и рельсосверлильные станки и другой электрический и гидравлический инструмент и т. д.). На подъездных путях промышленных предприятий путевая техника, как правило, не применяется, а когда она необходима - используется СПС, арендованный у предприятий ОАО «РЖД».

**Группа 3** (по виду ходового оборудования): на железнодорожном ходу (струги, путеукладчики, электробалластеры, шпалоподбивочные машины и т. п.) и на гусеничном или автомобильном ходу (тракторные путеукладчики, дозировщики, путеремонтные летучки и т. д.).

В данной статье мы рассматривается СПС только на железнодорожном ходу.

На основании вышеизложенного для оценки возможности перевода на газомоторный привод из всей номенклатуры выбираем СПС тяжелого типа самоходные на железнодорожном ходу, имеющие свою собственную энергетическую базу, к которой подключаются все двигатели. К такой автономной технике относятся: путеукладчики, дрезины, щебнеочистительная машина ЩОМ-ЗУ, шпалоподбивочные машины.

Одним из доводов эффективности перехода с дизельного топлива на газовое служит его относительная дешевизна. Подсчитывали общее количество машино-смен и общую производительность в «окно» на основании нормативных документов ОАО «РЖД».

Стоимость машино-смены СПС при использовании газомоторного топлива меньше по сравнению с применением дизельного до 3,75 раза.

Однако, надо заметить, значительное число эксплуатируемого СПС, особенно на территории промышленных предприятий, выработало свой ресурс. Для некоторых типов путевых машин этот показатель равен 100%. При обосновании оценки перехода специального подвижного состава,

основную долю которого составляют путевые машины для строительства, ремонта и модернизации железнодорожного пути, необходимо определиться со стратегией замены изношенного парка. Проблема усугубляется еще и тем, что отсутствует не только отечественный, но и зарубежный опыт перевода путевых машин на газовое топливо. К тому же путевые машины, как правило, входят в состав путевых машинных комплексов, формируемых под конкретные технологии строительства, реконструкции и ремонт колеи, которые зачастую в разных странах различны, и перевод отдельных моделей СПС на газовое топливо может быть неэффективен.

Преимущества использования сжатого природного газа в качестве моторного топлива следующие:

- повышается доля природоохранной составляющей эксплуатации СПС, в первую очередь, в части уменьшения вредных выбросов оксидов азота и углерода в атмосферу, что существенно улучшает экологическую обстановку на линии, особенно в районе станции;

- снижаются затраты на жизненный цикл СПС в целом (на топливо, сервисное обслуживание, ремонт);

  - газ существенно дешевле дизельного топлива;

  - упрощается конструкция СПС и повышается их ремонтпригодность.

Установка на путевые машины газотурбинных двигателей позволит не только перейти на более дешевое и экологически чистое газообразное топливо, но и расширить их технологические функции.

Таким образом, если в путевых машинах предусмотреть утилизацию тепла выхлопных газов, можно расширить функции путевой машины, повысив эффективность ее применения. Например, приспособить самоходную путевую машину с газотурбинным двигателем для очистки стрелочных переводов теплым воздухом выхлопных газов (причем предварительно утилизированным в специальный бак).

Более детальная проработка расширения функций использования путевых машин за счет применения газотурбинных двигателей может стать самостоятельным исследованием.

Газотурбинные двигатели имеют незначительные вибрации и шумы в пределах 65-75 дБ и отличаются высокой надежностью и устойчивостью к перегрузке, что очень важно при работе путевых машин. К сожалению, помимо явных преимуществ есть и недостатки: резкое падение КПД при снижении нагрузки и небольшой срок службы.

Ремонтно-путевые работы и текущее содержание пути с применением машин осуществляют в специально предоставляемые технологические «окна», заложенные в график движения поездов. Порядок их предоставления регламентируется Правилами технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации.

Перевод отдельной путевой единицы на газовое топливо может нарушить технологию работ, увеличить затраты на техническое обслуживание группы СПС и отразиться на графике движения. А ведь одна из основных целей при

формировании хозяйственных поездов - сокращение задержек составов в период предоставления «окон». Чтобы этого избежать, принимают следующие меры:

обращение соединенных поездов;

применение устройств, обеспечивающих движение в противоположном направлении (по неправильному пути) по сигналам двухсторонней автоблокировки и локомотивных светофоров;

открытие временных постов;

укладку съездов между главными путями на перегоне для установления однопутного движения только на части перегона;

подготовку соседнего пути для двухстороннего движения;

использование передвижных тяговых подстанций и т. п.

Таким образом, если часть путевых машин будет работать на газовом, а другая на дизельном топливе, возникнут проблемы с заправкой и сервисным обслуживанием комплекса машин. Поэтому предлагается переводить на газомоторное топливо группы СПС, задействованные в машинных комплексах.

<http://rgups.public.ru/editions/41/issues/30753?view=doc&id=1344854>

## **Цифровая трансформация как инструмент для повышения качества рельсов**

Авторы С.А. Васильева, Ю.А. Храмова

Рельс, как известно, - основной и наиболее дорогостоящий элемент верхнего строения пути. На протяжении всей истории железных дорог именно он определял технический облик этого вида транспорта. Именно рельс непосредственно воспринимает нагрузку от подвижного состава, поэтому от его качества, и в первую очередь, эксплуатационных и ресурсных показателей, во многом зависит эффективность работы путевой инфраструктуры, а нарушение его целостности может привести не только к экономическим убыткам, но и создать прямые риски для безопасности движения поездов.

С момента создания первых рельсов до настоящего времени непрерывно ведутся исследования по улучшению их характеристик - оптимизации профиля, увеличению длины, определению наиболее эффективного химического состава и физико-механических свойств стали. Плодотворное сотрудничество научного сообщества, железнодорожников и металлургов на протяжении более 100 лет дает свои результаты, и современные рельсы способны воспринимать возрастающие осевые нагрузки (до 25 тс), ежегодно увеличивающуюся грузонапряженность (до 160 млн т-км брутто/км в год) и высокие скорости поездов. Однако перспективные направления развития железнодорожного транспорта предъявляют все более высокие требования к ресурсным и потребительским качествам стальной колеи. В целях повышения пропускной способности характеристики рельсов, также, как и других

элементов верхнего строения пути, должны обеспечивать увеличение сроков между капитальными ремонтами, предусматривающими их замену.

В этой ситуации исключительное значение приобретает стратегия цифровой трансформации, при которой особо важное место отводится автоматизации процесса учета элементов верхнего строения пути на всех стадиях жизненного цикла. Рельс - первый элемент, получивший электронный паспорт. Благодаря этому стало реальностью проведение качественного анализа эффективности эксплуатации рельсов различных типов и категорий в зависимости от условий их эксплуатации и на основании такого анализа управлять их качеством.

Первоначально регистрация рельсов, уложенных в путь, велась в специальных рельсовых книгах, которые заполнялись вручную. После разработки программного обеспечения АСУ-П учет движения рельсов организовали в соответствующем модуле системы, при этом не учитывалось использование «окон» на замену рельсов, оборот материала и трудозатраты на конкретный вид работ. Указанные недостатки устранили при создании Единой корпоративной автоматизированной системы управления инфраструктурой (ЕК АСУИ). Однако до 2020 г. отслеживать жизненный цикл рельса в системе начинали с момента его укладки в путь и все параметры по-прежнему вводили вручную.

Стратегической задачей в рамках концепции цифровой трансформации для руководства Центральной дирекции инфраструктуры стала автоматизация контроля за движением рельса на всех стадиях жизненного цикла, начиная с момента изготовления. В 2019 г. с основными производителями рельсов ПАО «ЧМК», АО «ЕВРАЗ ЗСМК» была достигнута договоренность о взаимодействии в области обмена электронными паспортами, идентичными бумажным вариантам паспортов качества на отгруженную партию материалов, причем электронную версию получал каждый рельс. С этого момента сведения об этом элементе верхнего строения пути с АСУ заводов поступали на электронную почту сотрудников ОАО «РЖД» и далее загружались в ЕК АСУИ. Однако обмен данными в обозначенном формате оказался сложным и трудоемким, в связи с чем в 2020 г. разработали и ввели в постоянную эксплуатацию модуль ЕК АСУИ РРД Рельсы (рис. 1, 2). В отношении контроля за жизненным циклом рельсов с применением технологии блокчейн (ЕК АСУИ РРД Рельсы) ЕК АСУИ обеспечила создание «доверительной среды» для всех заинтересованных лиц, включая производителей, потребителя (ОАО «РЖД»), представителей рельсосварочных предприятий.

В результате реализации проекта каждый участник не только может делиться информацией о рельсе на определенном этапе его существования, но и в случае необходимости получать нужные данные от коллег. Так, ОАО «РЖД» впервые смогло определять эффективность использования рельса каждой плавки с учетом конкретных показателей химического состава рельсовой стали и в конкретных условиях и, соответственно, анализировать

причины образования повреждений и дефектов, интенсивность износа, а также влиять на эти процессы. Рельсосварочные предприятия теперь могут автоматизировать не только формирование сертификата на сварную рельсовую плетть формы ПУ-91, что исключает ручной труд, но и создание единой базы данных всех сертификатов. Заводы-производители рельсов - непосредственно получают из АСУ ОАО «РЖД» информацию об образовании дефектов рельсов с привязкой к определенным условиям эксплуатации и анализировать ситуацию в соответствии с их категорией, определять наиболее рациональное сочетание параметров механических свойств, химического состава, макро- и микроструктуры металла рельсов для эксплуатации в различных условиях и на железнодорожных путях разных классов.

«Электронный паспорт» рельса, выданный заводом-производителем и переданный в структурное подразделение ОАО «РЖД», отражает все действия, выполняемые с рельсом - сварку, укладку в путь, образование дефекта и его устранение шлифованием и наплавкой, данные о необходимости замены или вырезки дефектной части. После изъятия рельса из пути вся его история остается в базе данных ЕК АСУИ.

Также немаловажно отметить, что выбранная программная платформа ЕК АСУИ РРД Рельсы обеспечивает сохранность и неизменность данных благодаря соблюдению принципа организации хранения их в системе, а также контроль за всеми этапами жизненного цикла рельса согласно матрице операций (система контролирует последовательность их выполнения). По мере наполнения базы данных в системе появится возможность проводить ретроспективный анализ эксплуатации рельсов разных категорий в различных условиях, с учетом роста грузооборота, скоростей движения и массы поездов, а в перспективе - создавать рельсы новых категорий и типов.

Интенсивность образования дефектов рельсов напрямую зависит от грузонапряженности участка железнодорожного пути (рис. 4). С 2014 г. наблюдается тенденция роста объема замененных дефектных рельсов одновременно с увеличением среднесетевой грузонапряженности. Данный факт свидетельствует о том, что процесс является управляемым, и умелый менеджмент позволит качественно планировать работы по предупреждению образования дефектов рельсов на заданных участках. Электронный паспорт рельса, сохраняющий всю его историю, является эффективным инструментом для грамотного планирования текущего содержания и капитальных ремонтов, сокращения количества отказов из-за дефектности рельсов и обеспечит требуемый уровень пропускной способности железных дорог.

Использование ЕК АСУИ как основной системы объединения всех форм отчетности по рельсам установлено с 2020 г. Развитие системы и ее рациональное применение позволит не только закрепить полученный результат в положительной динамике дефектности рельсов, но и обозначить тенденцию на ее снижение даже в условиях роста осевых нагрузок и грузонапряженности.

В планах Управления пути и сооружений Центральной дирекции инфраструктуры - создание цифровой модели верхнего строения пути с маркировкой и электронной паспортизацией всех его элементов.

<http://rgups.public.ru/editions/41/issues/30242?view=doc&id=1331798>

## **Локомотивы «Синары» следуют курсом экологической стратегии РЖД**

Автор Л.В. Кузнецов

Компания «Синара - Транспортные Машины» (СТМ) с 2012 г. занимается инновационными разработками. В частности, одним из наиболее успешных проектов в данном сегменте стал маневровый тепловоз ТЭМ9Н с литий-ионными (Li-Ion) аккумуляторами. Также за 9 лет СТМ разработали и вывели на рынок следующие инновационные продукты: магистральный газотурбовоз ГТ1h (совместно с институтом АО «ВНИКТИ» (г. Коломна), беспилотный тепловоз ТЭМ7А (функционирует на станции Лужская Октябрьской железной дороги) и беспилотный электропоезд ЭС2Г «Ласточка» с элементами системы автоведения (уровень GoA3+).

Сегодня перед техническими специалистами компании стоит задача по созданию инновационного российского высокоскоростного электропоезда: СТМ и РЖД являются акционерами в «Инжиниринговом центре», который ответственен за разработку данной технологии. Более того, в конце 2020-го года площадка по производству данного подвижного состава была определена - ею станет завод «Уральские локомотивы» (входит в периметр холдинга), где уже ведутся работы по строительству специального комплекса.

Холдинг СТМ осознает стоящие перед отраслью вызовы и готов предлагать своим заказчикам решения, отвечающие запросам современности. В частности, это касается и перехода на экологичные, более чистые источники энергии, нежели дизельное топливо. Компания серьезно рассматривает возможность перевода в будущем всей линейки выпускаемой продукции (локомотивы, путевая техника, городской транспорт, рельсовый транспорт) на альтернативные виды топлива, обладающие большими перспективами в экологическом плане.

В первую очередь речь идет об использовании в качестве основного источника энергии на локомотивах водорода и различных видов газа (сжиженный или компримированный природный газ). В СТМ верят, что это решение является одним из шагов, способствующих успешной реализации положений Экологической стратегии ОАО «РЖД», согласно которой использование машин, работающих на дизельных двигателях, планирует прекратиться к 2025 г.

Уже сегодня специалисты предприятий холдинга работают над созданием линейки газопоршневых двигателей (силовая установка на газомоторном топливе). Помимо этого, продолжается работа над разработкой линейки газовых локомотивов (не только магистрального, но и маневрового).

Кроме того, «Синара - Транспортные Машины», Уральский федеральный университет, Институт высокотемпературной электрохимии УрО РАН, Агентство по технологическому развитию и компания «Адванс Инжиниринг» заключили соглашение о сотрудничестве, предусматривающее создание Консорциума организаций в сфере разработки транспортных систем на базе силовых установок с использованием водородного топлива. Участники Консорциума планируют совместно разрабатывать и внедрять технологии проектирования и производства водородных топливных элементов и электролизеров (включая твердооксидные: ТОТЭ и ТОЭ), электрохимических генераторов и силовых установок на основе водородных топливных элементов, а также соответствующих видов техники для городских транспортных систем и железнодорожных магистралей. Предусмотрено также совместно продвигать услуги и программное обеспечение в сфере цифрового инжиниринга в транспортном машиностроении и развивать подготовку специалистов в этой сфере.

Конкретные шаги внутри компании к этому тоже предприняты. Например, сформирована «Дорожная карта» автономных локомотивов СТМ на экологичных видах топлива. Документ представляет собой тщательно проработанную программу, согласно которой в 2022 г. планируется вывод на рынок инновационного газового тепловоза ТЭМГ1. Машина будет производиться с использованием силовых агрегатов «КамАЗа».



В работе сейчас находится новый магистральный тепловоз 2ТЭ35А, одна из модификаций которого предусматривает возможность функционирования на газопоршневом двигателе производства Уральского дизель-моторного завода (УДМЗ) и применение накопителей от «РОСНАНО» и компании «inenergy». Запуск серийного производства машины возможен с 2025 г.

Помимо этого, к реалистичным сценариям на ближайшее будущее специалисты компании относят возможность изготовления прототипов двух локомотивов на водороде: в 2026 г. - модифицированный тепловоз на базе ТЭМ10, а в 2027 г. - новая версия магистрального тепловоза 2ТЭ35А.

Забота об окружающей среде и переход на «зеленые» виды топлива - это не столько «дань моде», сколько осознание холдингом своей социальной и экологической ответственности, ведь основная деятельность компании заключается в производстве различной железнодорожной техники. Поэтому во время процесса изготовления продукции на всех производственных площадках предприятия соблюдается ряд определенных правил.

Данные меры полностью сочетаются, а также являются вкладом СТМ в ESG-стратегию, реализуемую ОАО «РЖД». Также в СТМ верят, что немаловажную роль в успешной имплементации данных принципов в реальности играют цифровые технологии. Именно поэтому специалисты компании в данный момент развивают цифровую модульную платформу перспективного локомотива.

Работа по реализации описанного выше курса заложена в технологическую стратегию СТМ (инновации и инжиниринг) и осуществляется в тесном контакте с партнерами холдинга. СТМ входит в состав акционеров «Инжинирингового центра» (совместного предприятия с ОАО «РЖД» по разработке высокоскоростного подвижного состава и путевой техники) со штабквартирой в Сколково, где работает более 600 инженеров-конструкторов.

В настоящий момент специалистами центра выполнено более 25 проектов в области разработки новой техники. Данное направление деятельности осуществляется СТМ в тесной связке с широкой сетью научных и вузовских партнеров и госкомпаний.

Осознание необходимости решения экологических вопросов принимает сегодня глобальный характер. И это крайне важно, ведь только слаженные коллективные действия могут возыметь положительный результат. Поэтому специалистами компании был разработан перечень предложений, призванный помочь в выполнении положений Экологической стратегии ОАО «РЖД». Список мер включает:

- рассмотрение указанных сроков разработки и вывода на рынок новых локомотивов АО «СТМ», оценка потребности ОАО «РЖД» в предложенных локомотивах (с разбивкой по годам 2022 - 2024 гг.);

- выполнение оценки вариантов исполнения маневрово-вывозного локомотива нового поколения (электровоз, гибридный локомотив, дуальный локомотив, водородный локомотив) и составление соответствующей разбивки по годам;

- обеспечение в краткосрочной перспективе (до 2024 г.) реализации инвестиционных проектов по строительству новых и (или) реконструкции, техническому перевооружению низкоэффективных действующих природоохранных систем и очистных сооружений, используемых при эксплуатации, обслуживании и ремонте тягового подвижного состава на мощностях ООО «СТМСервис».

<http://rgups.public.ru/editions/40/issues/30751?view=doc&id=1344937>

## **О путях достижения углеродной нейтральности в дирекции тяги**

Автор О.В. Чикиркин

Недавно в онлайн-формате под председательством генерального директора - председателя правления ОАО «РЖД» О.В. Белозёрова прошло заседание Научно-технического совета Холдинга. Специалисты ОАО «РЖД», представители научного сообщества и бизнеса обсудили стратегию



экологического развития Компании, пути достижения в перспективе нулевого углеродного баланса.

Экологическая составляющая стала одним из ключевых факторов финансовой стабильности, - заявил на заседании О.В. Белозёров. - Холдинг является крупнейшим эмитентом «зеленых» облигаций и единственной компанией, представляющей Россию на рынке ответственного инвестирования. Мы осознаем глобальное значение проблемы изменения климата. Поэтому в долгосрочной перспективе развития Холдинга «РЖД» ориентируемся на достижение углеродной нейтральности.

Большую работу по снижению углеродных выбросов, переходу к локомотивам на альтернативных источниках топлива проводят специалисты локомотивного комплекса. Об этом на заседании Научно-технического совета рассказал главный инженер Дирекции тяги - филиала ОАО «РЖД» О.В. Чикиркин.



Экологическая составляющая деятельности ОАО «РЖД» регламентируется рядом нормативных документов госорганов. В их числе - приказ Министерства природных ресурсов и экологии России от 30 июня 2015 г. № 300, которым утверждены Методические указания и Руководство по количественному определению объема выбросов парниковых газов организациями, осуществляющими хозяйственную деятельность в РФ.

В целях формирования программы снижения выбросов парниковых газов распоряжением ОАО «РЖД» от 8 августа 2017 г. № 1602/р утверждена Методика определения количества выбросов парниковых газов в ОАО «РЖД» и установлен ежеквартальный срок формирования отчетности в составе корпоративного отчета по форме 30-1.

От деятельности структурных подразделений Дирекции тяги образуются такие виды парниковых газов, как диоксид углерода ( $CO_2$ ), который выбрасывается в атмосферный воздух от сжигания топлива при эксплуатации локомотивов. С 2020 г. ОАО «РЖД» начало самостоятельно вести отчетность по выбросам парниковых газов.

Важным направлением снижения выбросов парниковых газов является обновление тягового подвижного состава - закупка локомотивов с улучшенными показателями по экологическим параметрам и расходу топливно-энергетических ресурсов. Это тепловозы ТЭП70БС, ТЭМ14, 2ТЭ25КМ, 3ТЭ25К2М, ТЭМ31М, ТЭМ18ДМ и современные электровозы с

поосным регулированием силы тяги 2(3,4)ЭС5К, с асинхронным приводом ЭП20, 2ЭС10, 2ЭС7.

Ежегодно Дирекция тяги закупает более 500 новых локомотивов. Такие темпы обновления парка будут продолжаться до 2025 г.

Массовая замена морально устаревших магистральных электровозов серии ВЛ80 на современные электровозы (3ЭС5К с поосным регулированием силы тяги) приводит к увеличению удельного возврата электроэнергии от применения рекуперативного торможения в 2,7 раза. Электровозы с асинхронным тяговым приводом, внедрение которых с каждым годом будет возрастать, дает еще большую долю рекуперации в сравнении с коллекторными электровозами (ВЛ80Р и 3ЭС5К) и сокращает энергопотребление локомотивов.

Наибольший эффект в повышении экологичности тягового подвижного состава будет достигнут от внедрения перспективных локомотивов, работающих на альтернативных видах топлива, и от продолжения программы электрификации железных дорог с заменой тепловозов на электровозы.

По плану научно-технических работ наши ведущие институты АО «ВНИИЖТ» и АО «ВНИКТИ» ведут проекты по переводу на газодизельный цикл самых массовых серий эксплуатирующихся тепловозов: маневровых ТЭМ18ДМ и магистральных 2ТЭ116У.

