



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

---

## Научно-техническая библиотека

# Дайджест перспективные технологии развития отрасли железнодорожного транспорта

II КВАРТАЛ 2023



Ростов-на-Дону

Составитель: главный библиотекарь НТБ О.П. Сокирка

## Оглавление

Современный высокоскоростной подвижной состав.....	4
Системы управления газовыми локомотивами, тепловозами нового поколения.....	5
Коломенский завод готовится к серийному производству новых дизель-генераторов 18-9ДГМ.....	6
Развитие технологий квантовых коммуникаций.....	8
Ученые ПГУПС разработали новую модель тележки грузовых вагонов.....	9
Перевод путевой техники на пневмогидравлический привод.....	10
Первый электропоезд ЭГЭ2Тв «ИВОЛГА 3.0» вышел на Московские центральные диаметры.....	13
Электродвигатель для перспективного тепловоза.....	14
Цифровой приемосдатчик.....	15
Перспективный маневрово-вывозной тепловоз с гидropередачей ТГМК2	18
Развитие системы видеоконтроля мобильными средствами диагностики ..	19
Главная коммуникационная площадка лазерно-оптической индустрии.....	21
Альтернативные средства тяги моторвагонных поездов.....	22
Перспективы тяговых аккумуляторных батарей на железнодорожном транспорте.....	25
Поезд Avelia Horizon компании Alstom.....	28
Перспективы развития высокоскоростного сообщения в России на основе мирового опыта.....	29
Железнодорожная радиосвязь нового поколения.....	30
Большие данные, искусственный интеллект и облачные технологии: цифровизация железных дорог.....	32
Экономическое значение инновационных технологий железнодорожных станций.....	35
Грузовое вагоностроение: современные тенденции и перспективы.....	38
Проекты систем технического зрения для автоматического управления движением.....	40
Инновации систем тягового электроснабжения железных дорог.....	45
Искусственный интеллект для маневренного тепловоза как альтернатива АЛСН.....	46

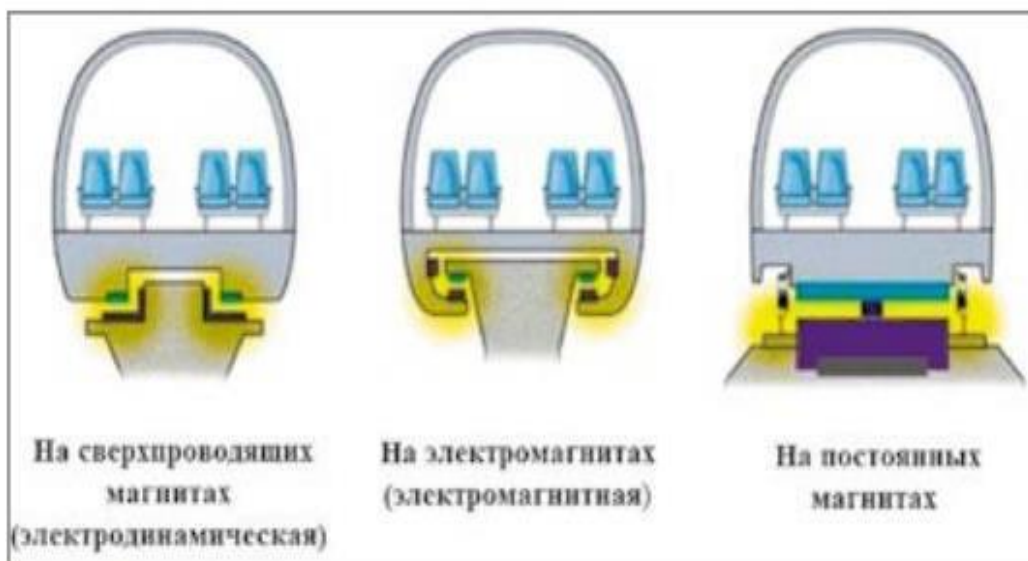
Открыт прототип пешеходного моста .....	49
Этапы внедрения квантовых технологий на железнодорожном транспорте .....	50
Цифровые двойники и цифровые тени в транспортно-логистической сфере .....	52
На метрополитене Гамбурга испытали систему автоведения с управлением по радиоканалу .....	54
Основные тренды кибербезопасности на железнодорожном транспорте в 2022 году .....	56
Проекты развития систем автоматического управления движением поездов .....	58
Беспроводное управление освещением и электрооборудованием .....	63
Стратегия развития дивизиона ЖАТ .....	66
«Облачная фабрика роботов» .....	70
Разработали водородный поезд с нулевым уровнем выбросов .....	70
Новые поезда на чешских железных дорогах .....	71
Устройства IQ Series на новейшей телематической платформе .....	72
Разработки платформы бронирования комбинированных перевозок Modility.....	73
В РЖД рассчитывают получить высокоскоростной поезд нового поколения в 2027 году .....	73
В Японии представили высокоскоростной поезд серии E8 .....	74
Перспективы развития высокоскоростного железнодорожного транспорта в России в сравнении с опытом железных дорог Испании .....	75
Железнодорожный транспорт Китая: система высокоскоростных поездов	78

## Современный высокоскоростной подвижной состав

Автор: Чекмарев Е.А.

В настоящее время по всему миру введено в эксплуатацию свыше 60 тыс. километров высокоскоростных железнодорожных магистралей (далее - ВСМ). ВСМ бывают рельсовыми, а также управляемыми силой электромагнитного поля.

В статье рассмотрены перспективы развития подвижного состава ВСМ, а именно, три основные технологии магнитного подвеса: электромагнитная, электродинамическая и на постоянных магнитах.



Электромагнитный подвес использует для левитации поле, возникающее от электромагнитов. «Рельс» для такой системы представляет собой выполненную из проводящего материала (чаще всего металла) Т-образную балку, на которой закреплены ферромагнитные статоры (неподвижные детали, которые выполнены из материала, сохраняющего магнитные свойства в отсутствие внешнего магнитного поля). На составе же находится система опорных и направляющих электромагнитов. В движение он приводится электродвигателем переменного тока. Тяга и скорость состава регулируются путем изменения силы и частоты переменного тока.

Такая технология лежит в основе немецкой системы Transrapid, также реализованной в Китае. На участке от города Шанхай до аэропорта Пудун поезд на магнитной подушке развивает максимальную эксплуатационную скорость 430 км/ч и поддерживает ее на протяжении нескольких минут, позволяя преодолеть участок пути в 30 км всего за 10 мин.

Технология магнитного подвеса на постоянных магнитах - это новая и потенциально самая экономичная система. Преимуществами данной технологии является то, что поезд может «парить» над полотном устойчиво и при движении с низкой скоростью, и во время остановки, поскольку используются постоянные магниты. Серьезной проблемой проектирования

является большой вес достаточно мощных магнитов, поскольку требуется сильное магнитное поле для поддержания в воздухе массивного состава.



Данные технологии позволяют развивать высокие скорости, при этом уровень шума от движения поезда будет на низком уровне. К недостаткам относится высокая стоимость создания инфраструктуры и ее обслуживания. Используя данную технологию, фиксируется повышенный расход электроэнергии. Все это, включая продолжающееся изучение влияния магнитов на состояние человека, не позволяет данной технологии получить широкое распространение.

<http://rgups.public.ru/editions/40/issues/38043?view=doc&id=1514545>

### **Системы управления газовыми локомотивами, тепловозами нового поколения**

Авторы: Шаленский А.В., Коваленко Д.А.

Важнейшими направлениями развития конструкций новых локомотивов являются принципиально новые системы управления, схемы компоновки и переход на альтернативные виды топлива. В качестве одного из основных альтернативных видов топлива для транспортных средств в нашей стране рассматривается природный газ. Это достаточно экологически чистое, доступное и недорогое топливо.

Следуя намеченному курсу принципиального обновления портфеля продуктовой линейки, СТМ недавно сертифицировал совершенно новый маневровый локомотив, работающий на сжиженном природном газе, ТЭМГ1. Конструкторские решения, примененные на этом локомотиве, потребовали применения компактной, производительной и одновременно экономичной системы управления.

При проектировании современной железнодорожной техники невозможно обойтись без применения концепции, поддерживающей модульность, расширяемость, универсальность и масштабируемость. На момент разработки ТЭМГ1 такая система на рынке России отсутствовала. Поэтому одновременно с проектированием этого концептуально нового тепловоза велась разработка микропроцессорной системы управления и диагностики (МПСУиД).



Монитор пульта машиниста

<http://rgups.public.ru/editions/40/issues/38043?view=doc&id=1514553>

### **Коломенский завод готовится к серийному производству новых дизель-генераторов 18-9ДГМ**

На Коломенском заводе Трансмашхолдинга (КЗ, входит в состав компании «ТМХ Энергетические решения») ведется подготовка к серийному производству новых дизель-генераторов 18-9ДГМ, предназначенных для использования в конструкции инновационных магистральных грузовых тепловозов 3ТЭ28. Их выпуск будет организован на Брянском машиностроительном заводе (входит в состав Трансмашхолдинга).

В настоящее время в процессе сборки и испытаний находятся три двигателя, предназначенных для тепловоза 3ТЭ28-002. До конца года запланирован выпуск 87 единиц 18-9ДГМ, которыми будут укомплектованы 29 брянских тепловозов.



Новый дизель-генератор соответствует требованиям, предъявляемым к техническим характеристикам тепловоза, отличается высокой мощностью (3100 кВт), надежностью и удобством в обслуживании. На 18-9ДГМ применен инверторный пуск, что позволяет не вводить в состав дизель-генератора стартер-генератор и возбуждатель, их механические приводы, конструктивно упростить узел привода распределительного вала. Это благотворно сказывается на показателях надежности двигателя.

Кроме того, дизель-генератор имеет тяговый агрегат новой конструкции и микропроцессорную систему управления и диагностики, обеспечивающую комплексное управление вспомогательными агрегатами и его полноценную защиту от нерегламентированных режимов работы. Двигатель соответствует всем современным экологическим нормативам.

В производстве на Брянском машиностроительном заводе 18-9ДГМ заменит американский дизель, который использовался в конструкции трехсекционного тепловоза 3ТЭ25К(2М).

Дизель-генератор 18-9ДГМ разработан Инжиниринговым центром двигателестроения ТМХ специально для тепловоза 3ТЭ28, созданного специалистами компании «ТМХ-Инжиниринг». Этот локомотив предназначен для вождения поездов массой 7100 т на неэлектрифицированных участках со сложным профилем пути в тяжелых климатических условиях Восточного полигона российских железных дорог (Байкало-Амурской магистрали и Транссиба). В равнинных условиях этот локомотив, в том числе благодаря современным коломенским дизелям, способен водить поезда существенно большей массы - до 18 300 т.

Первый грузовой тепловоз 3ТЭ28 с дизель-генераторами 18-9ДГМ, в октябре-ноябре 2022 г. успешно завершил опытный пробег, преодолев более 10 000 км, и в настоящее время находится в Испытательном центре

подвижного состава ВНИКТИ (г. Коломна), где будет проходить приемочные и сертификационные испытания.

<http://rgups.public.ru/editions/40/issues/38451?view=doc&id=1524738>

### **Развитие технологий квантовых коммуникаций**

Автор: Глейм А.В.

Все более широкое применение прорывных технологий является стратегическим приоритетом нашей страны. В настоящее время квантовые коммуникации в качестве сквозной технологии цифровой экономики стали перспективным направлением развития телекоммуникаций, призванным обеспечить защиту каналов связи.

В рамках реализации национальной программы «Цифровая экономика» правительство Российской Федерации определило ОАО «РЖД» ответственным за развитие высокотехнологичного направления «Квантовые коммуникации». В ноябре 2022 г. протоколом Правительственной комиссии по цифровому развитию, использованию информационных технологий для улучшения качества жизни и условий ведения предпринимательской деятельности была актуализирована и утверждена дорожная карта развития этого направления на период до 2030 г., а в декабре подписано обновленное соглашение между холдингом «РЖД» и правительством Российской Федерации.

В рамках внедрения квантовых коммуникаций в инфраструктуру железных дорог по результатам завершенных научных исследований инициирована опытно-конструкторская работа по организации квантовой защиты каналов передачи данных между электропоездом «Ласточка» и Центром дистанционного контроля и управления движением поездов. Еще одним перспективным объектом для внедрения технологии является цифровая железнодорожная станция, создаваемая на базе станции Челябинск-Главный. Успешная реализация этих проектов станет одним из первых опытов внедрения технологии квантового распределения ключей на объектах транспортной инфраструктуры.

В целях определения перспективных направлений стандартизации технических решений и технологий ОАО «РЖД» совместно с ПАО «Ростелеком» при содействии причастных технических комитетов и Росстандарта планирует провести соответствующее исследование. По его результатам будет составлена дорожная карта по стандартизации в области квантовых коммуникаций для обеспечения планомерного продвижения отечественных подходов на национальном, региональном и международном уровнях.

<http://rgups.public.ru/editions/38/issues/38371?view=doc&id=1522106>



## **Ученые ПГУПС разработали новую модель тележки грузовых вагонов.**

Специалисты Петербургского государственного университета путей сообщения императора Александра I (ПГУПС) разработали инновационную модель тележки грузовых вагонов.



### **Инновационная модель тележки грузовых вагонов модели 18-9891**

Инновационная тележка грузовых вагонов модели 18-9891 разработана сотрудниками кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство» университета и изготовлена в АО «Рухиммаш» - технологическом партнере университета.

По сравнению с аналогами новая модель позволит:

- увеличить грузоподъемность вагонов на 6 т;
- снизить воздействие на железнодорожный путь в прямых и кривых участках;
- уменьшить износ гребней колес в эксплуатации;
- обеспечить снижение потребности в колесах.

Разработка ученых уже прошла приемочные испытания. Комиссия по рассмотрению результатов этих испытаний приняла решение об изготовлении установочной серии в 8 000 вагонокомплектов (это 16 тыс. тележек).

Работы выполнялись в рамках реализации программы «Приоритет-2030» по стратегическому проекту «Развитие объектов транспортной инфраструктуры в арктической зоне России».

Тележка грузовых вагонов является полностью завершенным технологическим решением, готовым к серийному производству и эксплуатации по всей сети железных дорог Российской Федерации. Она обладает следующими техническими параметрами:

- ширина колеи - 1520 мм;

- конструкционная скорость - 120 км/ч;
- нагрузка от колеса на рельс - 25 тс;
- климатическое исполнение УХЛ - температура эксплуатации до минус 60 °С;
- база тележки - 1850 мм;
- габарит по ГОСТ 9238-83-02-ВМ.

Инновационное решение направлено на обеспечение технологического суверенитета и импортозамещения и не содержит импортных комплектующих.

<http://rgups.public.ru/editions/134/issues/37996?view=doc&id=1513474>

### **Перевод путевой техники на пневмогидравлический привод**

Авторы: Сычёв П.В., Феденков В.В., Сычёв В.П.

На специальном подвижном составе и путевых машинах (СПС), используемых в путевом хозяйстве в качестве привода рабочих органов, применяется пневматический или гидравлический привод. Первый применяется, как правило, в специальных вагонах грузового типа - хоппер-дозаторах и думпкарах - для управления разгрузочно-дозирующими устройствами. Привод запитан от рабочей пневматической магистрали, питаемой в свою очередь от локомотива. Большинство путевых машин управляются с помощью гидравлического привода, основная функция которого - передача мощности от приводного двигателя к рабочим органам путевой машины, при этом передача энергии осуществляется потоком жидкости. Обычно на путевых машинах в качестве приводного двигателя используется двигатель внутреннего сгорания.

Преимущества пневматического привода следующие:

- отсутствие необходимости использовать приводной двигатель, так как энергия сжатого воздуха используется в тормозной системе специального подвижного состава, и рабочая пневмомагистраль связана с тормозной системой с помощью кранов управления подачи воздуха;
- простота управления и дешевизна, обусловленная низкой стоимостью воздуха.

Недостатки пневматического привода СПС:

- инерционность управления из-за невысокой скорости передачи управляющего импульса;
- сложная конструкция рычажно-приводной передачи, вызывающая увеличение затрат на обслуживание и регулировку;
- неоптимальное расходование энергии локомотива на работу компрессора, подающего воздух в пневмомагистраль;
- низкий КПД.

Наиболее значительным недостатком являются большие габариты. Это значительно усложняет компоновку привода, уменьшает полезный объем кузова, а с другой стороны увеличивает массу вагона.

Преимущества гидропривода - высокая энергоемкость при малом весе (0,5 кг/КВт), малые габариты, высокая стабильность механических характеристик, высокое быстродействие (время срабатывания - 0,15 с).

В качестве существенного недостатка гидравлического привода можно отметить необходимость наличия источника энергии в виде приводного двигателя для вращения вала насоса (дизеля, электромотора и пр.).

Перечисленные недостатки являются препятствием для перехода на цифровые технологии управления путевыми машинами и специальным подвижным составом.

Указанные недостатки могут быть устранены применением комбинированных пневмоэлектрических или пневмогидравлических приводов. Наиболее сложна конструкция пневмопривода хоппер-дозаторов, предназначенных для перевозки и укладки балласта в путь, поэтому технологию перевода на пневмогидравлический привод специального подвижного состава и путевых машин (СПС) рассмотрим на примере хоппер-дозаторов.

Разгрузочно-дозировочные устройства хоппер-дозатора представляют собой поворотные крышки, перекрывающие разгрузочные отверстия бункера, размещенного в нижней части кузова хоппер-дозатора. Под рамой хоппер-дозатора, на которую опирается кузов с бункерами, размещен дозатор балласта в виде подвижной рамы, состоящей из продольных и поперечных балок, свободно охватывающей бункер. Крышки закреплены на приводных валах, проходящих через бункер вагона. Механизм привода крышек и дозатора содержит силовые цилиндры, питаемые от рабочей пневмомагистрали, связанные с рычажными передачами. Рычаги закреплены на приводных валах крышек, шарнирно прикреплены к раме дозатора и кузову хоппер-дозатора и представляют собой весьма сложную металлоемкую конструкцию. Клапан максимального давления позволяет регулировать и снижать максимальное давление, поступающее от питательной магистрали локомотива в рабочую пневмомагистраль, до оптимальной. Таким образом, привод управления разгрузочно-дозировочными устройствами СПС через рычажную передачу кинематически связан со штоком пневмоцилиндров, соединенных питательной магистралью локомотива с системой трубопроводов. Последние подключены к этой магистрали с помощью соединительных рукавов и разобщительных кранов и управляются вручную оператором с помощью кранов от щитков управления, размещенных на вагоне. При этом привод обеспечивает работу силовых пневмоцилиндров независимо друг от друга.

После перемещения хоппер-дозатора к месту производства работ, оператор вручную на шкале дозирования, вращая маховик привода дозатора, устанавливает необходимую высоту относительно уровня головки рельсов для разравнивания выгружаемого балласта на заданной отметке железнодорожного пути.

При переходе на цифровые технологии требуется усовершенствовать систему привода: повысить точность позиционирования, уменьшить массу и габариты; оптимизировать режимы работы и энергопотребления. Частично решить эти задачи возможно заменой пневматического привода на гидравлический. Такое решение существенным образом снизит габариты и массу устройств, оптимизирует кинематическую схему рычажной передачи, но потребует наличия приводного двигателя.

Необходимость использования приводного двигателя может быть исключена в случае совмещения воздуха и рабочей жидкости гидросистемы как взаимосвязанной цепи (газ-жидкость), по которой передается усилие на разгрузочно-дозировочный механизм посредством применения пневмогидравлического распределителя.

Таким образом, предлагается взамен традиционного пневмооборудования хоппер-дозатора (аналогично для думпкаров) установить на рабочую пневмомагистраль после разобщительного крана пневмогидравлический преобразователь с элементами регулирования, подключенный к блоку гидравлических распределителей.

Пневмогидравлический преобразователь содержит элементы регулирования и подключается к блоку гидравлических распределителей, соединенных гидрوليниями с силовыми гидродвигателями. Последние механически связаны с дозатором, крышками бункера, устройством ограничения засыпки в середину колеи и устройством контроля положения, соединенным с прибором управления блока гидравлических распределителей.

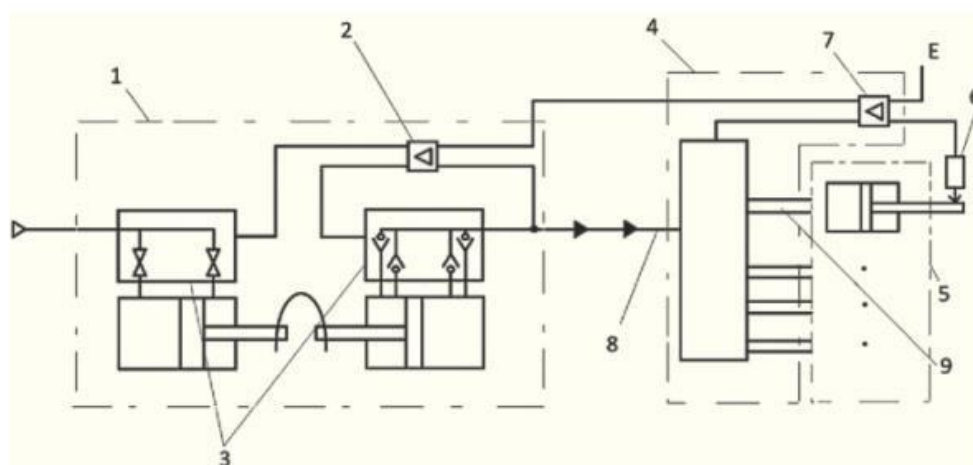


Рис. 2. Схема пневмогидравлическая привода разгрузочно-дозировочных устройств хоппер-дозатора:

- 1 — пневмогидравлический преобразователь; 2 — блок управления; 3 — элементы регулирования (распределительная и клапанная регулирующая аппаратура); 4 — блок распределителей; 5 — гидродвигатели; 6 — устройство контроля положения; 7 — прибор управления блока гидравлических распределителей; 8, 9 — гидрوليнии

Переход на пневмогидравлический привод позволит использовать хоппер-дозатор в информационно-управляющей системе распределения рельсов, шпал и балласта для обеспечения работоспособности

железнодорожного пути по заданным критериям (ИУС) и упростит дистанционное управление.

