

# ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТРАНСПОРТ

Выбор варианта трассы  
высокоскоростной железнодорожной  
магистрالی Москва — Санкт-Петербург.

стр. 4



- 22 Экология как приоритет.  
Об итогах реализации  
Экологической стратегии ОАО «РЖД»
- 45 Площадки инноваций



**В** НАШИ дни жизнь как крупных городских агломераций, так и небольших населенных пунктов, через которые проходят стальные магистрали, невозможно представить без пригородного железнодорожного транспорта. В ряде мест он является единственным видом сообщений, устойчиво функционирующим в течение всего года и обеспечивающим транспортную доступность. Поэтому вполне закономерно то большое внимание, которое холдинг «РЖД» при поддержке федеральных и региональных органов власти уделяет развитию и совершенствованию пригородных пассажирских перевозок. Одно из приоритетных направлений этой многоплановой работы – пополнение и обновление парка пригородного пассажирского подвижного состава.

В 2020 г. «Российские железные дороги» обновили парк пригородных поездов в 23 субъектах Российской Федерации, закупив для этих целей 346 новых вагонов различных модификаций на общую сумму более 28 млрд руб.

Благодаря этому удалось не только создать более комфортные условия для проезда пассажиров, но и расширить маршрутную сеть пригородных сообщений, а также привлечь на ряд направлений туристов за счет организации удобного транспортного сервиса. Сегодня новые поезда эксплуатируются 10 пригородными компаниями на более чем 40 маршрутах.

Для линий, электрифицированных на переменном токе, поставляются электропоезда серии ЭПЗД. За последнее время несколько таких новых тяговых единиц вышло на маршруты в Воронежской, Саратовской и Иркутской областях, в Забайкальском крае. Современные электропоезда постоянного тока серии ЭП2Д начали работать в Белгородской, Кемеровской, Новосибирской областях, Республике Башкортостан и ряде других регионов. В 2020 г. были также приобретены электропоезда «Ласточка» как постоянного тока, так и двухсистемные для эксплуатации в Калининградской, Тверской, Свердловской, Челябинской областях, Пермском крае, в Московской и Санкт-Петербургской агломерациях.

Для перевозок на неэлектрифицированных участках железных дорог все шире используются рельсовые автобусы. В 2020 г. 13 рельсовых автобусов серии РА3 «Орлан» вышли на маршруты на Сахалине, в Архангельской, Ивановской и Свердловской областях, в Рес-

публике Удмуртия и ряде других регионов. Кроме того, в 2020 г. для формирования пригородных составов на сеть российских железных дорог поступили 92 вагона локомотивной тяги.

Новые поезда, поставляемые в регионы, изготовлены с использованием новейших технологий, оборудования и материалов. Они в полной мере отвечают современным международным требованиям, предъявляемым к безопасности подвижного состава и уровню комфорта. Вагоны оснащены системами климат-контроля, очистки и обеззараживания воздуха, светодиодным освещением, информационными табло, подъемниками и креплениями для инвалидов колясок, креплениями для провоза велосипедов и т.д.

Наряду с закупками новых поездов ОАО «РЖД» стремится поддерживать в хорошем техническом состоянии и модернизировать существующий подвижной состав. В прошлом году, к примеру, был выполнен капитальный ремонт 956 вагонов электричек на сумму почти 5 млрд руб. При этом была проведена замена ряда узлов и агрегатов, оборудования салонов, электрических аппаратов и электронных устройств, осуществлены зачистка и окраска кузовов с заменой их элементов и модернизацией конструкции.

Реализация масштабной программы обновления парка подвижного состава делает пригородный железнодорожный транспорт все более привлекательным для населения нашей страны.





Издается  
с 1826 года

# ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТРАНСПОРТ

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

## СОДЕРЖАНИЕ

## 2-2021

### 2 КОРотКО О ВАЖНОМ

#### **ВЫСОКОСКОРОСТНОЕ ДВИЖЕНИЕ**

**5** О реализации проекта строительства ВСЖМ-1 Москва – Санкт-Петербург.  
КОБЗЕВ С.А.

**10** Сравнение вариантов прохождения трассы ВСЖМ-1.  
ТИХОНОВ А.Б.

#### **ЛОГИСТИКА**

**16** Характеристика и роль терминальной сети транспортного узла в организации контейнерных поездов.  
ГОЛОМОЛЗИН В.Г.,  
ПОКРОВСКАЯ О.Д.

#### **ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК**

**23** Об итогах реализации экологической стратегии ОАО «РЖД».  
ЛИСИЦЫН А.И.

#### **ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ РАБОТА**

**29** Использование пропускной способности станций при интервальном регулировании движения поездов.

БОРОДИН А.Ф.,  
ГОРБУНОВ Г.Г.,  
СОКОЛОВ А.Ю.,  
СМИРНОВ А.Е.,  
ГУРГЕНИДЗЕ И.Р.,  
КАЛИНИН С.В.,  
КОЗЛОВСКИЙ А.П.

#### **СТАНЦИЯ**

**37** Эффективней использовать возможности систем станционной автоматизации.  
ЗУЕВ Г.А.,  
САВИЦКИЙ А.Г.

**44** НОВОСТИ  
ТРАНСПОРТНОГО  
МАШИНОСТРОЕНИЯ

#### **ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ**

**45** Площадки инноваций.  
ДЮЖАКОВА Л.П.,  
АЛАСАНИЯ М.М.,  
ШИШКОВА Д.М.

#### **ИНФРАСТРУКТУРА**

**54** Совершенствование системы управления техническим обслуживанием пути.  
ПЕВЗНЕР В.О.,  
ГРИНЬ Е.Н.

#### **ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ**

**60** Развитие функциональных возможностей системы диагностики локомотивов.  
БУЙНОСОВ А.П.,  
ХУДОЯРОВ Д.Л.,  
ТЮШЕВ И.А.

**64** Моделирование и оптимизация системы ремонта вагонов.  
ЗЯБЛОВ А.В.,  
БЕСПАЛЬКО С.В.,  
ГРИГОРЬЕВ П.С.,  
КУЗНЕЦОВА Ю.А.

#### **ОХРАНА ТРУДА**

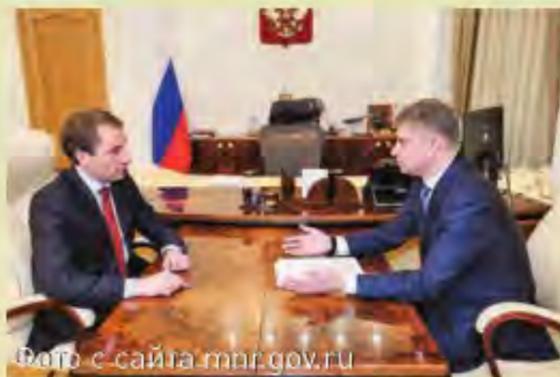
**66** На основе прогнозирования.  
ПАЗУХА А.А.

#### **СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ**

**69** Музей железных дорог России. Натурные образцы. Открытая площадка. Электровозы

**78** НА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГАХ  
МИРА

На 1 стр. обложки  
фото С.В. Гусева



### **БАЙКАЛУ – ОСОБОЕ ВНИМАНИЕ**

**В январе состоялась встреча генерального директора – председателя правления ОАО «РЖД» О.В. Белозёрова с министром природных ресурсов и экологии Российской Федерации А.А. Козловым.**

В ходе беседы глава холдинга «РЖД» подчеркнул, что компания четко следует по пути развития, ориентированному на бережное отношение к природе. Он сообщил, что 2021 г. станет в ОАО «РЖД» Годом экологии. Основное внимание будет направлено на реализацию совместных с Минприроды России мероприятий по охране озера Байкал в ходе реконструкции железнодорожной инфраструктуры. В ОАО «РЖД» создан цифровой комплекс для защиты окружающей среды, промышленной и пожарной безопасности. В текущем году планируется его интеграция в единую систему экологического мониторинга Минприроды России. На каждый объект в зоне Байкальской природной территории разрабатывается свой экологический паспорт. Он будет содержать информацию о проекте реконструкции, компенсационных мероприятиях, данные мониторинга и отбора проб на объектах по таким показателям, как почвенный покров, атмосферный воздух, сточные воды, физические факторы и др. Подготовлена Экологическая стратегия ОАО «РЖД» до 2030 года, основной целью которой является дальнейшее сни-

жение влияния производственной деятельности компании на окружающую среду. Документ учитывает международную повестку устойчивого развития и зеленой экономики.

### **ПРОГРАММА РАЗВИТИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА**

**Руководители социально-кадрового блока ОАО «РЖД» на площадке Корпоративного университета РЖД провели общесетевой HR-Марафон 2025, посвященный новой программе развития человеческого капитала компании до 2025 г.**

Марафон стал одним из самых масштабных онлайн-мероприятий в компании. Трансляцию в прямом эфире одновременно смотрели более 3 тыс. работников со всех 16 дорог. В их числе сотрудники центрального аппарата, железных дорог, функциональных филиалов и дочерних обществ, а также руководители и специалисты линейного уровня, которые занимаются вопросами управления персоналом, социального развития, организации, оплаты и мотивации труда, организационно-штатной работы. Открывший марафон заместитель генерального директора ОАО «РЖД» Д.С. Шаханов отметил, что при разработке обновленной программы были учтены интересы всех сторон: государства, бизнес-подразделений холдинга, работников и специалистов социально-кадрового блока. В первую очередь она направлена на то, чтобы обеспечить компанию квалифицированным и мотивированным персоналом, но вместе с тем будет способствовать и достижению национальных целей, в частности росту населения за счет корпоративной поддержки материнства и детства, помощи в улучшении жилищных условий. Модератор марафона начальник Департамента управления персо-

налом ОАО «РЖД» С.Ю. Саратов отметил, что программа носит прикладной характер и содержит информацию по каждому социально-кадровому процессу: от описания его текущего состояния до целевого ориентира и шагов, которые нужно предпринять для его достижения. С одной стороны, в ней сохранены все хорошо зарекомендовавшие себя в последнее время подходы, которые компания планирует развивать дальше, с другой – определен комплекс новых инициатив, в частности развитие эффективных кадровых лифтов. В числе основных направлений программы – обеспечение персоналом, повышение эффективности персонала, материальная и нематериальная мотивация, корпоративная культура и среда, реализация обеспечивающих HR-функций.

### **ФАБРИКА РОБОТОВ**

**Компанией «РЖД-Технологии» (дочернее общество ОАО «РЖД») начата реализация проекта «Облачная фабрика программных роботов» для транспортно-логистической отрасли.**

В ходе работы над проектом будет создана первая в стране цифровая платформа, объединяющая отраслевых заказчиков и производителей роботов. Проект реализуется совместно с российским разработчиком систем роботизации бизнес-процессов ООО «Робин». Облачная фабрика программных роботов должна начать работу уже к июлю нынешнего года. Это будет отечественная цифровая инфраструктура для администрирования информационных систем и баз данных, электронного оформления услуг, обработки звонков контакт-центров, включающая в себя платформу для эксплуатации программных роботов, модуль разработки и магазин готовых роботов, в котором пользователи смогут

покупать программные решения для применения в рамках платформы. Одновременно продолжается работа по реализации плана внедрения фабрики роботизации в ОАО «РЖД». На базе Главного вычислительного центра ОАО «РЖД» уже были созданы и введены в эксплуатацию более 1 тыс. программных роботов. С их помощью автоматизировано свыше 980 рутинных операций, выполнявшихся ранее вручную, обработано более 500 тыс. обращений пользователей информационных систем холдинга.

### НОВЫЙ ПРИГОРОДНЫЙ ВОКЗАЛ

**В подмосковном Одинцове завершена реконструкция станции МЦД-1 Баковка.**

Исходя из ожидаемого роста пассажиропотока на линии МЦД-1 Одинцово – Лобня и перспективы развития прилегающей территории была проведена комплексная реконструкция остановочного пункта Баковка. Бывший дачный поселок стал быстрорастущим микрорайоном, где проживают более 20 тыс. чел. Реконструкция проходила в несколько этапов. Новая пассажирская инфраструктура включает в себя обновленные платформы, подземный пешеходный переход с выходом на платформу с восточной стороны станции и подземный пассажирский терминал с западной стороны вблизи квартала многоквартирных жилых домов. Терминал площадью



Фото С.В. Гусева



Фото С.В. Гусева

1,8 тыс. м<sup>2</sup> оборудован лифтами и эскалаторами, санитарными комнатами и теплым кассовым залом. Для маломобильных пассажиров имеются специализированные касса и туалет. Технические и архитектурные решения, использованные при создании новой станции, рассчитаны на пассажиропоток 15 тыс. человек в сутки. Работы по реконструкции проводились практически без ограничений в графике движения поездов.