В настоящее время все перспективные автономные магистральные локомотивы разрабатываются двумя машиностроительными холдингами по техническим требованиям ОАО «РЖД» с условием возможности перевода их на газовое топливо. После создания головных образцов тепловозов на их базе будут создаваться газотепловозы. Дирекция тяги рассчитывает на оперативность машиностроительных холдингов в вопросах постановки на производство перспективных локомотивов.

По Соглашению с АО «Торговый дом СТМ» предусмотрены разработка и поставка с 1 января 2025 г. модификации тепловоза 2ТЭ35А, работающего на сжиженном природном газе.



Рис. 2. Перспективные газомоторные локомотивы АО «Синара – Транспортные Машины»

АО «Трансмашхолдинг» разрабатывает целую линейку магистральных локомотивов, в том числе с газодизельной силовой установкой (ЗТЭ30Г), работающей на сжиженном природном газе (рис. 3).



Рис. 3. Перспективные газомоторные локомотивы АО «Трансмашхолдинг»

Программой мероприятий по реализации Соглашения с ПАО «Газпром» предусматривается создание маневровых газотепловозов. АО «Трансмашхолдинг» создает шестиосный маневровый газотепловоз ТЭМ29. Срок изготовления опытного образца - 2022 г., серийное производство ожидается с 2023 г.

Для работы с пассажирскими составами на вокзалах городов-мегаполисов (Москва, Санкт-Петербург, Екатеринбург) и курортов Северного Кавказа (Адлер) создается контактно-аккумуляторный 4-осный электровоз ЭМКА2 с гибридной силовой установкой на базе отечественных литий-ионных аккумуляторных батарей (АО «РОСНАНО») и асинхронным тяговым приводом (рис. 4).



Рис. 4. Контактно-аккумуляторный маневровый тепловоз ЭМКА2

Предусмотрена поставка 131 локомотива ЭМКА2. Они придут на замену тепловозов ЧМЭЗ. Начало испытаний первого локомотива запланировано на I квартал 2022 г.

Необходимо отметить, что расчет технико-экономического обоснования экологически чистых локомотивов показывает невысокий экономический эффект. Отчасти это связано с отсутствием в настоящий момент возможности определения экологической и социальной эффективности данных

локомотивов, а также высокой стоимостью генерирующего электроэнергию оборудования.

Тем не менее, с увеличением объемов закупки локомотивов на альтернативных видах топлива эффективность такого тягового подвижного состава будет возрастать. А самое главное, производителям локомотивов и ключевого оборудования необходимо использовать различные варианты государственной поддержки, в частности, есть договоренности с Министерством промышленности и торговли Российской Федерации.

Работники локомотивного комплекса понимают, что экологические требования будут ужесточаться, и готовы внедрять современный экологически чистый тяговый подвижной состав в больших объемах.

<http://rgups.public.ru/editions/40/issues/30343?view=doc&id=1334045>

### **О реализации проекта запуска на Сахалине поездов на водородных топливных элементах**

По итогам рассмотрения концепции и результатов комплексной финансовой модели ОАО «РЖД», Правительство Сахалинской области, Госкорпорация «Росатом» и АО «Трансмашхолдинг» подписали протокол о признании целесообразным и технически осуществимым проект организации железнодорожного сообщения с применением поездов на водородных топливных элементах на Сахалине. Об этом сообщили в Дирекции по внешним связям и корпоративным коммуникациям холдинга.

Подписи под протоколом поставили губернатор Сахалинской области В.И. Лимаренко, генеральный директор - председатель правления ОАО «РЖД» О.В. Белозёров, генеральный директор АО «Трансмашхолдинг» К.В. Липа и первый заместитель генерального директора - директор Блока по развитию и международному бизнесу Госкорпорации «Росатом» К.Б. Комаров.

Для достижения целевых экономических показателей проекта стороны намерены принять меры по организации и проведению соответствующей работы с федеральными органами исполнительной власти, финансовыми институтами и заинтересованными организациями.

Наступает время проектирования и изготовления опытной партии из семи поездов. Нам предстоит создать непосредственно на Сахалине малотоннажное производство водорода и сеть топливозаправочных комплексов, сформировать пилотный полигон и запустить регулярное пассажирское железнодорожное сообщение, - отметил губернатор Сахалина В.И. Лимаренко. - На базе островного университета будет создан центр компетенций для подготовки необходимых кадров. Сахалинская область выходит в лидеры новой для России, очень перспективной отрасли экономики, связанной с производством и использованием водорода. Для региона и его жителей это означает увеличение налоговых поступлений, сохранение экологии, создание дополнительных высокотехнологичных рабочих мест. Для

многих сахалинцев и курильчан - это шанс стать ценным востребованным специалистом в новой перспективной отрасли, в новой профессии.

Мы системно работаем над повышением экологичности подвижного состава, - заявил руководитель ОАО «РЖД» О.В. Белозёров. - Поезда на водороде - это уже не фантастика, а наше ближайшее будущее. Благодаря им удастся свести к нулю вредные выбросы в атмосферу. Конечно, нам предстоит ещё большой путь по отработке технологических и экономических моментов, но мы совершенно точно найдем комфортное для всех решение. Опыт показывает, что востребованные инновационные технологии предлагают приемлемые варианты реализации в достаточно короткие сроки».

ТМХ инвестирует значительные ресурсы в проект, - напомнил генеральный директор АО «Трансмашхолдинг» К.В. Липа. - К решению этой задачи привлечены лучшие инженерно-конструкторские кадры холдинга, уже определен технический облик будущего подвижного состава. Мы считаем, что успех этого проекта и его масштабирование способны существенным образом повлиять не только на экологическую составляющую перевозок рельсовым транспортом, но и даст толчок развитию технологий в целом. Мы рассчитываем на активную позицию государства, которая способна серьезно ускорить реализацию проекта по внедрению водородной тяги и в перспективе привести к заметному расширению сферы ее применения.

В настоящий момент мы совместно с Правительством Сахалинской области прорабатываем всесторонние меры поддержки проекта запуска поездов на водородных топливных элементах на Сахалине, в том числе связанные с вопросом организации на острове водородно-производственного комплекса, где может производиться водород для нужд транспортного сектора, - заявил топ-менеджер «Росатома» К.Б. Комаров. - В рамках проекта Госкорпорация «Росатом» отвечает за производство и поставку водородного топлива, организацию и эксплуатацию систем заправочной инфраструктуры для проекта водородного поезда. Принимая во внимание масштабную программу Госкорпорации «Росатом» по развитию водородных технологий, мы рассматриваем перспективу применения отечественных технологий для обеспечения водородным топливом будущих поездов.

<http://rgups.public.ru/editions/40/issues/30343?view=doc&id=1334036>

### **Автоматический стояночный тормоз подвижного состава**

Автор В.И. Шелков, К.В. Тарасов

Самопроизвольное движение (уход) вагонов относится к числу наиболее тяжелых происшествий на железнодорожном транспорте. Основной причиной таких случаев является истощение автотормозов. Данное явление является негативным свойством автотормозов на протяжении всей истории развития железных дорог. Этот недостаток пытаются нейтрализовать путем применения ручных тормозов и ручных тормозных башмаков.

Ассортимент дополнительных средств безопасности движения со временем расширяется (предохранительные и улавливающие тупики, охранные стрелки, сбрасывающие башмаки, стационарные упоры, профилирование станционных путей с противоуклонами в сторону горловин). Основными недостатками всех вышеупомянутых дополнительных средств является их расположение вне подвижного состава (их может не оказаться в нужном месте и в нужное время), а также они не могут приводиться в действие автоматически. И, конечно же, все эти средства не спасают при разрыве поезда на перегоне или при отправлении поезда с перекрытым попутным конечным краном либо с незаряженной тормозной магистралью.

Анализ существующих тормозных систем отечественного и зарубежного подвижного состава показывает, что на сегодняшний день отсутствуют надежные технические средства, позволяющие в случае утечки сжатого воздуха из запасных резервуаров локомотивов или вагонов и отсутствия тормозных башмаков, укладываемых на рельсы под колесные пары, исключить самодвижение подвижного состава на станционных путях, перегонах, в пунктах отстоя.

В последние годы для решения данной проблемы принимаются различные организационно-технические меры, в том числе оборудование вагонов автоматическими стояночными тормозами (АСТ), которые получили широкое распространение на зарубежном подвижном составе. Например, на немецком электровазоне серии BR 185 применяется стояночный тормоз с пружинным аккумулятором и запасным резервуаром. Четыре из восьми тормозных цилиндров дополнительно имеют пружинные аккумуляторы энергии. Последние срабатывают одновременно при разрядке питающей стояночный тормоз магистрали.

В локомотивном режиме машинист может включать и отключать стояночный тормоз нажатием светящихся кнопок зарядки или разрядки магистрали, расположенных в кабине управления. Состояние этого тормоза контролируется датчиком давления, связанным с тормозной микро-ЭВМ. Включение стояночного тормоза во время движения приводит к принудительному остановочному торможению поезда.

В нерабочем состоянии локомотива блокирование в отключенном положении крана аккумуляторной батареи приводит к постепенной разрядке тормозной магистрали. При давлении в магистрали менее 1,0 кгс/см<sup>2</sup> срабатывает стояночный тормоз. Тем самым компенсируется истощение пневматического тормоза, связанное с допустимой степенью неплотности системы.

В случае, если тормозная магистраль находящегося в нерабочем состоянии локомотива включена в общую тормозную магистраль поезда и заряжена до давления, превышающего 3,0 кгс/см<sup>2</sup>, стояночный тормоз отключается. Разрыв соединительного рукава приводит к остановочному торможению.

В нашей стране также ведутся разработки автоматических стояночных тормозов. Отраслевой наукой предложено большое количество устройств автоматических стояночных тормозов, различающихся принципом действия и конструкцией. Однако наряду с определенными достоинствами, им присущ и ряд недостатков, в числе которых следует отметить низкую надежность в условиях вибрационных и ударных нагрузок, а также возможность прекращения действия до наступления полной готовности автотормоза к работе.

В 2010 г. были завершены поездные испытания опытных партий АСТ на вагонах пассажирского поезда и грузовых поездов, по результатам которых решениями приемочных комиссий ОАО «РЖД» рекомендовалось устройства АСТ и сопутствующие подсистемы внедрить на моторвагонном подвижном составе сети железных дорог. При этом в силу определенной технической сложности и отсутствия требуемой надежности АСТ отечественного производства не нашли широкого применения на грузовых вагонах.

Согласно требованиям Межгосударственного стандарта «Тормоз стояночный железнодорожного подвижного состава. Технические условия», ГОСТ 32880-2014, утвержденного приказом Федерального Агентства по техническому регулированию и метрологии от 23.10.2014 № 1397-ст, АСТ должен обладать функцией приведения в действие дистанционно по каналу управления или при снижении давления в тормозной магистрали на величину не менее 0,25 МПа (2,5 кгс/см<sup>2</sup>).

Кроме этого, должна быть обеспечена возможность ручного приведения в действие и ручного принудительного отпуска АСТ, а также его отпуск должен осуществляться дистанционно по каналу управления или автоматически (при готовности к действию основной тормозной системы подвижного состава). Под готовностью к действию основной тормозной системы понимают способность выполнять ею все функции, предусмотренные конструкцией.

При этом АСТ должен иметь функцию включения/выключения (включение - это состояние, при котором АСТ готов выполнять свои функции; выключение - это состояние, при котором АСТ никаким способом не может быть приведен в действие).

Внимание специалистов и конструкторов авторами данной статьи предлагается АСТ, разработанный для грузового вагона, который работает на принципе блокирования положения штока тормозного цилиндра в заторможенном положении.

Предлагаемый автоматический стояночный тормоз обладает также следующими преимуществами. В случае применения машинистом экстренного торможения на затяжном спуске величина тормозной силы не будет зависеть от давления сжатого воздуха в объеме «запасный резервуар - тормозной цилиндр». Если произойдет отказ локомотива, то машинисту (при наличии АСТ) во время стоянки следует произвести разрядку тормозной

магистрала ниже 2,5 кгс/см<sup>2</sup>), после чего он может приступать к устранению неисправности. При этом устанавливать тормозные башмаки не требуется.

Данная конструкция АСТ имеет возможности расширения функционала.

<http://rgups.public.ru/editions/40/issues/30343?view=doc&id=1334042>

## **Инновационные методы выявления дефектов на примере вибродиагностики подшипников**

Автор В.Н. Лапицкий

В статье рассмотрены способы вибродиагностического контроля подшипников качения, их достоинства и недостатки. Особое внимание уделено правилам проведения и контроля вибродиагностики.

Отказы в работе узлов и агрегатов подвижного состава происходят из-за износа сопряжений, проявления усталости материала, нагрузений, превосходящих пределы прочности, старения и ряда других факторов, сопровождающих эксплуатацию. Несоблюдение правил технической эксплуатации и действующего режима технического обслуживания и ремонта способствует ускоренному воздействию и проявлению этих факторов. Несвоевременное проведение профилактических мер, заключающихся в заблаговременной ликвидации предельных зазоров в сопряжениях, выполнении необходимых регулировок, регулярном контроле прочности крепления узлов и деталей, своевременной смене масла или его доливки, предупредительной замене деталей, выработавших свой ресурс, существенно снижает надежность функционирования узлов и агрегатов.

Вибрационная диагностика - метод диагностирования технических систем и оборудования, основанный на анализе параметров вибрации либо создаваемой работающим оборудованием или являющейся вторичной вибрацией, обусловленной структурой исследуемого объекта.

На железнодорожном транспорте вибродиагностические комплексы для выявления опасных дефектов и неисправностей тягового подвижного состава (ТПС) начали внедряться с начала 1990-х годов. Перед вибродиагностикой были поставлены следующие основные задачи:

- > обнаружение дефектов с большей достоверностью, чем это делал персонал, основываясь на давно сложившихся технологиях и подходах (т.е. объективная оценка состояния ТПС, исключая субъективные факторы);
- > выявление зарождающихся дефектов и прогнозирование их развития;
- > оптимизация ремонтного цикла с точки зрения обеспечения жизненного цикла ТПС.

Установлено, что основными источниками внезапных усталостных повреждений рельсов, бандажей колесных пар, силовых деталей локомотивов и других изделий является наличие зон концентрации внутренних напряжений металла (зон КН), обусловленных технологией изготовления. На заводах-изготовителях рельсов и колесных пар в настоящее время отсутствуют



эффективные методики и средства контроля технологических дефектов изготовления и остаточных напряжений.

Задачей вибрационного диагностирования подшипников качения по данным измерений параметров вибрации каждого из подшипниковых узлов является обнаружение диагностических признаков дефектов и оценка величины каждого из диагностических параметров потенциально опасных типовых дефектов с последующим определением соответствия безаварийного ресурса подшипника его наработки (пробега) до проведения следующего вибрационного диагностирования.

Для этого должен использоваться алгоритм сравнения каждого из диагностических параметров с тремя пороговыми значениями. Первый определяет зону безопасного состояния, второй - зону слабого дефекта, третий - зону среднего дефекта. Выход диагностического параметра за зону среднего дефекта означает появление сильного (опасного) дефекта.

Для обнаружения каждого из типовых дефектов должно использоваться несколько признаков его появления на основе разных физических явлений (при этом хотя бы один из используемых признаков должен быть чувствителен к появлению зарождающегося дефекта). В качестве одного из признаков для конкретного вида возможного дефекта допускается использовать отсутствие признаков других видов дефектов.

Признаки типовых дефектов подшипников делятся на три основные группы:

- \* определяемые ростом низкочастотной (2 ч 1000 Гц) вибрации в целом, в которой диагностическими параметрами являются величины и количество подшипниковых и комбинационных гармонических составляющих вибрации, а также спектральная плотность (уровень фона) случайных составляющих;

- \* определяемые модуляцией среднечастотной или высокочастотной (1 ч 15 кГц) случайной вибрации подшипникового узла, в которых диагностическими параметрами являются глубина модуляции вибрации подшипниковых частот, их гармоник и комбинационные частоты;

- \* определяемые высокочастотной и ультразвуковой вибрацией подшипников, возбуждаемой периодическими и непериодическими ударами в подшипниках, зубчатых зацеплениях, муфтах, карданных соединениях, в которых диагностическими параметрами являются уровень и пиковые значения вибрации на высоких (выше 10 кГц) и ультразвуковых частотах, а также глубина импульсной модуляции случайных составляющих вибрации (пик-фактор), или уровни среднеквадратичного значения и значения эксцесса сигнала вибрации, измеренного в полосе от 5 до 15000 Гц.

Параллельно признакам дефектов подшипников должно контролироваться появление признаков, влияющих на вибрацию дефектов других узлов объекта диагностирования. К таким узлам относятся неуравновешенная колесная пара или ротор тягового электродвигателя (ТЭД), зубчатые зацепления, моторно-осевые подшипники скольжения, упорные буксовые подшипники скольжения, муфты, привод, используемый для

вращения колесной пары колесно-моторного блока (КМБ) и др. По результатам обнаружения диагностических признаков возможных дефектов и сравнения измеренных параметров с пороговыми значениями определяется текущее состояние подшипника и его долгосрочный прогноз. Максимальную длительность прогноза безаварийной работы подшипника обеспечивают отсутствие как развитых, так и зарождающихся дефектов, а также нахождение вибрационного состояния подшипникового узла в зоне допустимых значений.

С целью обеспечения надежного прохождения вибрационного сигнала от диагностируемых подшипников качения, измерения необходимо проводить при плюсовой температуре подшипниковых узлов и перед добавлением в них смазки. Допускается проводить измерения при отрицательной температуре подшипниковых узлов при условии предварительной обкатки диагностируемого узла для приработки масляного слоя в подшипнике не менее 5 минут. С целью исключения повышенной вибрации от тягового редуктора перед проведением измерений необходимо проверить уровень смазки в кожухах тяговых редукторов и при необходимости добавить ее до требуемого уровня.

Чтобы исключить влияние на результаты измерений вибрации соседнего КМБ, измерения необходимо проводить при работе одного КМБ в тележке локомотива. Допускается проводить параллельные измерения с двух и более КМБ, если они находятся в составе разных тележек локомотива.

Основными задачами инженера-диагноста при анализе результатов автоматического мониторинга и диагностирования каждого подшипникового узла является уточнение вида и величины каждого из автоматически обнаруженных идентифицированных и неидентифицированных средних и сильных дефектов с учетом информации, полученной по результатам диагностических измерений, а также имеющейся дополнительной информации.

Окончательный диагноз, определяющий состояние каждого подшипникового узла объекта диагностирования, формирует инженер-диагност по следующим результатам:

- > автоматического мониторинга (сравнения уровней широкополосных и гармонических составляющих вибрации с порогами «предупреждение» и «опасность»);
- > автоматического диагностирования (сравнения отклонений используемых диагностических параметров от средних значений с порогами слабого, среднего и сильного дефектов);
- > анализа дополнительной информации, в том числе полученной в результате дополнительных обследований, имеющейся в распоряжении инженера.

Окончательный диагноз определяет принадлежность подшипникового узла к одному из следующих классов состояния:

- \* I класс - узлы, не имеющие каких-либо развивающихся дефектов;

\* II класс - узлы с наличием дефектов, не представляющих угрозы для безаварийной эксплуатации КМБ, ТЭД в период до очередного планового диагностирования (данные узлы должны находиться на контроле у инженера);

\* III класс - узлы, работающие в условиях повышенной опасности, для устранения которой необходим ремонт или замена диагностируемого узла (объекта диагностирования).

Стоит отметить, что интенсивное развитие метода в последние годы связано с удешевлением электронных вычислительных средств и упрощением анализа вибрационных сигналов. Вибродиагностический контроль имеет целый ряд преимуществ:

- \* данный метод позволяет находить скрытые дефекты;
- \* этот способ, как правило, не требует сборки-разборки оборудования;
- \* малое время диагностирования;
- \* возможность обнаружения неисправностей на этапе их зарождения;
- \* снижение ожидаемого риска возникновения аварийной ситуации при эксплуатации оборудования.

Для обеспечения необходимой точности расчета остаточного ресурса и даты проведения ремонта в расчетах целесообразно применение математических моделей с порядком не ниже третьего - четвертого. Учитывая, что один подшипник описывается не менее, чем десятком математических моделей, становятся представимыми математические затраты, необходимые для корректного прогнозирования параметров эксплуатации подшипника качения. На предприятии таких подшипников в работе может одновременно находиться несколько тысяч. Процедура контроля состояния многих подшипников на предприятии становится возможной только при использовании компьютеров, в которых создаются и работают базы данных по подшипникам и современные экспертные системы диагностики.

В заключение стоит отметить, что вибродиагностический контроль позволяет не просто выявить дефекты, но и предупредить их появление, спрогнозировать остаточный ресурс объекта контроля, что, в свою очередь, позволит снизить риск выхода из строя деталей подвижного состава в пути следования, а также снизить количество внеплановых ремонтов.

<http://rgups.public.ru/editions/40/issues/30343?view=doc&id=1334046>

### **Смотр технологий устойчивого развития**

В конце августа в Москве (Щербинка) на территории Научно-испытательного центра АО «ВНИИЖТ» прошел Международный железнодорожный салон «пространства 1520» «PRO//Движение. Экспо». Главная тема форума - «Трансформация технологий и новое экологическое мышление». Значительная часть экспонатов международного салона состояла из новинок грузового и пассажирского подвижного состава, представленных ведущими вагоностроительными компаниями России.

Уралвагонзавод (в составе Концерна УВЗ) на выставке представил свою последнюю разработку в перспективном сегменте контейнерных перевозок - вагон-платформу модели 13-192-03, получивший недавно сертификат Регистра сертификации на федеральном железнодорожном транспорте. Особенностью нового вагона-платформы модели 13-192-03 является применение фитинговых упоров, которые обеспечивают устойчивость от опрокидывания контейнеров при порывистом ветре. Помимо контейнерных платформ, Концерн УВЗ активно осваивает и производство различных контейнеров.