<http://rgups.public.ru/editions/41/issues/38707?view=doc&id=1531874>

### **Первый электропоезд ЭГЭ2Тв «ИВОЛГА 3.0» вышел на Московские центральные диаметры**

Новейший российский электропоезд постоянного тока ЭГЭ2Тв «Иволга 3.0» вышел в первый рейс на Московские центральные диаметры (МЦД) по маршруту от Нахабина до Подольска. Перед этим была проведена техническая обкатка каждого нового поезда без пассажиров. ЭГЭ2Тв - первый электропоезд с конструкционной скоростью 160 км/ч, который полностью спроектирован и изготовлен в России.

«Иволга 3.0» создана российскими конструкторами на отечественной компонентной базе. Впервые в практике Трансмашхолдинга в конструкции электропоезда использован асинхронный тяговый привод собственной разработки.

Поезд «Иволга 3.0» может включать от 4 до 12 вагонов, работать по системе многих единиц, что позволяет обеспечивать эффективную эксплуатацию поезда на маршрутах с пассажиропотоком разной интенсивности. Используемые в конструкции электропоезда технические решения обеспечивают плавный ход поезда, низкий уровень шума.



«Иволга 3.0» стала еще быстрее: ускорение поезда увеличилось на 10 % - до 1,0 м/с(2), а скорость - на 30 %, до 160 км/ч, что позволяет сократить время в пути по сравнению с «Иволгой 2.0» на 3 мин, а с другими электропоездами - на 10 мин. Широкие (1400 мм) двери, характерные для платформенного решения всего семейства «Иволга», позволяют ускорить пассажирообмен на 15 % по сравнению с другими электропоездами, представленными на российском рынке.

На поезде применена двухступенчатая система управления со 100%-ным резервированием, обеспечивающая при единичном отказе продолжение штатной работы - без потери тяговых и тормозных характеристик и влияния на систему жизнеобеспечения. Примечательно, что для смены направления движения «Иволге 3.0» нужна всего лишь 1 минута. Использование двух мониторов управления позволяет сократить количество факторов, отвлекающих машиниста от работы, а 100%-ное дублирование информации при отказе одного из мониторов и управление с монитора функцией аварийного движения при отказе контроллеров положительно отражается на безопасности эксплуатации поезда.

От своих предшественниц «Иволга 3.0» отличается новыми интерьерными решениями: установлены более эргономичные кресла с развитыми подголовниками и подлокотниками для каждого пассажира. Изменились форма и функциональность приоконных столиков. К привычным подстаканникам добавлены беспроводные зарядки (138 шт. на 11-вагонный состав) и крючки для размещения личных вещей. В кресельных блоках в дополнение к USB-розеткам добавлены еще и разъемы Type-C. Общее количество разъемов для зарядки увеличено на 92 %: в 11-вагонном составе их 1600 шт.

Количество мест для сидения в поезде выросло до 718 (+50 мест по сравнению с «Иволгой 2.0»). А для любителей электросамокатов в головных вагонах в зоне велопарковок дополнительно оборудованы места для зарядки этих средств индивидуальной мобильности.

<http://rgups.public.ru/editions/40/issues/38710?view=doc&id=1531863>

### **Электродвигатель для перспективного тепловоза**

На заводе «Электротяжмаш-Привод» в г. Лысьве (Пермский край) состоялось заседание приемочной комиссии, рассмотревшей результаты опытно-конструкторских работ по созданию асинхронного тягового электродвигателя ТАД430.



Двигатель разработан по техническому заданию ООО «Тяговые компоненты» (дочернее предприятие машиностроительного холдинга «Синара - Транспортные машины», СТМ). Испытания подтвердили соответствие ТАД430 требованиям технического задания. Конструкторской и технологической документации присвоена литера «О(1)», что позволяет заводу «Электротяжмаш-Привод» начать производство новых двигателей. Объем установочной серии составит 160 единиц. В ходе испытаний, проводившихся как на площадке завода-изготовителя, так и в научно-исследовательских институтах, опытные образцы подвергались воздействию вибрации, повышенной и пониженной температур, высокой влажности, повышению напряжения и частоты вращения, механическому воздействию. Испытания подтвердили существенный запас прочности и ресурса, а также высокие работоспособность и КПД (96 %) изделия. Габаритные размеры двигателя позволяют устанавливать его на четырехосные тепловозные тележки с колесами диаметром 1050 мм.

Асинхронные тяговые электродвигатели ТАД430 предназначены для разработанного Научно-исследовательским центром СТМ двухсекционного 16-осного магистрального тепловоза 2ТЭ35А, который сможет возить поезда массой 7100 т в условиях Восточного полигона.

<http://rgups.public.ru/editions/38/issues/38711?view=doc&id=1531809>

### Цифровой приемосдатчик

Автор: Зимихин А.А.

Важной составляющей организации доставки грузов железнодорожным транспортом является процесс их приема к перевозке в вагонах различного типа. Он осуществляется представителем перевозчика (приемосдатчиком) путем визуального осмотра груза в вагоне на предмет наличия недостачи или повреждения. Кроме того, проверяется соблюдение требований технических условий размещения и крепления грузов в вагонах и контейнерах.



Процесс фиксации состояния контейнеров на платформе с помощью видеокамеры, закрепленной на каске представителя грузоотправителя

Прием вагонов с применением телескопической штанги



Следует отметить, что на крупных станциях приемосдаточные операции выполняются достаточно оперативно, без каких-либо проблем, чего не скажешь о малодейственных и удаленных станциях. Туда для выполнения указанных операций должен прибыть уполномоченный сотрудник с одной из соседних опорных станций, что приводит к значительным потерям времени на его ожидание, которое иногда может составлять более 24 ч.

Для решения этой проблемы в Куйбышевском территориальном центре фирменного транспортного обслуживания (ТЦФТО) была создана и внедрена технология приема грузов и порожних вагонов к перевозке в цифровом формате - цифровой приемосдатчик. Новый сервис, основанный на дистанционном приеме вагонов к перевозке в видеоформате, позволяет значительно ускорить этот процесс. В результате повышается уровень удовлетворенности клиентов ОАО «РЖД» качеством предоставляемых услуг, что стимулирует их к выбору перевозок железнодорожным транспортом.

Новая технология используется на станциях, где к перевозке принимаются груженые и порожние вагоны крытого типа (зерновозы, цементовозы, минераловозы, хопперы и др.), опломбированные запорно-пломбировочными устройствами (ЗПУ) или имеющие закрутки установленного типа, а также вагоны с неопасными насыпными и навалочными грузами, порожние вагоны открытого типа (хопперы-дозаторы, полувагоны, думпкары, платформы без съемного оборудования) и вагоны с контейнерами.

Грузоотправитель после завершения операций по погрузке или выгрузке выполняет видеofиксацию вагона на мобильный телефон с расстояния, обеспечивающего его вид целиком, с голосовым сопровождением, в котором указываются номер вагона, типы и номера ЗПУ. Видеофайл должен в полной мере и с необходимой четкостью отражать детали и элементы вагона (контейнера), правильность наложения ЗПУ, знаков, трафаретов. В ходе видеосъемки от грузоотправителя также требуется зафиксировать отсутствие просыпания груза, очищенную от остатков ранее перевозимого груза наружную поверхность вагона и колесных пар. В целях исключения «слепых» зон съемка должна вестись непрерывно с последовательным отображением всех сторон вагона.

Закончив видеосъемку, грузоотправитель оформляет уведомление о завершении грузовых операций в мобильном приложении «РЖД Груз» и отправляет посредством мессенджера Express отснятый видеофайл работнику ОАО «РЖД», находящемуся в Центре управления перевозками (ЦУП) и осуществляющему операции по приему груженых и порожних вагонов в цифровом формате. Просмотрев отснятый материал и оценив качество присланной информации, приемосдатчик сохраняет видеофайлы в информационном хранилище. При отсутствии замечаний он осуществляет прием вагонов путем нажатия в автоматизированной системе ЭТРАН кнопки «Прием приемосдатчиком», после чего вагоны автоматически оформляются к перевозке. Следует отметить, что обязательным условием работы по данной



технологии является заключение между клиентом и ОАО «РЖД» соглашения об электронном обмене данными.

Представленная технология интересна в первую очередь представителям малого и среднего бизнеса, осуществляющим свою деятельность на станциях, не имеющих в штате приемосдатчика груза и багажа. Она позволяет клиенту не тратить время на ожидание прибытия приемосдатчика с другой станции и использовать бесконтактный метод работы. При приеме вагонов после выгрузки из них инертных грузов на повышенном пути применение телескопической штанги, камеры, портативного аккумулятора и держателя для мобильных устройств позволяет исключить подъем на вагон, что значительно снижает риск получения травмы, особенно в зимний период.



Полученные при коммерческом осмотре вагонов в дистанционном формате файлы, фиксирующие состояние вагона в целом (а), штурвалов механизма разгрузки с ЗПУ (б), крыши и люков (в)

Что касается ОАО «РЖД», то внедрение такой технологии позволяет компании обеспечить своим работникам более безопасные условия труда вследствие исключения необходимости нахождения их на железнодорожных путях и на высоте. Снижается также загрузка работников станции, сокращается время от момента предъявления груза к перевозке до оформления перевозочного документа. Кроме того, наличие фото- и видеофайлов принятых к перевозке вагонов может служить доказательной базой при предъявлении претензий по несохранным перевозкам грузов и приносить дополнительный доход за счет предоставления операторам подвижного состава видеоматериалов по их запросу.

С начала внедрения технологии цифрового приемосдатчика ее преимущества смогли оценить уже 174 клиента, осуществляющих свою деятельность на 74 станциях Куйбышевской железной дороги. Дистанционно приняты к перевозке свыше 20 тыс. вагонов. Достигнутые показатели являются важным этапом внедрения новой технологии, которую в перспективе планируется распространить на всей сети железных дорог.

В рамках этой многоплановой работы на полигонах Дальневосточной и Куйбышевской железных дорог реализуется пилотный проект по осмотру контейнеров в цифровом формате.

<http://rgups.public.ru/editions/38/issues/38711?view=doc&id=1531795>

### **Перспективный маневрово-вывозной тепловоз с гидропередачей ТГМК2**

Авторы: Лешакова А.П., Евсеев В.Ю., Уколов И.А.

Для решения этой проблемы АО «Калугапутьмаш» совместно с АО «Научно-исследовательский и конструкторско-технологический институт подвижного состава» (АО «ВНИКТИ») был разработан новый маневрово-вывозной тепловоз с гидропередачей, который получил название ТГМК2. В рамках проектирования локомотива специалистами предприятий были разработаны конструкция тепловоза, отдельные новые узлы (гидропередача, система управления), выполнена компоновка оборудования.



Новый тепловоз имеет в своем составе следующее основное оборудование:

- дизельный двигатель «КАМАЗ» 910.21-550;
- микропроцессорную систему управления, контроля и диагностики МСУ «Карат», разработанную и изготовленную АО «ВНИКТИ»;
- гидропередачу ГМП550/1K13, разработанную и изготовленную АО «Калугапутьмаш»;
- систему контроля расхода топлива производства СП «Технотон» (Беларусь);
- агрегат компрессорный винтовой (АКВ) 5.25/1 П У2 производства ООО «Челябинский компрессорный завод»;
- автоматизированную систему локомотивной сигнализации непрерывного типа;

- комплекс сбора и регистрации данных КПД-ЗПВ;
- телемеханическую систему контроля бодрствования машиниста;
- дисплейный модуль на базе транспортного панельного компьютера, установленный на основном пульте управления, производства ООО «Континент»;
- вакуумно-люминисцентный индикатор, установленный на дополнительном пульте управления, разработанный и изготовленный специалистами АО «ВНИКТИ»;
- систему обеспечения микроклимата;
- автономные отопители, работающие на дизельном топливе «Планар»;
- радиостанцию.

В качестве силовой установки в тепловозе ТГМК2 применяется рядный шестицилиндровый дизельный двигатель с одноступенчатым наддувом «КАМАЗ» 910.21-550.

Для преобразования крутящего момента дизельного двигателя и передачи его через карданные валы и осевые редукторы на колесные пары на тепловозе ТГМК2 применена гидропередача ГМП550/1К13.

<http://rgups.public.ru/editions/40/issues/38710?view=doc&id=1531849>

### **Развитие системы видеоконтроля мобильными средствами диагностики**

Автор: Сиделев П.С.

Одним из приоритетных направлений дальнейшего развития систем диагностики и мониторинга в хозяйстве автоматики и телемеханики является внедрение автоматизированных систем видеоконтроля напольных устройств железнодорожной автоматики и телемеханики, позволяющих расширить функциональность средств мобильной диагностики.

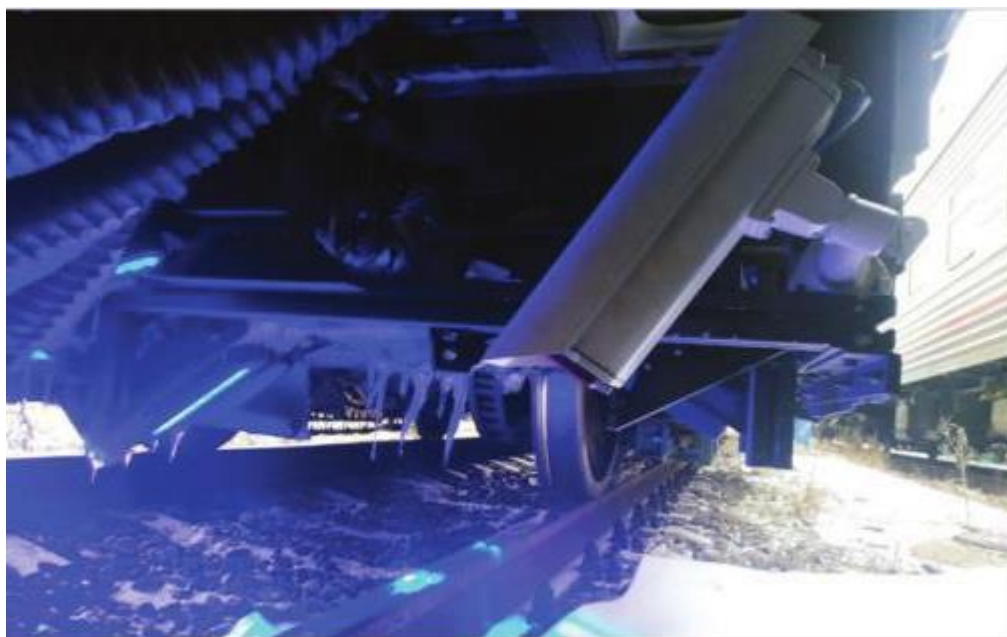
Автоматизированные системы видеоконтроля напольных устройств ЖАТ выполняют оценку технического состояния устройств СЦБ на основе показаний мобильных средств диагностики, оборудованных автоматизированными системами видеонаблюдения за напольными устройствами, с целью перехода на обслуживание «по состоянию». Кроме того, они помогают выявлять отступления от норм содержания элементов путевых устройств железнодорожной автоматики и телемеханики и осуществляют передачу данных видеонаблюдения в систему ЕК АСУИ, а также причастным подразделениям дирекций инфраструктуры для организации сплошной расшифровки, планирования и устранения отступлений от норм содержания элементов напольных устройств ЖАТ.

Для эффективного применения устройств видеоконтроля разработан классификатор отступлений по ЖАТ, в котором обозначены уровни критичности (критично, не критично), приоритет (неотложный, первоочередной, плановый), сроки устранения (1 день, 7 дней, до 30 дней) и классификации отступлений, а также регламент по видеоконтролю устройств

ЖАТ с указанием порядка и сроков проведения проверок и обработки видеофайлов проездов средств мобильной диагностики.

В настоящее время мобильной диагностикой по устройствам кодирования формируются два инцидента на вагонах-лабораториях автоматике и телемеханики типа «МИКАР», «АТЛАНТ», а также на диагностических комплексах инфраструктуры без передачи видеоинформации.

Для расширения функциональности средств мобильной диагностики в 2022 г. на нескольких вагонах-лабораториях на Октябрьской и Куйбышевской дорогах были установлены комплексы тепло- и видеоконтроля устройств ЖАТ разработки АО «Радиоавионика» и АО «НПЦ ИНФОТРАНС».



Система видеоконтроля

Мобильные средства диагностики инфраструктуры оборудуются автоматизированной видеоизмерительной системой для контроля технического состояния элементов железнодорожной автоматике и телемеханики, включающей камеры тепловизионного контроля (нагрев элементов обратной тяговой сети), камеры видеоконтроля для получения видеоинформации высокого разрешения с внешней и внутренней сторон головки и шейки рельса, а также вида сверху и др.

Развитие систем видеоконтроля позволит ускорить внедрение инновационных технологий в области мониторинга в хозяйстве, повысить уровень содержания рельсовых цепей и надежность устройств ЖАТ и безопасность нахождения на железнодорожных путях. Кроме того, новые технологии способствуют организации работ по приведению устройств автоматике и телемеханики к требованиям ПТЭ, обеспечению охраны труда и недопущению травматизма.

<http://rgups.public.ru/editions/37/issues/38709?view=doc&id=1531879>

## Главная коммуникационная площадка лазерно-оптической индустрии

Автор: Вадченко О.А.

В конце марта в ЦВК «Экспоцентр» прошла 17-я международная специализированная выставка лазерной, оптической и оптоэлектронной техники «Фотоника. Мир лазеров и оптики». Традиционно участниками мероприятия стали предприятия, работающие в сфере лазерной и оптической индустрии, самостоятельные производители и дилеры крупнейших фирм, научно-исследовательские институты и организации, занимающиеся научными разработками, из России, Беларуси, Армении и Китая. На крупнейшей площадке профессионального сообщества были представлены 152 экспонента, презентовавших новые разработки в области ИТ и телекоммуникаций, приборостроения, различных отраслей промышленности, медицины и др.



Выставка «Фотоника» является демонстрационной площадкой достижений и возможностей современных лазерных, оптических, оптоэлектронных технологий, в рамках которой обсуждаются инновационные идеи, находятся решения сложных технологических задач. На сегодняшний день в России в области фотоники работает свыше 800 организаций, около 200 из них производят соответствующую продукцию.

Кроме того, на заседании были представлены радиационностойкие оптические волокна, которые могут использоваться для систем технического мониторинга объектов повышенной опасности, лазерной техники и телекоммуникаций. К их преимуществам относятся возможность передачи излучения высокой мощности на небольшие расстояния; отсутствие легирующих компонентов в сердцевине, что увеличивает радиационную

стойкость; стойкость к температурам от -196 до +600 °С; сохранение свойств на протяжении всего срока эксплуатации. Задача проекта состоит в создании полного цикла производства таких волокон.

Стоит отметить, что часть представленных на экспозиции технологий и решений создана в рамках реализации программы импортозамещения с целью реализации концепции технологического суверенитета РФ. Выставка вызвала большой интерес у профессионалов. Кроме того, участники подчеркнули, что развитие фотоники очень характерно для современной России.

<http://rgups.public.ru/editions/37/issues/38709?view=doc&id=1531888>

### **Альтернативные средства тяги моторвагонных поездов**

Автор: Ефремов А.

В Германии начала реализовываться стратегия постепенного отказа от дизельной тяги в пользу альтернативных источников энергии с целью декарбонизации транспорта. Для моторвагонных поездов это означает внедрение электрического тягового привода с возможностью рекуперации энергии при торможении. В последние годы в стране проведен ряд исследований, в которых проанализированы доступные в настоящее время технологии создания поездов с питанием от тяговых аккумуляторных батарей и контактной сети и от водородных топливных элементов в сочетании с тяговыми батареями.

Электрический тяговой подвижной состав (электровозы и электропоезда) отличается наиболее высоким КПД по сравнению с другими видами тяги, а электродинамический тормоз позволяет рекуперировать энергию при торможении поезда. К числу преимуществ электровозов и электропоездов по сравнению с дизельным подвижным составом относят более низкие расходы на техническое обслуживание и меньший уровень шума. Поэтому идеальным решением была бы полная электрификация железных дорог. В 2021 г. на железных дорогах Германии (DB) потребление электроэнергии на тягу поездов составило 7445 ГВт·ч, причем 62,4% этой энергии было получено из возобновляемых источников. Полностью перейти на «зеленую» электроэнергию DB планируют к 2038 г.



В последние годы изготовители подвижного состава разработали несколько концепций питания тягового привода, призванных заменить дизель-генератор. Некоторые из них уже используются на практике, другие вскоре появятся на рынке.

Использование водорода является одним из способов обеспечить тягу поездов без выбросов углекислого газа, правда, решающее значение приобретает способ получения водорода, который также не должен оставлять углеродного следа. В топливных элементах в результате взаимодействия водорода с кислородом генерируется электрическая энергия, причем побочным продуктом становится только водяной пар.

Таким образом, для достижения высокой энергоэффективности поезда решающее значение приобретает грамотное проектирование всего комплекса «модуль топливных элементов — модуль аккумуляторных батарей — тяговый электропривод», а также бортовой системы управления электроснабжением.

Поезда на водородном топливе решают характерную для дизельного подвижного состава проблему выброса углекислого газа и прочих вредных веществ, однако обладают и рядом недостатков.

Для эксплуатации таких поездов необходима соответствующая инфраструктура пунктов заправки водородом. Для ее создания и обслуживания требуются значительные расходы, особенно если речь идет о большом парке поездов. Наиболее дешевым решением является подключение пункта заправки к трубопроводу для транспортировки водорода, наиболее дорогим — доставка сжиженного водорода автомобильным транспортом. Оптимальным решением могла бы стать выработка водорода непосредственно на месте с использованием возобновляемой энергии от солнечных или ветряных электростанций, причем емкости с водородом могли бы служить в качестве буферного накопителя при колебаниях доступной энергии ветра и солнца. Кроме того, сам процесс заправки водородом является достаточно сложным, для него необходимы дополнительные технические ресурсы — от компрессора требуемой мощности до датчиков, измеряющих уровень топлива в резервуарах поезда в процессе заправки.