### ЮБИЛЕЙ ЦФТО

**В ОАО «РЖД» прошло селекторное совещание, посвященное 25-летию Центра фирменного транспортного обслуживания (ЦФТО).**

Мероприятие провел генеральный директор – председатель правления ОАО «РЖД» **О.В. Белозёров**. Он поблагодарил всех работников сферы фирменного транспортного обслуживания за результативный и эффективный труд. «Надежность любой системы обычно проверяется в самых сложных условиях. В этом смысле прошедший 2020 г. стал для всех нас хорошей проверкой, которую компания с честью выдержала. Мы достигли достойных результатов практически по всем направлениям де-

ятельности, включая результаты работы коммерческо-сбытового блока», — отметил глава холдинга. Особенно весомы достижения в наращивании объемов контейнерных перевозок. Первый руководитель ЦФТО **Б.М. Лapidус**, а также возглавлявшие Центр в разные годы **С.М. Бабаев**, **Е.А. Кунаева**, сотрудники территориальных центров рассказали о становлении и развитии системы фирменного транспортного обслуживания, в частности о первых шагах работы агентской сети, внедрении системы ЭТРАН, во многом положившей начало эпохе цифрового взаимодействия с клиентами и другими участниками транспортного рынка. Заместитель генерального директора – начальник Центра фирменного транспортного обслуживания ОАО «РЖД» **А.Н. Шило** рассказал о планах на ближайшие годы. Он подчеркнул необходимость перевода всех операций с клиентом и всех внутренних системных процессов ЦФТО в цифровой формат. В числе приоритетных задач руководитель Центра назвал обеспечение простоты и удобства транспортировки небольших партий грузов, характерных для производств малого и среднего бизнеса.

# ВЫБОР ВАРИАНТА ТРАССЫ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ МАГИСТРАЛИ МОСКВА - САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

Одним из ключевых направлений деятельности ОАО «РЖД» является расширение полигона скоростных и высокоскоростных перевозок. Во исполнение поручения Президента Российской Федерации от 10 апреля 2019 г. № Пр-623 в рамках инвестиционной программы компании в 2020 г. начато проектирование высокоскоростной железнодорожной магистрали Москва - Санкт-Петербург (ВСЖМ-1), которая должна обеспечить качественно новый уровень транспортной доступности для жителей Москвы и Санкт-Петербурга, Ленинградской, Новгородской, Тверской и Московской областей. В настоящее время главная задача заключается в выборе оптимального варианта прохождения магистрали. Этому вопросу было посвящено заседание Научно-технического совета ОАО «РЖД», состоявшееся в декабре прошлого года в формате видеоконференции. Открывая его, генеральный директор - председатель правления ОАО «РЖД» О.В. Белозёров подчеркнул, что проектируемый высокоскоростной транспортный коридор должен быть максимально эффективным, работать на повышение связанности территорий, развитие региональной экономики и при этом не создавать искусственной конкуренции видов транспорта.



«Максимальный учет всех интересов при реализации этого масштабного проекта пойдет ему только на пользу, ведь дорога строится, в первую очередь, для людей», - отметил он. Научно-технический совет рассмотрел результаты технико-экономического сравнения трех конкурентоспособных вариантов прохождения трассы: Западного, Новгородского и Валдайского. По итогам обсуждения единогласно было принято решение рекомендовать Новгородский вариант. Предлагаем вниманию читателей журнальные варианты выступлений на Научно-техническом совете заместителя генерального директора - главного инженера ОАО «РЖД» С.А. Кобзева и генерального директора АО «Росжелдорпроект» А.Б. Тихонова.

# О РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА СТРОИТЕЛЬСТВА ВСЖМ-1 МОСКВА - САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

Автор: С.А. КОБЗЕВ



**С.А. КОБЗЕВ,**  
ОАО «РЖД», заместитель  
генерального директора –  
главный инженер

КОМПАНИЯ «Российские железные дороги» проводит большую работу, нацеленную на расширение спектра транспортных услуг и повышение их качества. Одним из ключевых направлений является увеличение полигона скоростных и высокоскоростных перевозок между крупнейшими агломерациями страны. В ходе реализации стратегии развития холдинга «РЖД» ведется актуализация программы организации скоростного и высокоскоростного железнодорожного сообщения в Российской Федерации, обусловленная необходимостью проведения глубокой технологической реформы пассажирского блока и повышения конкурентоспособности железнодорожного транспорта в сегменте пассажирских перевозок. В 2021 г. эта программа будет вынесена на широкое обсуждение.

В настоящее время рассматриваются 16 проектов скоростного и высокоскоростного сообщения в 39 субъектах Российской Федерации, осуществление которых свяжет 128 малых, средних и крупных городов. В зоне охвата перспективной сети проживают около 90 млн человек.

Приоритетным является проект строительства ВСЖМ-1 Москва - Санкт-Петербург протяженностью около 680 км. В результате его реализации Москва и Санкт-Петербург окажутся в едином двухчасовом поясе транспортной доступности. Это создаст принципиально новые возможности для людей, проживающих в шести субъектах РФ, а также для туристов и представителей деловой сферы. Завершить строительство трассы планируется к концу 2027 г. Входы в Москву и Санкт-Петербург должны быть построены до конца 2024 г.

**Перспективная сеть скоростного и высокоскоростного железнодорожного сообщения  
в Российской Федерации к 2036 г.**

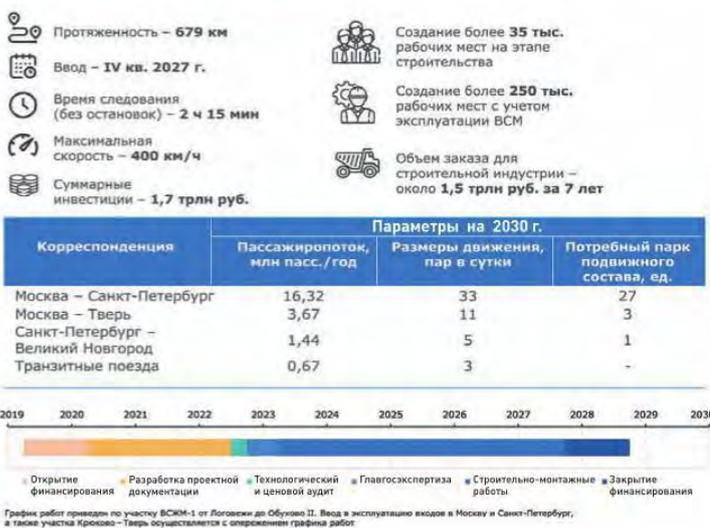
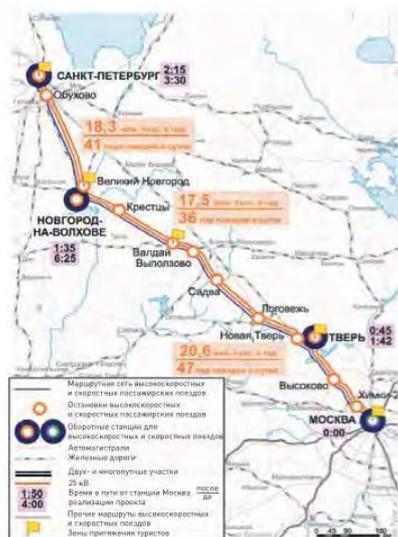


**ВСМ** – выделенная железнодорожная линия (участок), созданная для движения пассажирских и специализированных грузовых поездов со скоростями свыше 200 км/ч  
**СМ** – железнодорожная линия (участок), позволяющая реализовать движение со скоростями от 140 до 200 км/ч включительно

Уже на этапе строительства будут созданы более 35 тыс. новых рабочих мест. С учетом эксплуатации линии этот показатель превысит 250 тыс. Намечено использовать новый высокоскоростной подвижной состав российского производства, способный развивать скорость до 400 км/ч.

Магистраль, проходящая через Великий Новгород, Тверь и Клин, соединит крупнейшие агломерации страны в которых проживают около 30 млн человек, сделает перемещение между двумя столицами быстрым и комфортным. Следует отметить, что суммарный туристический поток в Москве, Санкт-Петербурге и других городах, через которые будет проложена трасса, составил в 2019 г. около 37 млн человек. Магистраль окажет значительное влияние на развитие всех регионов, тяготеющих к ней, повысит доступность культурных и деловых центров, природных заповедников. Кроме того, улучшатся условия трудового маятникового движения. С учетом прогноза развития регионов ожидаемый пассажиропоток на ВСЖМ-1 в 2030 г. превысит 23 млн человек.

### ВСЖМ-1 Москва – Санкт-Петербург



Безусловно, пандемия COVID-19 вносит свои коррективы и осложняет прогнозы. В то же время мы наблюдаем значительное повышение интереса к объектам внутреннего туризма, развитие внутрироссийских маршрутов. В целом происходит перестройка транспортных связей, при которой спрос на мобильность в перспективе будет расти. Магистраль окажется притягательной для людей благодаря скорости и современному подвижному составу, развитию интеграционных проектов в городах. Она станет, как показывают опыт других стран и отечественный опыт запуска «Сапсанов» и «Ласточек», комфортной составляющей повседневной жизни.

Бесспорными преимуществами высокоскоростного железнодорожного транспорта являются его экологичность и энергоэффективность. Он имеет минимальный углеродный след: выбросы углекислого газа почти в 7 раз ниже, чем на автомобильном транспорте, и в 8,7 раза ниже, чем на авиационном. По энергоэффективности высокоскоростные поезда в 3 раза превосходят автомобильный транспорт и 8,5 раз - авиационный.



Федерации В.В. Путина от 10 апреля 2019 г. № Пр-623 ОАО «РЖД» приступило к разработке проектной документации для строительства магистрали. Проект включен в Транспортную часть комплексного плана модернизации и расширения магистральной инфраструктуры на период до 2024 года.

Компанией выполнена значительная работа по подготовке решений о порядке и этапности реализации проекта. По результатам всестороннего рассмотрения в Правительстве Российской Федерации и Министерстве транспорта с участием



В 2009 г. было разработано обоснование инвестиций в строительство высокоскоростной железнодорожной магистрали Москва - Санкт-Петербург, в 2010 г. на него было получено положительное заключение государственной экспертизы. Во исполнение поручения Президента Российской Федерации

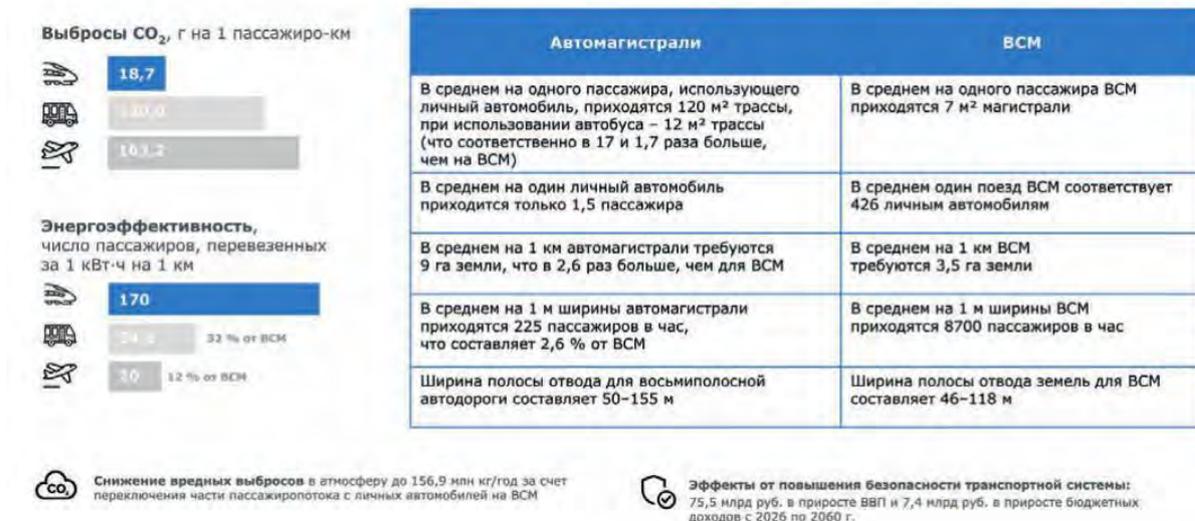
профильных федеральных органов исполнительной власти подготовлен следующий сценарий строительства ВСЖМ-1: к концу 2024 г. ввод участков Москва - Крюково и Санкт-Петербург - Обухово; к концу 2025 г. - участка Крюково - Тверь; к концу 2027 г. - участка Тверь - Обухово.