Рис. 1. Вагон-платформа модели 13-192-03 разработки УВЗ с универсальным 40-футовым контейнером

Уралвагонзавод представил и автономный рефрижераторный вагон модели 16-5213. Это уникальное изделие: таких аналогов на «пространстве 1520» сегодня нет. Вагон создан по заказу ООО «Русские рефрижераторы», предназначен для перевозки скоропортящихся грузов.



Рис. 2. Автономный рефрижераторный вагон модели 16-5213 постройки УВЗ

Научно-производственная корпорация «Объединенная Вагонная Компания» («НПК ОВК»), крупнейший производитель грузовых вагонов в России, продемонстрировала серийные грузовые вагоны нового поколения, в том числе сочлененного типа:

- > шестиосный вагон-цистерна сочлененного типа для перевозки светлых нефтепродуктов модели 15-629;
- > вагон-цистерна для нефтяных грузов модели 15-9993;

> крытый вагон для широкой номенклатуры грузов модели 11-6874.



Рис. 3. Шестиосный вагон-цистерна сочлененного типа модели 15-629 для легковесных светлых нефтепродуктов производства «НПК ОВК»

«РМ Рейл» презентовал вагон-цистерну модели 15-1286-01 для перевозки химических грузов/



Рис. 6. Вагон-цистерна модели 15-1286-01 для химических грузов, оборудованный новой тележкой с нагрузкой на ось 25 тс модели 18-9891 постройки компании «РМ Рейл»

Также на выставке были продемонстрированы новые модели контейнеров.

АО «Трансмашхолдинг» (ТМХ), крупнейший в России разработчик и производитель подвижного состава для рельсового транспорта, стал крупнейшим экспонентом Международного железнодорожного салона.

В статической экспозиции ТМХ был представлен ряд образцов нового пассажирского и грузового подвижного состава, в том числе:

- > двухэтажный купейный вагон-сцеп 61-4523;
- > полноразмерный макет перспективного капсульного пассажирского вагона в габарите Т;
- > вагон-платформа для перевозки крупнотоннажных контейнеров модели 13-6726;
- > вагон-платформа для перевозки автомобильных полуприцепов и крупнотоннажных контейнеров модели 13-6987.

Двухэтажный купейный вагон модели 61-4523 - первый в практике российского транспортного машиностроения пассажирский вагон,

исполненный в формате двухвагонного сцепа. Создан отечественными конструкторами, выпускается на Тверском вагоностроительном заводе.



Рис. 8. Двухэтажный купейный вагон модели 61-4523 Тверского вагоностроительного завода

Одно из основных отличий нового подвижного состава от вагонов предшествующих моделей заключается в применении системы пневматического подвешивания кузова, которая обеспечивает технике более плавный ход, меньшее воздействие на путевую инфраструктуру и, как следствие, снижение затрат перевозчика на оплату инфраструктурных платежей.

Специалисты завода «Трансмаш» (г. Энгельс) представили вагон-платформу модели 13-6726 для крупнотоннажных контейнеров и контейнеров-цистерн, в том числе для перевозки опасных грузов классов 1 - 9 (взрывчатые материалы, легковоспламеняющиеся жидкости и др.).



Рис. 10. Вагон-платформа модели 13-6726 для крупнотоннажных контейнеров и контейнеров-цистерн постройки завода «Трансмаш»

Крупнейший экспонент и инновационный партнер мероприятия - машиностроительный Холдинг «Синара - Транспортные Машины» (СТМ) представил последние разработки в области магистральной и путевой техники.

Главным экспонатом, показанным впервые, стала уникальная по технологическим характеристикам скоростная шестиосная фитинговая платформа модели 13-6704 для перевозки контейнеров с эксплуатационной скоростью до 140 км/ч.

В рамках работы салона было подписано 13 соглашений о сотрудничестве, общая сумма которых составила порядка 50 млрд руб.

<http://rgups.public.ru/editions/134/issues/29700?view=doc&id=1319545>

### **Вагоны-хопперы нового поколения соответствуют высоким стандартам экологии**

Договор на поставку 2 000 вагонов-хопперов нового поколения для перевозки минеральных удобрений заключили АО «МХК ЕвроХим» и ПАО «Научно-производственная корпорация "Объединенная Вагонная Компания"» («НПК ОВК»), крупнейший производитель грузовых вагонов в России, на площадке Петербургского международного экономического форума (ПМЭФ-2021).

Вагон-хоппер модели 19-9835-01 выделяется улучшенными технико-экономическими характеристиками. Повышенная грузоподъемность (76,7 т) и объем кузова (101 м<sup>3</sup>) вагона позволяют перевозить широкую номенклатуру минеральных удобрений.

Конструкционные особенности вагона-минераловоза позволяют:

- > снизить нагрузку на железнодорожное полотно;
- > соответствовать высоким стандартам в области экологии;
- > минимизировать парк вагонов операторов и, соответственно, снизить затраты на их содержание;
- > снизить энергоемкость железнодорожных перевозок.

Благодаря использованию парка вагонов нового поколения и увеличению веса поездов ежегодное снижение потребления электроэнергии в системе тягового электроснабжения на полигонах дорог по направлению Урал - порты Северо-Запада составит более 1,5 МВт\*ч, а выбросы парниковых газов будут сокращены почти на 800 т СО<sub>2</sub> в сравнении с 2019 - 2020 гг. Использование вагонов с увеличенной грузоподъемностью позволяет снизить энергоемкость железнодорожных перевозок на соответствующих направлениях минимум на 5 %.

АО «МХК ЕвроХим» ведет системную работу по снижению воздействия на окружающую среду и повышению энергоэффективности, основанную на принципах рационального использования ресурсов, выполнении требований российского природоохранного законодательства и добровольных обязательств компании. Внедрение инновационных технологий - одна из задач по достижению этих целей. К основным мерам относятся снижение количества ремонтных работ, вместе с тем повышение их качества, применение наилучших доступных технологий, а также уменьшение потребления электроэнергии.

Объединенной Вагонной Компанией создана обширная сервисная сеть по гарантийному и постгарантийному обслуживанию вагонов, что обеспечивает снижение времени их простоя в ремонте, контроль за их техническим состоянием и использованием только оригинальных комплектующих. О

техническом обслуживании приобретаемых вагонов стороны также договорились в рамках заключенного на ПМЭФ-2021 соглашения.



ПАО «Уралкалий», один из крупнейших мировых производителей калия, и «НПК ОВК» в рамках Петербургского международного экономического форума подписали договор на поставку 100 минераловозов нового поколения.

В соответствии с соглашением Объединенная Вагонная Компания поставит «Уралкалию» в 2021 г. 100 вагонов-хопперов модели 19-9835-01 с повышенной грузоподъемностью и увеличенным межремонтным пробегом между плановыми сроками ремонта.

Приобретение очередной партии инновационных вагонов производства Тихвинского вагоностроительного завода осуществляется в рамках реализации долгосрочной стратегии развития вагонного парка «Уралкалия» и с целью обеспечения стабильности поставок продукции потребителям.

- «Уралкалий» эксплуатирует инновационные минераловозы производства Тихвинского вагоностроительного завода с 2015 года. В настоящее время в парке компании насчитывается более 1,5 тысяч таких вагонов, хорошо зарекомендовавших себя, прежде всего, с точки зрения надежности. Их использование для нас экономически целесообразно с учетом перспектив увеличения пропускной способности как самой сети РЖД, так и подъездных путей наших рудоуправлений и собственного портового терминала, - отметил В.В. Лаук, генеральный директор ПАО «Уралкалий»

Генеральный директор «НПК ОВК» Т.В. Хряпов прокомментировал: «"Уралкалий" является нашим давним партнером и был в числе первых компаний, которые поверили и уже убедились на практике в эффективности грузовых вагонов нового поколения нашего производства. Мы ценим сложившиеся партнерские отношения между нашими компаниями и надеемся на дальнейшее развитие сотрудничества».

<http://rgups.public.ru/editions/134/issues/29700?view=doc&id=1319547>

## **Минтранс России разработал отраслевую стратегию цифровой трансформации**

Министерство транспорта приступило к реализации Стратегии цифровой трансформации транспортной отрасли, получившей одобрение Правительства РФ, высокую заинтересованность и поддержку со стороны бизнес-сообщества.



На площадке ассоциации «Цифровой транспорт и логистика» (ЦТЛ) совместно с ведущими отраслевыми и ИТ-компаниями Минтранс проработает дорожные карты по всем стратегическим направлениям.

Отраслевая стратегия цифровой трансформации разработана в соответствии с поручением Президента России. Документ был утвержден протоколом президиума Правительственной комиссии по цифровому развитию, прошел обсуждение на площадке Совета Федерации.

Стратегия включает шесть ключевых инициатив министерства:

- 1 «Беспилотники для пассажиров и грузов»;
- 2 «Зеленый цифровой коридор пассажира»;
- 3 «Бесшовная грузовая логистика»;
- 4 «Цифровое управление транспортной системой Российской Федерации»;
- 5 «Цифровизация для транспортной безопасности»;
- 6 «Цифровые двойники объектов транспортной инфраструктуры».

Реализация стратегии строится на приоритетном использовании отечественного программного обеспечения и массовом применении технологии искусственного интеллекта.

К 2030 г. комплекс инициатив министерства обеспечит коммерческое использование беспилотников на всех видах транспорта для перевозки пассажиров и грузов.

Среди эффектов реализации проектов - повышение безопасности на транспорте, увеличение скорости перевозок, снижение стоимости транспортно-логистических услуг.

Оформление грузоперевозок в цифровом виде и технологическая бесшовность процедур на границах увеличат объем транзита через страны ЕАЭС в 10 раз. Количество часов на прохождение контрольных мероприятий железнодорожными и автоперевозчиками на погранпереходах снизится более чем на 90 %.

Пассажиры к этому времени получают цифровые профили, забудут о необходимости бумажных документов, смогут при помощи биометрии оплачивать проезд и быстро проходить досмотры на вокзалах и в аэропортах. Почти на четверть сократится время ожидания городского общественного транспорта, скорость перемещения пассажиров в котором возрастет на 37 %. При этом в зоне действия региональных сервисов построения оптимального маршрута поездки (MaaS, Mobility-as-a-Service) на треть снизится доля жителей, которые сегодня предпочитают использовать личный автомобиль.

Безопасность, надежность и непрерывность функционирования всех объектов транспортной инфраструктуры будут контролироваться с помощью «цифровых двойников», для моделирования транспортных потоков станут использоваться технологии искусственного интеллекта.

- Для нас ключевые стратегические цели документа строятся на повышении безопасности транспортного комплекса, комфорта и удовлетворенности каждого пассажира услугами, а также на снижении

логистического неравенства для граждан и бизнеса, - подчеркнул заместитель министра транспорта России К.И. Богданов. - Стратегия для нас - это только первый шаг, ключевая роль - за реализацией проработанных направлений и инициатив. Как и при подготовке документа, дальше мы будем идти в плотной связке с Минцифры России и другими ведомствами, нашим центром компетенций - ассоциацией ЦТЛ, ведущими транспортными и ИТ-компаниями.

По словам заместителя министра, уже сформированы рабочие группы по беспилотным логистическим коридорам - запуску автономных грузоперевозок на трассе М-11 («Нева»), по беспилотным воздушным судам и автономным железнодорожным перевозкам.

К разработке Стратегии были привлечены руководители и эксперты более 200 предприятий различных отраслей. За последние три месяца было проведено свыше 80 обсуждений и стратегических сессий в онлайн- и офлайн-форматах. Для подготовки документа на базе ассоциации ЦТЛ сформирован управляющий комитет, который продолжит работу по реализации проектов стратегии.

<http://rgups.public.ru/editions/134/issues/29700?view=doc&id=1319555>

### **Уралвагонзавод подтвердил высокое качество полувагона 12-196-02**

Инновационный полувагон 12-196-02 на тележках модели 18-194-1 прошел квалификационные испытания в полном объеме, которые подтвердили высокое качество изделия и готовность Уралвагонзавода (входит в состав Концерна УВЗ) выпускать его в неограниченных объемах. Процедура освоения производства инновационного вагона на Уралвагонзаводе завершена.

К настоящему времени Уралвагонзаводом уже изготовлено более 40 тыс. полувагонов на тележках с нагрузкой 25 тс. Инновационные изделия эксплуатируют более шестидесяти собственников и операторов подвижного состава.



Рис. 1. Инновационный полувагон 12-196-02 постройки Уралвагонзавода

Основные технические характеристики инновационного полувагона модели 12-196-02 включают:

- > грузоподъемность - 75 т;
- > масса тары - 24,5 т;
- > объем кузова - 94 м(3);
- > максимальная расчетная статическая нагрузка от колесной пары на рельсы - 25 тс;
- > назначенный срок службы - 32 года;
- > назначенный пробег от постройки до первого деповского ремонта и от капитального до первого деповского ремонта - 500 тыс. км, но не более 4 лет;
- > габарит по ГОСТ 9238 - 1-Т.

- Инновационные полувагоны составляют значительную часть от общего количества портфеля заказов Уралвагонзавода, - отметил главный инженер Уралвагонзавода П.В. Слободяник. - Сегодня загрузка у предприятия выше уровня прошлого года. В этом году мы получили несколько крупных заказов на полувагоны 12-196-02. Они обеспечивают коллектив стабильной работой.

- При выпуске изделий с конвейера Уралвагонзавода на сеть железных дорог сопровождение инновационных изделий на всем жизненном цикле продолжается. Для обеспечения регламентных работ Уральским конструкторским бюро вагоностроения разработана в полном объеме ремонтная документация и авторизовано 110 вагоноремонтных предприятий в различных регионах России, - рассказал генеральный директор УКБВ А.Н. Баранов. - Такие предприятия используют в работе актуальную ремонтную документацию, обладают персоналом с необходимой квалификацией, соответствующим оборудованием, а также используют для ремонта только оригинальные детали и узлы. Для обеспечения высокого качества плановых видов ремонта и повышения ответственности вагоноремонтных предприятий специалистами конструкторского бюро и управления сопровождения жизненным циклом продукции Уралвагонзавода проводится постоянный мониторинг выполнения требований ремонтной документации.

Также на базе вагоноремонтных предприятий Уралвагонзаводом сформированы постоянно пополняемые фонды оригинальных запасных частей для проведения ремонтов.

<http://rgups.public.ru/editions/134/issues/29700?view=doc&id=1319552>

## **Холдинг СТМ презентовал опытный образец скоростной фитинговой платформы**

Холдинг «Синара - Транспортные Машины» (СТМ, входит в Группу Синара) в июле 2021 г. презентовал уникальную по технологическим характеристикам скоростную фитинговую платформу для перевозки контейнеров с эксплуатационной скоростью 140 км/ч, изготовленную по техническому заданию акционерного общества «Федеральная грузовая компания» (АО «ФГК»).

Сложившаяся система эксплуатации подвижного состава на железнодорожной сети «пространства 1520» предусматривает совмещение

грузового и пассажирского (включая скоростное) движения на единой инфраструктуре. В связи с существенной разницей в допустимых скоростях движения пассажирского подвижного состава (140 км/ч) и грузового (90 км/ч, фактически не более 80 км/ч) остро стоит вопрос оптимизации движения в целях наиболее полного использования имеющихся пропускных возможностей инфраструктуры.

Решение данной задачи достигается либо путем специализации линий на преимущественно пассажирские и грузовые, что в реальности крайне затруднительно, либо увеличением допустимых скоростей грузового движения до уровня регулярного пассажирского движения. При этом одной из задач в сегменте интермодальных перевозок является повышение скоростей движения, что достигается путем создания подвижного состава с эксплуатационной скоростью 140 км/ч на базе технологий пассажирского вагоностроения (сварные тележки пассажирского типа, обеспечивающие заявленные скорости подвижного состава как в груженом, так и в порожнем состояниях, плавность хода, аналогичная пассажирскому вагону и т.д.) и комплексного развития магистральной инфраструктуры.

Проект по созданию новых высокоскоростных платформ (рис. 1) ведет Группа РПМ («Ремпутьмаш»), входящая в периметр Холдинга СТМ, и АО «ВНИКТИ» по заказу АО «ФГК». Выпускать новый вид подвижного состава будет Калужский завод «Ремпутьмаш».



Рис. 1. Скоростная фитинговая шестисосная платформа модели 13-6704

Осмотр опытного образца вагона-платформы модели 13-6704 состоялся на производственной площадке завода «Калугапутьмаш» (предприятие Холдинга СТМ). Символическую красную ленту перерезали директор дивизиона «Путевая техника» СТМ - генеральный директор Группы РПМ К.К. Эпштейн, заместитель генерального директора по техническому развитию - главный инженер АО «ФГК» А.М. Шевцов и заместитель генерального директора по продажам СТМ - генеральный директор Торгового дома СТМ А.В. Зубихин (рис. 2).

- Мы обладаем всеми необходимыми компетенциями по проектированию и изготовлению скоростного подвижного состава, - отметил глава Торгового дома СТМ А.В. Зубихин. - Это и электропоезда «Ласточка», развивающие скорость движения до 160 км/ч, и автомотрисы АМ-140, которые набирают скорость до 140 км/ч. Создание фитинговой платформы - очередной рубеж,

который мы взяли. Данная платформа позволит российским железным дорогам реализовать перевозку контейнеров из Китая в Европу за семь суток. Мы с этой задачей справимся.

В конструкции новой 80-футовой скоростной шестиосной фитинговой платформы используется инновационная трёхосная тележка модели 18-6731 с массой 11 т. Это и еще ряд уникальных конструктивных преимуществ позволяют ей быть более грузоподъемной при меньшей нагрузке на инфраструктуру - 20 тс/ось. Таким образом, на ней возможно будет перевозить два 40-футовых контейнера (рис. 3, 4).



Рис. 4. Скоростная трехосная тележка модели 18-6731

- Основные узлы и агрегаты платформы изготовлены на производственных площадках Холдинга, - рассказал генеральный директор Группы РПМ К.К. Эпштейн. - Калужский завод «Ремпутьмаш» размещает заказ на изготовление тележки на Людиновском тепловозостроительном заводе, «Калугапутьмаш» берет на себя изготовление рамы и основные сварочные операции, финальную сборку делает Калужский завод «Ремпутьмаш». Так что итоговый продукт - синергия лучших компетенций производственных площадок Холдинга.

- Проект по созданию скоростного вагона-платформы для перевозки контейнерных грузов на скоростях до 140 км/ч реализуется в соответствии с Программой инновационного развития АО «ФГК» на период до 2025 года, - пояснил А.М. Шевцов. - Планируется, что в перспективе такие платформы будут использоваться для перевозок грузов на направлении Дальний Восток - Европейская часть России, для транзита Китай - Европа при перевозке деликатных грузов с высокой добавленной стоимостью со скоростью, сопоставимой с движением пассажирских поездов. Реализация этого сервиса позволит сформировать на сети российских железных дорог новый высокомаржинальный продукт для рынка.

Опытные образцы платформы в июле-августе прошли пробеговые испытания на Экспериментальном кольце в Щербинке. Здесь они работали со скоростями до 120 км/ч. После этого платформы направили на скоростной испытательный полигон Белореченская - Майкоп Северо-Кавказской железной дороги, где продолжатся испытания со скоростями до 140 км/ч. Испытания будут проводиться под нагрузкой - с груженными контейнерами. Завершение предварительных приемочных и сертификационных испытаний, а также получение сертификата запланированы на IV квартал 2021 г.

Вагон-платформа 13-6704 предусматривает возможность перевозки изотермических (рефрижераторных) контейнеров с навесными дизель-генераторными установками (ДГУ). С учетом заявленной эксплуатационной скорости (в пакете пассажирского движения на «пространстве 1520») перевозку изотермических контейнеров от восточных границ РФ до границы с ЕС возможно осуществлять без дозаправки ДГУ в пути следования.

Наряду с этим ведутся работы по адаптации пассажирских локомотивов для вождения ускоренных контейнерных поездов в пакетах пассажирского движения (до 140 км/ч), а также по согласованию технических требований к перспективным моделям грузовых электровозов до скорости 140 км/ч.

Широкой публике инновационная платформа была впервые представлена в рамках комплексной экспозиции Холдинга СТМ на прошедшем в конце августа 2021 г. Международном железнодорожном салоне «PRO//Движение. Экспо».

<http://rgups.public.ru/editions/134/issues/29700?view=doc&id=1319537>

### **На Уралвагонзаводе будет уникальный испытательный стенд**

На Уралвагонзаводе (в составе Концерна УВЗ) началось изготовление стенда пространственных ресурсных испытаний для деталей вагоностроения. Он спроектирован специалистами предприятия и является уникальным: аналогов, разработанных в России, такому стенду нет.

Нагружение испытуемых деталей на стенде, высота каркаса которого составляет 7 м, может вестись одновременно по трем взаимно перпендикулярным направлениям: вертикальному и двум горизонтальным в соответствии с новым ГОСТом. Это полностью имитирует местонахождение детали, например, балки надрессорной или рамы боковой, в конструкции тележки вагона, полезную нагрузку на них, усилие при движении вагона и прохождении кривых.

При этом вертикальный нагружатель работает с усилием до 140 тс и частотой до 20 колебаний в секунду. Горизонтальная нагрузка достигает до 16 тс с аналогичной частотой приложения. Специальный механизм позволяет гасить большие вибрации, снизить динамическую нагрузку на фундамент. Также предусмотрена система энергосбережения.

Ведущим разработчиком стенда является Никита Сорока, начальник отдела оборудования серийного производства конструкторского бюро механизации и автоматизации производства Уралвагонзавода. Это КБ занимается разработкой различного нестандартизированного контрольного, технологического и испытательного оборудования, необходимого для производства вагонов и спецтехники. Н. Сорока - лауреат стипендии Президента РФ. За время работы в КБ с 2014 г. он участвовал в разработке нескольких крупных проектов, таких как стенд для испытания и обкатки тяговой лебедки спецтехники, кантователь кузова вагона, стенд для проверки и настройки механизма отключения тяговой лебедки. С проектом стенда

пространственных ресурсных испытаний специалист стал призером корпоративного конкурса «Инновационная идея», в котором принимали участие представители 13 предприятий интегрированной структуры УВЗ.