Уровень безопасности поездов на водородном топливе очень высок, однако велики и расходы на техническое обслуживание и подвижного состава, и инфраструктуры заправочных пунктов. Их основные компоненты требуют полной или частичной замены минимум дважды в течение срока службы поездов. Соответственно увеличивается стоимость жизненного цикла такого подвижного состава.

Электропоезда, которые дополнительно оборудованы тяговыми аккумуляторными батареями, формируют вторую группу пассажирского подвижного состава, использующего альтернативные средства тяги. Их концепция сравнительно проста: в цепь постоянного тока современного электропоезда с асинхронными тяговыми двигателями включают накопитель с аккумуляторными батареями. При движении под контактной сетью происходит зарядка аккумуляторов, а на неэлектрифицированных участках

они служат для питания тягового привода, причем у поезда по прежнему сохраняется возможность электродинамического торможения с накоплением рекуперированной энергии.

Преимуществом контактно-аккумуляторных поездов является их высокая эффективность: при использовании электроэнергии из возобновляемых источников их КПД составляет примерно 75%, что сопоставимо с электропоездами (82%). Некоторое снижение КПД обусловлено потерями в процессе заряда и разряда тяговых аккумуляторных батарей.

Дальность хода таких поездов при автономном питании зависит исключительно от емкости накопителя энергии, которая ограничивается современной плотностью энергии батарей, а также допустимой массой поезда, осевой нагрузкой, погонной нагрузкой и габаритом подвижного состава. Можно ожидать, что в перспективе удельная емкость аккумуляторных батарей возрастет и контактно-аккумуляторные поезда смогут преодолевать большие расстояния по неэлектрифицированным участкам.

Еще одним достоинством контактно-аккумуляторных поездов является возможность продолжения их эксплуатации и после электрификации линий на полигоне.

Вместе с тем для контактно-аккумуляторных поездов характерны определенные ограничения. В частности, для снижения их массы изготовители часто оборудуют такие поезда менее мощным (и более легким) тяговым оборудованием, что ухудшает их тяговые характеристики при движении с питанием от контактной сети по сравнению с сопоставимыми электропоездами.

Недостатками контактно-аккумуляторных поездов являются небольшой срок службы аккумуляторных батарей (из за ограниченного числа циклов заряда-разряда и потери емкости) и потребность в создании инфраструктуры пунктов подзарядки (пусть в форме островной электрификации) при обслуживании протяженных неэлектрифицированных участков.





Контактно-аккумуляторные поезда в целом являются менее затратными с точки зрения технического обслуживания по сравнению и с дизель-поездами, и с поездами на водородном топливе.

Таким образом, приобретение контактно-аккумуляторных поездов становится более выгодным при наличии коротких неэлектрифицированных участков или при сравнительно длительных остановках на конечных (или промежуточных) станциях, где возможна подзарядка тяговых аккумуляторов.

Применение поездов на водородном топливе оправданно на протяженных неэлектрифицированных маршрутах и там, где программа эксплуатации не допускает достаточно длительных остановок.

В ближайшие годы в Германии появится возможность сравнить на практике обе технологии альтернативной тяги в региональных пассажирских перевозках. Уже запущено несколько крупных пилотных проектов коммерческой эксплуатации контактно-аккумуляторных поездов и поездов на водородном топливе. На севере федеральной земли Рейнланд-Пфальц с 2024 г. будут одновременно эксплуатироваться поезда, использующие обе технологии альтернативной тяги.

В ходе дальнейшего технологического развития можно ожидать увеличения плотности энергии в тяговых аккумуляторах и снижения их стоимости (в расчете на 1 кВт·ч) при одновременном увеличении срока службы. Также прогнозируются снижение стоимости модулей топливных элементов при увеличении срока их службы и уменьшение расходов на электролиз для получения водорода. Развитие технологий может происходить с разной скоростью, что способно оказать существенное влияние на соотношение их экономической эффективности.

<https://zdmira.com/articles/alternativnye-sredstva-tyagi-motorvagonnykh-poezdov>

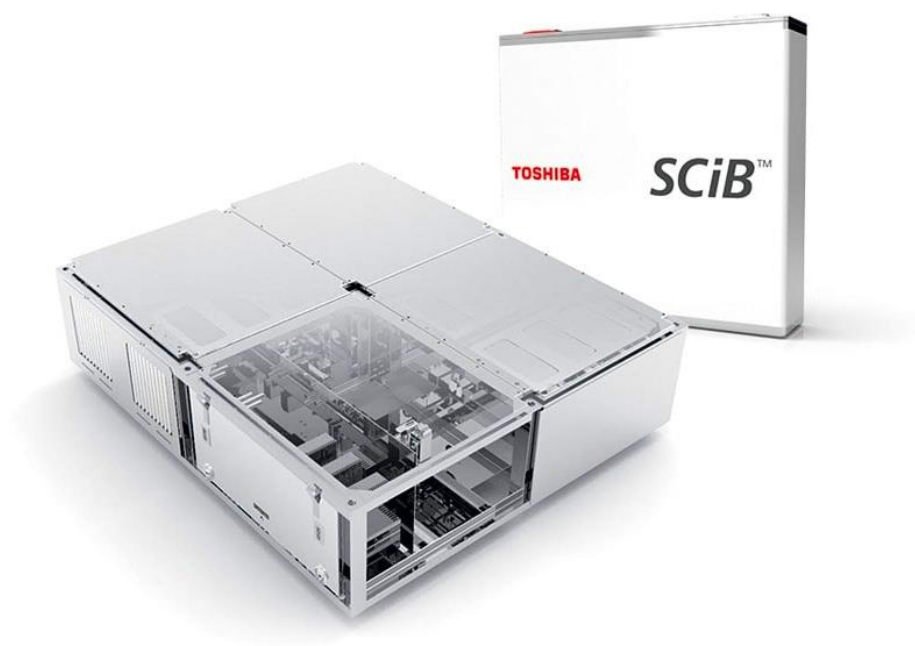
### **Перспективы тяговых аккумуляторных батарей на железнодорожном транспорте**

Аккумуляторные батареи используются на подвижном составе на протяжении многих десятилетий, однако до недавнего времени они служили главным образом для питания вспомогательных потребителей или в качестве резервного источника энергии, предназначенного для обеспечения перемещения поезда на небольшие расстояния в случае перебоев в подаче электроэнергии. Теперь тяговые аккумуляторные батареи становятся реальной альтернативой электрификации и дизельному топливу.



Лидером в области разработки подвижного состава с питанием от аккумуляторов считается Европа, при этом изготовители используют в основном аккумуляторы, поставленные из стран Азии. Исследования ведутся и в других странах мира. На железнодорожном транспорте в качестве тяговых в настоящее время применяются в основном литий-ионные аккумуляторы, в материале катода которых используются вещества, содержащие литий. К ним относятся, в частности, литий-титанат-оксидные (LTO), литий-железо-фосфатные (LFP) и литий-никель-марганцево-оксидные (LMNO) аккумуляторы. Распространены также аккумуляторы, в составе материала катода которых содержатся никель, марганец и кобальт (NMC).

Ведущие мировые изготовители аккумуляторов, в частности такие, как компания Toshiba, активно экспериментируют с новыми материалами (рис. 5). Поставщики электрооборудования, например компании ABB и Siemens, собирают отдельные элементы в единый модуль питания и обеспечивают подключение систем охлаждения и управления. Далее такие модули поставляют изготовителям подвижного состава. Некоторые компании, например Saft, сами собирают аккумуляторные модули.



Технологии развиваются и совершенствуются, однако пока даже новейшие разработки не позволяют получить единого решения, обеспечивающего как достаточную мощность, так и высокую плотность энергии. Ожидается, что ситуация изменится с появлением на рынке твердотельных литий-ионных аккумуляторов, что может произойти уже в течение ближайших 2 лет. Это позволит увеличить вдвое емкость, скорость заряда и мощность батарей.

Созданный компанией Hitachi Rail и продемонстрировавшийся на выставке InnoTrans 2022 поезд Blues стал первым поступившим в регулярную эксплуатацию в Европе гибридным поездом, способным работать от контактной сети, дизеля и аккумуляторных батарей.

Аккумуляторные батареи совершенствуются постепенно, при этом основное внимание уделяется повышению отношения мощности к массе. Для решения этой задачи изучаются возможности использования альтернативных материалов, в частности натрия, для замены лития, цена на который за последние 18 мес. выросла более чем на 500% из-за проблем логистики и значительного спроса на электромобили.

Железнодорожный транспорт является наиболее экологичным для перевозки как пассажиров, так и грузов, однако это преимущество можно полностью реализовать, только привлекая больше клиентов с других видов транспорта. Переходить на питание подвижного состава от аккумуляторных батарей нецелесообразно, если такое решение экономически неоправданно. Несмотря на привлекательность новых технологий, необходимо удостовериться в эффективности их использования на железнодорожном транспорте.

В некоторых случаях принимаются решения о внедрении на отдельных участках подвижного состава, оснащенного водородными топливными элементами, хотя более целесообразным там представляется применение

поездов на аккумуляторных батареях. В других случаях там, где, по мнению специалистов, правильнее было бы прибегнуть к традиционной электрификации, внедряют подвижной состав с питанием от аккумуляторов. Операторам следует принимать более обдуманные решения относительно целесообразности применения различных технологий для каждого конкретного случая.

<https://zdmira.com/articles/perspektivy-tyagovykh-akkumulyatornykh-batarej-na-zheleznodorozhnom-transporte>

### **Поезд Avelia Horizon компании Alstom**

Электропоезд Avelia Horizon постройки компании Alstom относится к новейшему, пятому поколению высокоскоростного подвижного состава железных дорог Франции. Важнейшей задачей при его разработке, затраты на которую составили 340 млн евро, было снижение стоимости жизненного цикла при одновременном повышении уровня комфорта пассажиров и улучшении экологических показателей.

Презентация первого поезда Avelia Horizon, построенного для Национального общества железных дорог Франции (SNCF), состоялась в сентябре 2022 г. на предприятии.



Еще до установки на вагоны поезда все компоненты его оборудования были подвергнуты тщательным испытаниям. После завершения сборочных работ поезд прошел статические испытания на заводе компании Alstom в Бельвю (Франция), а затем динамические испытания при скорости не более 30 км/ч.

Весной 2023 г. опытные поездки продолжатся на сети SNCF. В ходе испытаний предполагается оценить характеристики поезда при скорости до 320 км/ч, в том числе в аварийных режимах, при неблагоприятных погодных условиях, при появлении препятствий на путях и т.д. По итогам этих

испытаний планируется получить допуск Европейского железнодорожного агентства к коммерческой эксплуатации. Предстоит также оценить показатели надежности и износостойкости поезда в реальных эксплуатационных условиях. Эксплуатационный персонал при этом получит возможность подготовиться к работе с новым поездом. Компания Alstom планирует провести необходимые испытания в течение 6 мес. Новые поезда, которые у оператора получают обозначение TGV M, должны выйти на линию с пассажирами к концу 2024 г.

<https://zdmira.com/articles/poezd-avelia-horizon-kompanii-alstom>

### **Перспективы развития высокоскоростного сообщения в России на основе мирового опыта**

Авторы: Глазко В., Мамедова И.А.

Высокоскоростной железнодорожный транспорт в современных условиях является важнейшей движущей силой экономического роста как для развитых, так и для некоторых развивающихся стран, что видно на примере Японии, Китая и стран ЕС. На данный момент в России с нуля не построена ни одна высокоскоростная железная дорога (ВСМ), но перспективы строительства железной дороги нового уровня определенно есть.

Этот способ передвижения имеет явные преимущества. Во-первых, использование высокоскоростных поездов – экономически выгодный проект, но эффективность его возможна только в густонаселенных регионах или при использовании между значимыми экономическими центрами. Во-вторых, ВСМ являются экологически чистыми, поскольку предъявляют строгие требования к охране окружающей среды. Например, высокоскоростные поезда выбрасывают в атмосферу в 3 раза меньше углекислого газа, чем самолеты, что обеспечивает высокий уровень движения пассажиров и грузов. Эти параметры определяют высокоскоростной железнодорожный транспорт как конкурентоспособный, тем самым значительно снижая конкурентоспособность доступных транспортных средств на короткие и средние расстояния и позволяя переоценить прогнозируемый общий объем грузовых и пассажирских перевозок.

В настоящее время в России нет специальных высокоскоростных линий, подобных тем, что есть в зарубежных странах.

Создавая ВСМ, государство решает задачу совершенствования разветвленной сети российских железных дорог с целью сбалансирования спроса населения и предоставляемых транспортных услуг. Завершающим этапом станет создание высокоскоростного железнодорожного коридора, в том числе международного, который позволит существенно повысить эффективность перевозок, создав единую сеть скоростных поездов, соединяющих центральную часть России с Поволжьем и Уралом.

Проанализировав нынешнюю ситуацию России в развитии ВСМ, следует принять во внимание тот факт, что наша страна не имеет опыта

проектирования и строительства магистралей такого уровня. Можно предположить, что было бы целесообразно взять за основу мировой опыт.



В настоящее время безоговорочным лидером в области создания инфраструктуры для высокоскоростного транспорта является Китай, поскольку объемы сети данного вида транспорта растут непрерывно и во много раз превышают темпы всех остальных стран вместе взятых. Страны Европы и Япония также развивают собственной инфраструктуру и в то же время имеют свои наработки как в техническом, так и коммерческом плане. В России же, как и в США, на данный момент нет выделенных линий для высокоскоростного транспорта и наилучшей перспективой для развития в данной области является строительство первой ВСМ Санкт-Петербург – Москва, что и должно стать основной задачей на ближайшее пятилетие.

[https://www.elibrary.ru/download/elibrary\\_50520123\\_82089211.pdf](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_50520123_82089211.pdf)

### **Железнодорожная радиосвязь нового поколения**

Автор: Озеров А.В.

Жизненный цикл телекоммуникационных систем значительно короче, чем жизненный цикл железнодорожного оборудования, и требует более частого изменения не только аппаратуры, но и технологии, соответствующего этапам развития телекоммуникационной отрасли в целом.

В условиях цифровизации железнодорожной отрасли необходимость специализированного стандарта беспроводной связи для железных дорог диктуется также появлением целого ряда новых задач, таких как обеспечение беспилотного управления движением поездов, диагностики и мониторинга инфраструктуры и подвижного состава в режиме реального времени,

удаленного видеонаблюдения, непрерывного контроля перемещения и сохранности грузов и т.д.

В связи с этим Международный союз железных дорог (МСЖД) рассматривает возможность замены к 2030 году стандарта GSM-R на новый стандарт FRMCS («Система железнодорожной радиосвязи нового поколения»). В качестве технологии FRMCS первоначально изучался стандарт LTE, а в последние годы – 5G. Планируется, что стандарт LTE/5G должен обеспечить возможность построения многофункциональной мультисервисной сети на железнодорожном транспорте, которая позволит решать различные задачи технологической радиосвязи, управления и обеспечения безопасности движения поездов, диспетчеризации, Интернета вещей, а также широкополосного доступа пассажиров к цифровым услугам. Ключевым для железных дорог является вопрос выделения частот под новый стандарт FRMCS.

Для параллельной работы систем радиосвязи GSM-R и FRMCS в переходный период явно не хватает имеющихся частот, как уже зарезервированных под GSM-R, так и дополнительно выделяемых. Поэтому активно прорабатываются различные варианты партнерства с мобильными операторами по организации трафика и резервного канала радиосвязи для передачи неотчетливых данных на уже существующей инфраструктуре. Оцениваются варианты распределения расходов при подготовке перехода к FRMCS между железными дорогами и мобильными операторами, повторного использования базовых станций GSM-R.

В настоящее время наиболее распространенным стандартом цифровой связи на железных дорогах является стандарт GSM-R. Однако ограниченный жизненный цикл и ряд других недостатков данного стандарта ставят под сомнение целесообразность его дальнейшего применения на фоне активного развития мобильных коммуникаций. При выборе нового стандарта учитывается ряд факторов – доступность частот, стоимость развертывания сетей радиосвязи и вопрос интероперабельности (совместимости) с системами предыдущего поколения, объединение технологических задач железных дорог и коммерческого использования трафика для предоставления услуг пассажирам с соответствующим разделением на критические и коммерческие приложения, как железнодорожного, так и иного применения.

LTE является на данный момент наиболее зрелым стандартом широкополосной радиосвязи с отработанными механизмами взаимодействия с GSM. Однако существующие трудности в получении разрешений на использование частотных диапазонов LTE делают на данном этапе более предпочтительным кандидатом на роль будущей цифровой системы радиосвязи стандарт 5G, который по своим характеристикам превосходит LTE, обладает большей пропускной способностью и имеет значительно меньшие задержки.

[https://www.elibrary.ru/download/elibrary\\_50419481\\_25428597.pdf](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_50419481_25428597.pdf)

## **Большие данные, искусственный интеллект и облачные технологии: цифровизация железных дорог**

Автор: Акимов А.Е.

Современный этап функционирования железных дорог как в нашей стране, так и в мире в целом сопряжен с попытками модернизации, переоборудования и автоматизации. Железные дороги постепенно адаптируются к новым концепциям «цифровая экономика» и «цифровое государство». Цифровизация железных дорог, согласно экспертным прогнозам, сможет кардинально изменить параметры эффективности транспортной отрасли. Будут, безусловно, изменяться и глобальные транспортные коридоры - в первую очередь, за счет увеличения пропускной способности и повышения стабильности функционирования. Кроме того, развитие цифровых железных дорог положительно сказывается на обеспечении соответствия глобальной инициативе устойчивого развития; можно даже сказать, что именно за железными дорогами - будущее транспортной сферы.

Обеспечение развития железнодорожного транспорта обусловлено скоростью и качеством внедрения прорывных инновационных решений. Среди подобных решений можно назвать дата-аналитику, искусственный интеллект, облачные вычисления, мобильные устройства, развитие датчиков и сенсоров. Можно предположить, что цифровизация железнодорожной сети позволит сформировать высокоэффективную мультимодальную цифровую транспортно-логистическую среду, сначала в национальном масштабе, а затем - в трансграничном пространстве.

Цифровая железная дорога - междисциплинарная и сложная область научных теоретических, аналитических и прикладных исследований. В последнее время к традиционным сферам, изучающим функционирование железных дорог - логистики, инженерии, менеджмента и проч. - добавились новые области, которые, собственно, разрабатывают цифровые решения для модернизации дорог и инфраструктуры. Таковыми являются технологии информационных систем, сигнализации, технологии систем радиосвязи, технологии обработки больших массивов данных и проч.

Целями цифровизации железных дорог выступают следующие:

Во-первых, повышение уровня безопасности грузовых и пассажирских перевозок, а также безопасности работы на железной дороге. Цифровые технологии могут повысить безопасность, предоставляя в режиме реального времени информацию о текущем статусе поездов и путей, указывать на необходимость профилактического или аварийного обслуживания, улучшать связь между подвижными составами, станциями, диспетчерскими центрами.

Во-вторых, цифровые решения внедряются с целью повышения эффективности: автоматизируя и оптимизируя различные аспекты железнодорожных операций, цифровые технологии могут способствовать сокращению задержек, повышению пунктуальности и повышению уровня пропускной способности.



В-третьих, имеет место повышение качества обслуживания пассажиров. Цифровые решения способны в режиме реального времени предоставлять пассажирам информацию о расписании поездов, задержках и иную информацию, а также предлагать опции для досуга во время поездки, Wi-Fi и средства оперативной связи с работниками состава или станций.

В-четвертых, цифровизация направлена на сокращение затрат. Цифровые технологии оптимизируют алгоритмы проведения различных процедур и манипуляций, сокращают время простоя подвижных составов или ремонтных бригад, тем самым железнодорожные компании, их партнеры и клиенты сокращают временные, трудовые и финансовые расходы.

В-пятых, цифровые решения играют важную роль в снижении отрицательного влияния, оказываемого железными дорогами, на окружающую среду - за счет оптимизации использования энергии, диагностики энергопотребления и степени выбросов, их сокращения, и общего повышения эффективности использования ресурсов.

В целом цели цифровизации железных дорог можно свести к повышению уровня безопасности, эффективности, качества обслуживания пассажиров, снижению затрат.

Цифровизация отрасли в современном понимании означает, скорее, делегирование части полномочий и обязанностей сотрудников на долю компьютерных интеллектуальных систем. Особенно значимыми в данной связи нам представляются такие инструменты, как большие данные, искусственный интеллект и облачные вычисления, совокупность которых и знаменует сегодня переход железнодорожных систем в новое качество.

Обратимся к рассмотрению специфики имплементации технологий больших данных и искусственного интеллекта на железной дороге, а также к примерам удачного внедрения данных технологий в реальную отраслевую практику. Применение больших данных (Big Data) на железной дороге может осуществляться в нескольких направлениях. Одним из наиболее значимых векторов коренных преобразований выступает оптимизация маршрутов и расписаний поездов. Сбор, хранение и анализ больших данных о передвижении поездов и используемых путях позволяют оптимизировать маршруты, усовершенствовать расписание поездов, сократить задержки и увеличить пропускную способность железнодорожной сети.

В начале 2023 г. технологии машинного обучения и системы искусственного интеллекта были внедрены и холдингом «Российские железные дороги». Новая система призвана автоматически генерировать оптимальный график движения поездов, а фундаментом ее интеллектуальной платформы является автоматизированный комплекс «Эльбрус-М», разработанный специалистами Всероссийского научно-исследовательского института железнодорожного транспорта.

Анализ больших данных может быть применен и для эффективизации технического обслуживания подвижных составов и узлов инфраструктуры. Анализ больших данных о состоянии и эксплуатации оборудования и

инфраструктуры железнодорожной сети позволяет прогнозировать потенциальные проблемы и предотвращать отказы оборудования путем регулярного технического обслуживания. Система работает за счет датчиков для сбора данных о состоянии компонентов поезда и использует алгоритмы искусственного интеллекта для прогнозирования необходимости технического обслуживания, что сокращает время простоя ремонтируемых составов и повышает надежность их работы.