Расчеты, выполненные с учетом эффектов инвестиционного спроса, прямых и агломерационных эффектов, а также эффектов от роста безопасности и снижения времени в пути, показывают, что от создания ВСЖМ-1 значительный прирост доходов получают как регионы прохождения трассы (Москва, Санкт-Петербург, Московская, Тверская, Новгородская и Ленинградская области), так и другие субъекты Российской Федерации, которые примут участие в производственной кооперации. Суммарно прирост ВВП за время строительства и первые 10 лет эксплуатации составит более 4,7 трлн руб. Каждый рубль, вложенный в строительство, принесет экономике страны почти три рубля экономического эффекта. Прирост бюджетных доходов за этот же период составит более 900 млрд руб.

Существенной составляющей проекта ВСЖМ-1 является формирование земельно-имущественного комплекса магистрали. Для соблюдения директивных сроков ввода объекта в эксплуатацию необходимо приступить к указанной работе в начале 2022 г. по участкам Москва - Крюково, Санкт-

Петербург - Обухово и Крюково - Тверь, а в начале 2023 г. - по участку Тверь - Обухово. Документация по планировке должна быть согласована и утверждена профильными органами власти и местного самоуправления. В зависимости от формы собственности земельных участков нормативная продолжительность мероприятий по оформлению прав составляет от 8 мес. до 2,5 лет в случае необходимости судебного разрешения споров. Для решения данной задачи необходима организация слаженного взаимодействия ОАО «РЖД» с федеральными и региональными органами государственной власти.

**Высокоскоростной поезд – наиболее экологичный и энергоэффективный вид транспорта**



Важным вопросом при сооружении ВСЖМ-1 является локализация на территории Российской Федерации современных технологий и производств, в первую очередь высокоскоростного подвижного состава, а также ключевых элементов инфраструктуры. ОАО «РЖД» в партнерстве с российским машиностроительным комплексом, зарубежными компаниями и научными организациями приступило к разработке российского высокоскоростного поезда для скоростей движения до 400 км/ч. В 2019 г. был создан Инжиниринговый центр железнодорожного транспорта. Он организован в соответствии с лучшими мировыми практиками и имеет в своем штате лучших российских инженеров с опытом работы в ведущих российских и мировых компаниях.

Подписано соглашение о намерениях об организации производства высокоскоростных поездов на предприятии ООО «Уральские локомотивы». Для реализации проекта осуществляются кооперация и трансфер технологий ведущих мировых производителей в области транспортного машиностроения с закреплением ключевых компетенций в России и созданием российского высокотехнологичного производства.

Этапы реализации проекта ВСЖМ-1



Генеральной проектной организацией для проведения инженерных изысканий и разработки проектно-сметной документации ВСЖМ-1 Москва - Санкт-Петербург определен Росжелдорпроект - ведущий проектный институт в области проектирования инфраструктуры железнодорожного транспорта. К работам также привлечены профильные институты Ленгипротранс, Гипротранспуть и Мосгипротранс, широкий круг экспертов.

В 2020 г. была выполнена проработка около десяти вариантов прохождения трассы с учетом результатов обоснования инвестиций и развернутых на полигоне проектных работ. Рассмотрены варианты с заходом трассы в Великий Новгород, с прохождением через населенные пункты Шушары, Форносово, Мясной Бор, Крестцы, Валдай, Выползово или вблизи них.

Эффекты от создания ВСЖМ-1 для экономики регионов

РЕГИОН	ПРИРОСТ ВВП, млн руб. в ценах 2019 г.		ПРИРОСТ БЮДЖЕТНЫХ ДОХОДОВ, млн руб. в ценах 2019 г.	
	Этап строительства	10 лет эксплуатации	Этап строительства	10 лет эксплуатации
Москва	77 438	634 832	13 517	122 492
Московская область	119 314	44 568	18 409	4532
Тверская область	489 018	1 521 458	69 417	162 847
Новгородская область	250 802	203 436	37 517	13 810
Ленинградская область	108 414	14 809	16 884	1823
Санкт-Петербург	31 338	50 688	4742	6240
Иные регионы Российской Федерации	884 797	327 210	293 350	169 364
<b>Итого</b>	<b>1 961 121</b>	<b>2 797 001</b>	<b>453 836</b>	<b>481 108</b>

Ввод магистрали в Москву и Санкт-Петербург планируется выполнить в транспортном коридоре Октябрьской железной дороги. Будут организованы современные транспортно-пересадочные узлы, увязанные с городским транспортом. Работу по окончательному согласованию их размещения ОАО «РЖД» проводит в продуктивном сотрудничестве с правительствами Москвы и Санкт-Петербурга.

Выполнен сравнительный анализ технико-экономических показателей конкурентных вариантов трасс с учетом природных, экологических и социально-экономических факторов.

**Формирование земельно-имущественного комплекса**



**Проработки вариантов внешнего вида российского высокоскоростного поезда, выполненные Инжиниринговым центром железнодорожного транспорта**



# СРАВНЕНИЕ ВАРИАНТОВ ПРОХОЖДЕНИЯ ТРАССЫ ВСЖМ-1

Автор: А.Б. ТИХОНОВ



**А.Б. ТИХОНОВ,**  
генеральный директор  
АО «Росжелдорпроект»

ОСНОВНОЙ задачей предпроектных проработок ВСЖМ-1 явилось рассмотрение возможных конкурентных вариантов ее трассы в границах шести субъектов РФ с учетом социальных, технических и экономических факторов. Главными критериями при выборе наиболее оптимального варианта были следующие:

- достижение социально-экономических эффектов (в виде дополнительной валовой добавленной стоимости и дополнительных бюджетных доходов);
- максимальное удовлетворение потребностей в перевозке пассажиров;
- минимальное время нахождения пассажиров в пути от Москвы до Санкт-Петербурга;
- минимальный объем земляных работ при сооружении объектов;
- минимальное число искусственных сооружений;
- наименьший снос жилой застройки;
- минимальное негативное воздействие на окружающую среду;
- наименьшая стоимость создания инфраструктуры.

К проектированию ВСЖМ-1 генпроектировщик АО «Росжелдорпроект» привлек свои ведущие филиалы: Гипротранспуть, Гипротранссигналсвязь, Трансэлектропроект. К работе были подключены ведущие проектные институты в области проектирования железнодорожной инфраструктуры АО «Мосгипротранс» и АО «Ленгипротранс», имеющие опыт проектирования ВСМ-2 Москва - Казань. Поскольку требовалось не только выполнить проект, но и разработать Специальные технические условия для проектирования, строительства и эксплуатации ВСМ, инновационные технические решения по искусственным сооружениям, безбалластному верхнему строению пути, контактной сети, средствам связи системе управления движением, были привлечены также более отраслевых проектных и научно-исследовательских организаций, в их числе научные подразделения Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I (ПГУПС), АО «НИИАС», АО «ВНИИЖТ».

Основные технические параметры магистрали приняты согласно заданию на подготовку проектной документации, утвержденному первым заместителем генерального директора ОАО «РЖД» А.А. Краснощekom 6 февраля 2020 г. № 125. Магистраль будет представлять собой двухпутную линию, специализированную для высокоскоростных пассажирских поездов, курсирующих со скоростями до 400 км/ч. Время в пути от Москвы до Санкт-Петербурга без остановок должно составить не более 2,5 ч. Для обеспечения высоких скоростей допускается устройство кривых радиусом не менее 10 000 м, в трудных условиях - не менее 7500 м. На входах в Москву и Санкт-Петербург,

где скорости будут не более 200 км/ч, предусмотрена укладка пути на балластном основании, на остальных участках линии - безбалластного пути. Электроснабжение на входах в Москву и Санкт-Петербург будет на постоянном токе напряжением 3 кВ, на остальной части линии - на переменном токе напряжением 25 кВ (система 2х25 кВ). Максимальная статическая нагрузка от колесной пары на рельсы высокоскоростных поездов составит не более 171,7 кН.

Для выполнения проектных работ использовались следующие исходные данные:

- материалы обоснования инвестиций в строительство высокоскоростной магистрали Москва - Санкт-Петербург, выполненного в 2010 г.;
- отчет по результатам сравнительного анализа параметров проектирования и принятых основных проектных решений исходного проектирования 2012 г.;
- технические требования на высокоскоростной железнодорожный подвижной состав;
- выполненный ООО «Центр экономики инфраструктуры» по договору с АО «Скоростные магистрали» в 2019 г. расчет предпосылок по пассажиропотоку, стоимости билета, необходимых для расчета финансовой модели создания ВСЖМ-1;
- картографические материалы на основании дистанционного зондирования территории со спутников, аэрофотосъемки и воздушного лазерного сканирования.

### Основные технические параметры трассы

- Специализация линии – высокоскоростная двухпутная железнодорожная магистраль
- Максимальная скорость движения – 350 км/ч, на отдельных участках – до 400 км/ч
- Время в пути – от 2 ч до 2 ч 30 мин
- Допустимый радиус кривых в плане – не менее 10 000 м, в трудных условиях – не менее 7500 м
- Наибольший уклон – 24 ‰
- Конструкция верхнего строения пути – безбалластная
- Тяга – электрическая (постоянного тока 3 кВ, переменного тока 2 х 25 кВ)
- Контактная сеть – КС 400
- Нагрузка от колесной пары на рельсы высокоскоростного поезда – не более 171,7 кН



Время хода определялось исходя из тяговых расчетов по заданным параметрам инфраструктуры и подвижного состава. Трассирование проводилось на картографических материалах в масштабе 1:5000.

Соединяющая две столицы линия ВСЖМ-1 пройдет по территории шести субъектов Российской Федерации (города Санкт-Петербург и Москва,

Ленинградская, Новгородская, Тверская и Московская области), где проживают более 29 млн человек, или около 20% населения нашей страны, что говорит о важности и актуальности данного проекта.

**Территория, по которой пройдет ВСЖМ-1**



**Численность населения субъектов Российской Федерации по маршруту ВСЖМ-1, человек\***

Санкт-Петербург	Ленинградская область	Новгородская область	Тверская область	Московская область	Москва
5 390 977	1 861 869	598 401	1 265 007	7 645 255	12 646 679

\* По состоянию на 2019 г. (данные Федеральной службы государственной статистики).

В соответствии с обоснованием инвестиций и заданием на проектирование определены населенные пункты, через которые (или вблизи которых) пройдет высокоскоростная железнодорожная магистраль. Все варианты трассы были предварительно рассмотрены и одобрены на рабочих группах, созданных в регионах правительствами областей, а также в комитетах градостроительства и архитектуры Москвы и Санкт-Петербурга.

Проектными институтами совместно с заказчиком (Дирекция по комплексной реконструкции железных дорог и строительству объектов железнодорожного транспорта) и техническим консультантом (АО «Скоростные магистрали») первоначально были проработаны пять вариантов и семь подвариантов трассы. Для дальнейшего рассмотрения и более глубокой проработки решением совещания под председательством заместителя генерального директора - главного инженера ОАО «РЖД» С.А. Кобзева (протокол от 25.09.2020 № СК-116) оставлены три варианта: Западный, Новгородский и Валдайский. Остановимся на них более подробно.

**Варианты трассы ВСЖМ-1**



**Западный вариант** принят в качестве главного в обосновании инвестиций 2010 г. Основные технико-экономические показатели этого варианта: строительная длина - 658,28 км;

пассажиропоток - 22,2 млн пассажиров в год (здесь и далее по состоянию на 2030 г. - третий год эксплуатации);

объем земляных работ - 145,4 млн м(3);

искусственные сооружения - 196 шт. суммарной длиной 72 142 м;

стоимость строительства в прогнозных ценах по годам реализации - 1542,59 млрд руб.;

время в пути без учета остановок - 2 ч 15 мин.

Западный вариант трассы ВСЖМ-1



При Западном варианте предусматривается остановка части высокоскоростных поездов на станции Мельниково, которая должна быть размещена в месте пересечения ВСЖМ-1 и существующей железнодорожной линии Октябрьской железной дороги Чудово - Великий Новгород. По этой линии пассажиры высокоскоростных поездов, следующие в Великий Новгород, будут доставляться со станции Мельниково до места назначения электропоездами повышенной комфортности. Намечена реконструкция указанной линии в целях повышения допускаемой скорости движения до 160 км/ч. Расстояние между станциями Мельниково и Великим Новгородом - 65 км, расчетное время в пути после реконструкции линии - 30 мин. Стоимость реконструкции, составляющая 24,7 млрд руб., входит в общую стоимость строительства по Западному варианту.