- Уралвагонзавод всегда идет в ногу со временем, обеспечивая разработку и внедрение современных технологий, модернизацию производства, вывод на рынок новой продукции, повышение качества наших изделий, - отметил заместитель главного инженера Уралвагонзавода по вагостроению Ярослав Рыдлевский. - Радует, что на нашем предприятии работают талантливые конструкторы - креативные, амбициозные, с нестандартным мышлением, способные выполнить самые сложные задачи. Руководство предприятия, в свою очередь, дает им возможность реализовать самые смелые и перспективные идеи.

<http://rgups.public.ru/editions/134/issues/29700/?view=doc&id=1319538>

### **Двухэтажные вагоны проекта «2020» прошли сертификацию и вышли на линию**

Тверской вагоностроительный завод (ОАО «ТВЗ», входит в состав АО «Трансмашхолдинг») получил сертификат соответствия требованиям, предъявляемым к безопасности пассажирских перевозок, на двухэтажные пассажирские вагоны нового модельного ряда.

Вагоны моделей 61-4523 (купейный) и 61-4524 (штабной) - новейшие разработки ТМХ. Аналогично одноэтажным вагонам из проекта «2019» двухэтажные купейные вагоны предназначены для эксплуатации в виде сцепа.

Принципиальное отличие нового подвижного состава от вагонов предшествующих моделей заключается в применении системы пневматического подвешивания кузова, которая обеспечивает технике более плавный ход.



Рис. 1. Двухэтажные вагоны проекта «2020» в составе поезда «Байкальская сказка»

Фото Р.О. Шербиной

Изменение габарита кузова позволило создать в вагонах более комфортные условия для пассажиров верхних полок второго этажа: расстояние до потолка увеличилось более чем на 200 мм, выше стал проход по коридору второго этажа.

Вагоны имеют по 16 четырехместных купе. Конструктивно они позволяют формировать двухвагонный сцеп, в котором два вагона соединены герметичным переходом (рис. 2). В одном из вагонов предусмотрено служебное помещение для проводника и установлен пульт управления оборудованием и системами сразу двух вагонов. В другом размещается

сервисная зона, где могут быть установлены вендинговые автоматы и кофемашины, оборудуется багажное отделение или место для перевозки велосипедов и лыж.

В штабном вагоне (модели 61-4524) располагается купе для маломобильного пассажира и сопровождающего лица. На входе в вагон - специальное подъемное устройство, предназначенное для посадки и высадки маломобильных пассажиров из вагона на низких платформах. Для аварийных ситуаций предусмотрено специальное эвакуационное устройство, позволяющее человеку с нарушениями опорно-двигательного аппарата быстро покинуть вагон.

Новая техника отвечает всем требованиям, предъявляемым к безопасности пассажирских перевозок, и отличается повышенной комфортабельностью. В купе вместо полок с мягкими накладками появились полноценные диваны. Дизайн интерьера выполнен преимущественно в серых и светлокоричневых тонах.



Рис. 3. Купе оборудованы полноценными диванами

Предусмотрена возможность регулирования воздуха в каждом купе отдельно. У каждого пассажира - индивидуальный сейф.

В каждом вагоне размещены три туалетных комплекса, один из которых оснащен душевой (рис. 4), в штабном вагоне один из туалетов адаптирован для использования маломобильными пассажирами.

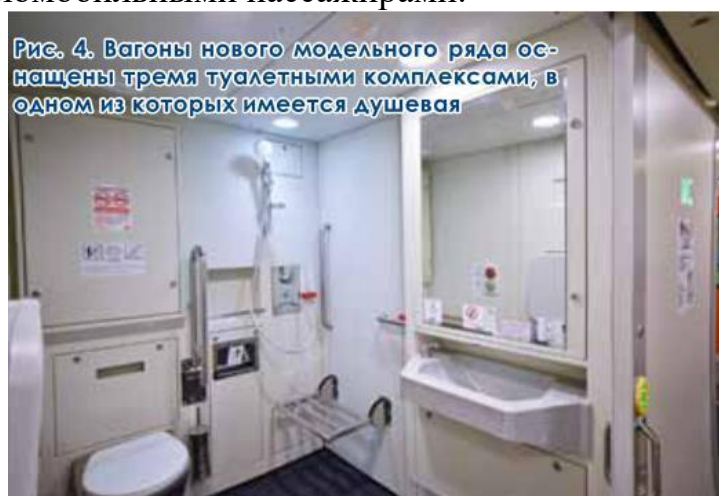


Рис. 4. Вагоны нового модельного ряда оснащены тремя туалетными комплексами, в одном из которых имеется душевая



Производство вагонов «2020» будет осуществляться в рамках долгосрочного контракта, заключенного между АО «ФПК» и ОАО «ТВЗ» на период до 2025 г.

<https://sdelanounas.ru/blogs/142267/>

## **Квантовые технологии. От теории к практике**

Авторы А.А.Галдин, А.В. Корольков, С.Я. Дудник, И.А. Юров

В ОАО «РЖД» активно ведется работа по цифровой трансформации. Два года назад была принята Стратегия цифровой трансформации компании до 2025 г., а в этом году она актуализирована с учетом новых нормативных документов федеральных органов государственной власти и опыта компании в части цифровой трансформации и импортозамещения. Кроме того, корректировка Стратегии проведена на основе результатов оценки «цифровой зрелости» и технологического развития компании.

Реализация Стратегии предусматривает создание восьми цифровых платформ, каждая из которых становится базовым элементом ИТ-инфраструктуры для ключевых сфер деятельности РЖД: мультимодальных пассажирских и грузовых перевозок, транспортно-логистических узлов, оператора линейной инфраструктуры, логистического оператора электронной коммерции, управления перевозочным процессом, тягового подвижного состава, а также платформы непроизводственных процессов. Для реализации этих цифровых платформ применяются сквозные технологии больших данных, распределенных реестров, интернет-вещей, интеллектуальных систем, виртуальной и дополненной реальности, а также квантовых технологий.

На государственном уровне в октябре 2019 г. утверждена дорожная карта (ДК) по развитию в РФ сквозной цифровой технологии (СЦТ) «квантовые технологии». ДК разработана с целью получения в среднесрочной и долгосрочной перспективе практически значимых научно-технических и практических результатов мирового уровня по следующим субтехнологиям: квантовые вычисления, квантовые коммуникации и квантовые сенсоры.

В рамках указанной ДК ОАО «РЖД» является куратором развития направления «квантовые коммуникации» в соответствии с подписанным в июле 2019 г. соглашением о намерениях между правительством РФ и ОАО «РЖД». В августе 2020 г. правительственная комиссия по цифровому развитию утвердила разработанную ОАО «РЖД» дорожную карту развития высокотехнологичной области квантовых коммуникаций (ДК КК).

Согласно ДК КК до конца 2024 г. запланировано сформировать магистральные каналы квантовых коммуникаций протяженностью не менее 2 тыс. км по ключевым направлениям, а до конца 2023 г. будет обеспечено подключение не менее 500 конечных абонентов квантовой сети. Один из первых пилотных проектов - строительство магистральной квантовой сети на участке Москва - Санкт-Петербург протяженностью около 700 км.

В статье рассматриваются технологии квантовых коммуникаций и квантовых вычислений с целью поиска путей их применения на железнодорожном транспорте, что подразумевает ответы на некоторые вопросы. Чем вызвана технологическая необходимость применения квантовых технологий в ИТ-инфраструктуре ОАО «РЖД»? В каких областях железнодорожного транспорта в первую очередь могут применяться квантовые технологии? В чем специфика железнодорожного транспорта с позиций применения квантовых технологий?

<http://rgups.public.ru/editions/37/issues/30750/?view=doc&id=1344917>

### **Беспилотные поезда: быть или не быть?**

Автор Ю.Чернышевская

Беспилотное движение давно перестало быть сказкой: бесконечные эксперименты, демонстрации и опытные образцы с каждым годом все больше и больше убеждают даже самых заядлых скептиков в том, что машинист поезду не нужен. Правда, технологическая возможность беспилотного движения не обосновывает необходимость его внедрения. Найти золотую середину попытались участники дискуссии «Беспилотные поезда: реальность или мечта?» в рамках международного железнодорожного салона пространства 1520 «PRO//Движение.Экспо».



По степени автоматизации поезда делят на четыре категории. GoA1 – самая низкая. В этом случае используются лишь автоматические системы помощи водителю и предотвращения аварий. При уровне GoA2 поезда перемещаются от станции к станции самостоятельно, но в них всегда сидит машинист, который отвечает за закрытие дверей, обнаружение препятствий на пути и т. п. На линиях уровня GoA3 человек также находится в кабине, но вмешаться он должен только в чрезвычайных ситуациях. Самый продвинутый уровень – GoA4. Здесь искусственный интеллект полностью берет на себя управление поездом, а присутствие машиниста не требуется. Российским производителям удалось достигнуть уровня автоматизации GoA3+, для этого понадобилось около 6 лет. Как рассказал Павел Мыльников,

руководитель центра систем управления и обеспечения безопасности движения АО «НИИАС», проект стартовал в 2015 году. Вначале была идея – обеспечить беспилотное движение маневрового локомотива на сортировочной станции. В 2017 году на ст. Лужская-Сортировочная Октябрьской железной дороги удалось запустить первый беспилотный маневровый локомотив, но он работал с ограничениями. Тогда в НИИАС начали разработку системы технического зрения, параллельно развивалась ветвь беспилотного пассажирского движения. К 2019 году на МЦК удалось вывести поезд с уровнем автоматизации GoA3. Полученные результаты испытаний позволили улучшить систему. «И вот к 2022 году мы переходим к последней стадии – уровню GoA4, где учтены уже все особенности технологического процесса влияния машиниста внутри электропоезда на систему управления», – отметил П. Мыльников.

В вопросе развития беспилотного движения Россия действительно является одним из мировых лидеров. Это подтвердил представитель немецкой стороны, старший менеджер ETCS и АТО DB Cargo Якоб Баселийос. По его словам, российские ученые стоят ближе европейских к разрешению ряда задач, связанных с беспилотным грузовым движением. Во Франции также ожидают, что на создание полностью автоматического поезда понадобится больше времени – выпустить такой состав планируют к 2023 году. Об этом рассказал руководитель проекта по беспилотным поездам SNCF (французские железные дороги) Люк Лярош. При этом оба эксперта не сомневаются в необходимости развития этой технологии.

Концепцию постепенного внедрения поддержал и Павел Середа, заместитель генерального директора, руководитель дивизиона ЖАТ ГК 1520. «До беспилотности есть еще масса решений, которые могут быть внедрены: радиоблокировка, бортовая система безопасности, микропроцессорная централизация, системы управления перевозочным процессом. Это различные решения, которые наслаиваются одно на другое, как слоеный пирог. Интеллектуальные решения, которые уже применяются, и их связки – это и есть драйвер развития беспилотности в дальнейшем», – считает он.

Как справедливо отметили участники дискуссии, мало создать беспилотный поезд – для его функционирования необходима инфраструктура. И в этом вопросе решены еще далеко не все проблемы, в том числе с точки зрения нормативной базы. Так, П. Мыльников рассказал, что ОАО «РЖД» только в марте подписало распоряжение о типах препятствий, которые должна обнаруживать система технического зрения. «Эта классификация все же не позволяет нам выставить требования к системе технического зрения – на каком расстоянии она должна обнаружить препятствие, будь то человек, машина или любые иные отступления инфраструктуры от изначального расположения», – сказал он.

Особенность человека – острота зрения, человек с идеальным зрением может обнаружить другого человека на инфраструктуре на расстоянии около

1100 м. При этом пока что с технической стороны гарантировать распознавание объекта система может только на расстоянии 600 м. Впрочем, как уточнил П. Мыльников, даже на этом этапе есть технологии, которые позволяют решить эту проблему. В частности, стационарные комплексы обнаружения препятствий («то есть нам необходимо заранее систему подпитать априорным знанием о наличии препятствия», пояснил эксперт).

Иногда помощь в решении какого-либо вопроса может прийти из совершенно неожиданных источников. Так, как рассказал П. Мыльников, в среде профессионального сообщества долго оставался нерешенным вопрос: как обеспечить минимальные задержки при передаче видеосигнала? Помогла пандемия. «IT-компании бросили силы на обеспечение качества видеосвязи, на рынке возникло много новых кодеков и подходов, что позволило обеспечить задержку передачи сигнала не более 300 мс», – рассказал эксперт.

Однако в целом беспилотному рельсовому транспорту еще только предстоит решить проблему неконтролируемости среды. Как рассказал вице-президент подразделения «Городской транспорт» компании «Сименс Мобильность» Карлссон Шолль, беспилотное управление магистральными поездами или трамваями гораздо сложнее, чем поездами метрополитена. Причина тому – неконтролируемая среда (неогражденные пути, открытые платформы, пересекающееся движение, различный подвижной состав, смешанный трафик и т. д.). Как подчеркнул К. Шолль, чем более открытый и неконтролируемый железнодорожный путь, тем сложнее и дороже система беспилотного управления.

«Беспилотное управление требует полной интеграции нескольких сложных систем: системы безопасности (она дает информацию о местоположении поезда и его скорости), автоматического управления поездами (автоматическое ускорение и торможение и т. д.), системы обнаружения препятствий (анализирует, что находится вокруг поезда, что движется, а что статично) и искусственного интеллекта (вся информация, поступающая на датчики, должна обрабатываться и оцениваться, а значит, оптические и лазерные датчики должны работать в едином режиме). Все это будет работать, только если все системы будут переплетены между собой, и в этом заключается главная сложность», – пояснил К. Шолль.

Актуальным также становится вопрос требований безопасности, предъявляемых к бортовой системе обнаружения препятствий, отметил заместитель генерального директора АО «НИИАС» Павел Попов. Уровень полноты безопасности (SIL) рассматривает опасные ситуации отказов, которые приводят к авариям, катастрофам и человеческим жертвам. Уровни SIL определяют величину допустимого риска для системы. Полнота безопасности растет с номером степени. Так, номер 1 означает низшую степень безопасности, а номер 4 – высшую степень безопасности. Как уточнил П. Попов, для машинистов уровень безопасности определен как SIL2, однако от автоматических систем ждут большего. Так, большинство слушателей

конференции путем голосования выбрали, отвечая на вопрос, каким должен быть уровень безопасности для беспилотных поездов, ответ SIL4. «Это чрезвычайно высокий уровень, который подразумевает много проблем, которые придется преодолеть»», – прокомментировал П. Попов.

Обобщить тему преимуществ и недостатков беспилотников удалось К. Шоллю. К первым он отнес оптимизацию затрат на управление и техобслуживание (более экономичная и эффективная работа, чем при управлении людьми, экономия электроэнергии), повышение безопасности за счет сокращения влияния человеческого фактора, повышение пропускной способности за счет более быстрого оборота поездов, более гибкое управление поездом в точном соответствии с реальным спросом, независимость от машинистов (что актуально, например, при болезни или забастовке), а также престиж передовой технологии как флага развития современного города, региона и страны. В числе недостатков он выделил высокие капитальные затраты и длительный срок внедрения, ограниченность экономической выгоды масштабностью проектов и сложность модернизации существующих систем и сотрудничества с поставщиками поездов.

Однако, как бы ни пугали экспертов возможные сложности, большинство согласны с тем, что беспилотный поезд уже запущен и его (как технологию, конечно) уже не остановить.

<https://www.rzd-partner.ru/zhd-transport/comments/bespilotnye-poezda-byt-ili-ne-byt/>

## **Совершенствование тягового подвижного состава на основе современных технологий энергосбережения**

Авторы А.М. Евстафьев, Д.Е. Кирюшин, В.В. Никитин, О.Е. Пудовиков

Энергетическая эффективность является одним из основных требований, предъявляемых к современному тяговому подвижному составу магистрального и промышленного железнодорожного транспорта, а также городского транспорта. Качественное улучшение показателей энергетической эффективности тягового подвижного состава может быть обеспечено путем построения бортовых энергетических комплексов с использованием накопителей электрической энергии большой емкости, позволяющих организовать эффективный энергообмен между основным источником (контактной сетью, дизель-генераторной установкой), накопителями и потребителями энергии в различных режимах работы. Подвижной состав с энергосистемой подобного типа получил в мировой практике наименование гибридного тягового подвижного состава. В статье предложена классификация гибридного тягового подвижного состава, характеризующая специфику архитектуры его силовых энергоустановок. Для оценки свойств гибридного тягового подвижного состава предложена система количественных показателей, которые позволяют сформировать комплексную сравнительную оценку технического уровня, энергетической эффективности

и конкурентоспособности различных типов гибридного подвижного состава. Обоснована наиболее перспективная топология силовой гибридной энергоустановки тягового подвижного состава, обеспечивающая возможность независимого управления потоками энергии и оптимизации режимов работы бортовых систем хранения энергии.

<https://elibrary.ru/item.asp?id=44749801>

### **Названа дата запуска беспилотного поезда в России**

НИИАС: в 2022 году в России запустят в эксплуатацию беспилотный электропоезд GoA3



В 2022 году в России запустят в эксплуатацию беспилотный электропоезд GoA3. Дату появления нового транспорта назвал заместитель гендиректора Научно-исследовательского и проектно-конструкторского института информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте (НИИАС) Павел Попов.

Он выступил на форуме о цифровой трансформации в образовании, бизнесе и госуправлении Digital Innopolis Days в Татарстане. Степень автоматизации GoA3 предполагает, что поезд движется без непосредственного участия в управлении человека. Однако специалист будет присутствовать в кабине. «Машинист будет просто сидеть и ничего не делать», – заявил Попов.

Проект по созданию беспилотных поездов начался в 2015 году. На основании степени автоматизации транспорт разделили на четыре категории. При GoA1 водители могут рассчитывать на автоматические системы помощи, при GoA2 поезда перемещаются без посторонней помощи от станции к станции. Категория GoA3 предполагает, что машинист находится в машине, а GoA4 означает полное отсутствие человека в кабине. На данный момент специалисты НИИАС разрабатывают схему работы системы при сложных погодных условиях.

### **Аккумуляторная тяга на железной дороге**

Автор Н. Копылов

Наряду с биотопливом и водородом, перспективной альтернативой традиционному дизелю в тяге поездов является аккумулярованная

электроэнергия. В настоящее время в мире успешно эксплуатируется большое количество моделей гибридных тепловозов и электровозов, а ведущие машиностроительные компании активно проводят разработки полностью аккумуляторного подвижного состава.

В пользу аккумуляторных технологий по сравнению с водородом свидетельствует исследование Немецкой ассоциации электротехники, электроники и информационных технологий (VDE). Специалисты подсчитали, что нормативный срок службы 30 лет поезда с аккумуляторным приводом обходится на 59 млн евро дешевле, чем железнодорожный состав на водороде. Причины – расходы на неоднократную замену топливных элементов в течение срока службы подвижного состава, а также высокая стоимость водорода, получаемого с применением возобновляемых источников энергии.

Производители считают, что аккумуляторная батарея и водородная силовая установка эквивалентны и каждая из них имеет свои преимущества и недостатки в зависимости от конкретных условий. Кроме того, стоимость инновационных поездов вероятно будет снижаться с развитием технологий. Сейчас ведущие европейские поставщики техники, такие как Alstom и Siemens, в настоящее время ведут параллельные разработки.

Как правило, при этом применяются литий-ионные аккумуляторы.

Альтернатива электрификации

Речь идет, в первую очередь, о пассажирских поездах, которые будут работать под контактным проводом, заряжать от него аккумуляторы, а затем использовать батарею при дальнейшей поездке неэлектрифицированным участком. Это рассматривается как альтернатива большим вложениям в электрификацию сети на региональных линиях.



Alstom Coradia Continental

Ряд немецких транспортных ассоциаций уже заказали подобный подвижной состав. В частности, французский производитель Alstom обязался поставить 11 аккумуляторных поездов Coradia Continental для сети Verkehrsverbund Mittelsachsen до 2023 года. Батареи в них будут заряжаться от контактной линии, а запас хода на аккумуляторах составляет 120 км. Этого достаточно, чтобы преодолеть 80 км неэлектрифицированной линии между Хемницем и Лейпцигом.

Другой пассажирский оператор – Landesanstalt Schienenfahrzeuge Baden-Württemberg – также планирует с декабря 2023 запустить аккумуляторные

поезда. Для этой цели поставщик транспортных услуг заказал 20 поездов Mireo Plus В производства концерна Siemens.



Stadler FLIRT Akku

Кроме того, в транспортной сети Nahverkehrsverbund Schleswig-Holstein намечено уже с конца следующего года ввести в эксплуатацию 55 вагонов швейцарской компании Stadler с аккумуляторным приводом. Они, в частности, обеспечат железнодорожное сообщение с нулевым уровнем выбросов между Килем и Люнебургом. По информации швейцарского производителя, в ходе недавнего испытания контактно-аккумуляторный поезд FLIRT преодолел на одной зарядке 185 км.

Однако пионерами во внедрении аккумуляторной тяги является не европейские, а японские производители. В настоящее время на острове Кюсю эксплуатируются около двух десятков контактно-аккумуляторных двухвагонных поездов ВЕС819 EMU под брендом DENCHA (сокращение от «Dual ENergy CHArge train»). Первые из них были введены в коммерческую эксплуатацию в конце 2016 года. Производитель – компания Hitachi. Поезда развивают скорость до 120 км / ч при работе под контактной линией переменного тока 20 кВ 60 Гц. Кроме того, они питаются от литий-ионной батареи емкостью 360 кВт/ч.

Еще шесть контактно аккумуляторных поездов EV-E801 эксплуатируются компанией JR East на севере страны. Эти двухвагонных рельсовые автобусы заменяют дизель-поезда на неэлектрифицированных участках протяженностью до 26,6 км. При питании от аккумулятора их скорость достигает 85 км / ч.