Помимо прочего, Big Data применяются на железной дороге для повышения безопасности перевозки пассажиров и грузов. Сбор и анализ данных о передвижении поездов и состоянии инфраструктуры железнодорожной сети способствует идентификации потенциальных рисков, а системы искусственного интеллекта могут представить рекомендации по их устранению.

К примеру, специалисты японской железнодорожной компании JR East разработали систему на основе искусственного интеллекта для автоматизации движения поездов. Система использует алгоритмы искусственного интеллекта для управления скоростью и торможением состава, повышая скорость перевозок и эффективность расхода энергии.

Улучшение качества обслуживания пассажиров -крайне распространенный вектор применения AI и Big Data.

Железнодорожный оператор ProRail (Нидерланды) внедрил систему искусственного интеллекта для планирования расписания поездов.

В качестве показательного примера применения больших данных в работу железной дороги выступает совместный проект японской корпорации Fujitsu и американской компании SRI International (2016 г.) по внедрению функции прогнозирования времени задержки поезда, основанной на анализе данных и машинном обучении.

Французская железнодорожная компания SNCF внедрила систему на базе искусственного интеллекта для информирования пассажиров в режиме реального времени. Система предоставляет пассажирам актуальную информацию о расписании поездов, задержках и другую информацию о поездках через мобильные приложения и цифровые дисплеи.

Несмотря на перечень преимуществ и широкий спектр целей применения, внедрение Big Data и искусственного интеллекта в работу железной дороги сопряжено с определенной долей риска - впрочем, как и внедрение любой другой инновации. Абсолютное большинство систем искусственного интеллекта и анализа больших данных «напоминают модель «черного ящика», в которых отсутствует интерпретация внутренней динамики», поэтому диагностировать возникновение ошибки и, тем более, предугадать такую возможность практически не представляется возможным. Кроме того, внедрение новых приборов и устройств на основе искусственного интеллекта для железнодорожных сетей является дорогостоящим и требует материальных затрат на обучение персонала. Тем не менее, развитие искусственного интеллекта в отрасли представляется нам необратимой

тенденцией, и отказ от данного вектора модернизации железных дорог в нашей стране является, как минимум, нерациональным.

Еще одной технологией, которая, возможно, в скором времени коренным образом трансформирует железнодорожную отрасль, считаются облачные вычисления.

Облачные решения позволяют оптимизировать операции и процессы, протекающие на железной дороге; к примеру, облачное программное обеспечение можно использовать для автоматизации таких задач, как покупка билетов и составление расписания поездов. Облачные технологии применяются также в целях мониторинга железнодорожной инфраструктуры в режиме реального времени, что позволяет своевременно обнаруживать потенциальные проблемы, связанные с критическим снижением уровня безопасности.

Одной из ключевых причин обращения топ-менеджмента мировых железнодорожных холдингов и корпораций к облачным вычислениям является снижение финансовых затрат.

Таким образом, искусственный интеллект, большие данные и облачные вычисления могут произвести революцию в железнодорожной отрасли, предоставив инновационные решения для оптимизации операций, повышения безопасности и улучшения обслуживания. Можно предположить, что в дальнейшем данные технологии будут успешно применены в области автономного (беспилотного) транспорта, в области виртуальных помощников пассажиров и грузоотправителей/грузополучателей. По мере развития технологий становится очевидно, что возможности ИИ на железных дорогах практически безграничны. Однако, существуют также опасения по поводу влияния инноваций на занятость населения, на необходимость пересмотра законодательства, по поводу объективности данных систем и возможности их взлома сторонними лицами. Все эти вопросы должны быть решены в ближайшем будущем.

<https://cyberleninka.ru/article/n/bolshie-dannye-iskusstvennyy-intellekt-i-oblachnye-tehnologii-tsifrovizatsiya-zheleznyh-dorog>

### **Экономическое значение инновационных технологий железнодорожных станций**

Автор: Лунина Т.А.

Стремительный рост инновационных технологий наблюдается во всех сферах деятельности, в том числе и на железнодорожном транспорте, который является одной из важнейших составляющих стабильного экономического развития экономики страны. Инновационное развитие на железнодорожном транспорте является сложно-реализуемым процессом, в котором задействованы работники всех смежных служб. Обязательным фактором на пути к перспективному развитию железнодорожных перевозок являются прогрессивные технологии. Своевременное внедрение таких технологий

позволяет обеспечить переработку возрастающих объемов перевозок в условиях развития экономики в целом по стране.

В условиях формирования современной экономики, во всех развивающихся странах, с каждым годом возрастает темп внедрения инновационных технологий, формируется инновационная политика, направленная на успешное функционирование всех сфер деятельности страны. Задачами, возложенными на руководителя любой развивающейся компании являются снижение производственных затрат, стимулирование новых потребностей компании, увеличение размера прибыли, поддержание и рост конкурентоспособности предприятия, а также освоение новых рынков и привлечение клиентов. В этом случае, инновации будут служить антикризисным фактором для развивающегося предприятия.

Железнодорожный транспорт неоспоримо оказывает одно из ключевых значений на экономику страны. Исследования, затрагивающие вопросы инновационного развития железнодорожного транспорта становятся наиболее важными для отрасли. В связи с этим становится актуальным вопрос об инновационных внедрениях на железнодорожном транспорте.

Инновационное развитие железнодорожного транспорта в целом и компании «ОАО РЖД» осуществляется во всех направлениях деятельности и направлено на повышение безопасности, конкурентоспособности и эффективности железнодорожных перевозок. Это уточнил в своей статье профессор Липидус Б.М., определив инновации на железнодорожном транспорте, как систему «прорывных улучшений в создании новых транспортных продуктов, железнодорожной техники и технологий, совершенствование процессов управления, направленных на открытие новых возможностей для роста эффективности железных дорог».

Ежегодно разрабатываются и внедряются инновационные проекты, результатами которых становится увеличение пропускной способности станций, улучшение показателей эксплуатационной работы, увеличение участковой скорости поездов, увеличение их веса и длины. При этом повышается качество планирования, оптимизируется штат работников и сокращаются эксплуатационные расходы, а также сокращаются расходы на ремонт и замену оборудования.

Уже сейчас существуют планы развития железнодорожных станций на среднесрочный и долгосрочный период.

В среднесрочном периоде планирования предусмотрено внедрение «Системы контроля и подготовки информации о перемещениях вагонов и локомотивов на станции в реальном времени» (СКПИ ПВЛ РВ). Программа разработана для реализации задачи ведения вагонной модели с информацией «от колеса». Внедрение системы СКПИ ПВЛ РВ позволит оптимизировать функции по вводу и передаче информации в автоматизированные системы и отчетные формы (ввод будет производиться в автоматическом режиме без участия оператора по обработке поездной информации):

– планомерный контроль движения подвижного состава в парках станции в реальном времени за счет ведения цифровой модели положения подвижного состава, состояния напольных устройств и передачу информации в смежные автоматизированные системы;

– контроль начала/окончания технологических операций с подвижным составом;

– планомерный контроль подаваемого/убираемого подвижного состава на/с путей необщего пользования;

– формирование планомерного состава поезда для подготовки к отправлению (телеграфно-натурный лист грузового поезда).

Модуль планирования и контроля отправления поездов (ПиКОП) позволяет обеспечить:

– формирование предложений для принятия управленческих решений по перераспределению имеющихся ресурсов (изменение плана формирования поездов, выделение дополнительных ниток в вариантной графике движения поездов);

– автоматическую подвязку локомотивов и локомотивных бригад к планируемому к отправлению поездам на уровне 100 % с учетом установленных норм оборота локомотивов по станции и исключения непроизводительных потерь в работе локомотивных бригад;

– формирование очередности расформирования и плана поездообразования с учетом длительно простаивающих вагонов с целью выполнения нормативов простоя и сроков доставки.

Перспективной инвестицией в среднесрочном периоде является установка на подходах к станции «Интегрированного поста автоматизированного приема и диагностики подвижного состава на сортировочных станциях» (ППСС) и комплекса тепловой диагностики «ПАУК». Данное средство диагностики позволяет максимально автоматизировать технический и коммерческий осмотр, организовать сплошной контроль и выявление неисправных вагонов (контроль технического состояния узлов подвижного состава, мониторинг габаритов, геометрии и дефектов поверхности катания колес, контроль веса вагона, установление фактов смещения груза).

Данное мероприятие позволит сократить время обработки составов в парках прибытия и приемо - отправочных парках, а также повысить производительность труда причастных работников. Также данное мероприятие позволит исключить технический и коммерческий осмотр в парках прибытия станций.

На долгосрочный период рассматривается мероприятие роботизации технологического процесса обработки подвижного состава, после внедрения автоматизированной системы закрепления составов, расцепки вагонов при расформировании состава, платформы для соединения/разъединения тормозных рукавов вагонов. Подобные изобретения позволяют повысить эффективность использования ресурсов отрасли, обеспечить снижение

транспортных издержек и повышение качества обслуживания клиентов, сохранить конкурентоспособность и привлечь новых потребителей услуг ОАО «РЖД».

В статье проанализированы инновационные технологии, внедряемые на железнодорожном транспорте, а также их влияние на экономическое развитие отрасли, выявлены основные преимущества внедрения технологий, а также рассмотрены планы развития железных дорог на среднесрочный и долгосрочный период. Своевременное внедрение таких технологий позволяет обеспечить переработку возрастающих объемов перевозок в условиях развития экономики

<https://world-science.ru/article/view?id=34340>

### **Грузовое вагоностроение: современные тенденции и перспективы**

Авторы: Архипов А.В., Зелюкова Е.В.

Железнодорожный транспорт России с 1990-х гг. находится в состоянии постоянного реформирования. Переход от плановой экономики к рыночной, появление множества собственников подвижного состава коренным образом повлияли на вагоностроительную отрасль в нашей стране.

Толчком реформирования отрасли стала «Программа структурной реформы на железнодорожном транспорте». Процесс реформирования дал мультипликативный эффект, совместно с научно-техническим прогрессом заставил производителей подвижного состава постоянно работать на опережение требований рынка.

На динамику производства вагонов в РФ больше всего влияют объем перевозок по железным дорогам и отсутствие отечественных производителей отдельных комплектующих.

В 2022 г. падение перевозок за первое полугодие составило всего 6,5 %, а производство инновационных полувагонов сократилось сразу на 46 %. Произошедшее связывают с отсутствием локализованного на территории РФ производства кассетных подшипников.

Есть и положительные тенденции. За аналогичный период произошло увеличение объемов производства вагонов-хопперов; минераловозов выпущено 1,4 тыс. ед. (в 30 раз больше по сравнению с аналогичным периодом 2021 г.); цементовозов выпущено 662 ед. (в три раза больше по сравнению с аналогичным периодом 2021 г.). По разным оценкам, падение производства грузовых вагонов в 2022 г. может составить от 20 до 30 %.

Таким образом, производство грузовых вагонов за этот период составит 40-45 тыс. ед. Из общего количества цистерн, построенных в 2020 г., почти 15 % укомплектованы тележками с расчетной нагрузкой на рельсы 25 тс. Тележки с такой нагрузкой относят к инновационным, они оснащены кассетными подшипниками. Отсутствие локализованного производства подшипников крайне негативно отразилось на производстве цистерн в 2022 г.

Еще одна положительная тенденция, которая проявилась в последние годы, – изготовление сочленённых вагонов с шестью осями. В 2020 г. в парке

РФ сочлененные вагоны-цистерны составили 3,2 % от общего количества построенных цистерн. Традиционная схема проектирования и производства отдельных типов специализированных вагонов исчерпала свои возможности. Поэтому предложен принципиально иной подход: создание вагонных конструкций со съемными кузовами.



По мнению производителей и исследователей, у таких вагонов лучше технико-экономические параметры: объем, грузоподъемность, погонная нагрузка; увеличивается пропускная способность сети. Быстрая замена кузова при повреждении заметно ускоряет ремонт, значит, сокращается простой вагона. Вместо кузова одного назначения легко поставить другой для изменения специализации вагона и настройки его под существующие на сети потребности перевозки – выходит сокращение потребного парка специализированных вагонов.

За последние 30 лет страны Западной Европы освоили ролкерную или накатную систему перевозок. При ее использовании предполагается, что на всем этапе транспортировки при обработке продукции исключается применение кранового оборудования. Работы ведутся на основе технологии горизонтальной перегрузки. Дополнительное обслуживание груза происходит только с помощью напольной перегрузочной спецтехники (тягачи, штабелеры, вилочные погрузчики). С помощью этой технологии экономится почти 40 % энергозатрат, повышается производительность труда, сопутствующие работы становятся более безопасными. Съемные кузова (swap bodies) – основа технологии горизонтальной перегрузки.

Сложившаяся геополитическая ситуация ожидаемо негативно отразилась на отечественном вагоностроении. На локализацию производства кассетных подшипников в РФ, по разным оценкам, потребуется от одного года до двух лет. Тем не менее отечественные производители переориентируют

производство на востребованные в текущий момент типы подвижного состава (вагоны хопперы, платформы). Продолжается работа по поиску оптимальных конструкций сочлененных вагонов и вагонов со съемными кузовами.

[https://www.elibrary.ru/download/elibrary\\_50784900\\_61996590.pdf](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_50784900_61996590.pdf)

## **Проекты систем технического зрения для автоматического управления движением**

Автор: Охотников А.Л.

Беспилотные технологии все шире применяются в различных областях. В отчете аналитиков Visiongain указано, что мировой рынок технологий по автоматизации подвижного состава в последние годы динамично развивается.

Система автоматического управления движением поездов (САУ ДП) является перспективной и повышающей безопасность пассажирских и грузовых перевозок. Железнодорожные компании рассматривают САУ ДП как новую операционную парадигму, которая даст возможность повысить гибкость и безопасность движения с одновременным снижением операционных затрат. При этом рассматриваются три ключевых сегмента использования системы автоматического управления движением поездов: магистральный, маневровый и городской.

Для разработки и внедрения высокотехнологичных решений в области искусственного интеллекта и систем автоматического управления во многих странах создаются проекты, способные довести перспективные разработки с элементами искусственного интеллекта и сенсорики до промышленного образца. К ним относятся такие проекты, как Sensors4Rail, SMART2, RODS от Rail Vision, VAL 2020 и многие другие, в том числе стартовый в 2024 г. Europe`s Rail (EU-Rail), созданный в рамках программы Horizon Europe (2020-2027) и являющийся логическим продолжением программы Shift2Rail.

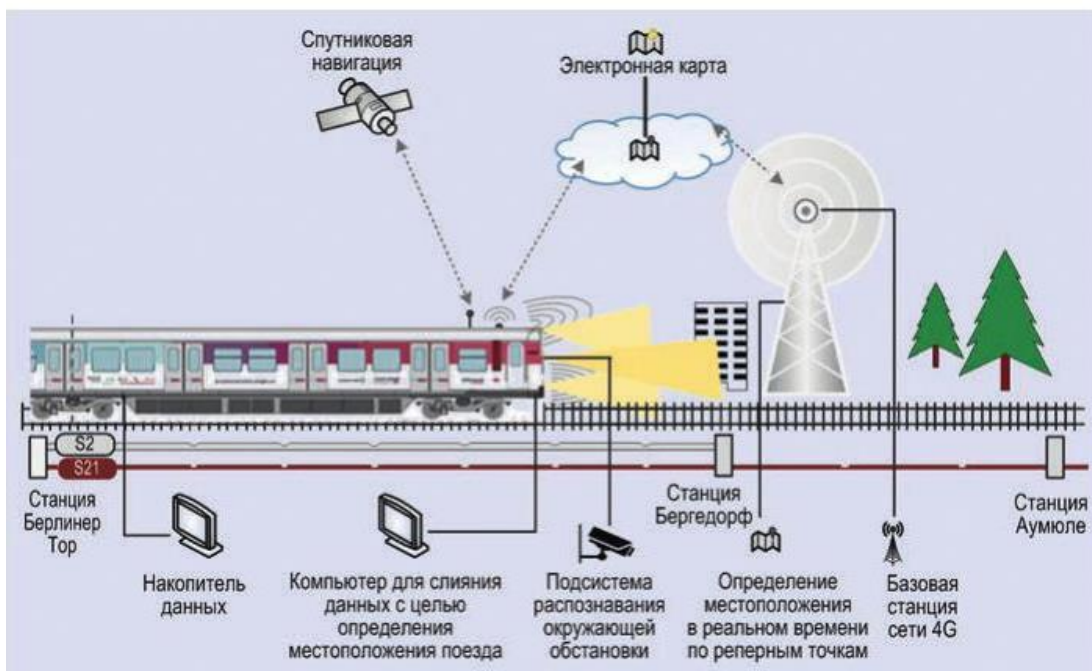
В России системы технического зрения применяются с 2017 г. на тяговом подвижном составе на станции Лужская. К существующим проектам российских разработчиков относятся Ctrl@Vision 100 (ООО «ЛокоТех-Сигнал»), БОП (ОАО «РЖД», АО «НИИАС») и БСТЗ (АО «НИИАС»), Cognitive Rail Pilot (ООО «Когнитив Роботикс»).

**Sensors4Rail** - проект запущен в конце 2020 г. для оснащения подвижного состава городской железной дороги Гамбурга (Германия) интеллектуальными датчиками технического зрения для контроля обстановки перед поездом и определения препятствий. В нем участвуют такие компании, как Siemens Mobility, Bosch Engineering, Here Technologies и Ibeo Automotive Systems и др.

Компания Siemens отвечает за комплексное тестирование и определение местоположения головы поезда с применением современных средств одометрии, включающих спутниковую навигацию. Bosch предоставляет радары и инфракрасные камеры среднего и дальнего радиуса действия, а также стереокамеры, которые позволяют надежно распознавать окружающую обстановку в сложных погодных условиях (ночью и в тумане). Ibeo поставляет



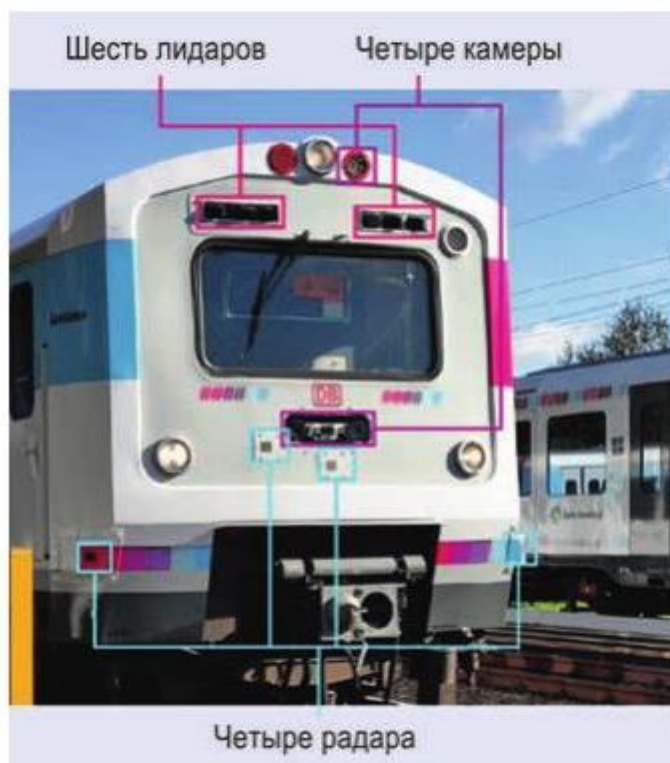
для проекта твердотельные лидары. Here Technologies обеспечивает сопровождение 3D электронных карт пути с указанием опорных объектов, посредством которых можно определить положение поезда с сантиметровой точностью. Объекты цифровой модели пути используются также для определения высокоточных координат головы поезда на платформах с применением технологий Bosch и Ibeo. Телекоммуникационная компания Vodafone организует высокоскоростную сеть связи стандарта 4G.



Компания Siemens отвечает за комплексное тестирование и определение местоположения головы поезда с применением современных средств одометрии, включающих спутниковую навигацию. Bosch предоставляет радары и инфракрасные камеры среднего и дальнего радиуса действия, а также стереокамеры, которые позволяют надежно распознавать окружающую обстановку в сложных погодных условиях (ночью и в тумане). Ibeo поставляет для проекта твердотельные лидары. Here Technologies обеспечивает сопровождение 3D электронных карт пути с указанием опорных объектов, посредством которых можно определить положение поезда с сантиметровой точностью. Объекты цифровой модели пути используются также для определения высокоточных координат головы поезда на платформах с применением технологий Bosch и Ibeo. Телекоммуникационная компания Vodafone организует высокоскоростную сеть связи стандарта 4G.

Бортовая подсистема определения местоположения поезда включает в себя импульсный колесный и инерциальный датчики, а также оптический датчик головки рельса и вычислительное устройство. В этом устройстве происходит консолидация данных от датчиков, в том числе используемых в подсистеме распознавания окружающей обстановки и получаемых методом

локализации и построения карты (SLAM) при помощи радаров, а также путем обнаружения объектов, которые выступают в роли реперных точек.



**SMART2** - проект, запущенный в 2019 г., является продолжением европейской инициативы SMART от Shift2Rail. Он включает разработку системы обнаружения препятствий для грузовых поездов на железнодорожных магистралях со смешанным движением на скорости до 100 км/ч. К задачам проекта относятся: распознавание рельсового пути, обнаружение возможных препятствий на расстоянии до 1 000 м и вагонов на расстоянии до 200 м для маневровых операций с точностью до  $\pm 5$  см.

Цель проекта состояла в разработке системы всепогодного обнаружения препятствий дальнего действия и обнаружения проникновения на пути посторонних. Она объединяет в себе бортовую, инфраструктурную и основанную на дронах подсистемы технического зрения, а также центральную систему поддержки принятия решений, реализованную в облачной среде.

**RODS от Rail Vision** представляет собой одну из разработок израильской компании Rail Vision в части определения препятствий на железной дороге. Система RODS (Rail Obstacle Detection System) может определять препятствия в условиях прямой видимости на расстоянии до 2000 м при движении поезда со скоростью 200 км/ч.