**Новгородский вариант** предусматривает прохождение трассы через транспортно-пересадочный узел (ТПУ) Великий Новгород, местоположение которого выбрано с учетом следующих условий:

- максимальная близость к Великому Новгороду;
- минимальное отчуждение земельных участков, на которых расположены производственные и сельскохозяйственные предприятия, жилая застройка.

Новгородский вариант трассы ВСЖМ-1



Отклонение трассы от Западного варианта предварительно рассмотрено и согласовано администрациями Ленинградской и Новгородской областей. Место

размещения ТПУ Великий Новгород было выбрано совместно с администрацией Новгородской области.

Трасса по Новгородскому варианту имеет большую протяженность, чем по Западному варианту, обходит территории подземного хранилища газа (ПХГ) «Невское» и национального парка «Валдайский».

Варианты доставки пассажиров из Великого Новгорода в Санкт-Петербург



Основные технико-экономические показатели Новгородского варианта:

строительная длина - 679,0 км (+20,72 км по сравнению с Западным вариантом);

пассажиропоток - 23,1 млн пассажиров в год (+0,9 млн пассажиров в год);

объем земляных работ - 146,47 млн м(3);

искусственные сооружения - 219 шт. суммарной длиной 112 535 м;

стоимость строительства в прогнозных ценах по годам реализации - 1592,14 млрд руб.;

время в пути - 2 ч 19 мин.

Валдайский вариант трассы ВСЖМ-1



При Западном варианте время пассажира в пути от Великого Новгорода до Санкт-Петербурга или обратно складывается из времени в пути от Великого Новгорода до станции Мельниково (30 мин), времени на пересадку (10 мин) и времени в пути от Мельниково до Санкт-Петербурга (31 мин). Суммарное время - 71 мин. При Новгородском варианте - из времени в пути от Великого Новгорода до ТПУ Великий Новгород (12 мин), времени на пересадку (10 мин) и времени в пути от ТПУ Великий Новгород до Санкт-Петербурга (36 мин). Суммарное время - 58 мин. Разница составляет 13 мин, что для пассажира довольно существенно. Кроме того, пассажиру добраться из Великого Новгорода до ТПУ Великий Новгород (20 км) на городском транспорте или

личном автомобиле значительно комфортнее, чем до станции Мельниково (65 км), что дает дополнительный прирост пассажиропотока.

**Валдайский вариант** изначально предполагал прохождение трассы от ТПУ Великий Новгород до станции ВСЖМ-1 Выползово в Бологовском районе Тверской области по кратчайшему расстоянию с пересечением территории подземного хранилища газа «Невское». Однако в процессе работы над проектом трасса претерпела изменения из-за невозможности пересечения ПХГ в наиболее оптимальном для железнодорожной линии месте. Руководство ПХГ «Невское» определило возможное место пересечения хранилища близ его юго-западной границы и потребовало от заказчика строительства разработки специальных технических условий для обеспечения промышленной безопасности. В такой ситуации оказалось более целесообразным выполнить обход территории ПХГ. Это привело к существенному удлинению трассы, протяженность которой стала такой же, как при Новгородском варианте.

**Положение трассы по Валдайскому варианту относительно территории ПХГ «Невское»**



Основные технико-экономические показатели Валдайского варианта:  
строительная длина - 679,2 км (+20,92 км по сравнению с Западным вариантом);  
пассажиропоток - 23,3 млн пассажиров год (+1,1 млн);  
объем земляных работ - 142,44 млн м(3);  
искусственные сооружения - 198 шт. суммарной длиной 150 446 м;  
стоимость строительства в прогнозных ценах по годам реализации - 1634,45 млрд руб.;  
время в пути - 2 ч 19 мин.

### Пересечение трассой по Валдайскому варианту национального парка «Валдайский»



Говоря о Валдайском варианте, нельзя не затронуть вопрос пересечения трассой национального парка «Валдайский». Так как этот парк включен в Перечень особо охраняемых природных территорий федерального значения, находящихся в ведении Минприроды России, изменение целевого назначения земельного участка, требующегося для строительства высокоскоростной железнодорожной линии (перевод земель национального парка в земли транспорта), в соответствии с Земельным кодексом РФ может быть выполнено исключительно путем принятия соответствующего федерального закона. Поэтому проектировщиками была проработана возможность прохождения трассы ВСЖМ-1 в границах полос отвода существующих железной (Бологое - Валдай - Крестцы) и автомобильной (М10 «Россия») дорог, пересекающих национальный парк.

С учетом особых требований, предъявляемых к параметрам пути ВСЖМ-1, в первую очередь к минимальному радиусу кривых в плане (7500 м), оба варианта невозможно осуществить без дополнительного отчуждения земель национального парка (минимум 27 га при проходе эстакадой над автодорогой М10 и 83 га при прокладке трассы в полосе отвода существующей железной дороги). Кроме того, при согласовании варианта трассы в одном коридоре с автодорогой М10 был получен официальный отказ от балансодержателя - ФКУ «Управление автомобильной магистрали ордена Ленина «Москва - Санкт-Петербург» Федерального дорожного агентства». Таким образом, реализация Валдайского варианта на сегодняшний день вызывает большие сомнения.

## Основные технико-экономические показатели трех вариантов трассы ВСЖМ-1

	Западный	Новгородский	Валдайский
 МЛН ПАССАЖИРОВ В ГОД	22,2	23,1	23,3
 МСК СПб КМ	658,28	679,0	679,2
 Ч:МИН	2:15	2:19	2:19
 МЛРД РУБ.	1542,6	1592,1	1634,4

Сопоставим основные технико-экономические показатели трех рассмотренных вариантов.

При Западном варианте трассы получаем наименьшую строительную длину (658,3 км), наименьшую суммарную длину искусственных сооружений и эстакад (72 км), наименьшее время хода между Москвой и Санкт-Петербургом (2 ч 15 мин) и наименьшую стоимость строительства (1542,6 млрд руб.). Однако по величине расчетного пассажиропотока на третий год эксплуатации (2030 г.) Западный вариант уступает Новгородскому (-0,9 млн пассажиров в год) и Валдайскому (-1,1 млн пассажиров в год).

При Новгородском и Валдайском вариантах трассы ее строительная длина практически одна и та же (679 км; +21 км по сравнению с Западным вариантом), совпадает и время в пути (2 ч 19 мин). Обе трассы максимально приближены к Великому Новгороду. При Валдайском варианте наибольшая суммарная длина искусственных сооружений (150 км), поэтому и наибольшая стоимость строительства (1634,4 млрд руб.). Кроме того, возможность реализации данного варианта вызывает большие сомнения в связи с необходимостью пересечения национального парка «Валдайский». Новгородский вариант при равных показателях с Валдайским наиболее экологичный и имеет меньшую стоимость (1592,1 млрд руб.).

Очевидно, что далее следует выбирать только между Западным и Новгородским вариантами. Исходя из приведенных объемных и стоимостных показателей предпочтительным вариантом является Западный, однако Новгородский, предусматривающий заход высокоскоростных поездов в Великий Новгород, имеет более высокую социальную значимость и обеспечивает существенно больший пассажиропоток.

По данным ООО «Центр экономики инфраструктуры» интеграция Великого Новгорода в Санкт-Петербургскую агломерацию благодаря прокладке трассы по Новгородскому варианту позволит уже в 2030 г. (на третий год эксплуатации ВСЖМ-1) получить существенный социально-экономический эффект: +567 млрд руб. дополнительной валовой добавленной стоимости и +89 млрд руб. дополнительных бюджетных доходов в сравнении с Западным вариантом. Это с

лихвой компенсирует более высокую оценочную стоимость реализации Новгородского варианта по сравнению с Западным (+50 млрд руб.). К тому же дело не только в деньгах. Главное, что жители и гости Великого Новгорода получают удобное и комфортное скоростное сообщение с Москвой и Санкт-Петербургом.

Таким образом, предлагается в качестве приоритетного рассмотреть Новгородский вариант, имеющий более высокую стоимость, но позволяющий достичь более значительного социально-экономического эффекта с учетом максимального приближения ВСЖМ-1 к являющемуся областным центром Великому Новгороду.

# ХАРАКТЕРИСТИКА И РОЛЬ ТЕРМИНАЛЬНОЙ СЕТИ ТРАНСПОРТНОГО УЗЛА В ОРГАНИЗАЦИИ КОНТЕЙНЕРНЫХ ПОЕЗДОВ\*

Автор: В.Г. ГОЛОМОЛЗИН, О.Д. ПОКРОВСКАЯ

**В.Г. ГОЛОМОЛЗИН**, начальник Октябрьской железной дороги - филиала ОАО «РЖД»

**О.Д. ПОКРОВСКАЯ**, Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I (ПГУПС), профессор кафедры «Железнодорожные станции и узлы», доктор технических наук

В ПОСЛЕДНИЕ годы на железнодорожном транспорте наблюдается устойчивая тенденция роста объемов контейнерных перевозок. Так, в 2019 г. прирост к предыдущему году составил почти 13%, впервые было перевезено более 5 млн контейнеров в 20-футовом эквиваленте (ДФЭ). При этом около 18% сетевых объемов были обеспечены Октябрьской железной дорогой. В 2020 г. несмотря на ограничения, связанные с распространением коронавирусной инфекции, по сети ОАО «РЖД» во всех видах сообщения было перевезено 5,8 млн грузеных



и порожних контейнеров, что на 15,9% больше, чем в 2019 г. В том числе во внутреннем сообщении отправлено более 2,3 млн ДФЭ (+11,6%), в экспортном - порядка 1,5 млн ДФЭ (+13,5%), в импортном - 1,2 млн ДФЭ (+15,6%), а в транзитном - свыше 800 тыс. ДФЭ (+36,5%). Количество грузеных контейнеров, отправленных во всех видах сообщения, выросло на 17,8% и

составило около 4 млн ДФЭ (перевезено 56,2 млн т грузов (+18,1%)).

На перспективу прогнозируется дальнейшее наращивание объемов контейнерных перевозок. В этих условиях особую актуальность приобретают вопросы развития, совершенствования и повышения эффективности терминально-складской инфраструктуры в рамках реализации Концепции создания терминально-логистических центров на территории РФ, утвержденной в 2012 г., и других федеральных и отраслевых документов, касающихся этой сферы, а также инвестиционной программы ОАО «РЖД», включая проекты по комплексному транспортному обслуживанию и организации контейнерных перевозок через объекты терминальной сети холдинга.

Все это в полной мере относится к Санкт-Петербургскому железнодорожному узлу. Для привлечения транзитных грузопотоков и дальнейшего развития международных транспортных коридоров, проходящих через Санкт-Петербургский транспортный узел, прежде всего в направлении Восток - Запад, здесь необходимо сформировать эффективную сеть контейнерных терминалов (КТ) с многофункциональной логистикой. Такой подход позволит расширить

перечень направлений доставки с использованием контейнерных поездов и блок-поездов (блоктрейн), сформировать конкурентоспособные сквозные тарифные ставки, привлечь высокодоходные грузопотоки на железные дороги, лучше организовать взаимодействие с европейскими и китайскими интермодальными и стивидорными операторами по слотированию мест и разработке маршрутов следования контейнерных поездов. Иными словами, в ближайшие годы в Санкт-Петербургском узле требуется создать условия для максимального продления логистической цепи, контролируемой ОАО «РЖД», и наращивания терминально-логистических мощностей холдинга в регионе с учетом уже имеющегося потенциала.

Для более целенаправленного решения этих задач были исследованы особенности дислокации и перерабатывающие способности терминальной сети Санкт-Петербургского железнодорожного узла с учетом организации перевозок по технологии контейнерных поездов и блок-поездов. При этом анализировались логистические мощности терминально-складской инфраструктуры с точки зрения работы с контейнерами и изучалось функционирование терминально-складских объектов, работающих в качестве контейнерных и тыловых терминалов.

Технологическая схема применения блок-поездов предполагает транспортировку контейнеров в порты по железной дороге с использованием опорных элементов терминальной сети - припортовых тыловых терминалов, которыми являются КТ. На них сосредоточены логистические мощности по организации погрузки (выгрузки) грузов в (из) контейнеры, что позволяет управлять процессами контейнерных перевозок более эффективно, в том числе с использованием технологии блоктрейн. Блок-поезда могут ходить по установленному расписанию 2-3 раза в сутки и представлять собой полный (из 41 фитинговой платформы) или неполный (из 12-20 платформ) состав в зависимости от размеров грузопотока и других конкретных условий.