Наряду с контактно-аккумуляторными на Японских железных уже достаточно давно эксплуатируются гибридные дизель-аккумуляторные поезда. Их испытания и внедрение в массовое производство стартовали еще в середине 2000-х.



Первый в мире гибридный дизель-аккумуляторный вагон



Первый в мире гибридный дизель-аккумуляторный поезд NE Train (New Energy Train) был спроектирован Институтом технических исследований железных дорог (RTRI) и поставлен оператору перевозок в 2003 году. Он получил классификацию KiYa E991-1. На основе этой разработки созданы серийные поезда KiHa E200, введенные в эксплуатацию в 2007 году. Они оснащены генератором с дизельным двигателем и асинхронным приводом. Кроме того, для подзарядки используется энергия, вырабатываемая рекуперативным тормозом.

Одним из самых современных японских гибридов есть тяга UC1 производства Kawasaki Heavy Industries. Он поступил в коммерческую эксплуатацию в 2020 году.

В грузовом движении распространены гибридные дизель-аккумуляторные маневровые тепловозы и промышленные аккумуляторные электровозы.

Одним из первых гибридов стал локомотив Toshiba HD300 мощностью 500 кВт, серийно выпускается с 2012 года. По результатам тестовой эксплуатации на грузовом терминале Токио, было сокращено на 36% потребление топлива при работе с составами средней массой 700 т. Кроме того, снижены выбросы в атмосферу и уровень шума. В общем изготовлено более 30 таких машин.



Маневровый гибридный тепловоз HD300

Один из мировых лидеров тепловозостроения, американская компания Progress Rail (Caterpillar) планирует в текущем году представить полностью аккумуляторный локомотив EMD Joule мощностью 3200 л. С. По информации производителя, шестиосный локомотив будет оснащен литий-ионными аккумуляторами емкостью 2,4 МВт/ч и современной электроникой. Время работы на одной зарядке – до 24 часов. Применять локомотив планируется, в частности, на шахтах в Южной Африке.

Осуществляет испытания мощного гибридного тепловоза в Калифорнии другой гигант локомотивостроения США – Wabtec (в состав которого входит GE Transportation).

Кроме того, несколько моделей гибридных грузовых локомотивов для европейского рынка разработала китайская корпорация CRRC. В их числе – водородно-аккумуляторный тяговый подвижной состав.

Разработки аккумуляторных грузовых локомотивов активно ведутся также в Польше, Чехии и других странах.

Ряд промышленных моделей доступны уже сегодня.



ES1000. Аккумуляторный подвижной состав в действии

<https://www.railway.supply/akkumulyatornaya-tyaga-na-zheleznoj-doroge/>

### **В Японии тестируют пассажирский поезд-беспилотник**

"Поезд-пуля" без машиниста. В Японии прошли первые испытания сверхскоростного пассажирского состава в беспилотном режиме. Владельцы железных дорог торопят инженеров. Скоро они могут столкнуться с нехваткой персонала из-за быстро стареющего населения страны.



Вид из кабины машиниста, поезд набирает скорость, человек в форме смотрит прямо перед собой, руки в белоснежных перчатках лежат на коленях.

5-километровый отрезок пути скоростной поезд с 15 вагонами проходит полностью в автономном режиме, разгоняясь до 100 километров в час.

Первый демонстрационный тест-драйв скоростного поезда в беспилотном режиме компания-оператор проводит между станциями в префектуре Ниигата. Поезд способен развивать скорость до 260 километров в час, но с учетом небольшого расстояния 100 километров – оптимальный скоростной лимит.

В будущем машинистов в таких поездах быть не должно. В этот раз люди в кабине только наблюдают – на случай нештатной ситуации. Однако автоматическая система сработала без сбоя. Отклонение от линии полной остановки при допустимых 50 сантиметрах составило всего 8.

Движение электропоездов, способных развивать скорость более 250 км в час, в Японии было налажено еще в 1964 году. Сейчас пассажиропоток составляет около одного миллиона человек в день при одновременной эксплуатации примерно 300-320 составов.

Автономные технологии на железнодорожном транспорте в Японии пока используются только там, где линии никак не пересекаются с остальной транспортной инфраструктурой, как скажем, на этом монорельсе, который проходит над токийским заливом между основной и насыпной частью столицы. За десятилетия, что действует эта линия, здесь не было ни одной аварии.

С учетом сложности и загруженности скоростных линий, а также высокой вероятности чрезвычайных обстоятельств (например, из-за землетрясений) перевод на автопилотный режим скоростных поездов – задача куда более сложная и затратная, но необходимая.

Главная цель – повысить надежность, исключив риск человеческого фактора, а еще – компенсировать нехватку персонала на фоне неуклонного старения японского общества.

<https://smotrim.ru/article/2642073>

### **Переход к беспилотным поездам. Текущие вызовы и пути решения**

Авторы П.А. Попов, С.В. Кудряшов В статье рассмотрены основные текущие вопросы, касающиеся перехода на 3-й уровень автоматизации (GoA3), и вызовы на пути внедрения системы технического зрения на борту электропоезда. Приведено сравнение возможностей человека и датчиков технического зрения. Указано, что для внедрения автономных транспортных систем требования к функциональной безопасности системы технического зрения должны соответствовать минимум SIL2, а возможности по визуальному контролю свободности пути не должны уступать возможностям машиниста. Дано краткое описание тестирования и натурных испытаний систем технического зрения в различных условиях эксплуатации.

В настоящее время в рамках автоматизации труда на повестке дня стоит вопрос о внедрении на железных дорогах беспилотных поездов и трансформировании профессии машиниста в машиниста-оператора.

Известно, что беспилотный железнодорожный транспорт успешно применяется на метрополитене, где закрытая территория препятствует попаданию объектов на пути следования, и где возникает существенно меньшее число нештатных ситуаций.

В соответствии с классификацией по IEC-62290-1 существуют 4 уровня автоматизации железнодорожного транспорта. На железных дорогах России большое распространение получили системы автоведения, соответствующие 2-му уровню автоматизации, где бортовая система управления задает тяговое и тормозное усилия для движения в соответствии с графиком. Машинист отвечает за действия в нештатных ситуациях, за обнаружение препятствий на пути и контроль процесса посадки/высадки пассажиров на электропоезд.

Переход к 3-му уровню автоматизации предусматривает отсутствие машиниста в кабине и, соответственно, требует реализации функций по контролю свободности пути и целостности инфраструктуры. Эти функции в настоящее время полностью выполняются машинистом и они не формализованы. Поэтому одной из задач является определение функций машиниста в части визуального контроля свободности пути и задание требований для системы технического зрения.

Большинство лиц, причастных к беспилотному движению, высказывают естественное желание установки максимально возможных требований для системы технического зрения, соответствующих 4-му уровню полноты безопасности. Однако в ближайшие годы такие требования технически не реализуемы, это может создавать условия невозможности внедрения в эксплуатацию беспилотных поездов. Неоднозначным требованием является и задача обнаружения препятствий на расстоянии большем, чем тормозной путь при экстренном торможении, хотя это требование не выполняется машинистами высокоскоростных и грузовых поездов.

Не вызывает сомнений, что разрабатываемая система должна обладать возможностями обнаружения препятствий не хуже, чем это делает машинист поезда. Теоретические исследования возможностей человека представлены в работе.

На практике ситуация с обнаружением людей более сложная.

Фактически на пути внедрения беспилотного движения стоит задача формализации технического зрения, где необходимо найти ответы на следующие вопросы: какие препятствия необходимо обнаруживать и на какой дальности; как уровень освещенности и метеорологической видимости, а также рефлексивность препятствия и его контрастность влияют на дальность обнаружения?

Ответы на эти вопросы лежат не только в технической области. Обнаружение лежащего человека, особенно ночью, возможно только на расстоянии, существенно меньшем, чем тормозной путь при экстренном торможении. Причем понятно, что лежащий человек с большой вероятностью не сможет покинуть железнодорожный путь при приближении поезда. Общий перечень препятствий приведен в предварительном национальном стандарте

«Системы управления железнодорожным подвижным составом в автоматическом и дистанционном режимах. Требования к подсистеме распознавания объектов».

Для каждого препятствия необходимо определить дальность обнаружения с учетом всевозможных условий метеорологической видимости и освещенности. Эта задача не является тривиальной, так как следует принять, что при плохих погодных условиях некоторые препятствия не могут быть обнаружены в пределах тормозного пути поезда. Фактически даже слова «плохие погодные условия» должны быть заменены на измеряемое цифровое значение метеорологической видимости. В рамках перехода к беспилотному движению нужно установить допустимую скорость движения в зависимости от метеорологической оптической видимости.

После определения требований необходимо определить, как тестировать бортовую систему технического зрения. Распространенным подходом является применение нескольких видов тестирования. На первом этапе используются симуляторы, фактически цифровые двойники, которые имитируют данные сенсоров для системы технического зрения. Такой подход позволяет быстро провести испытания алгоритмов и программного обеспечения на обнаружение всех возможных препятствий с учетом задания условий видимости и освещенности. Основная проблема заключается в необходимости доказательства того, что результаты симулятора валидны и соответствуют испытаниям на полигоне.

Второй этап - это тестирование на полигоне. Логически требуется доказать, что система технического зрения корректно обнаруживает все определенные виды препятствия в различных условиях видимости, освещенности и на разной инфраструктуре: перегон, станция, в кривой и др. Легко увидеть, что общее количество всевозможных ситуаций стремится к бесконечности. Поэтому возникает вопрос, какое минимальное количество испытаний следует провести, чтобы доказать, что система соответствует заданным техническим требованиям?

Для испытаний должны быть использованы манекены возможных препятствий, в том числе манекены людей. Следует отметить, что в области автомобильного транспорта уже разработан стандарт, который определяет требования к манекенам для испытаний. Однако для определения дефектов инфраструктуры и природных явлений (излом рельса, неисправность контактной сети, подтопление путей, оползень, сель и др.) проводить испытания значительно сложнее и существенно дороже. Стоит задача доработки нормативной базы, которая будет определять как требования к системе технического зрения, так и методы тестирования, доказательства безопасности и процедуру допуска к эксплуатации.

ОАО «РЖД» и АО «НИИАС», как головной исполнитель проекта, выполняют большую работу с целью нахождения ответов на указанные в статье вопросы. Так, на полигоне в Щербинке проведены испытания по обнаружению манекена ребенка с измерением условий видимости и

освещенности. Анализируя данные, полученные при испытаниях блока обнаружения препятствия в составе бортовой системы управления электропоезда «Ласточка», можно сделать несколько основных выводов.



РИС. 3

Вероятность обнаружения препятствия бортовой системой технического зрения в светлое время суток приближена к уровню начальной подготовки машиниста электропоезда. В темное время суток посредством использования различных физических принципов работы сенсоров (оптическая камера, лидар, тепловизор) система отфильтровывает световые блики и свечения, видимые человеческому глазу, и в ряде случаев обнаруживает препятствие ранее, чем машинист электропоезда. Изображение препятствий, расположенных в красной зоне (манекен ребенка - в середине колеи) и желтой зоне (манекен взрослого человека - слева от колеи), на станции Угрешская на расстоянии 600 м от электропоезда в темное время суток.

При движении по испытательному кольцу в течение 10 ч, производя остановки только перед препятствиями, система технического зрения функционирует более стабильно, чем машинист при управлении в ручном режиме по причине отсутствия усталости и статичности окружающей инфраструктуры.

Таким образом, полученные результаты испытаний внушают оптимизм и дают надежду, что беспилотные поезда в ближайшие годы придут в эксплуатацию. В то же время для того, чтобы данная технология была широко внедрена на сети железных дорог, пройдет не один год. Для беспилотных поездов необходимо как строительство дополнительной инфраструктуры, особенно сетей цифровой связи, так и разработка нового подвижного состава, способного работать в автоматическом режиме. Пытаясь предвидеть будущее, можно сказать, что процесс перехода от машинистов к машинистам-операторам неизбежен и уже запущен, однако он займет достаточно продолжительное время.

<http://rgups.public.ru/editions/37/issues/30750/?view=doc&id=1344919>

### **Разработка систем для автономного подвижного состава**

Авторы А.Л. Охотников, М.А. Чернин

В статье описаны современные решения по созданию автономных интеллектуальных транспортных систем с использованием технологий

искусственного интеллекта, технического зрения, компьютерной обработки видеоизображения и систем высокоточного позиционирования. Рассказано о применении беспилотного поезда, а также об отечественных и зарубежных разработках систем автономного подвижного состава. Рассмотрены действия, предпринимаемые ОАО «РЖД» в целях реализации «Стратегии цифровой трансформации», включая внедрение системы автоматического управления движением маневровых локомотивов на сортировочной станции Лужская и беспилотной транспортной системы на МЦК, в которую интегрированы электропоезда «Ласточка» с гибридной системой управления, системой технического зрения и комплексом инфраструктурных технических решений.

В настоящее время все большее внимание уделяется интеграции современных технологий в единое цифровое пространство с целью достижения максимального синергетического эффекта. При этом создается глобальная цифровая сеть транспортных киберфизических систем и технологической экосистемы. Последняя представляет собой комплексный набор технических и технологических решений для сбора, передачи, агрегации и хранения данных, что дает возможность проводить обработку больших данных (Big Data). С помощью больших данных будет осуществляться предиктивный (predictive) и прескриптивный (prescriptive) анализ состояния систем для принятия оптимальных управленческих решений.

Один из основных векторов современного развития включает в себя применение технологий искусственного интеллекта (AI), компьютерной обработки видеоизображения и средств робототехники. Такие технологии являются базой для автоматизации сложных технологических процессов, где требуется минимизация влияния «человеческого» фактора, повышение эффективности деятельности и высокая точность выполнения операций. В том числе к ним относятся системы автономного подвижного состава без участия машиниста и технологические процессы автоматического управления транспортным средством.

Фактически в железнодорожной отрасли формируется новый технологический уклад - автономные транспортные системы с различной степенью автоматизации (GoA). Эти системы являются составной частью будущих комплексных проектов и планов развития во многих областях деятельности, включая развитие новых территорий и месторождений.

Переход к автономным технологиям на железнодорожном транспорте направлен на повышение безопасности движения, пропускной способности и точности соблюдения расписания движения, сокращение энергии на тягу и углеродного следа. Все это послужит стимулом для более активного использования железнодорожного транспорта, который гораздо экологичнее и надежнее автомобильного.

Европейская комиссия стремится к 2030 г. добиться существенного увеличения доли железных дорог на рынке грузовых перевозок. При этом в рамках программы Shift2Rail (S2R) стоит ряд задач: сосредоточить внимание

на ускорении применения интегрированного системного подхода, а также мероприятий по продвижению и демонстрации инновационных технологий и операционных решений. Благодаря цифровизации и автоматизации железные дороги станут более привлекательными.

Многолетний практический опыт создания систем управления и эксплуатации подвижного состава показал, что процесс перехода на полностью автоматическое управление поездом - это комплексная многофакторная задача. Ее решение связано с рядом сложностей, которые можно определить, как технические, организационные, нормативные и социальные.

Первые напрямую зависят от уровня развития электроники и элементной базы. Их развитие позволяет создавать системы, автоматизирующие решение частных задач при ведении поезда, и устройства, которые обеспечивают надежность и быстродействие. Широкий диапазон географической зоны использования отечественной железнодорожной автоматики накладывает высокие требования на эксплуатацию микропроцессорной техники: устойчивость к вибрациям и тряске, к климатическим условиям, электромагнитным и другим деструктивным воздействиям.



Для изготовления доступных и одновременно высокопроизводительных систем технического зрения (СТЗ) и высокоточного позиционирования для автономного подвижного состава стоит вопрос снижения себестоимости элементов этих систем (лидаров, видеокамер, тепловизоров, приемников ГНСС и БИНС). За счет этого появится возможность широкого применения техники с высокой точностью и надежностью, недоступной сейчас из-за ее высокой стоимости. К техническим проблемам стоит отнести и вопросы синтеза качественных математических алгоритмов и моделей, сложность доказательства функциональной безопасности отдельных устройств и систем, которые применяются для автоматического управления локомотивом.

Необходимость строительства дорогостоящей инфраструктуры для эксплуатации беспилотных поездов требует корпоративного участия и управления. Организация процесса связана с четким исполнением дорожных карт и своевременного финансирования. Особенно это важно при реализации



проектов, на которые выделяются большие средства, имеющие высокую значимость для научно-технологического развития. Организация взаимодействия и кооперация множества научных и производственных предприятий и учреждений, участвующих в решении большого количества комплексных технических и научных задач, требует ответственного контроля и регулирования, разработки новых форм и механизмов содействия органов государственной власти и крупных корпораций для развития беспилотных технологий и направлений.

Российское законодательство в области применения беспилотного железнодорожного транспорта в настоящий момент не уступает другим развитым странам в разработке и принятии норм и правил, регламентирующих использование автономных систем. Действующий стандарт МЭК 62290 описывает основные степени автоматизации и требования к интерфейсам автоматического контроля и управления системой. Создается новая нормативная база, касающаяся работы автономных систем и дистанционного управления вместо технологических операций, регламентирующих поведение локомотивной бригады. Стоит задача в короткий срок разработать свод стандартов и регламентов, которые будут определять все сферы использования поездов с автоматическим режимом управления, а также меры ответственности в случае нарушений в области гражданского, административного и уголовного права.



В рамках реализации «Стратегии цифровой трансформации» ОАО «РЖД» активно занимается созданием беспилотных поездов. Так закладывается облик российских железных дорог будущего, где искусственный интеллект, машинное обучение, интеллектуальное техническое зрение, нейронные сети станут повседневными технологиями. За рубежом беспилотный железнодорожный транспорт, курсирующий на открытых магистралях, также активно развивается.

Российские железные дороги одними из первых в мире начали внедрять инновационные технологии автоматического управления тяговым подвижным составом. С 2015 г. ведется внедрение систем автоматического управления движением маневровых локомотивов на сортировочной станции Лужская Октябрьской дороги. Здесь реализована возможность дистанционной работы машиниста-оператора с удаленного рабочего места, откуда осуществляется

контроль перемещения беспилотных маневровых локомотивов и при необходимости управления одним из них. Автоматическая система управления беспилотным локомотивом интегрирована в систему управления работой сортировочной станции, что важно для обеспечения безопасности движения и сокращения времени на выполнение операций производственного процесса.

Несмотря на наличие четырех уровней автоматизации управления поездом, где GoA4 самый высокий уровень, подразумевающий полностью автоматическое управление без присутствия персонала на борту поезда, сегодня практикуется промежуточный уровень GoA3+. Он является тестовым для отработки технических решений по переходу на полностью автономный режим. При этом опытный машинист находится в кабине, чтобы контролировать действия искусственного интеллекта и обеспечивать требуемый уровень безопасности движения поезда.

Следующим этапом разработки систем автономного подвижного состава без участия машиниста стало создание прототипа беспилотного электропоезда «Ласточка» на Московском центральном кольце. Здесь наблюдается самое интенсивное движение электропоездов в России, в часы пик они следуют с интервалом 4 мин, и стоит задача перехода на трехминутный интервал. В этих условиях точность реализации графика движения поездов должна быть в пределах 15 с, что требует максимального исключения влияния человеческого фактора. Поэтому базовые элементы такой системы строятся на основе технологий, использующих техническое зрение и высокоточное позиционирование. Обработку данных в таких системах доверяют искусственному интеллекту, технологии которого используются в специализированных вычислителях с высокопроизводительными процессорами.

На повестке дня стоит реализация самого сложного этапа комплексного проекта - создание беспилотной транспортной системы, где интегрированы электропоезда «Ласточка» с принципиально новой гибридной системой управления и комплексом инфраструктурных технических решений.

К таким интеллектуальным системам инфраструктуры относятся: рабочие места машиниста-оператора центра дистанционного контроля и управления (ЦДКУ), система контроля определений препятствий (СКОП), интеллектуальная система контроля посадки/высадки пассажиров (СКПВП), комплексная система позиционирования, средства гибридной системы управления движением (РБЦ, АБТЦМ-Ш, МПЦ), платформенная модульная система видеоаналитики (МСВА) и др. Существующие инфраструктурные СТЗ, предназначенные для установки в зонах ограниченной видимости (ЗОВ), работают по принципу бортовых систем и служат дополнительным фактором повышения безопасности движения поездов и сохранения требуемой скорости на участках, где кривая торможения может превышать расстояние до объекта-препятствия.

Все упомянутые технические решения уникальны и направлены на обеспечение комфорта и безопасности пассажиров. За прошедшее время проведено много испытаний и разработана платформа для практического применения проектов автоматического управления. Проект GoA4 объединяет более 20 направлений научно-исследовательских работ, включающих все аспекты эксплуатации интеллектуальной транспортной системы. Ведь сам электропоезд с автоматическим управлением - это лишь небольшая часть проекта. Такие электропоезда управляются искусственным интеллектом на основе новейших технологий, а также методологии когнитивного анализа и моделирования развития различных ситуаций и других областей научных знаний.

При разработке бортовой системы технического зрения перед ее установкой на электропоезд «Ласточка» было опробовано и протестировано множество элементов, из которых состоит система. Ее основу составляет комплекс видеокамер, лидаров и тепловизора, а «мозгом» является уникальная бортовая нейронная сеть, осуществляющая комплексирование и ассоциацию данных, распознавание и идентификацию объектов вдоль железнодорожного пути.

Применение цифровой модели пути совместно с бортовой системой позиционирования позволили получить точность привязки подвижного состава к текущему местоположению со среднеквадратической ошибкой в пределах 10 см. При этом погрешность позиционирования и точность остановки подвижного состава составили не более 50 см.