**Cognitive Rail Pilot** является российской разработкой компании Cognitive Technologies. Тестирование и испытание аппаратной части этой системы проводились по многим параметрам: электромагнитной совместимости, помехо-, вибро- и влагоустойчивости, соответствию климатическим нормами др. В ходе испытаний маневровые тепловозы,

оборудованные системой технического зрения, эксплуатировались более 300 ч в режиме опытного пробега с участием разработчиков и более 5 тыс. ч - в условиях подконтрольной эксплуатации без их присутствия.

**БСТЗ** - бортовая система технического зрения, разработанная АО «НИИАС», прошла сертификацию. Проведено декларирование компонентов аппаратной и программной части оборудования БСТЗ на соответствие требованиям технического регламента Таможенного союза. Система установлена на маневровом локомотиве ЧМЭЗ.

БСТЗ представляет собой распределенную систему, содержащую две видеокамеры ближнего (до 50 м) и две дальнего (50-200 м) действия, вычислительный модуль, модуль управления, монитор для взаимодействия с машинистом и устройство управления тормозной системой.

В качестве основной технологии обработки видеoinформации в вычислительном модуле используются новейшие архитектуры нейронных сетей для решения задач сегментации, локализации и классификации объектов.

**БОП** - блок обнаружения препятствий. Это - интегрированный бортовой комплекс, использующий широкий спектр цифровых датчиков и реализующий передовые решения по обработке данных, в которых применяется искусственный интеллект (искусственные нейронные сети и глубокое обучение). БОП имеет модульную архитектуру и уникальное программное обеспечение. Предполагается, что в конечном исполнении в него войдут 4 радара, 4 лидара, 2 тепловизора и 8 видеокамер. Предусмотрено, что система технического зрения БОП будет работать при любых климатических условиях и в ночное время.



Система БОП наиболее близка по параметрам к Sensors4Rail. Сравнительные данные о функциях и оборудовании этих систем приведены в таблице.

**Ctrl@Vision 100** - система позволяет определять препятствия и автоматически предотвращать столкновения посредством подачи управляющего сигнала на торможение. Она создана ООО «ЛокоТех-Сигнал» и установлена на маневровом тепловозе ТГМ6А на Череповецком металлургическом комбинате.



В Ctrl@Vision 100 применены 4 камеры: одна - для ближней зоны (20 м), другая - для детектирования объектов от 100 м, еще две - используются в качестве стереопары для определения расстояния до объектов (вместо дорогих лидаров). Радар применяется для обнаружения и регистрации скорости объекта на путях. Дальность действия системы технического зрения Ctrl@Vision 100 составляет 100-150 м с возможностью работы в любую погоду, время реакции на препятствие - до 0,5 с.

Таким образом, приведенные в статье проекты по разработке СТЗ для систем автоматического управления беспилотным железнодорожным транспортом подтверждают активную работу отечественных и зарубежных компаний по созданию современных средств для точного определения и идентификации препятствий с целью предотвращения аварийных ситуаций.

Следует отметить, что сравнительный анализ отечественных и зарубежных проектов показал высокую научно-технологическую готовность подразделений холдинга «РЖД» к созданию элементов системы автоматического управления и внедрению новейших разработок в области беспилотных технологий.

<http://rgups.public.ru/editions/37/issues/37886?view=doc&id=1510194>

## **Инновации систем тягового электроснабжения железных дорог**

Автор: Шарапова К.А.

Развитие высокоскоростной железной дороги в мире, где в последние годы значительно увеличились пробеги, показало преимущества использования промышленной частоты (50/60 Гц) однофазной системы тягового электроснабжения переменного тока. Однако разделение фаз в такой системе становится точкой остановки подачи электроэнергии на поезд, что может повлиять на выработку тяги. Это также точка, где может произойти механический сбой, что приведет к снижению надежности системы.

В некоторых европейских странах уже принята система с низкочастотным однофазным источником питания переменного тока. Хотя система может обеспечивать двухфазное тяговое электроснабжение без разделения фаз, но высокая стоимость ограничивает ее применение во всем мире.

Значит, в системе тягового электроснабжения электрифицированных железных дорог предотвращение разделения фаз при одновременном снижении инвестиционных затрат является одним из наиболее важных факторов, которые необходимо учитывать. Одной из основных разработок в области систем электрической тяги для однофазных электрифицированных железных дорог промышленной частоты переменного тока служит замена электровозов типа AC/DC на электровозы типа AC/DC/AC. Более того, увеличение скорости работы пантографно-контактной системы с нескольких десятков или ста километров в час до более чем двухсот или трехсот километров в час знаменует собой еще одну веху в развитии высокоскоростных железных дорог. В отличие от традиционной системы тягового электроснабжения, в которой тяговые подстанции подключаются к электросети чередованием фаз, однофазная система тягового электроснабжения без разделения фаз может представлять собой систему тягового электроснабжения следующего поколения. Кофазная система электроснабжения – это система, которая обеспечивает питание электровоза и имеет одинаковую фазу напряжения на всех плечах источника питания. Используя технологию однофазного электроснабжения на тяговых подстанциях, можно устранить разделение фаз на выходе из подстанции. Как правило, в однофазной системе электроснабжения можно использовать TTS с типом подключения, таким как YNd11, трехфазный двухфазный балансировочный трансформатор, Vv, Vx или однофазный подключенный трансформатор. Они могут быть классифицированы как фазное напряжение и линейное напряжение для удобства анализа. Учитывая, что однофазный подключенный трансформатор (Vv или Vx) широко используется на существующих высокоскоростных железных дорогах и недавно построенных железных дорогах в Китае и он имеет самую простую проводку и самый высокий коэффициент использования мощности источника питания, схема однофазного питания состоит из однофазного подключенного трансформатора и компенсационного устройства. Такая схема может

устранить разделение фаз, улучшить качество электроэнергии за счет уменьшения тока отрицательной последовательности и в конечном итоге добиться наилучшего соответствия между системой и мощностью источника питания. На высокоскоростной железной дороге, если коэффициент мощности равен 1, то можно предположить, что  $K_n = 1$  и  $K_c = 0$ . Тогда требуемая компенсационная мощность будет минимальной и равна мощности тяговой нагрузки (если трансформатор имеет трехфазное или двухфазное балансирующее соединение) и отрицательная последовательность будет полностью компенсирована. Есть два подхода. Первый – компенсация реактивной мощности (пассивная, как SVC (статический компенсатор Var) или активная с использованием IGBT или IGCT такие, как SVG (статический генератор переменного тока, или STATCOM). Возьмем трансформатор, подключенный Скоттом, количество витков обмотки  $n_1 = n_2$ , что аналогично соединению Скотта с различными витками обмотки, используемому в Японии. Второй – подход с активной компенсацией. При таком подходе устройство кофазной компенсации (CPD) работает совместно со сбалансированным соединением ТТ. CPD (также называемый контроллером потока мощности или PFC), который состоит из преобразователя переменного тока в постоянный (ADA) и согласующего трансформатора а) б)

а – балансный трансформатор с устройством кофазной компенсации для компенсации активной мощности;

б – устройство фазовой компенсации. Когда коэффициент мощности равен единице, половина активной мощности тяговой нагрузки обеспечивается CPD, таким образом, устраняется ток отрицательной последовательности. Преобразователь ADA можно рассматривать как два взаимно соединенных однофазных SVGs; общая мощность будет равна мощности тяговой нагрузки. Другими словами, минимальная реактивная мощность будет равна минимальной активной мощности, чтобы достичь полностью компенсированного тока отрицательной последовательности.

Комбинированная система однофазного электроснабжения, которая может работать с однофазным и трехфазным комбинированным модулем или с однофазным и однофазным комбинированным модулем, способна устранить разделение фаз при выходе из подстанции. В то же время ток отрицательной последовательности компенсируется в соответствии с требованиями национального стандарта о допустимом значении реактивной мощности отрицательной последовательности.

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=50784911&pff=1>

## **Искусственный интеллект для маневренного тепловоза как альтернатива АЛСН**

Автор: Сеначин Н.М.

То, как хорошо виден сигнал маневрового светофора, зависит прежде всего от погодных условий. В случае, когда на очередном светофоре возникли показания, требующие снижения скорости или полной остановки, создается

опасность проезда следующего светофора с запрещающим показанием. Поэтому машинист, не видя сигнала маневрового светофора, вынужден до конца участка поддерживать пониженную скорость, что приводит к снижению пропускной способности участка и, как следствие, замедлению работ или полной их остановке. Решить передачи на магистральных линиях позволяет АЛСН, а для маневренных единиц, находящихся на станциях, предусмотрена только система контроля бдительности.

Одним из примеров таких устройств служит КБМ типа Л-116. Они нужны потому, что при маневрах для подтверждения своей бдительности машинисту приходится постоянно отвлекаться от наблюдения за сигналами и свободностью пути. Устройство обеспечивает отмену плановой проверки бдительности в случае выполнения им операций по управлению локомотивом, но оперативно проверяет бдительность (как и типовая схема АЛСН) при смене показаний локомотивного светофора.

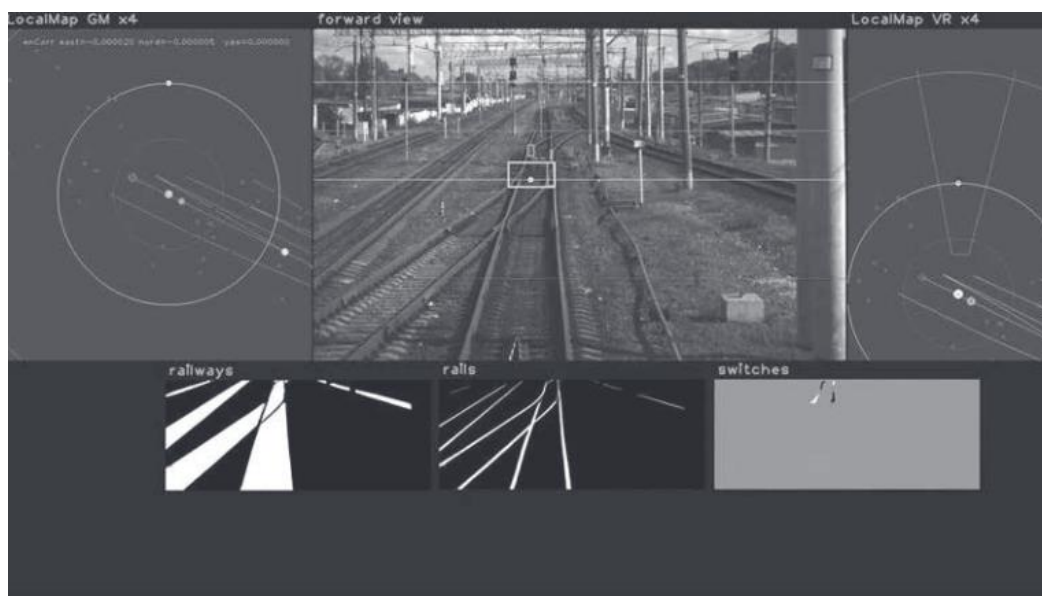
Ведутся разработки систем помощи машинисту, главным элементом которых является наличие устройств видеофиксации, но основной недостаток таких систем заключается в невозможности корректной работы при пониженной видимости и их использования при прохождении кривых участков пути.

Внедрение автопилота или его аналога в виде системы помощи машинисту, основанной на искусственном интеллекте, снизит статистику непроизводительного травматизма на станциях. Только за 2020 г. зарегистрировано 1949 случаев травматизма, из которых 1337 со смертельным исходом. Основной причиной (около 88 %) послужило хождение или пересечение железнодорожных путей в неустановленных местах. За основу новой системы помощи машинисту маневрового тепловоза можно взять аналогичную систему, установленную на трамваях и активно тестируемую на линиях Санкт-Петербурга. Главное отличие тепловоза от трамвая заключается в том, что движение тепловоза регламентируется множеством факторов (сигналы светофоров, положение людей и объектов инфраструктуры, расположенных непосредственно на самих путях и за их пределами, команды диспетчера).

В таких условиях машинист должен оставаться предельно внимательным всю смену, а это примерно 12 часов, в том числе и ночью. Если прибавить к этому существующие системы контроля бдительности, которые требуют к себе отдельного внимания, то напрашивается вывод, что человек не может сохранять концентрацию внимания так долго, в результате перенапряжения человек рано или поздно может пропустить препятствие на путях, что повлечет за собой столкновение с объектом, будь то другой состав или человек. Из-за этого может остановиться работа не только одного тепловоза, но и целого предприятия. Система помощи машинисту вкупе с автопилотом может сильно снизить нагрузку и влияние человеческого фактора.

Для осуществления поставленных задач на маневровый локомотив необходимо установить два комплекта камер, отвечающих за различные направления следования, по три со стороны кабины и хвоста. Каждая из камер будет иметь свой угол обзора. Это необходимо исходя из того, что скорости локомотивов могут превышать трамвайные. Стоит также учитывать, что из-за разницы в весе тормозной путь в сравнении с трамваем тоже больше. Основной плюс разработки такой системы для маневровых тепловозов – они не двигаются по всей стране, а только в пределах своих закрытых маршрутов. Благодаря этому система будет менее громоздкой, появляется возможность встроить вспомогательный источник данных в виде карты путей на основании спутниковых снимков. Для ориентирования на местности необходимы отечественный ГЛОНАСС, схема визуального ориентирования и радар. Система сможет в автоматическом режиме привязаться по координатам к участку маршрута и за счет окружающих предметов распознать и установить точное место.

Имея в основании системы искусственный интеллект, можно обучить локомотив станциям; для этого необходимо неоднократно прогонять тепловоз по одному и тому же маршруту, система будет запоминать окружающие предметы и сможет распознать их, чтобы поделить на постоянные (столбы, светофоры, пути и т.д.) и временные (люди, другие составы). В условиях плохой видимости различить объекты на путях, а тем более пешеходов проблематично, здесь необходим радар. При помощи камер система сможет заранее определять положение стрелок, в этом помогут камеры дальнего вида и оцифрованный план станции.



Светофорные сигналы на железнодорожных линиях сложнее, чем на трамвайных. На магистральном транспорте для дублирования сигналов присутствует система АЛСН, но для маневровых задач сигнал внутри станции не дублируется. Чтобы избежать ситуации, когда светофоры засвечивают камеру, необходим ночной режим. Для этого нужно разработать систему



фильтров, чтобы своевременно остановить состав. Искусственный интеллект можно обучить прогнозировать столкновения, траектории объектов и скорости поезда. Тогда, если человек пересекает рельсы во время прохода состава, то появляется возможность предупредить об этом машиниста, а при отсутствии реакции произойдет торможение.

Таким образом, система автоматической помощи машинисту маневрового локомотива способна не только снизить нагрузку с машинистов, но и повысить безопасность на станции путем взятия на себя части обязанностей человека, а именно, слежение за обстановкой вокруг и реагирование на сложившуюся ситуацию. При условии, что такая система будет разработана, ее можно будет установить и протестировать на магистральных линиях.

[https://www.elibrary.ru/download/elibrary\\_50784916\\_85011575.pdf](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_50784916_85011575.pdf)

### **Открыт прототип пешеходного моста**

В Великобритании открыт прототип пешеходного моста из армированного волокном полимера. Мост обладает оптимизированной конструкцией и разработан для обеспечения доступной замены пешеходных переходов.



Мост FLOW спроектирован и профинансирован группой исследований и разработок Network Rail в партнерстве с другими компаниями.

Стоимость строительства моста примерно на 40 % меньше, чем традиционных стальных конструкций. В фундаменте не используется бетон, что снижает его углеродный след, и он вдвое легче стального моста, что означает более низкие затраты на транспортировку и установку. Большая часть строительства может быть проведена за пределами площадки, поэтому установка может происходить без серьезных нарушений железнодорожного сообщения.

Система мониторинга в режиме реального времени отслеживает структурное состояние и предоставляет данные для поддержки технического обслуживания и будущих улучшений конструкции. Разрабатываются планы доступной версии с лифтами и пандусами для обеспечения мобильности пассажиров.

По словам разработчиков, такой прототип может преобразовать железнодорожные переезды, сделав их более безопасными и доступными. Кроме надежности и эффективности FLOW имеет также эстетичный дизайн.

<http://rgups.public.ru/editions/37/issues/38370/?view=doc&id=1522138>

### **Этапы внедрения квантовых технологий на железнодорожном транспорте**

Авторы: Пащенко М.А., Русакова Е.А.

Квантовые технологии используют принципы квантовой механики, которые позволяют управлять сложными квантовыми системами на уровне отдельных частиц, например, атомов и фотонов. Это понятие включает в себя квантовые вычисления (вычислительные устройства, построенные на принципах квантовой механики), квантовые коммуникации (криптографические системы, использующие для передачи ключей шифрования квантовые состояния), квантовые сенсоры и метрологию (высокоточные измерительные приборы, в основе работы которых лежат квантовые эффекты).

Развитие квантовых вычислений и возможность появления в недалеком будущем квантовых компьютеров с вычислительной мощностью, достаточной для быстрого взлома сколь угодно сложных алгоритмов шифрования, дало толчок развитию квантовых коммуникаций. Главное преимущество квантовых коммуникаций как криптографической системы заключается в том, что секретность ключа шифрования обеспечивается не сложностью математического алгоритма шифрования, а фундаментальным принципом квантовой механики: редукция квантового состояния. Квантовые коммуникации передают секретные ключи путем, гарантирующим отсутствие перехвата и расшифровки.

Стратегия цифровой трансформации ОАО «РЖД» предполагает внедрение квантовых коммуникаций на существующей волоконно-оптической инфраструктуре холдинга. Необходимость внедрения квантовых коммуникаций обусловлена огромным и постоянно растущим объемом критически важной информации, передаваемой по каналам ОАО «РЖД».

В «Стратегии научно-технологического развития на период до 2025 года и на перспективу до 2030 года» определены основные направления развития холдинга: создание системы управления перевозочным процессом на основе искусственного интеллекта и увязанной с ней иерархической системы сбора и обработки результатов диагностики и мониторинга в едином высокоточном координатном пространстве, внедрение интернета вещей для управления беспилотными поездами и создания «интеллектуальной станции», развитие

системы управления безопасностью движения и др. Внедрение этих инноваций требует обеспечения высокого уровня защиты передаваемых данных, который могут обеспечить только квантовые коммуникации.

Началом развития квантовых коммуникаций железнодорожного транспорта можно считать 10 июля 2019 года, когда компания подписала Соглашение о намерениях между правительством Российской Федерации и АО «РЖД» №88 по развитию высокотехнологичного направления квантовые коммуникации до 2024 года включительно, после чего компания была определена ответственной за развитие этого направления. Для реализации этого соглашения создан департамент квантовых коммуникаций. Основные задачи департамента: разработка и курирование реализации дорожной карты развития технологической области квантовых коммуникаций.

До 2024 года должно быть реализовано более 120 мероприятий и проектов, направленных на развитие технологий оптоволоконных, атмосферных и спутниковых квантовых коммуникаций, создание коммерческих квантовых сетей связи и соответствующего специального оборудования, разработку абонентских устройств, развитие квантового интернета вещей, а также мероприятий по формированию рынка и экосистемы отечественного образования, науки и промышленности.

Квантовые коммуникации – это относительно новая технологическая отрасль, поэтому имеет низкий уровень стандартизации не только в России, но и в мире. Стандартизация технологии необходима для унификации различных теоретических подходов к изучению квантовых коммуникаций, оценке их основных характеристик и перехода к их реализации и практическому применению. Без стандартов в этой области невозможно широкое внедрение квантовых технологий на практике. Поэтому в дорожной карте была предусмотрена разработка национальных стандартов в данной области. В рамках реализации этого мероприятия дорожной карты в январе 2022 года заключен договор о разработке национальных стандартов для технологий квантовых коммуникаций и квантового интернета вещей со Сколковским институтом науки и технологий (Сколтех). К августу 2022 года разработаны первые редакции для двух стандартов в области квантовых коммуникаций и четырех стандартов в области квантового интернета вещей, не имеющие международных аналогов.

Ведущую роль в развитии квантовых коммуникаций в России играет ОАО «РЖД». Внедрение квантовых технологий на железнодорожном транспорте обеспечит необходимые условия для реализации стратегии цифровой трансформации железнодорожного транспорта, которая предусматривает создание квантового интернета вещей, интеллектуальных систем управления перевозочным процессом, интеллектуальной станции, высокоточных координатных методов и геоинформационных технологий при проектировании, строительстве, ремонте, техническом обслуживании и диагностике инфраструктуры железных дорог и других перспективных высокотехнологичных решений, направленных на увеличение эффективности

бизнес-процессов и повышение безопасности движения поездов. На инфраструктуре ОАО «РЖД» проходят тестирование и обкатку новые технологии и оборудование квантовой связи.

[https://elibrary.ru/download/elibrary\\_50784917\\_40744912.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_50784917_40744912.pdf)

### **Цифровые двойники и цифровые тени в транспортно-логистической сфере**

Автор: Петрова А.В.

Переход к индустрии 4.0 связан с все более усложняющимися процессами в различных системах. Основной вектор развития ориентирован на интеграцию вычислительных ресурсов с реальными физическими объектами.

Четвертая промышленная революция основана на масштабном внедрении информационных технологий во всех отраслях экономики и сферах жизнедеятельности человека, автоматизации основных и вспомогательных бизнес-процессов в производстве и сфере обращения. Цифровизация становится ключевым фактором создания новых бизнес-моделей, ориентированных на повышение конкурентоспособности в динамично изменяющейся рыночной среде и развитие омниканальности при выстраивании коммуникаций с контрагентами в процессе функционирования предприятия и организаций на рынке.

Новейшие технологии – искусственный интеллект, роботизация, машинное обучение, интернет вещей, блокчейн – виртуальна и дополненная реальность, облачные ресурсы, нейросети, основанные на цифровизации, становятся все более распространенными. Внедрения инновации подобного рода приводят к существенным изменениям в сфере материального производства так и в сфере услуг, в том числе и в транспортно-логистической сфере.