Контейнерные суда, прибывающие в Санкт-Петербург, разгружаются только на специализированных терминалах, необходимых для формирования логистических цепей, выстраиваемых ОАО «РЖД» с применением контейнерных и иных специализированных и ускоренных поездов. Технология блок-трейн улучшает процессы планирования и взаимодействия грузополучателя, перевозчика и грузоотправителя. Благодаря выделенным ниткам графика движения поездов появляется возможность заблаговременно формировать судовую партию контейнеров под конкретное судно и сокращать простой подвижного состава как на подходах к порту, так и в самом порту.

Вопросами организации перевозок грузов в контейнерах, а также оптимизацией управления поездопотоками и мультимодальными логистическими цепями в транспортных узлах занимались многие отечественные и зарубежные ученые. Известны средства и методы исследования географии транспортных систем [1; 2], а также управления мультимодальными транспортно-логистическими системами [3-6], работой грузовых терминалов [7] и портовых станций [8; 9] и др. Важно эффективно использовать имеющиеся научные и практические наработки.

Как правило, между морским терминалом в порту и тыловым сухопутным КТ обращаются груженые (20- или 40-футовые) или порожние контейнеры зарубежных судоходных компаний (так называемые линейные контейнеры), а также груженые контейнеры с экспортными грузами по направлению с тылового терминала в морской порт.

На КТ концентрируются входящие и выходящие из городов грузопотоки. Это позволяет отказаться от использования малодеятельных подъездных путей мелких складских объектов. Тем самым сокращаются непроизводительные задержки вагонов на них, повышаются провозная способность железных дорог и эффективность работы сортировочных станций, совершенствуются региональные схемы грузопотоков и др.

В Санкт-Петербургском железнодорожном узле функционируют 13 КТ (табл. 1), которые характеризуются двумя ключевыми параметрами - единовременной емкостью и перерабатывающей способностью. Таблица составлена по данным официальных сайтов владельцев терминалов в сети Интернет. Наибольшей единовременной емкостью обладает терминал АО «Первый контейнерный терминал». По площади контейнерных площадок лидером является расположенный на станции Шушары КТ, принадлежащий ПАО «ТрансКонтейнер».

Таблица 1

**Характеристики контейнерных терминалов**

№ п/п	Наименование объекта	Станция примыкания	Среднесуточная погрузка/выгрузка в 2020 г., ваг.	Единовременная емкость контейнерных площадок, ДФЗ	Площадь контейнерных площадок, м <sup>2</sup>
1	КТ ООО «Логистический парк «Янино» <sup>1</sup>	Заневский Пост	26,5/12,0	10 000	26 000
2	КТ Южный ООО Модуль» <sup>2</sup>	Купчинская	24,5/11,0	10 000	41 000
3	КТ Пулковский ООО «Модуль» <sup>3</sup>	Предпортовая	122,6/52,4	10 000	72 000
4	КТ ООО «Восход» <sup>4</sup>	Шушары	0/0,6	7500	15 000
5	КТ АО «Логистика-Терминал» <sup>5</sup>	Шушары	85,2/21,7	12 500	92 000
6	КТ ЗАО «Контейнерный терминал Санкт-Петербург» <sup>6</sup>	Автово	44,6/99,4	Нет данных	27 420
7	КТ АО «Первый контейнерный терминал» <sup>7</sup>	Автово	44,5/145,8	29 000	89 000
8	КТ ЗАО «Нева-Металл» <sup>8</sup>	Автово	37,8/58,7	2500	86 990
9	КТ АО «Морской порт Санкт-Петербург» <sup>9</sup>	Новый Порт	56,4/195,0	4500	24 570
10	КТ АО «Петролеспорт» <sup>10</sup>	Новый Порт	53,9/123,5	10 500	34 500
11	ООО «Феникс» <sup>11</sup>	Бронка	27,8/27,1	14 272	75 000
12	Контейнерная площадка ДМ	Санкт-Петербург-Финляндский	22,3/48,2	934	14 339
13	Контейнерная площадка ДМ	Шушары	61/85	1250	42 530

Примечание. ДМ – Дирекция по управлению терминально-складским комплексом.

<sup>1</sup> <http://yjp.spb.ru/jp-yanino/>

<sup>2</sup> [http://www.modul.global/terminals/modul\\_yuzhnyi/](http://www.modul.global/terminals/modul_yuzhnyi/)

<sup>3</sup> [http://www.modul.global/terminals/modul\\_yuzhnyi/](http://www.modul.global/terminals/modul_yuzhnyi/)

<sup>4</sup> <https://tt-voskhod.ru/services/terminal/container-platform/>

<sup>5</sup> <http://logistika-terminal.ru/about/>

<sup>6</sup> <http://www.terminals.spb.ru/terminal/oborudovanie>

<sup>7</sup> <http://www.fct.ru/about/>

<sup>8</sup> <https://nevametal.com/rus/services/facilities/index.phtml>

<sup>9</sup> <http://www.seaport.spb.ru/uslugi/5/>

<sup>10</sup> <http://www.petrolesport.ru/ContainerTerminal.html>

<sup>11</sup> <https://port-bronka.ru/about-harbor/terminal/>

Анализ функциональных возможностей контейнерных терминалов (табл. 2) свидетельствует о том, что в Санкт-Петербургском транспортном узле

ими выполняется практически весь перечень основных логистических операций с импортными и экспортными грузами, проходящими через Морской торговый порт Санкт- Петербург. Это открывает возможности для совершенствования и оптимизации процессов передачи контейнеропотоков из порта на Октябрьскую железную дорогу, автотранспорт и грузополучателям, а также в обратном направлении, применения более гибких технологий, улучшения экономических показателей при переработке контейнеров. Классификация КТ, составленная с учетом иерархии железнодорожных логистических объектов [9], представлена в табл. 3.

Таблица 2

**Функциональное позиционирование контейнерных терминалов**

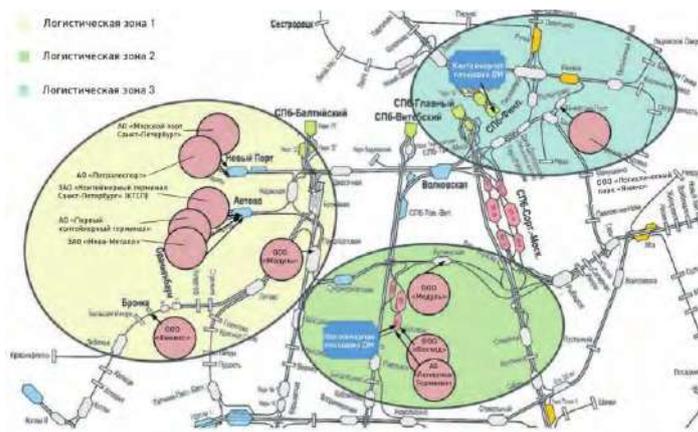
Наименование объекта	Его позиционирование
КТ ООО «Логистический парк «Янино»	Многофункциональный транспортно-логистический комплекс
КТ АО «Логистика-Терминал»	
КТ ООО «Модуль» Южный (Купчинская)	Терминально-логистический комплекс
КТ ООО «Модуль» Пулковский (Предпортовая)	
КТ ООО «Восход»	Мультимодальный грузовой терминал
КТ ЗАО «Контейнерный терминал Санкт-Петербург»	Комплекс по перевалке контейнеров
КТ АО «Первый контейнерный терминал»	Специализированный контейнерный терминал – первый сухой порт в России
КТ ЗАО «Нева-Металл»	Стивидорная компания
КТ АО «Морской порт Санкт-Петербург»	Контейнерный терминал морского порта
КТ АО «Петролеспорт»	
КТ ООО «Феникс»	
Контейнерная площадка ДМ (Санкт-Петербург-Финляндский)	Контейнерная площадка ОАО «РЖД»
Контейнерная площадка ДМ (Шушары)	

Таблица 3

**Классификация контейнерных терминалов**

Тип КТ	Площадь КТ, тыс. м <sup>2</sup>	Единовременная емкость КТ, тыс. ДФЭ
Малый	До 40	До 10
Средний	41–50	11–50
Крупный	51–100	51–100
Крупнейший	Свыше 100	Свыше 100

Контейнерные терминалы располагаются на территории железнодорожного узла неравномерно, тяготея к крупным железнодорожным станциям и морским портам. По результатам анализа их географической дислокации в узле можно выделить три логистические зоны (см. рисунок).



Первая из них (западная, «Портовая») является зоной портовой и припортовой инфраструктуры. В ней расположены семь КТ (комплексы по перевалке контейнеров с морского транспорта на железную дорогу), а также терминальные мощности двух морских портов - Санкт-Петербург и Бронка. Здесь

сосредоточены крупные КТ, способные принимать и перерабатывать судовые партии грузов в контейнерах, а также крупнейший контейнерный терминал узла по единовременной емкости КТ АО «Первый контейнерный терминал», имеющий причальную линию длиной 200 м. Ключевыми железнодорожными станциями в границах этой зоны являются Новый Порт, Автово, Бронка и Предпортовая.

В границах второй зоны (южной, «Пулковской») компактно дислоцируются четыре контейнерных терминала, крупнейшим из которых по площади является КТ АО «Логистика-Терминал» на станции Шушары. На этой же станции находятся объект Дирекции по управлению терминально-складским комплексом (ДМ) ОАО «РЖД» и таможенный пост. Ключевыми станциями для указанной зоны являются Шушары и Купчинская.

В третьей (северной), самой небольшой и отдаленной от порта, зоне находятся два КТ. На станции Заневский Пост располагается логистический парк «Янино» с таможенным постом «Янинский», соединенный автомобильным сообщением с кронштадтским терминалом «Моби Дик», а на станции Санкт-Петербург-Финляндский - объект ДМ ОАО «РЖД».

Контейнерные терминалы западной зоны ориентированы прежде всего на выгрузку, а южной и северной - и на погрузку, и на выгрузку. При этом наибольшие размеры по среднесуточной погрузке показал КТ ООО «Модуль» на станции Предпортовая, а по выгрузке - КТ АО «Морской порт Санкт-Петербург» - 122,6 и 195,0 вагонов соответственно. В каждой логистической зоне находится, как минимум, один крупный контейнерный терминал (так называемое ядро зоны), на инфраструктурной базе которого можно формировать контейнерные, специализированные и ускоренные поезда, в том числе блок-трейны.

Основную нагрузку несут контейнерные терминалы западной зоны, обслуживающие мощные внешнеторговые грузопотоки, прибывающие морским транспортом. Функциональным назначением терминалов южной зоны является работа в качестве тыловой инфраструктуры портов (станция Шушары), а северной - организация продвижения грузов и распределение грузопотоков внутри и за пределы узла.

Терминальная сеть играет ключевую роль в работе транспортного узла и организации контейнерных перевозок, поскольку именно на ее объектах

выполняются операции по преобразованию контейнерных грузопотоков и предоставляются комплексные транспортно-логистические услуги.

После прибытия из морского порта линейные контейнеры с импортными грузами перерабатываются на сети КТ несколькими способами. Они могут выгружаться с блок-трейна или ускоренного контейнерного поезда на складскую площадку и храниться в течение 3-5 сут в ожидании последующей переработки. Далее на различных транспортных средствах (включая автомобили) они доставляются на участок перегрузки, а затем направляются в линейных контейнерах получателям. Порожные линейные контейнеры зарубежных судоходных компаний либо доставляются в порт обратным рейсом блок-трейна, либо передаются на складскую площадку для временного хранения в ожидании последующей загрузки их экспортными грузами. Кроме того, они могут в составе контейнерных поездов отправляться под погрузку к грузоотправителям, имеющим экспортные внешнеторговые связи.

Контейнерные терминалы способны также перерабатывать экспортные контейнеропотоки, грузопотоки тарно-штучных и скоропортящихся товаров по Санкт-Петербургу, Северо-Западному и ряду других регионов России.

Учеными ПГУПС установлено, что через пять лет потенциальная емкость рынка для терминалов Санкт-Петербургского транспортного узла, перерабатывающих только контейнерные грузы, может составить порядка \$ 120 млн в год.