В перспективе беспилотные железнодорожные системы с высокой интенсивностью движения поездов должны стать основой развития транспортных систем крупнейших городских агломераций, таких как Москва, Санкт-Петербург, Казань и др. Системы автоматического управления локомотивом будут встраиваться в российскую систему управления и обеспечения безопасности движением поездов РСУДП. Это позволит в автоматическом режиме управлять поездом по энергоэффективному графику, осуществлять высокоточное позиционирование в реальном времени на основе спутниковой навигации и цифровой модели пути, обнаруживать нестандартные ситуации и определять оптимальные сценарии управления, рассчитывать и применять вариантный график движения поездов для восстановления планового графика в случае сбоев.

<http://rgups.public.ru/editions/37/issues/30750/?view=doc&id=1344920>

## **Технология «Виртуальная сцепка» для интервального регулирования движения поездов**

Авторы М.А. Дежков, Г.К. Кисельгоф

В статье рассмотрен новый вид интервального регулирования движения поездов, позволяющий управлять ведомым локомотивом с учетом информации, которая передается по радиоканалу с локомотива ведущего поезда. Эта технология, получившая название «виртуальная сцепка»,

позволяет сократить межпоездной интервал с соблюдением всех условий безопасности движения. Управление локомотивами обоих поездов может выполняться как в автоматическом, так и в ручном режимах. В статье описаны требования к внедрению «виртуальной сцепки» на полигонах дорог и перспективы дальнейшего развития данной технологии.

Основные направления деятельности ОАО «РЖД» определены долгосрочной программой развития компании до 2025 г. Одним из них является создание и внедрение на сети железных дорог современных технологий интервального регулирования движения поездов (ИРДП). Стратегия развития и применения таких технологий для российских дорог разработана АО «НИИАС». Реализация концепции применения комплексной технологии интервального регулирования движения поездов обеспечит решение стратегических задач и позволит справиться с нарастающим объемом перевозок, учитывая потребности рынка и коммерческие интересы ОАО «РЖД».

Одним из инструментов повышения пропускной способности участков с низкой пропускной способностью является разработка и применение локомотивных устройств, обеспечивающих движение поездов с минимально допустимым межпоездным интервалом. С этой целью сегодня внедряются новые системы и технологии интервального регулирования движения поездов, в том числе технология «виртуальная сцепка» (ВСЦ). Функциональная особенность новой технологии заключается в том, что управление локомотивом второго (ведомого) поезда организована с учетом информации, которая передается по радиоканалу с локомотива первого (ведущего) поезда. Это позволяет сократить межпоездной интервал с соблюдением всех условий безопасности движения. Данная информация содержит сведения о скорости и режиме движения ведущего поезда, поездной ситуации, профиле впередилежащего пути и др.

Благодаря этим данным система автоведения ведомого поезда способна прогнозировать изменение поездной ситуации по ходу движения и оптимизировать скоростной режим. Это важная особенность новой технологии. Например, информация об освобождении в ближайшее время ведущим поездом блок-участка позволяет системе автоведения обеспечить проследование ведомым поездом светофора с желтым сигналом с повышенной скоростью, таким образом безопасно сократив межпоездной интервал. При этом кривая торможения перед светофором с запрещающим показанием формируется по стандартным алгоритмам. Схемы реализации типовой технологии и технологии «виртуальная сцепка» для интервального регулирования движения поездов представлены на рис. 1 и рис. 2 соответственно.

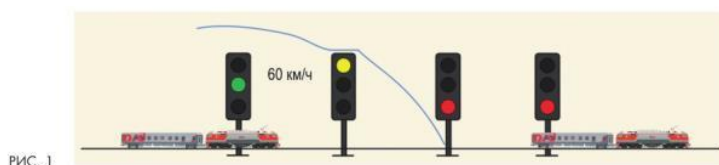
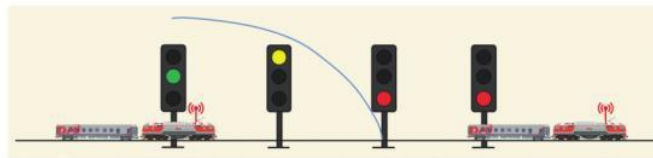


РИС. 2



При использовании ВСЦ управление локомотивами обоих поездов может выполняться как в автоматическом, так и в ручном режимах. В первом случае интеллектуальная система автоматического ведения поезда с распределенной тягой (ИСАВП-РТ-М) подбирает и автоматически реализует оптимальный режим. Благодаря этому снижается нагрузка на машиниста при сближении поездов и исключается негативное влияние человеческого фактора. К тому же эффективность технологии выражается в повышении на 10-15 % пропускной способности участков дорог и оптимизации потребления энергоресурсов.

Для формирования и расформирования поездов с помощью технологии ВСЦ к инфраструктуре не предъявляются особые требования. Фактически поезда на «виртуальной сцепке» являются двумя самостоятельными поездами, соединенными между собой по радиоканалу. Для использования ВСЦ необходимы электровозы единой серии, оснащенные модернизированной системой автоведения ИСАВП-РТ-М с функцией «виртуальной сцепки». Нужны также машинисты, прошедшие теоретическое и практическое обучение работе с этой системой в режиме ВСЦ. При возникновении нештатной или аварийной ситуации с ВСЦ действие «виртуальной сцепки» прекращается, поезда следуют как самостоятельные единицы. В этом случае участники перевозочного процесса действуют согласно отраслевым регламентам и инструкциям.

Помимо технических задач в ходе реализации технологии решается ряд вопросов, связанных с нормативно-техническим обеспечением, разработкой информационных систем для контроля работоспособности технических средств и анализа применения ВСЦ. Проводится также обучение персонала, задействованного в организации подконтрольной эксплуатации.

В связи с увеличением количества оборудованных системой ИСАВП-РТ-М локомотивов и, как следствие, назначения дополнительных ниток ВСЦ поездов, на контроль работы бортовых технических средств и показателей использования новой технологии инженерно-технический персонал тратит все больше времени. В результате появляется риск искажения получаемой информации.

Беспристрастно оценить работоспособность технологии ВСЦ, высвободить из процесса людские ресурсы и значительно повысить качество планирования и оперативного учета основных показателей при реализации технологии «виртуальная сцепка» позволит создание информационной системы. Независимый анализ полученных данных даст возможность корректировать программное обеспечение бортовых технических средств и проводить необходимые организационно-технические мероприятия.

В период подконтрольной эксплуатации «виртуальной сцепки» системой автоведения ИСАВП-РТ-М, поддерживающей технологию ВСЦ, и

обновленным программным обеспечением устройств безопасности КЛУБ-У было оснащено 390 локомотивов ЗЭС5К [5]. Ежедневно на полигоне Забайкальской и Дальневосточной дорог курсирует около 15 пар ВСЦ поездов. Результаты их эксплуатации подтвердили уменьшение межпоездного интервала и повышение пропускной способности участков за счет увеличения скорости движения поездов, снятия ограничений для тяжеловесных поездов в жесткой сцепке, сокращения времени формирования/расформирования по сравнению с соединенными поездами.

Дальнейшее развитие технологии «виртуальной сцепки» позволит увеличивать пропускную способность участков. Использование стационарного оборудования даст возможность автоматизировать некоторые технологические процессы и увеличить число поездов, объединенных в пакет. Применение данной технологии наиболее целесообразно при проведении «окон» с закрытием одного из главных путей, а также в условиях уплотненного графика движения поездов.

<http://rgups.public.ru/editions/37/issues/30750/?view=doc&id=1344922>

### **Инновационные технологии обеспечения безопасности движения на основе оптоволоконной сенсорики**

Авторы С.С. Кукушкин, В.В. Курдюкин, А.Н. Белов

В статье рассмотрены современные технологии на основе оптоволоконной сенсорики, применяемые для обеспечения безопасности движения на железнодорожном транспорте. Проанализированы существующие методы и технологии, определяющие перспективу развития оптоволоконной сенсорики для решения актуальных проблем обеспечения безопасности движения на железнодорожном транспорте. Представлены противоречия и пути их разрешения на основе разработки инновационных технологий измерений с использованием оптоволоконного кабеля в роли чувствительного элемента (ЧЭ). Показана необходимость использования нетрадиционных методов обработки сигналов, формируемых рефлектометрами, как одного из перспективных направлений повышения эффективности систем обеспечения безопасности движения поездов.

В системах обеспечения безопасности движения на железнодорожном транспорте быстро развиваются системы мониторинга целостности подвижного состава на основе внешнего датчика, в качестве которого используют ВОК. Это направление является частью предметной области фотоники, к которой относятся лазерные системы целеуказания, наведения, навигации и распознавания образов.

Большинство из перечисленных видов оборудования является специализированным, поэтому на открытом рынке отсутствует. Однако часть оборудования, относящаяся к технологиям и изделиям двойного назначения, широко применяется в системах безопасности. При этом наиболее быстро

развивающимся сегментом рынка фотоники для обеспечения безопасности на транспорте является оптическая сенсорика.

Области применения оптоволоконной сенсорики можно разделить на несколько направлений. Это - распределенные системы мониторинга состояния объектов транспортной инфраструктуры, к которым относятся нефте- и газопроводы, линии электропередач, инфраструктура железнодорожного и автомобильного транспорта.

Разработка и внедрение оптоволоконных систем мониторинга для контроля состояния протяженных объектов является относительно новым направлением. Такие информационно-измерительные системы применяются в основном для мониторинга состояния мостов, дамб, трубопроводов, являющихся объектами повышенной опасности. В связи с участвовавшими паводками, сопровождающимися разрушением мостов, применение этих систем становится особо актуальным и для ОАО «РЖД».

Использование разрабатываемых технологий позволяет своевременно обнаруживать факторы, медленно и незаметно приводящие объекты транспортной сети в предаварийное состояние, когда дальнейшая эксплуатация становится опасной. К их числу относятся давление и подвижки грунтов, ветровая нагрузка, промерзание и подтопление, эрозионный износ и коррозия строительных конструкций. Количество волоконно-оптических датчиков в таких системах мониторинга зависит от протяженности объектов.

Большинство протяженных объектов инфраструктуры труднодоступны для осмотра и мониторинга, а многие из них расположены в сложных природно-климатических условиях. В этом случае использование волоконно-оптических кабелей в качестве распределенных сенсоров и разработка инновационных информационных технологий их применения становятся наиболее предпочтительными.

Волоконно-оптические системы мониторинга строятся на основе следующих технологий.

Системы на основе рассеяния Рамана. Рефлектометры на основе рассеяния Рамана могут определять температуру с пространственным разрешением 1 м с точностью до  $\pm 1$  °С при разрешении 0,01 °С на расстоянии до 30 км. Они применяются для обнаружения и локализации мест утечек в трубопроводах вследствие изменения температуры.

Системы на основе когерентной рефлектометрии основаны на анализе рассеяния света от зондирующих импульсов в ВОК и являются полностью распределенными с разрешением, определяемым длительностью импульса. Данные системы основаны на рассеянии Рэлея и регистрируют локальное изменение отражений от неоднородностей, которые появляются на определенном участке ВОК вследствие акустического воздействия на него. Их расширенному использованию способствует возможность реализации основных технико-технологических характеристик, таких как длина сенсора до 100 км (на один прибор), точность локализации нарушителя 5-10 м.

Высокие требования по дальности и чувствительности действия данных рефлектометров обуславливают и высокие требования к основным компонентам данного прибора. Компонентами являются узкополосные лазеры с шириной полосы 100-20000 Гц, акустические оптические модуляторы с волоконным входом, узкополосные спектральные фильтры и волоконные усилители.

Системы на основе рассеяния Мандельштама-Бриллюэна предназначены для обнаружения и локализации мест утечек, измерения деформации трубы и грунта.

Примером практической реализации системы мониторинга на основе оптической рефлектометрии с использованием рефлектометра «Дунай» компании Т8 является проект ОАО «РЖД» по разработке и внедрению инновационной системы регулирования движения поездов «Анаконда». Эта автоматическая система определяет местоположение и длину состава, а также скорость его движения. Система может заменить светофоры и путевые ящики на перегоне.

На основе распределенного чувствительного элемента, в качестве которого используют ВОК, система «Анаконда» производит селекцию шумов и вибраций, которые связаны с движущимся поездом, обрабатывает и анализирует полученные данные. На основе этой информации определяются координаты поезда и расстояние между смежными составами, после чего выносятся решение о блокировке перегона или его освобождении для возобновления движения поездов. При этом полученные данные передаются дежурному по станции или участка пути в качестве дополнительной информации в системе поддержки принятия решения в реальном масштабе времени.

Система работает на однопутных участках. Опытная эксплуатация на участке Болшево - Фрязино Московской дороги показала, что высокая чувствительность ВОК к виброакустическим воздействиям является не только достоинством, но и недостатком, так как приводит к значительным искажениям сигнала, выдаваемого рефлектометром, к помехам и шумам. Поэтому появляется необходимость выделения полезной составляющей сигнала и подавления помех для уменьшения их влияния на показатели достоверности подготовки и принятия решения по управлению движением. При этом повышение помехозащищенности мониторинга должно быть обеспечено не только аппаратными, но и математическими методами обработки формируемых сигналов.

Самой трудной проблемой при реализации оптоволоконных технологий измерений является разработка и прикладное применение оптимальных алгоритмов обработки данных рефлектометрии при осуществлении непрерывного мониторинга с целью решения следующих задач:

-при движении подвижного состава - определение местоположения поезда (мониторинг прохождения состава по реперным точкам с точностью до



10 м), направления и скорости подвижного состава с точностью до 8 км/ч, целостности состава (отсутствия отцепившихся вагонов, платформ и др.);

- дистанционная диагностика при взаимодействии «колесо-рельс» - обнаружение дефектов рельсов, дефекта на поверхности катания колеса, схода подвижного состава;

- дистанционная диагностика состояния элементов инфраструктуры в целях обеспечения безопасности на транспорте - обнаружение факта проведения ремонтных работ ( $\pm 10$  м от оси прокладки кабеля) и несанкционированного движения в зоне  $\pm 10$  м от оси прокладки кабеля (обнаружение нарушителей).

Для поиска оптимальных алгоритмов обработки цифровых сигналов от оптических рефлектометров была сформирована база сигналов, записанных на выходе рефлектометра и содержащих «портрет» виброакустического воздействия на ВОК при прохождении по экспериментальному участку электропоездов.

Проблема защиты формируемых рефлектометром сигналов заключается в их большом количестве.

Представленные в статье прикладные методы обработки сигналов следует рассматривать в качестве новых перспективных направлений развития оптоволоконной техники, которая становится одним из основных инструментов обеспечения безопасности движения поездов и мониторинга важных объектов железнодорожной инфраструктуры. Эти методы особенно полезны для определения местоположения поездов в тоннелях и в пределах других инженерных сооружений, когда отсутствует возможность решения этой задачи на основе глобальных навигационных спутниковых систем. Показано, что при использовании разработанных технологий обработки сигналов повышается эффективность принятия решений при управлении движением подвижного состава, в том числе при движении высокоскоростных поездов. Кроме того, применение разработанных технологий обработки сигналов оптических рефлектометров и интерферометров целесообразно в труднодоступных местах Северного широтного хода.

Дальнейшая, более глубокая проработка затронутых в статье вопросов требует проведения отдельных научно-исследовательских работ, требующих внимания не только со стороны государственных инструментов поддержки фундаментальной науки, но и включение их в План научно-технического развития ОАО «РЖД». Такой подход позволит сохранить лидирующие позиции в вопросах обработки данных ВОС не только в РФ, но и в мире.

<http://rgups.public.ru/editions/37/issues/30750/?view=doc&id=1344928>

## **Локомотив на водороде и гибридные двигатели – все это живые настоящие проекты**

Переход на экологически чистое топливо для железнодорожной отрасли требует синхронных усилий производителей и потребителей и государственных инвестиций в разработку.

Без государственных инвестиций в отраслевые проекты по внедрению газовой и водородной тяги их реализация маловероятна. К такому выводу пришли участники дискуссии «От нулевого спроса к нулевому выбросу. Газовая водородная тяга: альтернатива или использование по экономическому принципу», которая прошла на площадке открывшегося в Москве Международного железнодорожного салона «PRO//Движение.Экспо». Размер госинвестиций в проекты по переводу железнодорожного транспорта на альтернативные виды топлива, по подсчетам аналитиков, должен составить не менее 500 млн руб. Такие расходы, необходимые ОАО «РЖД» для НИОКРа, может выделить только государство.

В России более 85 тыс км путей, но электрифицирована лишь половина из них, а на неэлектрифицированных участках используются тепловозы, двигатели которых выделяют выхлопные газы в окружающую среду. Чтобы снизить эту нагрузку, и в целом уменьшить «углеродный след», в ОАО «РЖД» реализуется целый ряд проектов по внедрению водородной и газовой тяги.

Согласно экологической стратегии компании, к 2030 году холдинг должен начать использовать экологичные виды топлива. «Локомотив на водороде, гибридные двигатели – все это живые настоящие проекты, над которыми работают в ОАО «РЖД» в рамках реализации экологической стратегии», – заявил и.о. заместителя генерального директора – главного инженера ОАО «РЖД» Владимир Андреев.

Из всех существующих видов тяги самая экологически чистая – электрическая. Однако идея электрифицировать всю инфраструктуру не рассматривается как единственно правильная. Электрификация если и нужна, то не повсеместно, считают в Институте проблем естественных монополий (ИПЕМ). «Есть немало мажоритарных линий, зачем их электрифицировать, есть участки, где технологически сложно это сделать, тут нужна тяга на гибридном двигателе», – пояснил генеральный директор ИПЕМ Юрий Саакян.

Какой вид топлива эффективнее и экологичнее – сжиженный природный газ или водород – участники дискуссии даже не пытались выяснить, просто приводили уже известные доводы в пользу одного и другого вида топлива. «У любого подвижного состава есть эмиссия CO<sub>2</sub>, и если мы ее хотим уменьшить, то нужно применять водород, он перспективней, к тому же не оставляет углеродного следа», – отметил генеральный директор ООО «ИнЭнерджи» Алексей Кашин.

У РЖД есть свои «водородные» проекты, например всем известны планы по созданию водородного кластера на Сахалине, где собираются пустить поезда на водородном топливе.

Некоторые эксперты заявляли, что не уверены в экологичности этого процесса и склоняются к мысли, что в качестве топлива нет ничего лучше газа. «Водород может быть безопасным только в том случае, если его получают из воды путем электролиза, никак иначе. Все-таки пока что я считаю лучшим видом топлива СПГ», – уточнил заместитель генерального директора по техническому развитию АО «Трансмашхолдинг» Александр Ермонский.

Производители железнодорожной техники разрабатывают перспективные модели с учетом экологических планов ОАО «РЖД». Представитель «Трансмашхолдинга», к примеру, напомнил, что компания работает над проектом локомотива с газовым двигателем.

«Синара – Транспортные машины» в этом году совместно с ОАО «РЖД» и Роснано подписала соглашение о создании локомотивов на водородных топливных элементах и маневровых локомотивов с использованием гибридной силовой установки на базе водородных топливных элементов и накопителей энергии. Правда, как отметил заместитель генерального директора АО «Синара- Транспортные Машины» Антон Зубихин, большого спроса на такие локомотивы пока нет.

В ОАО «РЖД» ждут новых разработок двигателей на водородных и газовых элементах, ведь даже в центральной России много неэлектрифицированных участков. «Нам необходим локомотив с гибридным двигателем», – заявил Владимир Андреев.

Чтобы выпустить на рынок инновационный продукт, производителям не хватает финансовых ресурсов. Вложиться в процесс, например, в часть испытаний технологий, должны сами потребители, например, ОАО «РЖД». Пока этого не произойдет, производственная цепочка не срастется, говорят эксперты. Скорость производства двигателей на альтернативных видах топлива определит спрос на них.

Эксперты заверили, что переход на экологичные виды топлива невозможен без материальной поддержки государства, проект очень масштабный, у ОАО «РЖД» в этом случае не может быть таких расходов на НИОКР.

<https://gudok.ru/content/mechengeering/1576971/>

**Водородный электропоезд: «зеленая» инновация с большими перспективами**



Одной из первых водородных «ласточек» в России может стать проект по организации пассажирского железнодорожного сообщения с применением поездов на водородных топливных элементах и систем обеспечения их эксплуатации. Правда, пока речь идет только о пригородных поездах, курсирующих на острове Сахалин.

Соглашение о сотрудничестве и взаимодействии по данному проекту правительство Сахалинской области, ОАО «РЖД», ГК «Росатом» и АО «Трансмашхолдинг» подписали еще в сентябре 2019 года на экономическом форуме во Владивостоке. В октябре прошлого года он вошел в план мероприятий «Развитие водородной энергетики в Российской Федерации до 2024 года», предусматривающий обеспечение создания опытного образца железнодорожного транспорта на водороде не позднее 2024 года. Основные этапы проекта: формирование финансовой модели, разработка ТЭО, принятие решения о реализации, строительство поездов и их эксплуатация.

Схема взаимоотношений участников проекта будет выглядеть следующим образом. «Росатом» полностью берет на себя производство и экипировку поездов водородным топливом. При этом на сегодня рассматриваются несколько вариантов по производству водорода, включая парогазовую конверсию метана и электролиз.

Один из ведущих производителей подвижного состава в РФ «Трансмашхолдинг» обеспечивает производство, поставку, ремонт и сервис поездов.

Участие РЖД заключается в обеспечении доступа к инфраструктуре, консультировании партнеров по созданию поезда и инфраструктуры и дальнейшей эксплуатации поездов.

Правительству Сахалинской области предстоит сформировать центр компетенций по водородной энергетике. На базе вузов, которые находятся на острове, будет обеспечено обучение специалистов и подготовка кадров для эксплуатации подвижного состава и объектов инфраструктуры.

Сейчас стороны рассматривают финансовую модель и технико-экономическое обоснование проекта, который, к слову, пока имеет отрицательный результат. Это связано как с высокой стоимостью топлива, так и с высокой стоимостью самих пригородных поездов.