Важнейшей особенностью транспортнологистических услуг является то, что посредством их осуществляется снабжение сырьем, материалами, комплектующими предприятий-производителей, а также обеспечение готовой продукцией конечных потребителей через торгово-посреднические предприятия. В результате формируются логистические цепочки поставок, объединяющие в единую систему предприятия, различной специализации. Данная система включает различную информацию по объему и содержанию, позволяющую управлять всей системой оперативной и эффективно и в удаленном доступе.

В настоящее время наметилась тенденция на необходимость дополнения и более глубокого анализа больших баз данных (Big Data) для более точного прогнозирования объемов и сроков доставки сырья, комплектующих, товаров и продукции в цепях поставок. Эти процессы осуществляются на основе кооперации разных технических устройств, контролирующих и отслеживающих перемещение материальных потоков в логистической цепи посредством Интернета.

Таким образом, весь объем информации от всех участников цепочки поставок собирается, обобщается и анализируется в общей информационной системе. Внедрение тотальной автоматизации и цифровизации в транспортно-логистической сфере в перспективе приведет к существенному сокращению затрат на транспортировку за счет использования автономных транспортных средств. Также произойдет сокращение затрат на хранение товарно-материальных ценностей и сокращение складских площадей по средствам высокой точности прогнозов, связанных с доставкой товаров последующим звеньям логистической цепи. Все управление цепочками поставок в будущем будет осуществляться в виртуальном пространстве, значительно сокращая время на принятие решений и минимизируя воздействие человеческого фактора на данные бизнес-процессы.

Внедрение и развитие новых технологий влияет на возникновение и формирование новых терминов и определений. Одними из таких понятий являются «цифровой двойник» и «цифровая тень». Принимая во внимание новизну данных терминов, следует отменить наличие небольшого количества их определений и трактовок в литературе.

Цифровой двойник представляет собой цифровую копию реального объекта или системы. Цифровой двойник – цифровая модель высокого уровня адекватности, учитывающая все технологии изготовления, материалы, соединения и механизмы. За счет создания цифровых двойников обеспечивается слаженная работа, которая становится возможной благодаря гармоничному сочетанию контролирующих и совершенствующих функций, что проявляется в своевременном исправлении ошибок и ликвидации сбоев; появляется возможность накапливать как «положительную», так и «отрицательную» статистику.

Цифровая тень – система связей и зависимостей, описывающая поведение реального объекта в стандартных условиях работы и содержащая большие данные. Цифровая тень – это инверсивная модель цифрового двойника, позволяющая воссоздать его структуру по уровням информации: прикладной, поведенческой и детерминированной. Данные термины, хотя и представляют собой цифровые модели, но имеют существенное отличие. Цифровой двойник, являясь цифровой моделью объекта, непрерывно развивается и изменяется, следовательно, имеет способность имитировать реально существующий объект и моделировать его будущие состояния при возникновении нестандартных обстоятельств и условий.

Таким образом, цифровой двойник при накоплении информационных данных об объекте умеет обучаться и адаптироваться под изменяющиеся условия окружающей среды. Цифровая тень, напротив, в состоянии только моделировать поведение реально существующего объекта в стабильных, стандартных, постоянных условиях. Здесь фактически не происходит обучения модели и возможности ее работы самостоятельно в ситуациях изменяющихся внешних факторов. Чтобы создать цифровую модель того или иного объекта, необходимо сначала сформировать физическую и

математическую модель объекта. В процессе наполнения модели соответствующим набором данных и информации образуется цифровой двойник, который при проведении виртуальных испытаний и экспериментов совершенствуется.

В транспортно-логистической сфере можно создавать цифровые двойники объектов, процессов или систем. Так, например, современные технологии внедряются в ОАО «РЖД». Цель создания цифрового двойника – выявить отклонения от оптимальных показателей функционирования реального объекта, спрогнозировать необходимую последовательность действий для оптимального выполнения целевых показателей эффективности (КРІ). Реализованные проекты РЖД: цифровой двойник в локомотивном комплексе, цифровой двойник железнодорожной сортировочной станции, цифровой двойник подвижного состава. Основное преимущество цифрового двойника станции – это полная автоматизация всей работы станции. «Цифровая станция» позволяет эффективно планировать деятельность станции и одновременно организовать работу 10 локомотивов, на обычной же станции одновременно могут работать не более четырёх машин.

Еще один пример: АО «НПК «Уралвагонзавод» реализует проекты «Цифровой вагон», «Цифровой грузовой вагон». Цифровой двойник модели вагона сопоставлен каждой модели вагона и содержит физические, технологические и прогнозные модели для узлов и деталей вагона. Внедрение данной технологии позволяет повысить эффективность эксплуатации подвижного состава, обеспечения своевременного гарантийного ремонта вагонов, прогнозирования потребности для производства запасных частей и т.д. Технология цифрового двойника была использована «Почтой России» при создании самарского логистического центра. Цифровой двойник полностью смоделировал управление комплексом общей площадью 15 тыс. м<sup>2</sup>, состоящим из более чем ста узлов и механизмов различного уровня сложности. Проект включал транспортировочные линии, зоны сортировки и комплектации, системы распознавания бирок и штрих-кодов, системы динамического взвешивания и автоматического определения габаритов, автоматизированные выходы.

Несмотря на возрастающий интерес к цифровым технологиям, следует отметить, что технология цифровых двойников еще находятся на ранней стадии развития. Профессиональное сообщество еще не выработало общепринятые термины, определения, принципы, требования и нормативы, позволяющих вырабатывать отраслевые решения.

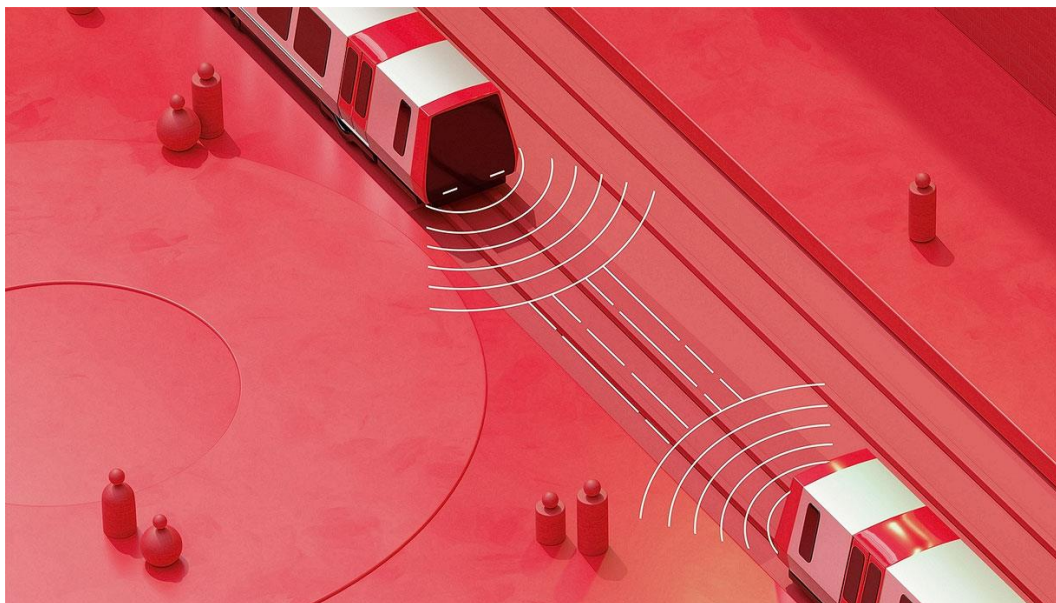
[https://elibrary.ru/download/elibrary\\_50784990\\_38859383.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_50784990_38859383.pdf)

### **На метрополитене Гамбурга испытали систему автоведения с управлением по радиоканалу**

В рамках проекта U Bahn100 на испытательном пути метрополитена Гамбурга успешно завершено тестирование системы управления движением поездов по радиоканалу (СВТС) с подвижными блок-участками и уровнем

автоматизации GoA2, которая должна обеспечить сокращение межпоездных интервалов до 100 с. Сейчас минимальный интервал между поездами на метрополитене Гамбурга составляет 2,5 мин.

Контракт, предусматривающий развертывание такой системы, был подписан с компаниями Alstom и Siemens Mobility осенью 2022 г.



Испытательный путь расположен на линии U1 между станциями Фармсен и Берне. При уровне автоматизации GoA2 машинист отвечает за высадку и посадку пассажиров. После закрытия дверей поезд автоматически отправляется, разгоняется до 50 км/ч и затем останавливается на следующей станции.

Внедрить СВТС с автоведением поездов планируют на наиболее загруженных участках линий U2 и U4. Для этого Siemens Mobility модернизирует шесть систем микропроцессорной централизации Sicas ECC и дополнит их оборудованием Trainguard MT, реализующим функции СВТС. Компания Alstom оснастит все 163 поезда серии DT5 бортовыми устройствами СВТС, выступит в качестве системного интегратора и будет отвечать за ввод системы в эксплуатацию.

В настоящее время для работы с уровнем автоматизации GoA2 подготовлены шесть поездов, которые рассматриваются как предсерийные. После завершения всех испытаний с 2024 г. начнется дооснащение остальных 157 поездов. Более старые поезда серии DT4 дооснащать СВТС не планируют, их поэтапно заменят поездами новой серии DT6.

<https://zdmira.com/news/na-metropolitene-gamburga-ispytali-sistemu-avtovedeniya-s-upravleniem-po-radiokanalu>

## Основные тренды кибербезопасности на железнодорожном транспорте в 2022 году

Автор: Понятов А.А.

Во всем мире крупные компании исследуют возможные риски, анализируют деятельность хакеров и ищут способы ликвидации угроз и их эффективного упреждения. Ведётся такая работа и в ОАО «РЖД». Ранее железнодорожная отрасль не была объектом внимания киберпреступников, однако за последние несколько лет, когда большое число железнодорожных компаний стали жертвами кибератак, ситуация изменилась.

Транспортные компании чаще всего страдают от DDoS-атак, цель которых – довести систему до отказа генерацией огромного количества трафика, из-за чего происходит перегрузка сервера и его блокировка. Так, в пиковые периоды на ресурсы РЖД в сутки осуществлялось более 350 тыс. DDoS атак. Они были нацелены на нарушение работы официального сайта и социально значимых сервисов, что затрудняло как функционирование служб, так и обслуживание пассажиров. В частности, возникли проблемы с информированием пассажиров. Могут возникать перебои с пассажирскими перевозками, поставками продукции и сырья. В 2022 г. пришлось отключить бесплатный wi-fi в точках общего доступа. Пассажиры испытывали трудности при онлайн-покупке и бронировании билетов. Второй по численности угрозой стали атаки троянских программ-вымогателей (ransomware). В эту разновидность ВПО входят две основные группы программ: шифровальщики (cryptoransomware) и блокировщики (blockers).

Компании больше страдают от шифровальщиков, которые, попадая на сервера, шифруют документы, базы данных и другие данные, которые становятся недоступны. За их расшифровку Авторы троянов требуют выкуп. Следует учитывать, что часто данные шифруются необратимо (и теряются даже после уплаты выкупа). В последнее время шифровальщики нацелились на системы виртуализации и облачные сервисы, для которых ввели новый термин: ransomcloud.

Одним из важнейших инструментов ИБ, обеспечивающих невозможность перехвата управления и несанкционированного доступа к информации, служит её криптографическая защита, шифрование. При этом злоумышленник, даже получив доступ к корпоративной сети или конкретному компьютеру, не может распознать информацию и команды управления.

Ещё одним фактором риска для РЖД стало применение технологий интернета вещей (Internet of Things, IoT). Широкое применение технологии IoT прописано в программе компании «Цифровая железная дорога», указана она и в проекте «Инновационная мобильность». Применение IoT подразумевает значительное число устройств электроники, подключенных к разнообразным сетям, в том числе к обычному Интернету, для взаимодействия между собой, с владельцем и с разнообразными сервисами. С развитием сетей 5G количество подобных устройств будет расти, так как сети нового поколения поддерживают высокоскоростную передачу данных с малым



расходом электроэнергии и взаимодействие устройств непосредственно друг с другом. Повышенной уязвимостью обладают IoT-компоненты, имеющие возможность доступа в Интернет и позволяющие внешнее подключение к ним. В настоящее время актуальна и защита облачной инфраструктуры, что связано с популярностью этих технологий, привлекающих клиентов легкостью масштабирования систем, возможностью переложить часть задач по их обслуживанию на облачных провайдеров и прозрачностью затрат. Для обеспечения кибербезопасности в этой сфере используются два подхода.

SECaaS (security as a service) – предоставление заказчику системы защиты информации в облаке, в том числе сканеров уязвимостей, систем аутентификации и управления доступом, ПО для сбора и анализа событий, связанных ИБ. FWaaS (firewall as a service) – предоставление заказчику в облачной инфраструктуре межсетевого экрана. В первом и втором кварталах 2022 г. экономика нашей страны столкнулась с массовым уходом с рынка иностранных производителей систем ИБ. Это привело к необходимости делать упор на импортозамещение. Однако большинство российских решений в сфере ИБ выполняют только функцию vulnerability assessment, то есть выявления уязвимостей. Разумеется, это один из ключевых факторов при конструировании комплексной системы ИБ, однако одного его недостаточно. Важно, чтобы оно переходило в установку обновлений, закрывающих уязвимость, или принятие иных мер. Причём обновления некоторых зарубежных компаний могут быть недоступны. Кроме того, увеличился процент использования решений open source.

Проблемой является также использование устаревшего ПО, для которого производители уже не предоставляют обновления, устраняющие уязвимости, и жестко закодированных паролей для удаленных систем. Соответственно, организации должны обеспечивать ИБ в таких сложных условиях. Для этой цели больше всего подходит распределенная архитектура безопасности с множеством различных периметров и сред безопасности, взаимодействующих с собой по правилам «недоверия», – вплоть до управления защитой отдельных документов криптоконтейнерами.

Появляется всё больше новых видов кибератак, которые сложно, а подчас и невозможно описать явным сигнатурным правилом. В такой ситуации большую роль играет квалифицированный персонал службы ИБ, позволяющий в «ручном» режиме осуществлять защиту. Однако он не всегда способен сработать достаточно оперативно. Да и не всегда он имеется в распоряжении. Поэтому в настоящее время возрастает спрос на интеллектуальные системы ИБ, способные контролировать ситуацию и принимать решение.

Технологии искусственного интеллекта (ИИ) способны выявить отклонения на любом уровне – начиная от нетипичного поведения сотрудника, заканчивая нестандартной динамикой сетевого трафика. Высокие темпы роста рынка решений на основе технологий ИИ (машинное обучение, компьютерное зрение, прогнозирование временных рядов, классификация и др.) дают

надежду, что в перспективе они смогут заменить значимую часть традиционных средств защиты информации. ИИ сможет интегрировать уже имеющиеся системы ИБ, связав их единой логикой, заставляя более плотно взаимодействовать. Это позволит создать надёжный периметр ИБ, причём не традиционного замкнутого типа, а динамически расширяемый, способный подстраиваться под угрозы и защищаемую систему. Для обеспечения кибербезопасности системы, созданные на базе ИИ, могут сами собирать данные из сети, транзакционных операций, цифровой активности структурных подразделений и отдельных сотрудников, аналитических данных сайтов, а также из внешних общедоступных источников. Они смогут выявить угрожающую и просто подозрительную активность в системе, возможности утечки данных и т.д.

Перспективно применение в кибербезопасности аппарата искусственных нейронных сетей (ИНС), особенно с глубоким обучением. В настоящее время – это одно из основных направлений исследований в области ИИ. Преимущество ИНС – способность выявлять зависимости, не заданные в явном виде, которые сложно или даже невозможно формализовать, обнаруживать опасности и действия, которые ранее злоумышленники не использовали, находить закономерности умышленных вредоносных действий. Основные задачи, которые могут решать системы на базе ИНС: обнаружение вторжений, мошенничества и вредоносных программ; отражение кибератак; оценка риска и анализ поведения системы; криптография.

Альтернативный подход в использовании ИИ связан с тем, что тот будет играть роль экспертной системы поддержки принятия решений, что существенно повысит эффективность защиты. Система будет предлагать подходящее действие по реагированию в зависимости от типа инцидента и его свойств, однако окончательное решение в подобном подходе принимать будет человек. К эффективным методам кибербезопасности на прошедшем цифровую трансформацию железнодорожном транспорте относятся и распределенный доступ, многоуровневая идентификация и аутентификация пользователей с разграничением степени доступа к информации, межсетевое экранирование и разграничение внутренних корпоративных сетей с общедоступными сетями. Изолировать инженерные системы от развлекательных систем для пассажиров, которые могут предоставить злоумышленникам доступ к системе. Из организационных мер стоит отметить протоколирование действий пользователей и администраторов.

[https://elibrary.ru/download/elibrary\\_50785006\\_12992074.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_50785006_12992074.pdf)

### **Проекты развития систем автоматического управления движением поездов**

Автор: Охотников А.Л.

Беспилотные технологии все шире применяются в различных областях. Исключением не стал и рынок железнодорожного транспорта. Система автоматического управления движением поездов (САУ ДП) является

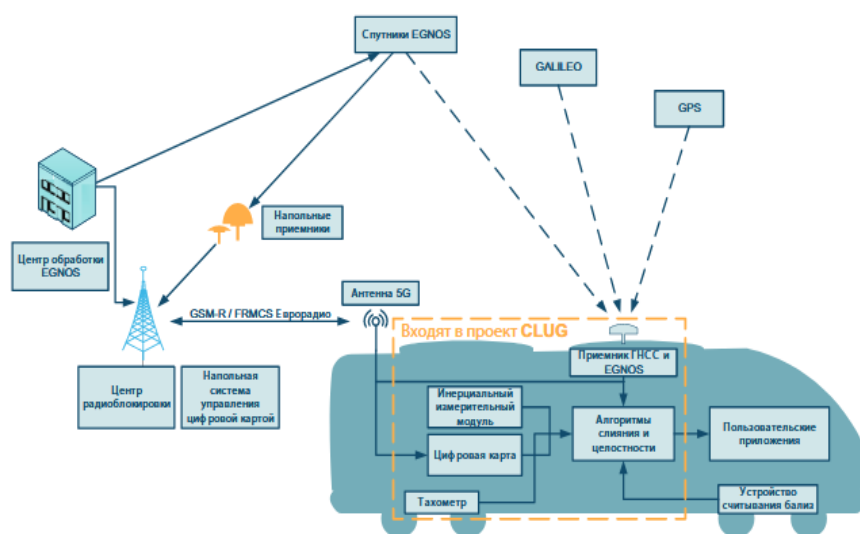
перспективным и снижающим зависимость от человеческого фактора направлением, которое можно применять как для организации пассажирских перевозок, так и грузовых. Существует множество примеров в доказательство этому феномену. Одним из них является, например, австралийский проект RioTinto по перевозке железной руды автономными поездами на расстояние до 1500 км, также широкое применение получили автоматические метропоезда в Эмиратах, Саудовской Аравии и Европе. Беспилотный скоростной поезд в Китае на 174-километровом участке Пекин-Чжанцзякоу достигает максимальной скорости 385 км/ч. В беспилотном варианте перевозка пассажиров на такой скорости была осуществлена впервые.

В мире рассматриваются три ключевых сегмента использования системы автоматического управления движением поездов: магистральный, маневровый и городской. Для разработки и внедрения высокотехнологичных решений в области искусственного интеллекта (ИИ) и систем автоматического управления в ряде стран создаются проекты, способные довести перспективные разработки с использованием технологий ИИ и сенсорики до промышленного образца.

Проект TAURO (Technologies for Autonomous Rail Operation), запущенный в 2020 году, является связующим проектом между Shift2Rail и Europe's Rail. Он ставит своей целью проведение исследований для определения спецификации оборудования и технологий для формирования будущего европейского автономного железнодорожного транспорта. Результаты проекта TAURO послужат ценным вкладом в мероприятия в области автоматического управления движением поездов и позволят проекту EU-Rail ускорить внедрение разработок в области технологических инноваций в железнодорожную систему Европы. Одним из важных элементов проекта является разработка спецификации технологии дистанционного управления. Для трех ключевых сегментов железнодорожного транспорта были разработаны три сценария использования технологии дистанционного управления: в рамках европейской системы управления движением поездов (ETCS), управление маневровыми локомотивами на сортировочных станциях и городскими электричками в депо. В качестве основы для определения спецификации использовался стандарт EN 15380-4, описывающий железнодорожные транспортные средства общего назначения и их составные части.

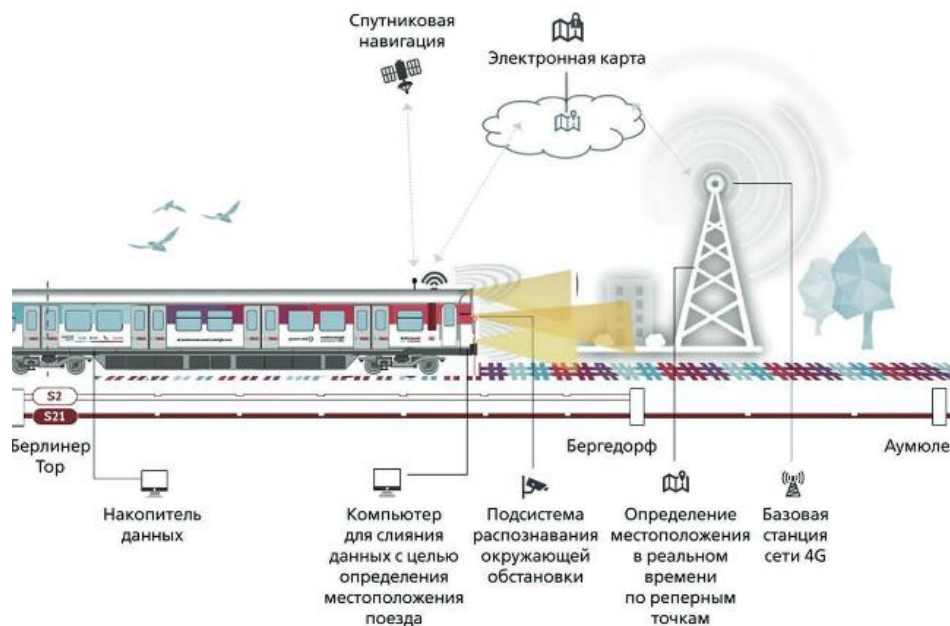
Стартовавший в 2019 году проект CLUG объединяет различных партнеров, которыми являются железнодорожные компании (SNCF, DB Netz и SBB), предприятия железнодорожной сигнализации (CAF и Siemens), специалисты по навигации (Airbus Defence and Space, Naventik, FDC), эксперты по сертификации (Navcert) и исследовательский институт (ENAC). Цель проекта состоит в изучении и оценке использования глобальной навигационной спутниковой системы (GNSS) для управления и обеспечения безопасности движения поездов, а также обеспечения таких приложений, как

автоматическое управление движением поезда (АТО) или интеллектуальные системы управления железнодорожным транспортом.