Проведенное исследование позволило сделать выводы о том, что в целом функционирование терминальной сети в Санкт-Петербургском транспортном узле является типичным и отражает общемировые и общероссийские тенденции. Так, из-за пандемии сократились отправки грузов в восточном направлении и порожних контейнеров в обратном направлении, отменены выходы океанских судов из Юго-Восточной Азии. На объемы контейнерных перевозок как морским, так и железнодорожным транспортом Санкт-Петербургского узла негативно повлияла вынужденная необходимость в порожних рейсах. Однако это способствовало развитию внутренней логистики и поиску альтернативных маршрутов доставки грузов в контейнерах. В связи с противоэпидемиологическими мероприятиями, проводимыми в морских портах, увеличилось время принятия и выпуска грузов, а также оформления таможенных документов, что объясняет определенное снижение интенсивности погрузки на КТ и некоторый дисбаланс свободного оборудования (пустых контейнеров) по странам - нехватка в одних и излишек в других.

Что касается организации логистических цепей с участием железнодорожного транспорта в Санкт-Петербургском транспортном узле, то здесь наблюдается тенденция к уменьшению партий доставляемых грузов и увеличению количества отправляемых сборных грузов. Очевидно, что ограничения на авиаперевозки в ряде случаев переориентируют грузовладельцев на перевозку сборных грузов и обусловят развитие аутсорсинга с группированием отправок на взаимовыгодных условиях. Особенно высокий спрос наблюдается на сборные грузы из европейских стран.

В связи с высокой волатильностью ставок на авиационном и морском транспорте может произойти перераспределение объемов транспортировки грузов в сторону сухопутных перевозок, особенно на маршрутах Азия - Европа. Это открывает новые перспективы для железнодорожных ускоренных перевозок международных грузовых отправок, особенно с учетом того, что из-за строгих проверок, карантина, необходимости замены водителей и других причин скорость доставки грузов автомобильным транспортом может замедлиться.

Анализ дислокации и функционала контейнерных терминалов в Санкт-Петербургском транспортном узле, возможностей их развития показывает, что при обеспечении эффективной работы КТ можно существенно сократить простои вагонов при передаче грузопотоков, уменьшить число брошенных поездов, снизить расходы из-за непроизводительного простоя вагонов в ожидании разгрузки (погрузки), оптимизировать использование подвижного состава, задействованного в работе по твердым ниткам графика.

Для исключения неэффективного использования приемоотправочных путей припортовых станций с унифицированной полезной длиной и простоев блок-поездов из 30-40 вагонов целесообразно обеспечить их транзитное следование через станцию на погрузочно-выгрузочный фронт порта для коммерческого осмотра и выполнения погрузочно-выгрузочных операций. Следует также отметить, что с учетом потребительского спроса необходимо особо рассмотреть вопрос организации пропуска по узлу блок-поездов и ускоренных контейнерных поездов как между станциями Шушары, Купчинская, Предпортовая, так и с них на портовые станции.

Перечисленные факторы с учетом прогнозируемого повышения объемов перевозок грузов (в том числе, транзитных) являются необходимым условием для увеличения к 2030 г. провозной способности Санкт-Петербургского транспортного узла. Кроме того, предоставление комплекса логистических услуг для клиентов (услуги КТ, слоты в блок-трейпах, контейнерных и иных специализированных поездах) также будет способствовать увеличению объема перевозимых высокодоходных грузов.

Поэтапное развитие терминальных мощностей, современных интермодальных технологий, в том числе внедрение блок-поездов, позволит грузовладельцам быстро и надежно доставлять потребителям широкую номенклатуру контейнеропригодных товаров, а зарубежным партнерам - диверсифицировать схемы доставки товаров с помощью железнодорожного транспорта. В результате повысится степень контейнеризации товаропотоков и объемы транзитных контейнерных перевозок как важного вида несырьевого экспорта с высокой добавленной стоимостью.

г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

## ЭКОЛОГИЯ КАК ПРИОРИТЕТ

В КОНЦЕ прошлого года состоялось итоговое заседание Центральной комиссии ОАО «РЖД» по природоохранной деятельности. На нем были подведены итоги работы по реализации Экологической стратегии ОАО «РЖД» до 2020 г., определены приоритетные направления деятельности в сфере охраны окружающей среды на период до 2030 г.

Открывая заседание, заместитель генерального директора - главный инженер ОАО «РЖД» С.А. Кобзев напомнил, что экологическая повестка стала одним из приоритетов государственной политики России. В 2019 г. в стране стартовал масштабный национальный проект «Экология», основная цель которого - изменить к 2030 г. воздействие на окружающую среду и создать комфортные условия для жизни людей в стране. Работа ведется на основе наилучших доступных технологий по пяти направлениям: отходы, вода, воздух, очистка земель от загрязнений, сохранение животного мира.

В ходе реализации экологической стратегии, ее корректировки в холдинге «РЖД» сформировано ответственное отношение к природе. Намеченные на 2020 г. показатели снижения воздействия на окружающую среду компанией



перевыполнены. Идет работа над очередной актуализацией стратегии. Устанавливаются более амбициозные целевые параметры по снижению влияния железнодорожного транспорта на

окружающую среду с точки зрения уменьшения углеродоемкости услуг, снижения загрязнения воздуха, водных объектов, совершенствования системы обращения с отходами. При этом они гармонизируются с параметрами национальной стратегии в сфере природопользования и обеспечения экологической безопасности.

Основная цель до 2030 г. - существенно снизить влияние производственной деятельности структурных подразделений компании на окружающую среду за счет внедрения инновационных ресурсосберегающих и малоотходных технологий, широкого использования современных научно-технических достижений и лучших экологических практик. Это будет способствовать повышению экономической эффективности, инвестиционной привлекательности и конкурентоспособности железнодорожного транспорта по сравнению с другими видами транспорта, приведению уровня его безопасности к лучшим мировым стандартам, формированию положительного имиджа Российских железных дорог, продвижению компании на мировом рынке как лидера в области экологически и социально ответственного ведения бизнеса.

2021-й год объявлен в холдинге «РЖД» Годом экологии. Это дает хороший старт новому этапу совершенствования экологической деятельности всех

структурных подразделений ОАО «РЖД», направленному на достижение к 2030 г. еще более весомых результатов в деле бережного, умелого природопользования.

Предлагаем вниманию читателей журнальный вариант выступления на заседании Центральной комиссии ОАО «РЖД» по природоохранной деятельности начальника Департамента охраны труда, промышленной безопасности и экологического контроля А.И. Лисицына. В этом году редакция продолжит публикацию материалов по актуальной экологической тематике, основным направлениям обновленной экологической стратегии компании.

# ОБ ИТОГАХ РЕАЛИЗАЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СТРАТЕГИИ ОАО «РЖД»

Автор: А.И. ЛИСИЦЫН



**А.И. ЛИСИЦЫН,**  
начальник  
Департамента охраны труда,  
промышленной безопасности  
и экологического контроля  
ОАО «РЖД»

ОБЕСПЕЧЕНИЕ охраны окружающей среды входит в число приоритетных задач ОАО «Российские железные дороги». Первая Экологическая стратегия компании была утверждена распоряжением руководства ОАО «РЖД» № 293р 13 февраля 2009 г. Стратегические параметры по снижению негативного воздействия железнодорожного транспорта на окружающую среду были заложены в ней по отношению к 2007 г.

За прошедший период в целях совершенствования системы управления природоохранной деятельностью в ОАО «РЖД» была разработана программа повышения экологической ответственности, утверждена концепция развития системы управления природоохранной деятельностью,

актуализирована политика в области охраны труда и окружающей среды, промышленной и пожарной безопасности. Были также установлены стандартизированные требования к системе управления охраной окружающей среды, к зданиям, сооружениям, продукции, сырью и материалам с точки зрения экологии и др. В настоящее время в компании действуют 45 организационно-распорядительных документов, регулирующих природоохранную деятельность в разных сферах.

Параметры экологической стратегии транспортной отрасли корректировались в 2014 и 2016 гг. Достигнутые в 2020 г. показатели по природоохранной деятельности по отношению к 2007 г. превысили плановые стратегические ориентиры: снижение выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников на железнодорожном транспорте составило 66%, от передвижных источников - 34,4%, от сброса недостаточно очищенных сточных вод - 73%. Доля вовлечения и обезвреживания отходов во вторичный оборот выросла на 6,6%.

## Документация в области природоохранной деятельности



В целях вовлечения ценного сырья во вторичный оборот с 1 января 2014 г. компанией был организован отдельный сбор отходов бумаги, картона, стекла, пластика во всех офисных зданиях, административно-бытовых помещениях и на железнодорожных вокзалах. За этот период годовой объем передаваемых на переработку отходов вырос на 63% и составил 1623 т.

Перевод 137 котельных установок на более экологичные виды топлива позволил снизить выбросы загрязняющих веществ от стационарных источников на 98,2 тыс. т. От внедрения более 150 единиц пылегазоочистных установок (ПГУ) и увеличения доли улавливаемых веществ выбросы снижены еще на 6%. После электрификации более 2 тыс. км железнодорожных линий, вывода из эксплуатации более 6 тыс. единиц устаревшего подвижного состава и приобретения 7 тыс. единиц подвижного состава с улучшенными экологическими характеристиками выбросы загрязняющих веществ от передвижных источников снижены почти на 49 тыс. т. На полигоне Свердловской железной дороги за счет замены маневровых локомотивов новыми с меньшим расходом топлива и снижением удельного расхода топлива на массу грузового поезда выбросы загрязняющих веществ уменьшены на 80%. На Приволжской дороге за счет газификации стационарных установок выбросы снижены на 92%, на Восточно-Сибирской после передачи крупных котельных железных дорог в муниципальную собственность - на 88%.

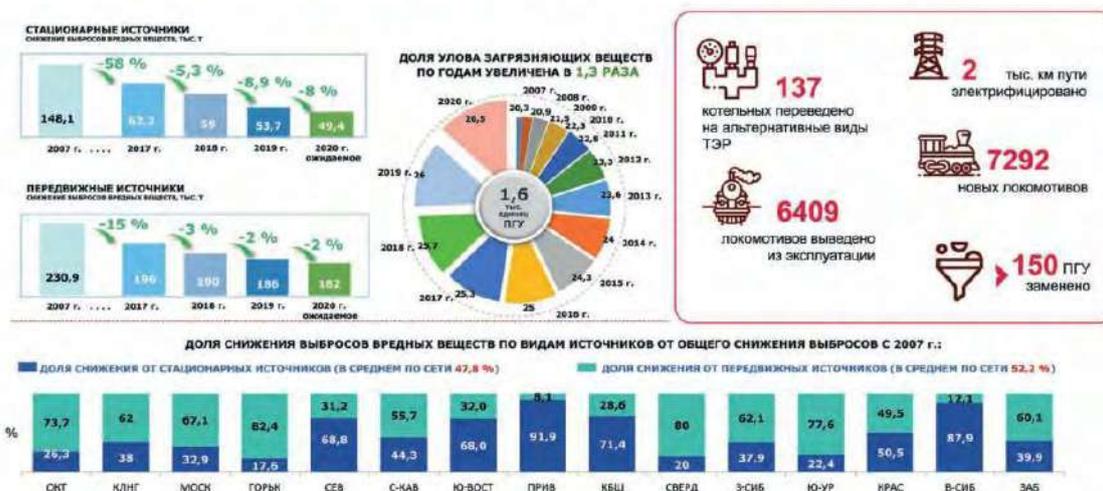
### Достижение целевых ориентиров по экологическим показателям



В целях снижения углеродоемкости услуг ОАО «РЖД» задекларированы обязательства по стремлению к углеродной нейтральности к 2050 г. При национальной цели к 2030 г. обеспечить сокращение выбросов парниковых газов на 30% по сравнению с 1990 г. компанией за счет внедрения ресурсосберегающих технологий и реализации углероднегативных проектов уже достигнуто снижение выбросов CO(2) к уровню 1990 г. на 49% при сопоставимых объемах перевозок. Особое внимание при этом уделяется расширению полигона использования электротяги, внедрению локомотивов на альтернативных видах топлива (газотурбовозы, газотепловозы и др.), использованию подвижного состава, не имеющего испарений или утечек при перевозке опасных грузов, а также снижению пылеобразования при перевозке сыпучих грузов, проливов на железнодорожное полотно нефтепродуктов, переходу с угольного отопления пассажирских вагонов на электроотопление и отопление с использованием экологически чистого пеллетного топлива.