«Пригородное движение является убыточным. Кроме того, есть свои особенности по Сахалину и по производству водорода. Несмотря на то что на острове есть целый ряд проектов, остаются вопросы по источникам газа и по электроэнергии для обеспечения электролиза воды. Данный механизм является затратным, цена на водород выходит от 800 до 1000 рублей за килограмм», – отметил заместитель директора научного центра «Тяга поездов» АО «ВНИИЖТ» Андрей Заручейский на конференции «Инвестэнерго-2021».

По мнению эксперта, вся эта водородная история, которая разворачивается на наших глазах, обусловлена не только климатической повесткой, но и геополитикой.

«Мы будем вынуждены участвовать в этой игре. И в ней для нас есть плюс: переход к водороду и его применение в топливных элементах позволит сформировать совершенно другой технологический уклад. Дело в том, что такие топливные элементы не имеют ни клапанов, ни коленчатых валов. Это, по сути, химический источник энергии, у которого на входе есть водород и воздух, а на выходе – электричество, – комментирует Андрей Заручейский. – Преимущество данной технологии в том, что мы уходим от обслуживания силовых установок и существенно упрощаем эксплуатацию составов.

Однако здесь есть и обратная сторона: в текущий момент топливный элемент имеет достаточно высокую стоимость. К тому же у водорода как топлива есть важная особенность – у него в четыре раза более высокая теплотворная способность, нежели у дизельного топлива. Но когда мы выжимаем давление в 350 атмосфер, получаем всего 2 килограмма этого водорода. По природному газу цифры будут другие. С этой проблемой столкнулся весь мир».

Применение топливных элементов означает переход к использованию гибридной схемы тягового привода. При этом если посмотреть характеристики топливных элементов, то, согласно проведенным расчетам, минимальная мощность такого элемента должна составлять 130 кВт, но должен быть определенный запас 150–160 кВт. Участники проекта готовы произвести подобный продукт. Не стоит забывать и о накопителе энергии, его эффективная емкость может составить от 20 до 22 кВт\*ч.

Что касается пользы для экологии, то она действительно будет. Как отметил Андрей Заручейский, годовой расход дизельного топлива современным рельсовым автобусом (РА-3) составляет 893,4 тонны, а выбросы в окружающую среду достигают 67 тонн. Годовой расход водорода В-поездом составит 223,4 тонны, в то время как выбросы в окружающую среду будут равны нулю.

Проект на Сахалине станет пилотным. Первый состав должен появиться уже к 2024 году. Затем с 2025 по 2030 год появятся еще семь составов, к которым впоследствии добавятся еще 13.

«Правительство Сахалинской области стремится превратить свой регион в туристическую Мекку, поэтому данный проект также реализуется в рамках концепции по созданию туристической зоны, – поясняет Андрей Заручейский. – Те же немцы, когда к ним приезжают наши коллеги, говорят, что после запуска первого поезда на водородных элементах в 2018 году у них значительно увеличилось количество пассажиров. Многие захотели испытать новый вид транспорта. В Москве была похожая ситуация с появлением электробусов.

Запуск поездов на водороде тоже, безусловно, вызовет интерес. Также мы изучаем возможность внедрения таких поездов в других регионах. По нашему мнению, они могут применяться на Дальнем Востоке – в Приморском крае, Амурской области. А также в Калининградской области, Крыму и на Черноморском побережье. Однако речь идет именно о пригородном

движении. Когда мы перейдем к магистральным локомотивам, там будут уже совершенно другие объемы водорода. Это отразится на требованиях к инфраструктуре его производства, экипировки и транспортировки».

<https://www.eprussia.ru/epr/411/7591720.htm>

**Водородные локомотивы могут быть дешевле дизельных.**

**Но в РЖД пока ждут подтверждения их экономической эффективности**

К. Потаева, А. Волобуев, И. Виноградов

Локомотив на водороде на протяжении своего жизненного цикла (от выпуска до утилизации с учетом ремонтов) будет на 5–7% дешевле, чем на традиционном топливе – дизеле или газе, подсчитали в группе «Синара». Как пояснил журналистам на закрытом брифинге гендиректор компании «Синара – Транспортные машины» (СТМ, входит в «Синару») Виктор Леш, это связано с тем, что водородный двигатель технически более простой и требует менее частого обслуживания. Данных о стоимости локомотива топ-менеджер не привел. По оценкам Института исследования проблем железнодорожного транспорта, при среднем сроке эксплуатации в 45–55 лет один магистральная дизельный локомотив обходится РЖД с учетом текущих ремонтов примерно в 550–650 млн руб.

Соглашение о создании магистральных и маневровых грузовых локомотивов на водороде между «Синарой», «Роснано» и РЖД было подписано в июне на полях ПМЭФа.

Леш добавил, что СТМ готова выдержать ранее названные сроки по выпуску локомотивов на водороде – до 2024 г. Говоря об экологических проектах СТМ, он, в частности, вспомнил о разработке газового маневрового тепловоза, на который скоро будет получен сертификат на эксплуатацию. В его появлении заинтересованы и РЖД, и «Газпром», добавил Леш. Но задача по разработке водородного локомотива с точки зрения инжиниринга сложнее, так как магистральная тепловоз потребует мощной установки на 1 МВт.

Первый в мире пассажирский поезд на водородном топливе Coradia iLint был разработан французской компанией Alstom и производится в немецком городе Зальцгиттер. Поезд начал перевозить пассажиров в Нижней Саксонии в сентябре 2018 г. Coradia iLint может проехать на одной заправке около 1000 км, сообщила The Guardian. Всего компания уже поставила 41 поезд в Германию, заказы на шесть и 12 поездов также сделали итальянская Ferrovie Nord Milano и французская SNCF Voyageurs. Во Франции испытания поезда начались 6 сентября в Валансьене.

Польская компания Pesa планирует представить первую модель в конце сентября на Международной железнодорожной выставке Трако в Гданьске. В июне гибридный локомотив на водородных топливных элементах был представлен в Китае. В Канаде 1 сентября компании Loop Energy и Hydrogen

In Motion объявили о проекте по переводу дизель-электрического поезда на водород.

По мнению Леша, именно разработка и выпуск силовой установки для локомотива может затормозить проект. В качестве ее поставщика «Роснано» выбрала компанию «ИнЭнерджи» – единственную в РФ, у которой есть наработки в части выпуска водородных установок для спецтехники.

Член совета директоров, совладелец «ИнЭнерджи» Алексей Кашин отметил «Ведомостям», что отдельные узлы водородной силовой установки на первом этапе будут импортными. «У компании есть задел, позволяющий делать водородные топливные элементы самим, и мы их производим, но в связи с начальной стадией развития рынка некоторые системы нет смысла локализовывать», – считает он. Он добавил, что «ИнЭнерджи» готова обойтись и без зарубежных технологий. «Но для создания российской производственной базы важны правильно поставленные задачи и научно-технологическое сопровождение проектов», – подчеркнул Кашин. Представитель «Роснано» уточнил «Ведомостям», что планируемый период создания головного образца установочной серии локомотивов – 2023–2028 годы. Он добавил, что в 2024 г. планируется создание макета, а в 2026 г. – образца маневрового локомотива и только затем будет выпущен магистральный локомотив на водороде.

Свое место на этом рынке намерен занять и другой производитель локомотивов – «Трансмашхолдинг» (ТМХ). Соглашение о разработке и внедрении такой техники было подписано еще в 2019 г. между РЖД, ТМХ, правительством Сахалинской области и «Росатомом». Базовой платформой для водородного локомотива должен стать рельсовый автобус «Орлан». В апреле со ссылкой на презентацию РЖД сообщалось, что к 2023 г. на сеть РЖД планируется вывести семь водородных поездов, а к 2030 г. – уже 13. Стоимость первой тестовой партии из семи поездов производства ТМХ оценивалась более чем в 3 млрд руб.: поезд из двух вагонов – в 405 млн руб., из трех – в 492 млн руб.

Гендиректор ТМХ Кирилл Липа, так же как и Леш, подчеркивает, что обеспечить необходимую мощность для водородных поездов – одна из ключевых задач. «Есть автомобили на водородном топливе, но мощность их силовых установок – десятки киловатт. Нам же нужно в разы, а в дальнейшем и на порядок более мощные [силовые установки]», – сказал Липа «Ведомостям».

Пилотным регионом для обкатки техники станет Сахалин. Здесь должен быть сформирован инфраструктурный кластер с полным технологическим циклом, от производства водорода до его применения. Протокол о создании кластера правительство области, «Росатом», РЖД и ТМХ подписали в сентябре на ВЭФе во Владивостоке. Там же «Газпром» заключил соглашение с «Росатомом» и Сахалинской областью о сотрудничестве в сфере водородной энергетики, предполагающее создание в регионе завода по производству водорода из природного газа методом паровой конверсии метана с

улавливанием CO<sub>2</sub> (так называемый голубой водород). Роль «Газпрома» будет заключаться в поставках газа, от других комментариев компания отказалась. А в апреле структура «Росатома», «Русатом оверсиз», договорилась с «ТМХ – Энергетические решения» («дочка» ТМХ) о создании заправочной инфраструктуры и энергоустановок для водородных поездов для Сахалина.

«Русатом оверсиз», Air Liquide и Сахалинская область продолжают изучение возможности организации производства низкоуглеродного водорода в регионе. Мы планируем уже до конца 2021 г. получить результаты технико-экономической оценки проекта», – передал «Ведомостям» через представителя гендиректор «Русатом оверсиз» Евгений Пакерманов. Он добавил, что объемы могут составить более 30 000 т водорода в год, запуск завода планируется в IV квартале 2024 г. «Планируем производить водород как для локальных нужд, так и для экспортных поставок в страны АТР, в первую очередь в Японию и Южную Корею», – добавил Пакерманов. Объем инвестиций в проект не раскрывается. «Русатом оверсиз», по словам Пакерманова, также заинтересован в локализации и создании отечественных технологий производства водородных топливных элементов в партнерстве с ТМХ.

Аналитик Vygon Consulting Кирилл Степанченко оценивает стоимость создания на Сахалине кластера по выпуску голубого водорода при объеме выпуска 30 000 т около \$250 млн. «На сегодня это является оптимальным вариантом. Поскольку аналогичный кластер с производством зеленого водорода, получаемого путем электролиза воды, обойдется в несколько раз дороже. В то же время создаваемая сеть железнодорожного транспорта будет потреблять только 1–2% производства завода, дополнительные рынки сбыта предстоит еще сформировать, чтобы производство водорода было максимально загружено», – говорит он. Дополнительное потребление, по мнению аналитика, может обеспечить транспортный и коммунальный сектор, но для этого потребуются дополнительные инвестиции в инфраструктуру.

Директор практики КПМГ в России и СНГ Максим Малков считает, что водородная инфраструктура в РФ появится на горизонте ближайших пяти лет. В этом процессе будет важна поддержка государства, добавляет он, потребуется и трансфер иностранных технологий, но всю проектную деятельность, тестирование и запуск планируется выполнить силами российских компаний. Старший аналитик Центра энергетики МШУ «Сколково» Юрий Мельников также не сомневается, что по аналогии с поездами «Сапсан», «Стриж», «Ласточка» и водородные локомотивы будут создаваться в кооперации с европейскими производителями. «Водородные поезда только начинают появляться в Европе, где экономические предпосылки для них благоприятнее по целому ряду причин – от жестких экологических требований до субсидирования. В России же об этом говорить пока рано», – считает он.

Представитель РЖД заявил «Ведомостям», что компания будет «оказывать необходимое содействие» в процессе разработки и постановки на



производство поездов на водороде, а также организовывать проведение их испытаний. При этом он подчеркнул, что «массовая закупка принципиально нового подвижного состава будет возможна только в случае подтверждения экономической эффективности его применения».

<https://www.vedomosti.ru/business/articles/2021/09/09/886038-vodorodnie-lokomotivi>

### **Во Франции представили уникальный поезд на водородном топливе**



Автор В.Прокофьев

На севере Франции успешно прошел испытания и был официально представлен первый в мире поезд на водороде. Он был собран французской машиностроительной компанией Alstom на предприятии в германском городе Зальцгиттере.

Уникальность этого локомотива, получившего название Coralia iLint, заключается в том, что он оснащен топливными элементами, преобразующими водород в электричество. Они расположены на крыше состава и обеспечивают пробег в 600 километров без каких-либо загрязняющих выбросов. При эксплуатации поезда в атмосферу выделяется только вода и пар. Как заявил на презентации министр транспорта Жан-Батист Джеббари, "будущее за этим видом транспорта, который позволит нам завоевать рынок Европы и всего мира".

Во Франции водородные поезда должны прийти на смену региональным экспрессам, работающим на дизельном топливе и обслуживающим неэлектрифицированные участки национальной железнодорожной сети, а таких здесь без малого половина.

Опытная эксплуатация поездов стартует в 2022 году на одной из линий местного значения.

Власти четырех регионов страны уже подписали контракты на приобретение новых поездов. Ожидается, что они полноценно начнут работать на французских железных дорогах в 2025 году, и в перспективе ближайших десяти лет заменят все дизельные локомотивы страны.

<https://rg.ru/2021/09/16/vo-francii-predstavili-unikalnyj-poezd-na-vodorodnom-toplive.html>

## **РЖД, Росатом и Трансмашхолдинг запустят на Сахалине первый водородный поезд к 2024 году**



К 2024 году ОАО «РЖД» готовится запустить на Сахалине первый водородный поезд. Проект реализуется совместно с АО «Трансмашхолдинг» и ГК «Росатом». Кроме того, компания намерена запустить на неэлектрифицированных участках Восточного полигона водородные локомотивы. Этот проект реализуется совместно с АО «Синара – Транспортные машины» и Группой «Роснано». Реализация обоих проектов связана со строительством мощностей по производству водорода и транспортной и заправочной инфраструктуры. Развитие водородных проектов находится в зоне особого внимания российского правительства – в ближайшие три года на развитие водородной энергетики оно намерено выделить более 9 млрд руб.

По различным прогнозам, через 30 лет водород займёт в мировой энергетике около 15% конечного энергопотребления. В августе этого года правительство утвердило Концепцию развития водородной энергетики. Основой концепции является активное участие России в развитии водородной индустрии. 15 октября на стратегической сессии по её развитию, прошедшей в рамках Энергетической недели, председатель правительства Михаил Мишустин сообщил, что на развитие водородной энергетики в ближайшие три года из госбюджета будет выделено более 9 млрд руб. Они пойдут на разработку и апробацию отечественных технологий производства, транспортировки и хранения водорода. ОАО «РЖД» активно участвует в разработке российских водородных проектов.

Согласно «Атласу российских проектов по производству низкоуглеродного и безуглеродного водорода», опубликованному Минпромторгом, сейчас в России будет 32 точки производства водорода. Три из них будут созданы ГК «Росатом» в Калининградской, Мурманской и Сахалинской областях. В Калининградской области «Росатом» намерен построить завод по производству водорода путём электролиза воды. «Зелёную» электроэнергию завод будет получать от ветроэлектростанции. Пуск проекта запланирован на 2024 год. На тот же год запланирован пуск в Мурманской области ещё одного проекта электролизного проекта. Он будет питаться электроэнергией Кольской АЭС, мощность которой составляет 1,76

ГВт при возможности дополнительно производить до 3,5 млрд кВт•ч в год. На 2025 год компания планирует запуск производства водорода на Сахалине методом паровой конверсии метана с улавливанием CO<sub>2</sub>. Этот проект будет осуществляться совместно с французской AirLiquide. К 2030-му годовой объём производства должен составить 100 тыс. тонн водорода.

Сахалинский проект по строительству водородного производства реализуется в рамках соглашения, подписанного в 2019 году ОАО «РЖД», ТМХ, «Росатомом» и правительством региона, согласно которому РЖД содействуют в разработке и производстве водородного подвижного состава, предоставляют инфраструктуру для проведения испытаний и подконтрольной эксплуатации, «Росатом» отвечает за производство и поставку водородного топлива, организацию и эксплуатацию систем заправочной инфраструктуры, администрация Сахалинской области – за обеспечение условий для реализации проекта, а ТМХ изготавливает подвижной состав. В сентябре на Восточном экономическом форуме во Владивостоке участники соглашения подписали протокол об организации на Сахалине движения водородных поездов.

В июне этого года в ходе Петербургского международного экономического форума генеральный директор – председатель правления ОАО «РЖД» Олег Белозёров, председатель правления УК «Роснано» Сергей Куликов и президент Группы Синара Дмитрий Пумпянский подписали соглашение о сотрудничестве в сфере разработки магистральных локомотивов на базе водородных топливных элементов с использованием литий-ионных аккумуляторов. ОАО «РЖД» выступило заказчиком локомотивов, холдинг «Синара – Транспортные машины» – генеральным исполнителем, «Роснано» – соисполнителем в части водородных топливных элементов, систем накопления энергии на базе литий-ионных аккумуляторных батарей и других инновационных технологических решений.

Как сообщил замначальника Департамента технической политики РЖД Олег Назаров, эксплуатацию водородных поездов планируется организовать на Сахалине – на участках Южно-Сахалинск – Холмск, Южно-Сахалинск – Поронайск и Южно-Сахалинск – Корсаков с максимальным расстоянием между конечными пунктами до 290 км. Среднесуточный пробег поездов составит более 300 км. Годовой расход водорода должен составить около 230 тонн. Ввод в эксплуатацию первого водородного поезда планируется в 2024 году.

По словам Олега Назарова, о планах по применению водородных локомотивов говорить рано. Пока специалисты делают предварительные оценки возможности их создания для обеспечения грузового движения на участках Восточного полигона Тында – Таксимо и Тында – Комсомольск-на-Амуре с поездами массой до 7100 тонн. Мощность силовой установки такого водородного локомотива должна составлять не менее 7 тыс. кВт, а запас хода – не менее 1500 км. По экспертной оценке, ориентировочный расход водорода для обеспечения прогнозируемого объёма грузовых перевозок в 2030 году в

размере 150 млн тонн в год может составить до 420 тыс. тонн (на парк из 700 магистральных грузовых локомотивов).

«Подобных локомотивов в мире пока нет, поэтому мы рассматриваем также перевод на водородное топливо маневровых локомотивов, – сообщил господин Назаров. – Ожидается, что на комплекс исследований, разработок и опытно-конструкторских работ, включая необходимые испытания, может потребоваться от пяти до восьми лет. При этом надо учитывать, что не меньше времени потребуется также и на создание в регионе заводов по производству водорода».

Заместитель директора научного центра «Тяга поездов» АО «ВНИИЖТ» Андрей Заручейский рассказал, что, согласно утверждённой дорожной карте развития водородной тяги, в ноябре планируется завершить разработку предварительного технико-экономического обоснования водородных локомотивов и общих технических требований к ним. Кроме того, АО «ВНИИЖТ» совместно с АО «ВНИКТИ» разрабатывает предложения по организации водородного кластера ОАО «РЖД» для отработки водородных технологий, предлагаемых для железнодорожного транспорта.

Эксперименты по переводу тягового подвижного состава на водородное топливо проводятся в разных странах с начала 2000-х годов. Первыми на водородные топливные элементы стали переводить шахтные локомотивы. В 2002 году первый такой локомотив заработал в Канаде. Наша страна тоже не отставала в исследованиях водородных топливных установок. В 2010 году в России успешно прошёл испытания «водородный вагон» – построенная на базе обычного вагона электростанция на водородных топливных элементах. Она предназначалась для использования в тоннелях или труднодоступных местах. В феврале 2016 года в США прошли успешные испытания двух 130-тонных маневровых локомотивов мощностью 1,6 МВт – самых тяжёлых и мощных на сегодняшний день.

В 2006 году Восточно-японская железнодорожная компания испытала водородный рельсовый автобус. Он развивал скорость до 100 км/ч. Однако запас хода прототипа на одной заправке не превышал 100 км. Первый полностью готовый к эксплуатации пригородный поезд на водородных топливных элементах был представлен французской компанией Alstom. Coradia iLint – пригородный моторвагонный поезд, состоящий из двух головных вагонов. Он может развивать скорость до 140 км/ч и перевозить до 160 пассажиров. Дальность следования на одной заправке – до 1000 км. В сентябре 2018 года два состава Coradia iLint были приобретены транспортными властями германской земли Нижняя Саксония. К 2021 году на этой линии будет эксплуатироваться уже 14 таких поездов. Весной 2019 года был заключён контракт на поставку в 2022 году 27 поездов для эксплуатации на пригородных линиях во Франкфурте. Ещё 41 состав был закуплен для эксплуатации в Баварии. Италия заказала 14 поездов, ещё 12 заказала Франция.



<https://www.atomic-energy.ru/news/2021/11/17/119503>

## **В Японии запустят первый в мире автобус-поезд**

Первый в мире двухрежимный автобус, который может ездить по дорогам и железнодорожным путям, будет эксплуатироваться в регионе Сикоку, наименьшем из четырех основных островов Японии.

DMV – это автобус с дизельным двигателем, оснащенный дополнительным набором колес на ходовой части, который может примерно за 15 секунд превратиться в поезд и двигаться по железнодорожным путям. Он легче традиционного поезда, поэтому требует меньше горючего и его проще обслуживать.



Ожидается, что автобус-поезд приступит к коммерческой эксплуатации 25 декабря. В целом планируется запустить 3 таких транспортных средства, каждое из них будет вмещать 23 пассажира.

Автобусы будут следовать 50-километровой трассой, соединяющей город Кайо в Токусима и город Мурото префектуры Кочи.

Во время движения им придется преодолеть 10 км по железнодорожному пути.

Правительство префектуры Токусима надеется, что DMV станет привлекательным для туристов и поможет положительно повлиять на местную экономику, сильно пострадавшую от пандемии коронавируса.

Транспортные средства также могут быть полезны при стихийных бедствиях, в том числе землетрясениях, которые могут привести к негодности участки дорог или железнодорожных путей.

<https://www.railway.supply/v-yaponii-zapustyat-pervyj-v-mire-avtobus-poezd/>

## Суперкары отдыхают: самые быстрые поезда в мире

Самолеты – наиболее быстрый и безопасный вид транспорта на планете. С одной стороны, это утверждение не требует лишних доказательств. Но с другой есть обратная сторона медали – ряд определенных неудобств. В ряде регионов альтернативной небесным скороходам выступают уникальные поезда. Они шпарят как безумные на недостижимых для многих автомобилей скоростях.