В проекте применен подход, заключающийся в проверке концепции бортового блока локализации на основе данных датчиков поезда: GNSS, инерциального измерительного модуля (IMU), датчиков скорости. Используется цифровая карта, отображающая топологию пути, в том числе центральную линию железнодорожной колеи с абсолютными привязками. В системе CLUG используется информация от минимального количества элементов железнодорожной инфраструктуры, т.е. евробализ.

Проект Sensors4Rail, созданный для разработки системы технического зрения тягового подвижного состава с целью контроля обстановки перед поездом и определения препятствий, был запущен в декабре 2020 года на железной дороге г. Гамбурга (Германия). В проекте приняли участие международные компании: Siemens Mobility, Bosch Engineering, Ibeo Automotive Systems и Here Technologies. В ОАО «РЖД» прошел сертификационные испытания блок обнаружения препятствий, который обеспечивает определение посторонних предметов на расстоянии не менее, чем на 600 м. В составе системы присутствуют радары, лидары, тепловизоры и видеокамеры. Система технического зрения электропоезда «Ласточка» планируется к эксплуатации в любое время года и в различных погодных условиях (дождь, снегопад, туман, в ночное время).



Общая цель исследовательского проекта «Дорожные карты по внедрению ИИ в железнодорожный сектор» (RAILS), проводимый в рамках инициативы Shift2Rail, – изучить потенциал ИИ в железнодорожном секторе и внести вклад в составлении дорожных карт будущих исследований в области создания CSS нового поколения, оперативного управления и безопасности. Проект RAILS направлен на определение общих положений плана перспективной интеграции ИИ в средства автоматизации, контроля, управления движением и технического обслуживания поездов. Уникальность проекта заключается в том, что он предоставит платформу для изучения вышеупомянутой интеграции ИИ и железных дорог в целостной, унифицированной и последовательной структуре, рассматривая различные аспекты железнодорожной системы как взаимосвязанные, а не изолированные, что позволит вывести автоматизацию железнодорожного транспорта на новый уровень.

RFI представил проект, идея которого заключается в автоматизации процесса контроля линии с помощью разработки беспилотного железнодорожного транспорта (URV), оснащенного АТО, для обеспечения безопасности железнодорожной инфраструктуры. Европейский безопасный компьютер (EVC) обеспечивает дополнительный уровень защиты и взаимодействует с системой мониторинга инфраструктуры в соответствии со стандартом ERTMS/ETCS для высокоскоростных магистралей. Система ETCS, напрямую подключенная к тормозной системе, защищает транспортное средство от нарушения скоростных ограничений или проезда в запрещенных местах, а системы визуального зрения, в свою очередь, распознают и собирают информацию об условиях внешней среды. С точки зрения архитектуры, функциональности, требований к безопасности и надежности, конструкция системы является сложной. Чтобы справиться со сложностью ее проектирования и оптимизации, был разработан подход к тестированию

системы, основанный на формальных методах и конструировании на базе моделей по спецификации и проверки системы. Данный подход поддерживает досрочную оценку проекта, тестирование на этапах реализации, моделирование и контроль выполнения. Определены и рассмотрены четыре тестовые среды для следующих подсистем URV: сигнализация и автоматизация, модуль управления поездом, система мониторинга и видеонаблюдения. Это позволяет провести более точные испытания и лучше проверить соответствующие требования в нормальных и ухудшенных условиях эксплуатации.

Приведенные в статье основные проекты для обеспечения безопасного использования беспилотных ИТС на железнодорожном транспорте, указывают на постоянную и непрерывающуюся работу международных и отечественных производственных и научно-технологических компаний по созданию, отвечающих современным вызовам, программно-аппаратных средств и комплексов, необходимых для автоматического управления движением поездов. В сравнении с зарубежными, российские проекты показывают высокий уровень технологической готовности подразделений холдинга «РЖД» и отечественных машиностроительных компаний к созданию современных автономных поездов с элементами системы автоматического управления. Комплексный подход к решению сложных технических и технологических задач, стоящих перед разработчиками, позволяет двигаться к созданию железнодорожной интеллектуальной транспортной системы. Такие системы должны обеспечить:

- надежное восприятие окружающей среды для выявления всех внешних опасностей и обнаружения сигналов на пути, что позволяет на борту принимать интеллектуальные решения;
- высокоточное позиционирование поезда;
- надежную систему управления и мониторинга поездов;
- безопасность грузов и пассажиров.



Сегодня закладываются основы для дальнейшего развития беспилотных технологий, что позволит в дальнейшем автоматизировать работу магистральных линий. Это позволит повысить эффективность работы железнодорожных операторов в части безопасности, энергоэффективности и увеличения пропускной способности.

<http://rgups.public.ru/editions/37/issues/37886?view=doc&id=1510194>

### **Беспроводное управление освещением и электрооборудованием**

Авторы: Ильин С.П., Кирилов В.Д., Саклакова А.В.

Для поиска, отбора, внедрения высокотехнологичных проектов и повышения эффективности деятельности подразделений ОАО «РЖД» в 2022 г. на Московской дороге создан Московский центр инновационного развития. Он осуществляет интеграцию результатов инновационной деятельности в бизнес-процессы холдинга. В настоящее время центр налаживает взаимодействие с субъектами РФ и инновационными площадками с целью заключения соглашений о сотрудничестве и определения перспективных направлений совместной работы. С учетом приоритетных направлений научно-технологического и инновационного развития компании сформирован перечень запросов на инновации 2023 г., состоящий из 51 актуальной потребности.

Сегодня все чаще на предприятиях промышленного и государственного секторов внедряются энергосберегающие технологии. При этом технологии, которые применялись ранее, теряют свою актуальность. Например, популярный в последние несколько лет способ энергосбережения с использованием «умных» светильников основан на анализе текущей обстановки, путем получения информации с конечных устройств ручного браслета, терминала и др.

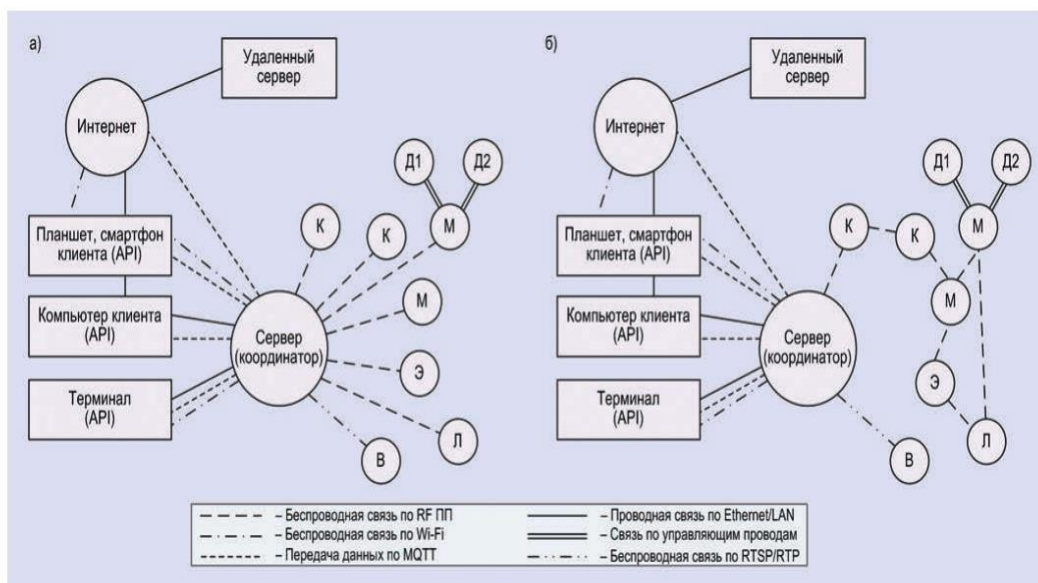
В качестве автоматизации данных технологий применяется облачный сервер, к которому через Wi-Fi или мобильную сеть подключается маршрутизатор, терминал, планшет или компьютер пользователя. Через интерфейс ввода настроек и сконфигурированных библиотек, хранящихся на облачном сервере, происходит сбор, опрос конечных устройств и генерация команд для управляемых источников света. Маршрутизация между конечными устройствами происходит на основе беспроводных технологий малого радиуса (Bluetooth, IrDA, UWB, RFID).

Вместе с тем существуют технологии по разработке светильников с интеллектуальной светодиодной системой освещения (ИССО), основанной на светодиодных светильниках.

Взаимодействие между модулями ИССО и светильниками интеллектуальной светодиодной системы освещения основано на блоках декодирования управляющих команд и на микропроцессорных контроллерах с возможностью алгоритмической обработки сигналов управления, формирования управляющих импульсов и ретрансляции их по силовой сети 220 В.

В связи с этим в 2017 г. началась разработка программно-аппаратного комплекса Control-R, а в 2021 г. Федеральная служба по интеллектуальной собственности выдала патент на изобретение способа беспроводного интеллектуального управления освещением, электроприборами и интеллектуальными системами.

ПАК Control-R - это универсальная беспроводная интеллектуальная система управления освещением и электроприборами нагрузкой до 1,5 кВт, а также интеллектуальными системами, работающими по собственному (проприетарному) беспроводному протоколу RF ПП.



Предлагаемый способ управления включает в себя получение данных о состоянии текущей окружающей обстановки; анализ и оценку полученных данных на соответствие заданным параметрам требуемого состояния; генерирование команд управления и их отправку специальным контроллерам с целью создания уровня яркости светильников, поддержания нужного состояния электроприборов и интеллектуальных систем.

При этом для организации беспроводной сети используются два вида топологии: «Активная звезда» и «MESH-сеть».

Программно-аппаратный комплекс Control-R состоит из координатора с функциями сервера и агрегатора данных; радиоконтроллера для управления светильниками, электроприборами и возможностью измерения потребляемой мощности; мультисенсора с возможностью подключения датчиков с сухим контактом.

Благодаря технологии «Control-R», практически каждый светодиодный светильник можно сделать «умным». Для этого необходимо подключить радиоконтроллер к драйверу любым доступным способом, либо напрямую к управляемым драйверам.

Кроме того, программно-аппаратный комплекс позволяет энергоэффективно использовать потребляемую мощность. Это осуществляется путем диммирования яркости светильников, прореживания



группового освещения, применения гибридного освещения, включения/выключения светильников по расписанию, а также включения/выключения светильников по календарю и выполнения секторального освещения.

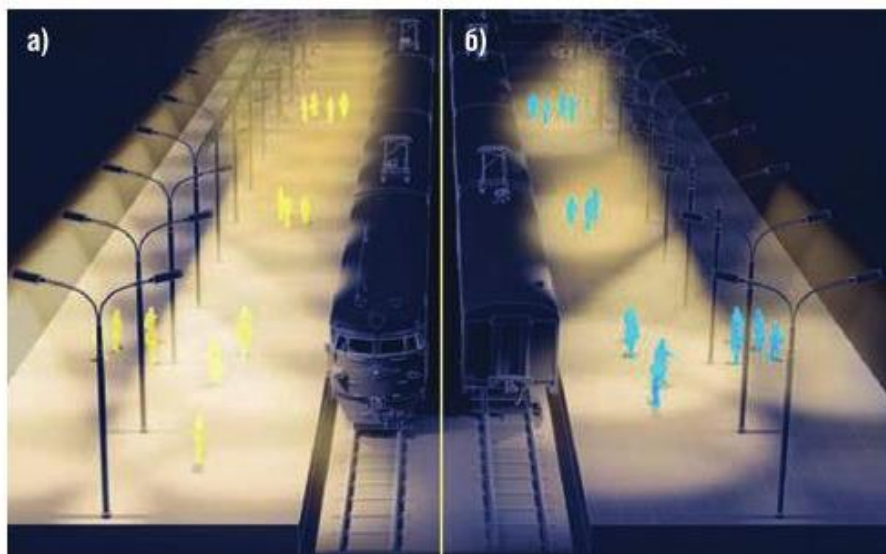


Среди преимуществ технологии можно отметить такие как:

- управление интеллектуальными системами без затрат времени на ручную программную и техническую настройку;
- присвоение ID-адреса конечным устройствам имеют уникальную структуру и свойство закрепляться только за одним сервером (координатором), что исключает сетевые коллизии и потери в сети;
- осуществление одновременного дистанционного и визуального контроля и управления;
- заданные требования по освещенности в люксах поддерживаются в автоматическом режиме, а регулирование яркостью светильников происходит на основе одновременного анализа/оценки сразу двух параметров: интенсивности движения и уровня освещенности;
- для контроля потребления электроэнергии нет необходимости в установке дополнительного оборудования, данные транслируются на сервер и отображаются в приложении на компьютере клиента в виде графика потребления электроэнергии;
- способность работать в системе беспроводного управления интеллектуальными системами (пожаротушения, охранными, отопления и др.), выполняя все требования по безопасности и энергосбережению.

При проведении анализа и сбора статистических данных по интенсивности освещения железнодорожных платформ на Московской дороге были выявлены несоответствия. В одном случае пассажирские платформы освещены неравномерно, а точечные светильники или группы светильников неисправны. В другом - пассажирские платформы освещены равномерно, группы светильников работают, но показатели освещенности завышены в 30 раз от минимального значения, что приводит к увеличению затрат на

электропотребление и уменьшению сроков эксплуатации установленного светового оборудования.



Технический результат, на достижение которого направлена предлагаемая технология заключается в автоматизации и повышении удобства управления системами освещения, электроприборами и интеллектуальными системами энергосбережения и безопасности, экономии электроэнергии до 80 %, а также расширении функциональных возможностей.

<http://rgups.public.ru/editions/37/issues/37886?view=doc&id=1510188>

### **Стратегия развития дивизиона ЖАТ**

Автор: Хромушкин К.Д.

Мир вошел в эру цифровой экономики и искусственного интеллекта. Неотъемлемой частью повышения эффективности работы железнодорожного транспорта и функционирования инфраструктуры является цифровизация. Данные тренды формируют стратегию развития Дивизиона ЖАТ ГК 1520, направленную на разработку и внедрение инновационных технологий, которые позволят внести значительный вклад в комплексную цифровизацию железнодорожной инфраструктуры.

Ключевые стратегические задачи, которые ставит перед собой компания на 2023-2025 гг., можно разделить на три группы. Основная ставка Дивизиона ЖАТ делается на разработку и развитие платформенных решений, которые на едином унифицированном аппаратно-программном обеспечении позволяют реализовать любые системы и функции. Это является актуальным для заказчика, поскольку дает возможность применять бесшовные технологии на целых участках или даже полигонах. Фактически стираются аппаратные границы между системами, убираются «стыки» между различными подсистемами, исключаются промежуточные реле, упрощается техническое обслуживание и значительным образом повышается безопасность и надежность.

Еще одной ключевой задачей выделена разработка инновационных решений и применение искусственного интеллекта в системах ЖАТ, управления процессами перевозок и обслуживания железнодорожной инфраструктуры, а также повышение уровня информационной безопасности - киберзащищенности.

Не менее важными как для заказчика, так и для Группы компаний 1520, являются разработки, связанные с цифровизацией и автоматизацией техпроцессов.

Специалисты Дивизиона ЖАТ разработали и выпустили универсальную безопасную технологическую Платформу 2.0 для автоматизации промышленности. Это первое подобное цифровое решение, имеющее гибкую архитектуру аппаратных и программных средств, позволяющую применять различные типы компонентов. Платформа выполнена полностью на отечественных компонентах и программном обеспечении (используется отечественная микроэлектронная база таких вендоров как МЦСТ, НИИЭТ, Миландр и др.). Также имеются и другие исполнения аппаратных средств для разных нужд заказчиков.

Платформа может применяться не только на железнодорожном транспорте, но и в других областях промышленности, где требуется управление ответственными технологическими процессами. Разработка решений на ее базе позволяет ускорить адаптацию и удешевить внедрение, упростить техподдержку и обслуживание. Она соответствует самому высокому уровню промышленной безопасности УПБ 4, а также международным стандартам безопасности SIL 4. В нее встроены функции диагностики, а также подсистема киберзащиты.

Платформа 2.0 легла в основу новой цифровой системы централизации МПЦ-ЭЛ-20, которая является последним поколением микропроцессорной централизации. Использование системы позволяет решать вопросы минимизации импортных компонентов в составе аппаратно-программных комплексов управления ЖАТ в соответствии со всеми современными требованиями по функциональности, надежности и безопасности.

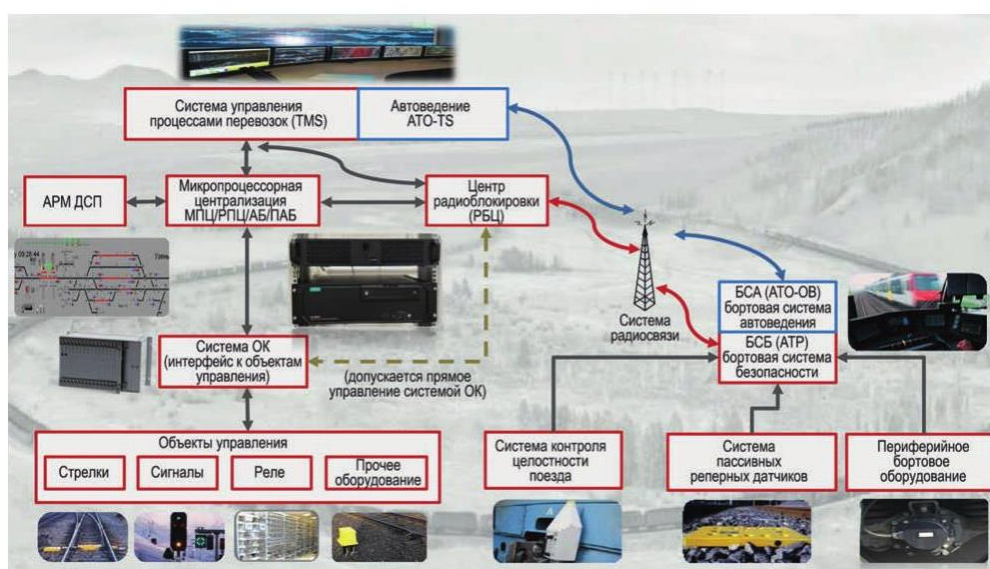
В основе МПЦ-ЭЛ-20 находится новый управляющий вычислительный комплекс ЦПУ-ЭЛ-20, созданный на базе российских процессоров архитектуры «Эльбрус» и «Спарк», и разработанная с использованием отечественных компонентов платформа нижнего уровня ОК-ЭЛ-20 для управления объектами ЖАТ. Также в системе МПЦ-ЭЛ-20 заложена технология защищенных вычислений, гарантирующая целостность логической структуры памяти прикладных программ. Применение данной технологии позволяет поднять на новый уровень информационную защищенность систем МПЦ.

Еще одной инновационной разработкой Дивизиона ЖАТ является Единая цифровая бортовая платформа безопасности БСБ-Е - модульная программно-аппаратная унифицированная платформа, предназначенная для

реализации на ее основе различных бортовых решений и систем для поездов, самоходной техники и специализированного подвижного состава.

Платформа имеет гибкую архитектуру построения аппаратно-программного обеспечения и позволяет на своей базе реализовать такие решения, как системы безопасности, управления локомотивом и тягой, системы мониторинга и диагностики, а также различные функции и системы автоматизации. В своем составе система имеет широкий набор интерфейсов, осуществляющих увязку с различными типами подвижного состава, как по цифровому стыку, так и при помощи аналоговых интерфейсов (что характерно для устаревшего подвижного состава).

Комплексное решение по построению систем управления движением поездов на базе цифрового радиоканала, позволяющее организовать даже беспилотное управление движением поездов. Системы интервального регулирования на базе радиоканала обеспечивают высокую пропускную способность линий с использованием минимальной напольной инфраструктуры на перегонах и станциях, что значительно сокращает сроки проектирования и строительства.



Система использует координатные принципы управления движением, позадиидущий поезд осуществляет «прицеливание» в хвост впередиидущему поезду с обеспечением всех принципов безопасности движения поездов. Местоположение поездов определяется посредством бортовой системы безопасности, а связь между центром радиоблокировки и поездами осуществляется с использованием цифрового радиоканала.

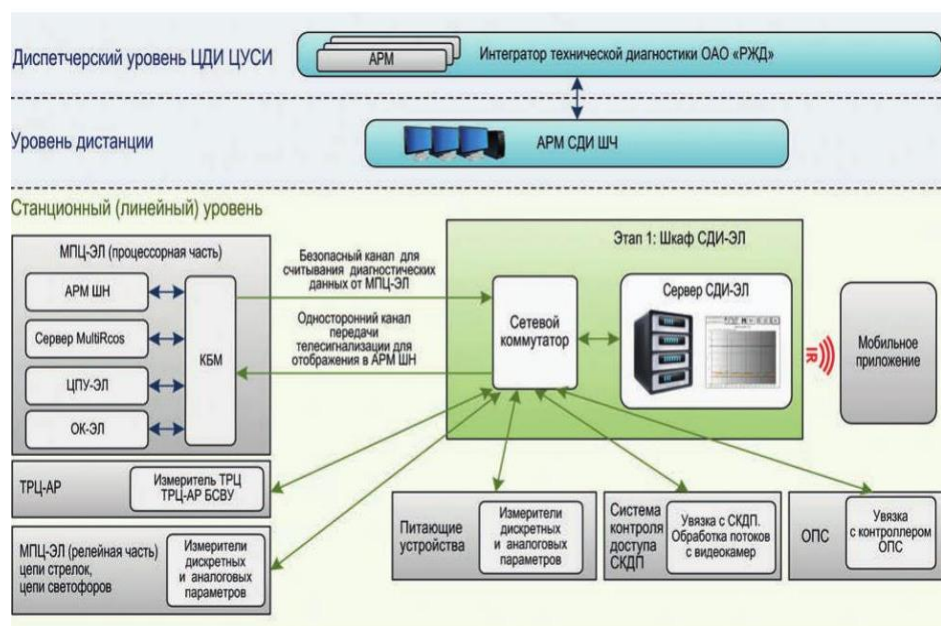
Еще одним примером инновационных разработок является диспетчерская централизация нового поколения ДЦ-ЭЛ. Эта система помогает оптимальным образом руководить движением поездов за счет использования модуля предиктивной аналитики поездной обстановки, предоставления всей необходимой информации о текущих ограничениях в движении. Система в

своем составе имеет интегрированные линейные пункты в МПЦ, что не требует установки дополнительного оборудования и «стыков».