Большая работа проведена в сфере рационального потребления водных ресурсов, водоохраной деятельности. Так, за счет совершенствования системы учета, передачи коммунальных объектов в муниципальную собственность, исключения водоемких технологических процессов (внедрение сухих моек, перевод компрессоров на воздушное охлаждение и др.) водопотребление на предприятиях сети дорог сократилось на 86,4 млн м(3).

#### Достижение целевых ориентиров по аспекту «выбросы»

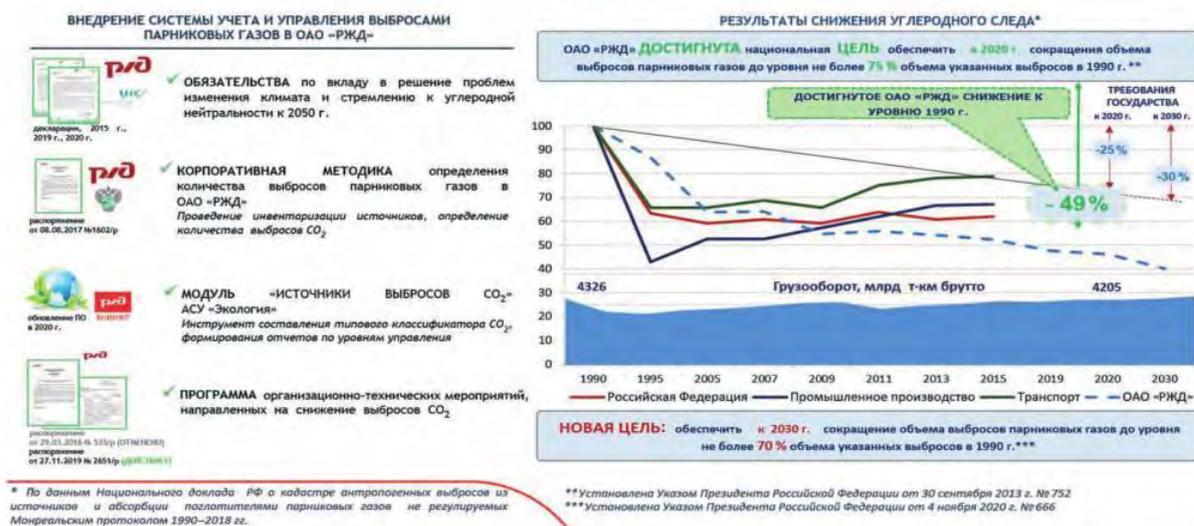


В 2020 г. полностью прекращен сброс сточных вод в водные объекты без очистки. Сброс недостаточно очищенных сточных вод в поверхностные водные объекты за период с 2007 г. по настоящее время снижен на 14,3 млн м(3) за счет строительства и реконструкции 117 очистных сооружений и промывки около 200 км сетей водоотведения. В целом эффективность работы очистных сооружений по сети железных дорог повысилась на 17%.

Усилено внимание к вопросам обращения с отходами. На сети железных дорог в настоящее время лицензированы 1023 объекта, работающих с 1093 видами отходов II-IV классов опасности. В компании созданы собственные мощности по размещению и переработке отходов: комплексы по термическому обезвреживанию опасных отходов в Ярославле и на станции Тагул; комплексы

по переработке резинотехнических изделий на станциях Укладочный и Пермь-Сортировочная; четыре комплекса по переработке железобетонных шпал на Октябрьской, Московской, Горьковской и Свердловской железных дорогах; 589 объектов по нейтрализации отработавших кислот и щелочей; полигон на станции Орск и др. С 2007 г. доля обезвреживаемых и направляемых на переработку отходов повысилась на 23,2%. В настоящее время она составляет 83,2% от всех образующихся отходов. В структурных подразделениях компании на сети железных дорог внедрены 130 тыс. единиц светодиодных осветительных приборов, ограничено использование опасных для окружающей среды ртутьсодержащих ламп. С 2016 г. в 11 раз (до 15 млн шт.) увеличена закупка биоразлагаемых пакетов взамен полиэтиленовых.

### Достижение национальных целей по аспекту «парниковые газы»



Активизируется работа в области снижения шумовой нагрузки от железнодорожного транспорта на окружающую среду. В целях совершенствования нормативной базы по борьбе с шумом в транспортной отрасли подготовлены технические требования к 18 наименованиям железнодорожного подвижного состава, четыре ГОСТ в части требований к акустическим экранам. Разработана методология расчета звука от подвижного состава и реализации шумозащитных мероприятий. Для снижения шумового воздействия от инфраструктуры железнодорожного транспорта выполнена замена 39 тыс. стрелочных переводов, осуществлены укладка бесстыкового пути протяженностью 100 тыс. км и 196 млн шт. амортизирующих прокладок, шлифовка рельсов протяженностью 386 тыс. км и около 16 тыс. стрелочных переводов, строительство шумозащитных экранов общей длиной 261 км.

С 2007 г. на сети железных дорог создана мощная структура экологического инструментального контроля и мониторинга. В ОАО «РЖД» функционируют 56 стационарных экологических лабораторий, аккредитованных в национальной системе аккредитации и имеющих лицензии на деятельность в области гидрометеорологии и смежных с ней областей. Система производственного экологического мониторинга включает в себя подсистемы мониторинга атмосферного воздуха, поверхностных водных объектов, выбросов

промышленных предприятий, а также почв, подземных вод, уровней шума, вибраций и электромагнитных излучений. Для проведения отбора и подготовки проб, измерений, химического анализа, обработки результатов лаборатории располагают квалифицированными специалистами, хорошей материальной базой, в том числе средствами измерений, испытательным и вспомогательным оборудованием, оргтехникой, программным обеспечением, средствами коммуникаций. Все они обеспечены нормативной документацией, методиками измерений, химическими реактивами, лабораторной посудой, расходными материалами. Имеются передвижные лаборатории на базе автомобилей и вагоны-лаборатории, оснащенные оборудованием для отбора проб и инструментальных измерений.

#### Достижение целевых ориентиров по аспекту «сбросы»



Компанией реализуется ряд просветительских проектов. Специалисты по экологическому контролю приняли участие в 600 акциях и конкурсах федерального и регионального уровней. В структурных подразделениях холдинга были организованы 178 акций «Зеленая пятница», подготовлены 200 выставок и экспозиций по экологической тематике, высажены около 6 млн деревьев. На детских железных дорогах, в подшефных детских учреждениях созданы 74 экологические дружины, организованы конкурсы детского творчества.

В настоящее время наблюдается устойчивая динамика снижения негативного воздействия хозяйственной деятельности ОАО «РЖД» на окружающую среду, в первую очередь за счет реализации экологических программ, инвестиционных проектов и технического перевооружения, а также совершенствования действующей системы управления природоохранной деятельностью. Деятельность компании по обеспечению экологической безопасности отмечена престижными национальными и международными премиями и дипломами конкурсов, неоднократно получала высокую оценку федеральных органов исполнительной власти и общественных организаций.

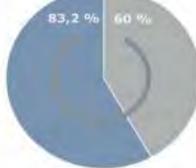
## Достижение целевых ориентиров по аспекту «отходы»



**В 11 раз**

УВЕЛИЧЕНА ЗАКУПКА БИОРАЗЛАГАЕМЫХ ПАКЕТОВ ВЗАМЕН ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ С 2016 г.

**УВЕЛИЧЕНИЕ ДОЛИ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ И ВОВЛЕЧЕНИЯ ОТХОДОВ В ХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ОБОРОТ В 1,4 РАЗА**



**Около 130 тыс. ед.**

СВЕТОДИОДНЫХ ПРИБОРОВ ВНЕДРЕНА С 2009 г. ОГРАНИЧЕН ОБОРОТ РТУТЬСОДЕРЖАЩИХ ЛАМП

<b>1</b>	реконструкция свалки до уровня полигона на ст. Орск	<b>2</b>	комплекса термического обезвреживания отходов (г. Ярославль, ст. Тагул)
<b>2</b>	установки по утилизации резинотехнических изделий (ст. Укладочный, ст. Пермь-Сортировочная)	<b>4</b>	комплекса по переработке железобетонных шпал
<b>20</b>	контейнеров для сбора отработавших батареек	<b>589</b>	объектов обезвреживания отработавших кислоты и щелочи

ОАО «РЖД» - первая и пока единственная российская компания, разместившая зеленые еврооблигации, а также первая в России компания, выпустившая бессрочные облигации, соответствующие принципам зеленых облигаций (GBP). Компания четко следует курсом снижения негативного воздействия хозяйственной деятельности на окружающую среду, бережного отношения к природе.

## Снижение акустического воздействия на окружающую среду

- Документы, устанавливающие технические требования к акустическим экранам и методам их защиты
- Инструментарий для расчета шума, создаваемого железнодорожным транспортом, и оценка распространения звука на местности
- Исследования распространения звука от эксплуатации железнодорожного транспорта с оценкой применимости возможных шумозащитных мероприятий

**7** Методических указаний по расчету шумовых параметров от объектов железнодорожного транспорта

**4 ГОСТ и 1** типовые требования к акустическим экранам

**18 ГОСТ и 1** технические требования по параметрам внешнего шума к железнодорожному подвижному составу

<b>386,3</b> тыс. км – шлифовка рельс	<b>196</b> млн шт. – закупка амортизирующих прокладок
<b>15,8</b> тыс. шт. – шлифовка стрелочных переводов	<b>261</b> км – установка шумозащитных экранов
<b>556,2</b> тыс. шт. алюминотермитная сварка рельс	<b>100,2</b> тыс. км – бесстыковой путь
<b>39</b> тыс. шт. – замена стрелочных переводов	

## Мониторинг окружающей среды и система ликвидации аварийных ситуаций

**ЛИЦЕНЗИЯ** ОАО «РЖД» на осуществление деятельности в области гидрометеорологии и в смежных с ней областях  
**АККРЕДИТАЦИЯ ЛАБОРАТОРИЙ** обеспечена в соответствии с Федеральным законом от 25.12.2013 № 412-ФЗ

<b>53</b> экологических лабораторий на автомобильном ходу	<b>12</b> экологических вагонов-лабораторий
---	---

**ИССЛЕДУЕМАЯ СРЕДА**

1. Вода сточная
2. Вода природная (подземная и поверхностная)
3. Вода питьевая
4. Промышленные выбросы в атмосферу
5. Отработавшие газы автотранспорта
6. Атмосферный воздух
7. Почвы, грунты, иль, донные отложения
8. Отходы производства и потребления
9. Производственная (рабочая) среда. Химические факторы. Физические факторы. Воздух рабочей зоны
10. Жилые и общественные здания. Физические факторы
12. Селитенная территория
13. Радиационный контроль

**56** СТАЦИОНАРНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЛАБОРАТОРИЙ

## Мероприятия, направленные на формирование экологической культуры и экологическое просвещение



**600** акций и конкурсов федеральных и региональных (ежегодное участие)



**6 млн** деревьев и кустарников высадили в период с 2015 г.



**178** акций ОАО «РЖД» «Зеленая пятница» (ежемесячное участие с июля 2013 г.)



**51** экологический электропоезд курсирует на сети железных дорог



**815** объектов инфраструктуры оснащены плакатами по экологической тематике



**74** экологические дружины созданы



**200** выставок и экспозиций, в том числе на вокзалах в регионах



**50** конкурсов детского творчества

## Общественное признание

### 37 ВЫСШИХ НАГРАД ЗА УЧАСТИЕ В КОНКУРСАХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ АКЦИЯХ, В ТОМ ЧИСЛЕ 12 МЕЖДУНАРОДНЫХ

Благодарность президента Российской Федерации В.В. Путина



Высшая международная общественная награда «Древо экологии»

Диплом Совета Федерации «За ответственное отношение к окружающей среде»



Конкурс РСПП «Лидер Российского бизнеса – динамика и ответственность»

- 7 раз** ОАО «РЖД» становилось победителем Всероссийского конкурса «Лидер природоохранной деятельности»
- 6 раз** ОАО «РЖД» становилось победителем международного проекта «Экологическая культура. Мир и согласие»
- 3 раза** ОАО «РЖД» становилось победителем международного конкурса «Evolution Awards»
- 2 раза** ОАО «РЖД» становилось победителем конкурса РСПП «Лидер российского бизнеса – динамика и ответственность»
- 2 раза** ОАО «РЖД» становилось победителем национальной премии «EROECO»