### L0 Series Maglev (603 км/ч)

Начнем с монстра среди скоростных поездов, который пока еще тестирует Central Japan Railway Company. Похоже, пассажиров ждет немало потрясающих впечатлений – L0 Series Maglev уже установил рекорд, показав невероятные 603 км/ч. Для сравнения, российский «Сапсан» имеет максимальную конструкционную скорость 300 км/ч, но развивает до 250 км/ч.

Суперпоезд относится к племени так называемых маглевок или магнитопланов. Над полотном его удерживает электромагнитное поле. Оно же управляет и движет им. Получается, что маглеву приходится преодолевать лишь аэродинамическое сопротивление, являющееся единственной тормозящей его силой. Конструктивная особенность дает ряд серьезных преимуществ. В их числе высочайшая скорость среди всех видов наземного общественного транспорта, завидная экономичность, невысокие эксплуатационные затраты из-за малого трения деталей, а также низкая стоимость прокладки и обслуживания колеи.

L0 Series станет веским поводом посетить Японию! Крейсер будет ходить между Токио и Осакой со скоростью около 500 км/ч, пожирая маршрут протяженностью около полтысячи километров за час и семь минут. Увы, произойдет это не завтра и даже не в следующем году. Первый участок дороги от столицы до Нагой откроют лишь в 2027 году.

### TGV POS (575 км/ч)

Пока японский монстр не перевернул представления о способностях поездов, одним быстрейшим среди них был французский TGV POS (Paris – Ostfrankreich – Süddeutschland – Париж – Восточная Франция – Южная Германия). 3 апреля 2007 года монстр развил 574,8 км/ч, беспрецедентную для

коммерческой железной дороги скорость! Чтобы двигаться в немислимом для сухопутного транспортного средства темпе потребовался апгрейд. Расчетная мощность силовой установки рекордного экспресса составила 26 300 л.с.



Стандартный TGV POS, курсирующий между Францией, Германией и Швейцарией, посромнее. Он выдает 12 900 л.с. и выжимает «всего» 320 км/ч. Не так уж и много на фоне мирового достижения, но ослепительно быстро для транспорта данного типа. Летящая со скоростью суперкара рельсовая ракета весит четыре сотни тонн и имеет длину свыше 200 метров.

#### CRH380A Hexie

По китайским высокоскоростным железным дорогам, одна из которых соединяет Пекин и Шанхай, со скоростью торнадо ходят очень необычные поезда «Дракон» с электрической силовой установкой мощностью 12 900 «лошадей» и 203 метрами от длиннющего носа до теряющегося на горизонте хвоста?

CRH380A Hexie спроектирован для движения в крейсерском темпе 350 км/ч и имеет предельную скорость 380 км/ч.



Впрочем, это не абсолютный потолок его возможностей. Состав с восемью вагонами показал 416,6 км/ч. Потенциал удлиненного с шестнадцатью вагонами завораживает еще сильнее! Во время тестов монстр показал максимальные 486,1 км/ч, средний темп 388 км/ч и умудрился сожрать

220-километровый маршрут за 34 минуты. Силовая установка стандартного CRH380A выдает 12 900 л.с., а версии CRH380AL – 27 410 л.с.

#### Shanghai Transrapid

«Шанхайский рыцарь» – старейший коммерческий маглев среди ныне действующих и первый высокоскоростной коммерческий поезд на магнитной подушке, способный развивать крейсерские 431 км/ч. Shanghai Transrapid пассажироместимостью 574 человека ходит между станцией метро Лунъян Лу и международным аэропортом Пудун с начала нулевых годов, проезжая отрезок в 30 километров за 7 минут 20 секунд.



Во время испытаний он показал 501 км/ч. Очевидно, двигаться в столь высоком темпе позволяют в том числе более скромные, нежели у вышеупомянутых поездов, габариты. Длина – всего 153 метра.

#### Fuxing Hao CR400AF/BF

За изуверским набором букв и цифр скрываются китайские поезда, известные под романтичными прозвищами «Красно-голубой дельфин» и «Золотой феникс». Fuxing находится в эксплуатации с 2016 года и существует в разных модификациях. Китайское чудо не использует магнитную левитацию, а стучит по железнодорожному полотну обычными колесами и является быстреем среди традиционных поездов, среди находящихся в строю.



В линейку входят 209-метровые составы мощностью до 13 900 «лошадей» и пассажироместимостью до 576 человек. Самый длинный экспресс – почти 440 метров! — мощностью до 27 200 л.с. готов доставить до 1283 человек со



скоростями, недостижимыми для очень многих сверхбыстрых автомобилей. «Дельфин» и «Феникс» способны лететь на 420 км/ч, но курсируют при 350 км/ч.

#### Frecciarossa 1000

Итальянский поезд (он же ETR 1000), разработанный Hitachi Rail Italy и конгломератом Alstom, тоже не слышал про магнитные технологии. У него колеса и свыше 13 000 л.с. На маршруте Frecciarossa 1000 способен развивать 360 км/ч, но его потолок – 400 км/ч.



#### Frecciarossa 1000

Кстати, итальянцы не были бы сами собой, если бы не привлекли к созданию суперпоезда гуру дизайна – ателье Bertone. В общей сложности построено полсотни поездов.

<https://quto.ru/journal/articles/superkary-otdykhayut-samye-bystrye-poezda-v-mire.htm>

### **Водородная тяга**

В ближайшие месяцы в одном из тоннелей Северо-Кавказской железной дороги испытают новый тепловоз, работающий на водородном топливе.

Об этом сообщил на форуме «Транспортная наука: инновационные решения для бизнеса» заместитель генерального директора ОАО «ВНИИЖТ» Олег Назаров.

Данная разработка позволит решить проблему загазованности тоннелей, угрожающую здоровью путейцев и других рабочих, обслуживающих данные сооружения, ведь единственным отходом данного локомотива является дистиллированная вода.

Внедрение подобных газотепловозов даст возможность заместить до 50% дизельного топлива природным газом. При этом удастся сэкономить до 25% расходов на приобретение дизельного топлива. А экологические характеристики железнодорожного подвижного состава улучшатся в два раза.

Одновременно продолжаются работы над конструкцией газотурбинных двигателей для локомотивов. Перспективный тепловоз с таким двигателем будет обладать высоким КПД. В нём не будет систем охлаждения и смазки, поэтому затраты на его техническое обслуживание и ремонт будут минимальны. Мощность нового двигателя составит 3500 кВт.

Кроме того, учёные ОАО «ВНИИЖТ» разработали озонобезопасные хладагенты для систем кондиционирования воздуха в пассажирских вагонах. Их преимущество состоит в том, что они не содержат вредного для здоровья людей фреона. По мнению Олега Назарова, не менее важная задача – снизить потребление асбестотехнической продукции в отрасли. В этих целях будут внедрены более безопасные электроизоляционные материалы.

Среди них новый материал графлекс, обладающий химической инертностью и экологической безопасностью. Он имеет также низкий коэффициент трения (0,02–0,12) и высокую теплопроводность, отличается хорошей приспособляемостью к рельефу сопрягаемых с ним поверхностей.

Новшество обладает неплохими показателями сжимаемости (20–60%), а после снятия нагрузки способно восстанавливать свою первоначальную форму на 70%. Такие характеристики позволят широко применять данный электроизоляционный материал на сети железных дорог.

[http://www.gudok.ru/transport/machinebuilding/?pub\\_id=393429](http://www.gudok.ru/transport/machinebuilding/?pub_id=393429)

### **Повышение энергоэффективности и перспективы использования водородных топливных элементов на железнодорожном транспорте**

Автор Б.М. Лapidус в статье раскрыта значимость повышения энергоэффективности железнодорожного транспорта в сочетании с переходом на нетрадиционные источники энергии в рамках парадигмы устойчивого развития и декарбонизации мировой экономики, а также в соответствии с задачами, определенными в документе «Глобальное видение развития железнодорожного транспорта до 2050 года». Показано, что наиболее перспективно использование водородных топливных элементов, которое находится в центре внимания Объединенного ученого совета ОАО «РЖД». Раскрыт потенциал российской науки, позволяющий выполнить соответствующие исследования и разработки. Сделано заключение, что в России существуют необходимые наработки для того, чтобы приступить к внедрению подвижного состава на водородных топливных элементах. Для решения данной задачи требуется единый заказчик и научный интегратор проекта.

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41522091>

### **Перспективы развития железнодорожного транспорта**

В развитии железнодорожного транспорта современные инновационные решения в первую очередь направлены на усовершенствования, касающиеся поездов и составов. Их стремятся сделать все более быстрыми, безопасными, эффективными. Данный вид транспорта считается одним из самых экологически чистых, при этом современные поезда могут осуществить доставку в довольно рекордные сроки, и пассажиры попадут в пункт назначения за очень короткое время.



Стратегические направления по развитию транспорта железнодорожной отрасли сосредоточены на пяти основных направлениях:

- разработка информационных систем управления и применение новых технологий;
- разработка новых технических средств;
- усовершенствование проводимой работы в таких сферах, как: финансовая экономическая и маркетинговая;
- создание высокого уровня безопасности движения;
- увеличение степени социальной защищенности.

Остановимся на нескольких технологиях, которые смогут оказать немалое влияние на будущее развитие в железнодорожной отрасли.

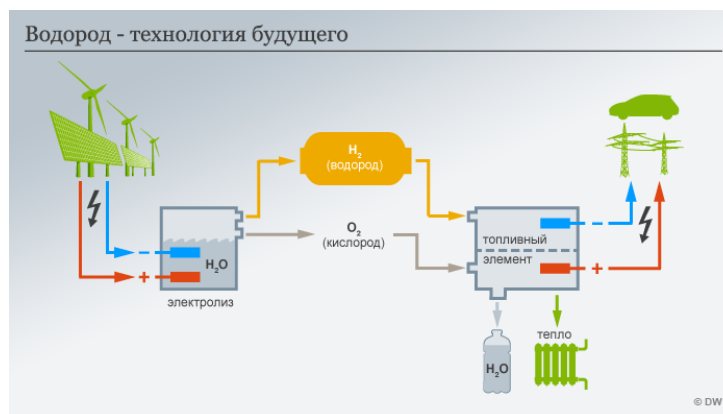


### 1. Рельсы с солнечным зарядом

В настоящее время большое количество машиностроительных компаний снабжают крыши автомобилей солнечными панелями, тем самым максимально увеличивая ассортиментный ряд. Такой же подход можно внедрить и касательно поездов.

С 2017 года в Австралии уже существует вариант курсирующего состава, использующего для передвижения солнечную энергию.

Отрасли солнечной и водородной энергетики как раз такие, они смогут обеспечить более устойчивый спрос на путешествия поездом по сравнению с другими существующими видами транспортных средств.



## 2. Поезда на водороде

По своему содержанию, поезда, работающие с использованием водорода, имеют довольно простую технологию. В состав топливного элемента входят анод, катод и электролитические мембраны. После прохождения через анод, происходит расщепление водорода на частицы электронов и протонов. Затем отрицательно заряженные частицы проникают сквозь цепь, последней генерируется электрический заряд, который накапливается в литиевой батарее либо напрямую в электрическом двигателе поезда.

Но такая работа поездов имеет небольшой минус – при наступлении реакции между кислородом и молекулами водорода, последние превращаются в обычную воду.

Такой состав уже существует в Германии, он стал первым в железнодорожной отрасли пассажирским транспортом, который работает на водороде. Уже в ближайшем будущем такое технологическое решение сможет получить довольно широкое распространение.



## 3. Рельсы с автоматизацией

Поезда с автономной работой уже не первый год используются развитыми городами во всем мире. Но вместе с тем, еще осуществляется реклама данной технологии, как переломного момента для будущей деятельности железнодорожной отрасли. Происходит это из-за того, что автономные системы каждый раз совершенствуются, их становится возможным задействовать на более длительных дистанциях. Кроме этого, система автоматизации обладает большими возможностями, позволяющими оптимизировать эффективность систем общественных транспортных средств

и сооружений, например, метро. Система идеально учитывает время пиковых нагрузок и препятствует образованию пробок.



#### 4. Сверхскоростные поезда Маглева

Маглев – составы из Шанхая, они приводятся в движение благодаря специальным магнитам, в настоящий момент они считаются самыми быстрыми в мире. Расстояние в 12 км поезд проходит за семь минут, его средняя скорость составляет 160-170 км/час. В ближайшие 5 лет планируется запуск нового маршрута, еще с более скоростным экспресс пассажирским поездом, который будет соединять Токио и Нагойю. Весь путь будет длиться 40 минут, и максимальные показатели скорости будут достигать 195 км/час.



#### 5. Разработка интеллектуальных датчиков с опцией проверки железнодорожного пути автоматическим способом

Немаловажным моментом для автоматизированной работы железнодорожных путей является выявление и обработка огромного количества объемов информации, которая поступает с железной дороги, транспортных средств, пассажиров. Многие известные компании, Сименс, Тейлз и другие, занимаются разработкой датчиков, которые помогут в обслуживании поездов и смогут обеспечить дополнительную пассажирскую безопасность, к примеру, благодаря своевременному обнаружению повреждений железнодорожных путей с помощью GPS-обозначений.



6. Применение дронов – дополнительный способ гарантии безопасности перевозки пассажиров

Беспилотные устройства можно также применять для гарантии безопасного движения железнодорожного транспорта. Они оснащены автоматизированными системами зондирования территории и имеют возможность инспектировать дорогу перед движущимися поездами на предмет наличия каких-либо возникающих препятствий, а также подходят для обеспечения безопасного автономного передвижения транспортного средства.

7. А если в космос поезд запустить?

Конечно такая технология вряд ли станет обыденностью в ближайшее время, но это весьма смелое решение для пересечения железнодорожных и космических технологий в далеком будущем.

Данная идея предполагает выведение на орбиту космического корабля, который применит концепцию рельсов Маглева, простирающихся на низкой околоземной орбите. Такой способ позволил бы значительным образом сократить зависимость космических кораблей от топливных ресурсов.

8. Применение космического оборудования

Специальная технология на сенсорах, которой пользуются для организации безопасного возврата космической ракеты в земную атмосферу, может помочь повысить безопасность железнодорожного транспорта.

Спутниковые системы обладают большим потенциалом для обеспечения масштабируемых решений железнодорожного размещения и надежного доступа к сети Интернет на суперскоростных поездах.



9. Гибрид поезда с самолетом

При нынешнем уровне развития воздушных перевозок, критичный уровень будет достигнут на всех мировых аэропортах приблизительно через

10 лет. Поэтому уже сейчас разрабатывают конструкцию мультимодульного самолета-поезда, который сможет без проблем отсоединить и присоединить нужные составы, а они в свою очередь будут соединяться с железной дорогой. В настоящий момент уже ведутся испытания пилотной версии агрегата.

<https://железнодорожник.рф/interesnye-materialy/perspektivy-razvitiya-zheleznodorozhnogo-transporta>

## **Китай продемонстрировал маглев, способный развивать скорость 600 км/ч**

В то время, как одни страны от технологии поездов на магнитных подушках отказываются, некоторые ее стремительно внедряют. В частности, у Китая есть все шансы стать передовой державой с самой крупной сетью линий маглева.

Маглевы (вид поездов, в основе которых лежит технология «магнитной левитации») уже долгое время рассматриваются как восход очередной эры железнодорожной индустрии. Однако, несмотря на искренний и острый интерес к этой технологии, ее развитие идет медленно, и по факту было реализовано лишь небольшое число проектов.

Одним из наиболее известных примеров является Шанхайская линия маглева, соединяющая аэропорт с большим городом. Данную систему Китай приобрел в готовом виде у Германии. Протяженность линии составила всего 30.5 км, а ее строительство, согласно журналу Civil Engineering, на 2001 год обошлось в \$1.2 миллиарда. С тех пор она служит не только ярким примером потрясающей технологии магнитной левитации, но и напоминанием о ее заоблачной стоимости.

Тем не менее Китай все же проникся интересом к высокоскоростному ж/д транспорту и не жалеет средств на его развитие. Причем даже в условиях активного заимствования технологий у иностранных компаний строительство этой страной крупнейшей в мире сети линий для поездов на магнитной подушке идет неплохими темпами. К настоящему времени китайская корпорация CRRC, крупнейший производитель ж/д транспорта в мире, представила свой передовой маглев, который должен стать самым скоростным в мире.

Целью является создание транспорта, который сможет развивать скорость до 600 км/ч, сократив тем самым время дальних поездок между крупными городами Китая. Подобный поезд четко впишется между уже имеющимися быстроходными ж/д составами, предлагающими скорость около 350 км/ч, и авиалиниями, перевозящими пассажиров на скоростях 800-900 км/ч.

В результате по одному из важнейших маршрутов страны, Пекин – Шанхай, время поездки сократится с 5.5 часов для скоростного поезда до, по разным оценкам, 2.5 – 3.5 часов для маглева.

Скорость 600 км/ч невероятна и практически равна текущему рекорду, установленному японским прототипом аналогичного поезда серии L0,

который в 2015 году разогнался до 603 км/ч. Состав этой серии планируется запустить по готовящейся к открытию в 2027 году линии Токио – Нагоя, где он будет развивать скорость до 500 км/ч.

О новейшем китайском проекте маглева, известном как CRRC 600, впервые было объявлено еще в 2019. Он представляет собой продвинутую разработку уже существующей технологии, реализованной на линии, которая связывает Шанхай с его аэропортом. Фактический ввод этого поезда в эксплуатацию планируется через 5-10 лет.

За основу своей разработки корпорация CRRC взяла готовую систему маглева, приобретенную у немецкой компании Transrapid, которая занималась ее разработкой несколько десятилетий. Один из участников Haskaday, Майк Шис, пользовался этим поездом в 2019 году и отметил, что в пиковые часы состав развивал скорость 430 км/ч.

CRRC продолжают совершенствовать технологию Transrapid под лицензией ее владельцев, Thyssen-Krupp. Попутно также поднимался вопрос восстановления для китайской компании изначальной испытательной линии Transrapid в Эмсланде, которая была закрыта спустя пять лет после фатального инцидента 2006 года.

Технологически Трансрапид существенно отличается от традиционных принципов устройства железнодорожных путей. Подобные поезда не оснащаются колесами и токосъемниками для передачи электричества. Движение состава реализуется на принципе магнитной левитации, при котором для подъема поезда над поверхностью полотна используются мощные электромагниты. В случае с Трансрапид поезд оснащен дугами, которые огибают направляющий рельс и снизу притягиваются к нему магнитами.

Суть магнитной левитации состоит в перемещении транспорта над поверхностью полотна без прямого контакта. При этом для поддержания необходимого зазора используется мощная система контроля, которая изменяет силу электрического тока через левитационные катушки. Само движение осуществляется за счет линейного двигателя, вдоль направляющего элемента которого установлены катушки. На эти катушки поочередно подается напряжение, в результате чего создается смещающееся магнитное поле, движущее поезд.

К преимуществам этой технологии относятся низкий шум, повышенная скорость и более высокий КПД за счет отсутствия трения колес о стальные рельсы. Что же касается недостатков, то помимо незрелости самой технологии, основной проблемой является ее высокая стоимость. Назвать конкретную сумму реализации сложно, хотя в одном скептическом докладе экспертов США отмечается, что она будет превосходить стандартные высокоскоростные ж/д решения в 1.5 раза.





### Shanghai Maglev стал первым шагом Китая по пути технологии магнитной левитации

Общий бюджет проекта Shanghai Maglev составил около \$1.2 миллиарда за линию протяженностью 30.5 км. В пересчете на километры получается примерно \$39.3 миллиона за единицу (включая стоимость двух станций). При этом типичная цена скоростных путей в Китае оценивается в диапазоне между \$17 и \$21 миллионом за километр.

Проблема в том, что в случае с системами перевозок простой анализ номинальной стоимости реализации проекта является ненадежным. К примеру, в нем зачастую не учитывается, что поезд, перемещающийся с двухкратной скоростью, в теории может перевозить вдвое больше пассажиров за то же количество времени. Окупаемость и эффективность масштабируются неточно, хотя учитывать их значения тоже необходимо. Кроме того, такие моменты, как преодоление крутых уклонов и выкуп территорий под застройку могут сильно повлиять на итоговую стоимость всего проекта или отдельных участков пути.

К положительным же сторонам маглева можно дополнительно причислить уменьшенные расходы на обслуживание ввиду меньшего износа механизмов поезда, работающих в бесконтактном с поверхностью полотна режиме. В качестве примера можно привести южнокорейскую линию маглева, которая, со слов ее создателей, в целом оказалась намного дешевле, чем традиционные ж/д пути.

Беспокойство относительно стоимости и выгоды строительства скоростных железных дорог, не говоря уже об электромагнитных, не дало этим технологиям заинтересовать такие страны, как США и Австралия, несмотря на обеспечение потенциального удобства связывания удаленных городов менее прихотливым и более эффективным способом, нежели авиасообщение. Маглев также исчез из Европы, хотя Великобритания и Германия были пионерами в применении этой технологии.

Тем временем Китай, который не так обеспокоен столь недалекими опасениями, способен вырваться вперед со своим проектом национального масштаба. Очередными кандидатами на строительство магнитных линий в нем сейчас выступают направления Шанхай – Ханчжоу и Гуаньчжоу – Шеньчжэнь. Эти линии наряду с японскими могут стать одними из первых

междугородних маглев-маршрутов в мире и послужить значимым ориентиром в плане дальнейшего развития технологии.

Если на первых этапах будет достигнут успех, то можно ожидать, что линии для поездов на магнитных подушках протянутся по всему Китаю в рекордное время, как это было с высокоскоростными путями, проложенными за последние два десятилетия.

<https://habr.com/ru/company/ruvds/news/t/572342/>