Особенно хочется отметить последнюю инновационную разработку ГК 1520 - интеллектуальную систему управления процессами перевозок ИСУПП.

Алгоритмы искусственного интеллекта, разработанные в рамках создания ИСУПП, позволят также реализовать функции предиктивной аналитики, смогут обрабатывать огромные объемы данных, собираемые от различных систем управления, технической диагностики и различных типов датчиков, и оценивать фактическое состояние и динамику изменений во времени с учетом времени года, суток и имеющихся характеристик технических средств.

На пути к созданию бесшовных технологий Дивизион ЖАТ ведет разработки по сокращению стыков между различными системами и подсистемами с реализацией функций на базе единой аппаратно-программной платформы. В частности, такой разработкой является интеграция подсистемы технической диагностики в МПЦ. Это позволит получить полный набор диагностических данных и измерений без реализации отдельного линейного пункта диспетчерского контроля.



В настоящее время вопросы информационной и кибербезопасности критических информационных систем и инфраструктуры актуальны как никогда. Следующим этапом развития в компании средств защиты информации и обеспечения информационной безопасности систем железнодорожной автоматики и телемеханики является разработка и создание региональных центров противодействия киберугрозам.

Специалистами компании также ведутся работы по созданию «Интеллектуального переезда». Это решение имеет модульную платформу, позволяющую достичь желаемый уровень автоматизации в зависимости от

предъявляемых требований и категории переездов. Так, переезд может быть оснащен таким дополнительным функционалом, как видеонаблюдение и видеофиксация нарушений ПДД, контроль свободности зоны переезда, ограждение фактической зоны переезда, функция динамического закрытия переезда в зависимости от скорости движения поезда, табло обратного отсчета и др.

<http://rgups.public.ru/editions/37/issues/38370?view=doc&id=1522128>

### **«Облачная фабрика роботов»**

Программные роботы для автоматизации рутинных операций - один из актуальных трендов бизнеса. «Цифровые сотрудники» отвечают на звонки, регистрируют почту, составляют бухгалтерские документы и др. Универсальная технология позволяет оцифровать практически любой процесс от подбора персонала до диагностики оборудования.

ОАО «РЖД» в рамках Стратегии цифровой трансформации с успехом роботизирует бизнес-процессы. Компания получила отраслевую премию «ITSM-проект 2021 г.» за производство и внедрение алгоритмов в работу. С участием РЖД запущен первый в России маркетплейс программных роботов для отечественных предприятий.

«Облачная фабрика программных роботов» - первая и пока единственная российская площадка для роботизации бизнес-процессов. Пилотный проект по внедрению роботов с помощью платформы стартовал в ноябре 2021 г.

«Облачная фабрика роботов» уже сегодня готова предоставить бизнесу программы для автоматической регистрации почты, обработки входящих звонков, переноса данных и тестирования новых цифровых ресурсов. В списке доступных программных роботов более десяти наименований и это только первые шаги проекта.

<http://rgups.public.ru/editions/37/issues/38370/?view=doc&id=1522137>

### **Разработали водородный поезд с нулевым уровнем выбросов**

CRRC и Chengdu Rail Transit разработали водородный поезд с нулевым уровнем выбросов, который вскоре появится на китайских дорогах. Транспортное средство может развивать скорость до 160 км/ч, а также является самым быстрым поездом такого типа.

Выводимый на рынок четырехвагонный поезд питается от водородных топливных элементов с суперконденсаторным буфером, выделяющим только воду. Энергия вырабатывается за счет реакции водорода и кислорода в топливном элементе, что позволяет избежать выброса азота и серы. Это альтернативное решение для традиционных тяговых сетей.

Экологические соображения - не единственные плюсы поезда. В этом проекте также есть ряд интеллектуальных функций вождения, например, поезд не требует присутствия машиниста. Он запускается и останавливается

автоматически, имеет связь 5G и функцию возврата в депо. Поезд может перевозить более 1,5 тыс. пассажиров.

В настоящее время лидером в области водородного транспорта является Германия. С 2022 г. в эксплуатации находится около 14 водородных поездов Alstom. Их дальность следования составляет более 1000 км, в то время как поезд CRRC может преодолеть 600 км. Однако китайский поезд может превзойти Alstom по скорости примерно на 20 км/ч.



Стоит отметить, что Китай не уступает странам, которые больше всего продвигают экологически чистые транспортные решения. В мире насчитывается более тысячи водородных станций, и треть из них находится именно в Китае.

<http://rgups.public.ru/editions/37/issues/38709/?view=doc&id=1531887>

### **Новые поезда на чешских железных дорогах**

Чешские железные дороги представили новые поезда, поставленные компанией Pesa Bydgoszcz. Поезда предыдущего поколения назывались RegioShark. Новая серия получила название RegioFox.

Контракт предусматривает поставку 847 вагонов с возможностью дозаказа еще 160 вагонов. Новый поезд имеет просторный салон на 115 мест (в том числе 9 в первом классе), безбарьерный вход, отопление, кондиционер, USB-розетки для зарядки мобильных устройств, Wi-Fi, вакуумный туалет с пеленальным столиком. Поезд также оснащен внутренним и внешним светодиодным освещением, современной системой информирования пассажиров, системами связи GSM-R и европейской системой безопасности ETCS. В транспортных средствах есть место для перевозки восьми велосипедов, трех детских и двух инвалидных колясок. Поезда RegioFox соответствуют последним европейским стандартам ETCS и могут двигаться с максимальной скоростью 120 км/ч.

В январе один из новых поездов RegioFox прибыл в Вену для испытаний в климатической камере, еще один проходит испытания на полигоне в чешском Велиме. После завершения испытаний планируется их запуск в эксплуатацию.



<http://rgups.public.ru/editions/37/issues/38709/?view=doc&id=1531887>

### **Устройства IQ Series на новейшей телематической платформе**

Amsted Digital - дочернее предприятие вагоностроительной корпорации Amsted Rail подписало многолетний контракт с одной из крупнейших в Европе лизинговой компанией Ermewa на поставку 7 тыс. бортовых телематических устройств IQ Series для мониторинга технического состояния ключевых компонентов грузовых вагонов.

Устройства IQ Series построены на новейшей, не требующей обслуживания, телематической платформе с питанием от солнечной батареи и подзаряжаемых аккумуляторов. Они позволяют контролировать основные параметры ходовой части вагона. Устройства сертифицированы в соответствии с требованиями стандартов, действующих в Европе и Северной Америке.

Собранные устройствами данные поступают в облачную платформу компании Amsted Digital, использующую серверы службы Microsoft Azure. Данные анализируются и предоставляются операторам, которые занимаются планированием технического обслуживания и организацией перевозок. Устройства способны отслеживать местоположение вагонов, распознавать их груженое или порожнее состояние, выявлять ползуны на поверхности катания колес, идентифицировать проблемы с тормозами и выполнять другие функции без использования внешних датчиков.

<http://rgups.public.ru/editions/37/issues/38709/?view=doc&id=1531887>



## **Разработки платформы бронирования комбинированных перевозок Modility.**

Федеральное министерство цифровых технологий и транспорта Германии выделили средства на финансирование программы Future of Rail Freight Transport для ускорения разработки платформы бронирования комбинированных перевозок Modility.

Запланированные усовершенствования включают улучшенную информацию о ценах и доступной вместимости поездов, упрощение процесса бронирования и варианты технической интеграции с другими транспортными платформами.

Первоначально Modility была запущена в марте 2021 г. при федеральной поддержке, сейчас в ней зарегистрировано более 350 пользователей. В ее состав входят 40 операторов поездов, отправляющих около 2,5 тыс. составов в неделю по 650 маршрутам по всей Европе.

<http://rgups.public.ru/editions/37/issues/38709/?view=doc&id=1531887>

## **В РЖД рассчитывают получить высокоскоростной поезд нового поколения в 2027 году**

Государственная компания «Российские железные дороги» продолжает разрабатывать отечественный высокоскоростной поезд, заявил глава холдинга Олег Белозеров. Он отметил, что госкомпания надеется получить новый электропоезд в 2027 году.



Белозеров подчеркнул, что высокоскоростной поезд строят по поручению главы РФ Владимира Путина. По его словам, состав будет полностью российского производства. В настоящий момент холдинг разработал дизайн поезда и детальный план предстоящих стадий его производства.

Глава РЖД заверил, что компания готова построить высокоскоростную магистраль (ВСМ).

В РЖД обещают, что поезд будет двигаться со скоростью до 360 км/ч. К его созданию привлекли более 300 научных и промышленных предприятий России.

Ранее главный инженер холдинга Анатолий Храмцов рассказал, что РЖД и компания «Синара-транспортные машины» намерены начать сборку высокоскоростного поезда в 2026 году. В госкомпании заявили, что проводят испытания верхнего строения пути для будущих ВСМ. Инфраструктура должна обеспечить движение поездов со скоростью до 400 км/ч. Опытный участок уложен на экспериментальном кольце Всероссийского научно-исследовательского института железнодорожного транспорта.

Согласно планам РЖД, дорога по ВСМ из Москвы в Санкт-Петербург будет занимать 2 часа 15 минут. Фонд национального благосостояния направит на строительство магистрали до 468 млрд руб., заявили в Минтрансе РФ.

Однако российские власти не закладывали финансирование ВСМ в бюджет 2022–2024 годов. Холдинг планирует ввести в эксплуатацию входы магистрали в Москву и Санкт-Петербург в 2024 году, а строительство магистрали должно завершиться в 2027 году.

<https://habr.com/ru/news/738230/>

### **В Японии представили высокоскоростной поезд серии E8**

Железнодорожная компания JR East представила первый высокоскоростной электропоезд серии E8, который планируют ввести в эксплуатацию весной 2024 г. Презентация поезда состоялась в центре подвижного состава JR East в Рифу (префектура Мияги). До начала коммерческих перевозок поезд будет в течение года совершать испытательные поездки.



Восьмивагонные поезда серии E8 будут курсировать по маршрутам, соединяющим Токио с городами Фукусима, Ямагата и Синдзё, используя в том

числе линию мини-Синкансен Yamagata, проходящую в гористой местности, где зимой нередки сильные снегопады.



На линии Тохоку Синкансен поезд серии E8 развивает скорость до 300 км/ч, на линии мини-Синкансен будет курсировать с пониженной до 130 км/ч скоростью, поскольку эта линия проходит по трассе участка с кривыми малого радиуса и крутыми уклонами, на котором выполнена перешивка колеи с 1067 на 1435 мм. Соответственно обращающиеся по линиям мини-Синкансен поезда построены в расчете на более узкий габарит.

Новый подвижной состав придет на смену поездам серии E3, рассчитанным на скорость движения до 275 км/ч. Их вводили в эксплуатацию в период с 1995 по 2009 г.

Поезда серии E8 строит компания Kawasaki Heavy Industries с участием Hitachi. Каждый поезд состоит из шести моторных и двух прицепных вагонов (фото: Hitachi).

<https://zdmira.com/news/v-yaponii-predstavili-vysokoskorostnoj-poezd-serii-e8>

### **Перспективы развития высокоскоростного железнодорожного транспорта в России в сравнении с опытом железных дорог Испании**

Авторы: Холодов П.Н., Немитовская Д.В., Подвербный В.А.

В Транспортной Стратегии Российской Федерации на период до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года подчеркивается, что должно быть достигнуто повышение качества транспортных услуг в части комфортности и безопасности перевозок при сохранении ценовой доступности перевозок и в части скорости обслуживания пассажиров, что позволит достичь увеличения подвижности населения. При этом должна быть создана транспортная инфраструктура внутреннего туризма.

Как перспективное направление в Стратегии отмечается развитие инновационной железнодорожной инфраструктуры, подвижного состава и систем управления. И здесь, в первую очередь, имеется в виду высокоскоростное пассажирское движение по специализированным

выделенным вновь построенным и отреконструированным магистралям с улучшенными параметрами плана трассы и всех обустройств.

В то же время в Стратегии отмечается, что на сегодняшний день уровень транспортной подвижности населения в Российской Федерации в 2-4 раза ниже в сравнении с развитыми странами и высока неоднородность транспортной подвижности в дальнем сообщении, так как более 70% всех поездок приходится на 30% населения, проживающего в 20 крупнейших агломерациях, а за их пределами транспортная подвижность на 40% ниже, и крайне низка транспортная подвижность жителей Дальнего Востока.

В числе проблем развития транспортной инфраструктуры подчеркивается, что в России по-прежнему отсутствует высокоскоростное железнодорожное сообщение со скоростями движения 250-350 км/ч. При том, что другие виды транспорта динамично развиваются, что в совокупности с ограничениями железнодорожной инфраструктуры привело к снижению удельного веса железнодорожного транспорта в объемах перевозок пассажиров в дальнем следовании.

Исходя из выявленных проблем, в Стратегии определено основное направление развития транспортного комплекса Российской Федерации – развитие интегрированной сети скоростного и высокоскоростного железнодорожного сообщения.

При этом в числе важнейших приоритетов развития Единой опорной сети для достижения целевых значений транспортной доступности названо развитие инфраструктуры скоростного сообщения – развитие скоростных и высокоскоростных путей сообщения, как автомобильных дорог с разрешенной скоростью движения 130 км/ч, так и железных дорог с максимальной скоростью движения 160 км/ч и более.

В Стратегии сформулированы запросы, которые предположительно выдвигает потенциальный пассажир, в виде его ожиданий следующим образом: «Ожидания пассажиров скоростного железнодорожного транспорта включают в числе прочих следующие преимущества:

- физическую доступность транспортной инфраструктуры для возможности осуществления перевозок в дальнем следовании;
- ценовую (финансовую) доступность для возможности совершать поездки;
- удобство и комфорт перевозок, под которыми подразумевают: оптимальную маршрутную сеть, сокращение времени в пути, скорость прохождения предрейсовых процедур, удобное расписание, частоту, достаточность, пунктуальность, информативность поездок, удобство посадки (высадки), удобство пребывания на остановочных пунктах, наличие свободных посадочных мест, удобство оплаты проезда (в том числе интеграция оплаты проезда для разных видов транспорта), комфортную температуру в салоне подвижного состава, возможность использовать качественную связь и Интернет во время поездки.

В Стратегии отмечается, что в период до 2035 года в России планируется одновременное строительство нескольких скоростных и высокоскоростных железных дорог, а также реализация других масштабных проектов инвестиционной программы по развитию железнодорожной опорной сети, что вселяет оптимизм.

В части финансовых показателей развития транспортной инфраструктуры планируется, что суммарно для реализации целей Стратегии потребуется (в сопоставимых ценах 2020 года) при базовом сценарии более 23 трлн. рублей бюджетных средств и 37 трлн рублей внебюджетных средств. Предусматривается активное развитие государственно-частного партнерства и использование различных механизмов привлечения внебюджетных средств, что в рамках транспортных проектов позволит получить значительные мультипликативные социальные и экономические эффекты как на федеральном, так и на региональном уровнях. При реализации государственно-частного партнерства предполагается использовать концессии для развития транспортной инфраструктуры с одновременным развитием прилегающей территории.

Подводя итог, проведенному исследованию основных положений Стратегии, раскрывающих перспективы развития скоростного и высокоскоростного железнодорожного транспорта в России, можно констатировать, что развитие пассажирских перевозок дальнего следования в России, строительство и запуск скоростных и высокоскоростных железнодорожных магистралей планируется в рамках второго этапа реализации Стратегии в 2025-2030 гг.

Следовательно, необходимо изучить опыт создания подобных транспортных систем в других странах и использовать положительные примеры.

Испания достигла больших результатов по развитию скоростного и высокоскоростного движения поездов.



Высокоскоростной поезд AVE Class 103 следует по линии Кордоба-Малага

Следует отметить, что Испания является второй в мире после Японии по показателю соблюдения расписания поездов. На испанских скоростных дорогах показатель пунктуальности (соблюдения графика движения) равен 98,5%, в Японии прибытие поездов в срок по расписанию составляет 99,0%. На скоростных дорогах Испании при опоздании поезда на 5 минут и более пассажиру возвращается полная стоимость билета.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что в конкурентной борьбе с автомобильным и авиационным транспортом высокоскоростной железнодорожный транспорт в России будет иметь серьезные преимущества при условии высоких показателей пунктуальности и средней коммерческой скорости.

Изучение опыта развития испанских высокоскоростных дорог будет полезно для проектирования российских железных дорог.

Подводя итог проведенному анализу основных положений Стратегии, раскрывающему перспективы развития высокоскоростного железнодорожного транспорта в России, можно констатировать, что уровень транспортной подвижности населения в Российской Федерации в 2-4 раза ниже по сравнению с развитыми странами, и высока неоднородность транспортной подвижности в дальнем сообщении, что является серьезным ограничением экономического развития экономики страны.

[https://elibrary.ru/download/elibrary\\_50455072\\_61377236.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_50455072_61377236.pdf)

### **Железнодорожный транспорт Китая: система высокоскоростных поездов**

Автор: Чжичжэн Юй

На сегодняшний день Китай занимает первое место в мире по протяженности путей скоростных железнодорожных магистралей и разработке технологий производства высокоскоростных поездов. Китайские высокоскоростные железные дороги занимают 2/3 сети всего мира. По итогу 2021 г. сеть высокоскоростных железных магистралей обеспечивает 95% городов, где население составляет более 1 млн. человек.

За 2022 г. Китай ввел в эксплуатацию 2082 км. ВСМ (Высокоскоростные магистрали), увеличив общую длину до 42 тыс. км. Сеть высокоскоростных железных магистралей в основном сосредоточена в юго-восточной, центральной и северо-восточной части Китая, соединяющая основные города прибрежной зоны: Пекин, Харбин, Шанхай, Гуанчжоу, Шэньчжэнь, Гонконг, Ханчжоу, Фучжоу, Циндао; основные города центрально-восточной: Тайюань, Сюйчжоу, Ланьчжоу, Чэнду, Ухань, Куньмин. В западной части Китая линия ВСМ проходит от центрально расположенного города Ланьчжоу и следует до отдаленного на западе крупного города Урумчи, протяженность железной дороги составляет 1776 км., а время в пути занимает 11 часов. Созданная сеть ВСМ позволяет передвигаться людям от Пекина до крупных городов в восточной части страны в пределах 8 ч. за исключением Наньнина,

Куньмина, обеспечивая быструю мобильность населения, высокую провозную способность в периоды многочисленных поездок жителей Китая.

Считается, что для железнодорожных транспортных средств скорость движения 200 км/ч. и выше называется высокоскоростной. Расчетная скорость<sup>1</sup> на высокоскоростных магистралях Китая составляет не менее 200 км/ч. С учетом того, что современные скоростные поезда полностью освоили скорость более 300 км/ч., концепция высокоскоростных поездов постепенно приняла 250 км/ч. в качестве минимального стандарта.

Группа высокоскоростных поездов EMU – один из существующих классов поездов в Китае, он относится к самому высокому уровню. Тип G (Gaotie) – самый быстрый и комфортабельный, максимальная рабочая скорость поезда составляет не менее 300 км/ч. и более, такой тип поезда не относится к дальним междугородним сообщениям. Тип D (Dong) – максимальная рабочая скорость поезда составляет 300 км/ч., осуществляет дальние междугородние направления; класс C (Cheng) – максимальная рабочая скорость поезда составляет 250 км/ч., относится к общим электропоездам EMU. Поезда типа Gaotie движутся только по специализированным высокоскоростным магистралям, которые выполняют ряд функций: они имеют меньший угол поворота и применяется безбалластный путь на бетонном основании.

Серия CRH380 «Harmony» является основой для разработки китайского стандарта EMU высокоскоростной серии «Fuxing» CR400. Тестовая скорость серии CRH380 выше, однако по всем остальным показателям серия CR400 значительно превосходит.

Поезда серии «Harmony» могут развивать скорость до 350 – 380 км/ч., однако скорость не является основным показателем качества высокоскоростного поезда, с точки зрения безопасности и энергопотребления «Harmony» отстает от «Fuxing». Китайские разработчики модернизируют серию «Fuxing», поезда становятся все более интеллектуальными и автоматизированными с инновационными технологиями. Хотя серия «Harmony» оставила важный след в развитии китайского EMU, в итоге «Fuxing» ее вытеснит.



От «догоняющего» к «ведущему», китайская высокоскоростная железная дорога достигла превосходства. Из 254 главных стандартов, принятых для «Fuxing», 84% – китайские стандарты, а общий дизайн и ключевые технологии разработаны самостоятельно, с полностью независимыми правами интеллектуальной собственности.

Сегодня серия «Fuxing» сформировала класс составов, которые могут адаптироваться к различным условиям эксплуатации, таких как высокогорье, холод и жара, ветер и песок. Китай стал единственной страной в мире, которая достигла коммерческой эксплуатации высокоскоростных железных дорог со скоростью 350 км/ч, установив эталон самого быстрого в коммерческой эксплуатации высокоскоростных железных дорог состава в мире и продемонстрировав всему миру «скорость Китая».

[https://www.elibrary.ru/download/elibrary\\_50520196\\_34761483.pdf](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_50520196_34761483.pdf)