- ✓ Разработан рамочный документ по выпуску зеленых облигаций - Green Bond Framework, положения которого соответствуют Принципам зеленых облигаций ICMA и Стандартам низкоуглеродных транспортных перевозок международной организации CBI
- ✓ Получены сертификаты Совета по стандарту климатических облигаций на три выпуска зеленых облигаций
- ✓ Получено независимое заключение внешнего международного эксперта Sustainalytics
- ✓ Подготовлен и опубликован первый отчет «Green Bond Report» об использованных средствах от выпуска первых зеленых облигаций

ОАО «РЖД» стало победителем в номинации «Пионеры зеленого рынка» как первая компания из России, вышедшая на рынок зеленого финансирования



Зеленые проекты ОАО «РЖД» соответствуют целям устойчивого развития ООН



# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ СТАНЦИЙ ПРИ ИНТЕРВАЛЬНОМ РЕГУЛИРОВАНИИ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ

**А.Ф. БОРОДИН**, АО «Институт экономики и развития транспорта» (АО «ИЭРТ»), заведующий отделением эксплуатации железных дорог и взаимодействия транспортных систем, доктор технических наук, профессор Российского университета транспорта (РУТ (МИИТ))

**Г.Г. ГОРБУНОВ**, АО «ИЭРТ», начальник сектора узлов и станций

**А.Ю. СОКОЛОВ**, АО «ИЭРТ», начальник сектора наличной пропускной способности

**А.Е. СМИРНОВ**, АО «ИЭРТ», ведущий инженер

**И.Р. ГУРГЕНИДЗЕ**, АО «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте» (АО «НИИАС»), руководитель научно-технического комплекса цифрового моделирования имени В.И. Уманского

**С.В. КАЛИНИН**, АО «НИИАС», заместитель руководителя научно-технического комплекса

**А.П. КОЗЛОВСКИЙ**, АО «НИИАС», заместитель руководителя центра имитационного моделирования

ТЕХНОЛОГИЯ управления движением поездов с использованием интервального регулирования (ИРДП) определена как приоритетная при реализации проектов строительства и модернизации железнодорожной инфраструктуры на направлениях с интенсивным движением поездов. Ее основная цель - сокращение интервалов следования поездов и увеличение пропускной способности железнодорожных линий.

Существуют два варианта решений по внедрению ИРДП. Одним из них является соединение по радиоканалу локомотивов двух идущих вслед поездов, так называемая виртуальная сцепка (ВСЦ), которая применяется при необходимости увеличения пропускной способности линии на 10-12 пар поездов в сутки и позволяет реализовать пропуск последовательно идущих поездов с минимальным интервалом 6 мин (до 12 мин в сложных условиях на перевальных элементах профиля пути). Такая технология применима и как альтернатива соединенным поездам. В этом случае эффективность обуславливается повышением участковой скорости движения, экономией времени на соединение и разъединение поездов, исключением случаев перекрытия горловины станции соединенным поездом. Режим ВСЦ реализуется с помощью модернизированной системы ИСАВП-РТ-М. В настоящее время технология виртуальной сцепки развивается за счет использования цифровой системы технологической радиосвязи стандарта DMR. В этом случае управление движением поездов с минимальным интервалом осуществляется через центр управления радиосредствами.

Другой вариант, предусматривающий технологию интервального регулирования с подвижными блок-участками, обеспечивает следование потока поездов с сокращенным межпоездным интервалом. При этом пропускная

способность линии может быть увеличена до 20 % при соответствующем развитии станций и тягово-энергетических ресурсов. Указанная технология обеспечивается локомотивными устройствами безопасности по каналу АЛСЕН (АЛСН), КЛУБ-У, БЛОК.

Внедрение систем интервального регулирования движения поездов снимает ограничения пропускной способности участков по перегонам, отдаляет либо устраняет необходимость строительства дополнительных (третьих и четвертых) главных путей с дорогостоящими искусственными сооружениями, повышает надежность выполнения графика движения поездов и ускоряет его восстановление при различных сбоях в движении, минимизирует потери в поездной работе грузонапряженных направлений при выполнении работ по ремонту и реконструкции инфраструктуры. Ограничивать движение поездов могут устройства тягового электроснабжения, железнодорожные узлы и станции.

Внедрение систем интервального регулирования движения поездов предусматривает развитие железнодорожных полигонов, обеспечивающее минимальный интервал следования поездов на линии, а также работу станции с минимальными межпоездными интервалами при приеме и отправлении поездов и требуемую пропускную способность для выполнения сгущенного графика движения поездов. Поэтому внедрение систем ИРДП следует обосновывать совместно с выбором эффективных мероприятий из следующего перечня:

- для всех типов станций - исключение пропуска транзитных поездов с отклонением по стрелочным переводам (изменение специализации путей станции, реконструкция горловин), замена существующих стрелочных переводов на более пологие марки, увеличение допускаемых скоростей движения на боковой путь, реконструкция путевой инфраструктуры для исключения ограничения скоростей движения при следовании по главным путям;
- для сортировочных, участковых, крупных грузовых станций - устройство параллельных путевых вводов (участков замедления) при приеме поездов в станционные парки, организация путей разгона с приемоотправочных путей или модернизация систем железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ);
- для промежуточных станций - применение режима автодействия для сквозного пропуска поездов;
- для пассажирских станций - повышение скорости входа поездов на приемоотправочные пути (прежде всего, тупиковые), выполнение регламента «минута готовности» (в случае его дальнейшего сохранения) до открытия выходного или маршрутного светофора, снижение задержек по враждебности маршрутов и сокращение станционных интервалов прибытия и встречного отправления, а также отправления и встречного прибытия за счет устройства шлюзов и разноуровневых развязок;
- для соединительных внутриузловых железнодорожных линий - распределение поездопотоков направлений, примыкающих к узлу, по станциям и специализированным паркам с развязкой враждебных маршрутов, обеспечение

маневренности в оперативных условиях с минимизацией последствий сбоев в движении.

Укладка стрелочных переводов более пологих марок - одно из основных мероприятий по увеличению скорости движения при приеме и отправлении поездов с обеспечением следования пакетов поездов с минимальными интервалами (рис. 1). При этом на маршрутах приема и отправления поездов должна производиться замена стрелочных переводов марки 1/9 на стрелочные переводы марки 1/11 либо укладка стрелочных переводов пологих марок (1/18) на входе станции при протяженной горловине.



На сортировочных, участковых и грузовых станциях грузовые поезда, следующие в пакете, останавливаются для выполнения технологических операций. Их движение с низкой скоростью при замедлении и разгоне в условиях отклонения на боковые пути или вызывает увеличение межпоездного интервала, или требует уменьшения расстояния между грузовыми поездами.

Межпоездной интервал, предоставляемый системами ИРДП на перегонах, на входе в узел должен быть обеспечен соблюдением скорости следования согласно режимным картам машиниста с приемом поездов, при возможности, в разные паркы. Альтернативным способом является устройство вставок дополнительных главных путей, обеспечивающих параллельный прием поездов



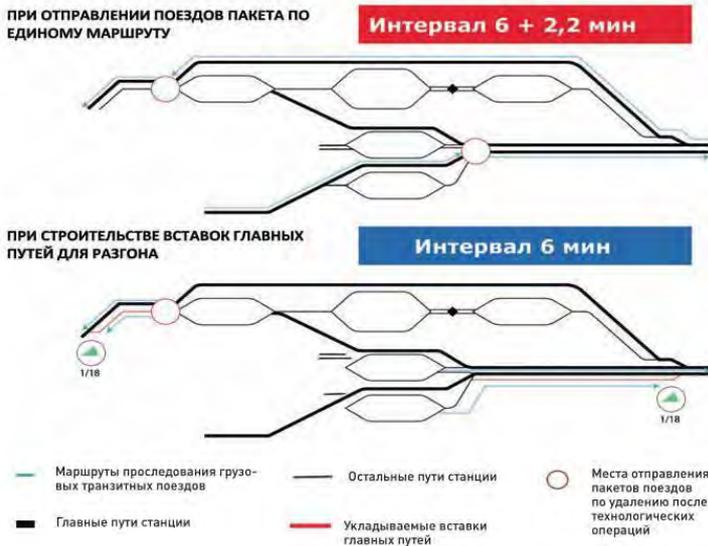
в разные секции путей станционного парка (рис. 2).

Распределение поездов пакета (либо грузовых поездов, следующих в режиме виртуальной сцепки) по разным паркам и станциям узла должно обеспечиваться процессами текущего планирования и диспетчерского регулирования поездной работы на предшествующих узлах и участках. Соответствующие алгоритмы должны быть предусмотрены в

автоматизированных системах, решающих задачи планирования отправления с поездобразующих станций и диспетчерского регулирования пропуска поездов.

Известное решение по устройству дополнительных вставок главных путей перед приемными и приемоотправочными паркками, а также за ними, ранее предусматривалось в основном для соединения и разъединения поездов. Для обеспечения заданного межпоездного интервала при интервальном регулировании движения поездов по входу с участка и по выходу на участок

такое решение требует укладки стрелочных переводов пологих марок, расчета соответствующей длины вставки и оборудования напольными устройствами железнодорожной автоматики согласно принятому варианту систем ИРДП. На крупных многопарковых станциях возможно строительство дополнительного или использование существующего параллельно идущего пути с переустройством стрелочных горловин парков и заменой переводов на пологую



станций маршрутных и выходных сигналов (от одного до двух в горловине с маршрутом отправления при следовании поездов с остановкой), позволяющих сократить время следования поездов по замкнутым в маршруте секциям. Данное решение даст возможность сократить интервал между поездами в пакете на 1-2



действий дежурных по станции по приготовлению маршрута приема и отправления поездов. Данные потери могут составить до 30-40 с на каждую операцию по проследованию поезда. Для устранения этих потерь необходимо сопряжение систем интервального регулирования движения поездов с устройствами электрической централизации стрелок и сигналов промежуточных станций, обеспечивающее режим автодействия ИРДП (с отключением, если необходимо, действия напольных светофоров) для пропуска грузовых поездов по главным путям (рис. 5).

марку для разгона вслед идущего поезда до установленной скорости (рис. 3). Менее капиталоемкими являются решения с

устройством дифференцированных участков удаления (300-400 м при устройстве микропроцессорной автоблокировки на основе тональных рельсовых цепей с централизованным размещением аппаратуры в шкафовом варианте АБТЦ-МШ на главных путях) или с установкой в горловинах

мин, сохранив время приема и отправления поездов (рис. 4).

Минимизировать станционные интервалы можно с помощью комплекса мероприятий по изменению типа устройств ЖАТ на станциях и перегонах. При безостановочном пакетном следовании поездов через промежуточные станции типовые потери времени вызываются несинхронностью



Увеличение интенсивности приема и отправления поездов повышает требования к числу и специализации путей в станционных парках. Перепады интенсивности грузового движения по часам суток на участках, примыкающих к крупной

сортировочной или участковой станции, обусловлены отсутствием единых створов нормативных «технологических окон» (которые объективно не всегда реализуемы), часами пик пассажирского и пригородно-городского движения, съемом пропускной способности ускоренными контейнерными поездами. Практика поездной работы в условиях таких перепадов с приемом поездов в неспециализированные парки увеличивает враждебность поездных и внутристанционных передвижений и зачастую не позволяет избежать задержек поездов по неприему.

Для компенсации этих перепадов при реконструкции станций следует не только увеличивать число путей в специализированных парках четного и нечетного направлений, но и предусматривать парки или группы путей, обеспечивающие работу с поездами обоих направлений с минимальными потерями времени в поездной и маневровой работе.

Применение в перспективных расчетах действующих норм и технологии обработки составов в станционных парках приводит к завышению потребной вместимости путевого развития. Расширение станционных площадок для укладки дополнительных путей нередко является весьма капиталоемким или вообще практически нереализуемым. Развитие соседнего раздельного пункта для выноса операций с транзитным или перерабатываемым поездопотоком может быть обосновано как вариант проектного решения. Вместе с тем следует исходить прежде всего из применения средств автоматизации диагностики подвижного состава, удлинения гарантийных участков безотказного проследования вагонов новых типов, прогрессивного оснащения пунктов технического обслуживания вагонов и оптимальной длительности технологической обработки составов.

Повышение результирующей пропускной и провозной способности полигонов и направлений за счет систем интервального регулирования движения поездов предъявляет более жесткие требования к сокращению потерь времени из-за несинхронности действий работников и технологических нарушений. Поэтому возрастает актуальность комплексной автоматизации станционных операций, а также реализации следующих организационных мер:

- планирования поездными диспетчерами совместно с оперативным персоналом станций участка отправления и пропуска поездов для выполнения условия их приема в разные пучки парка или в разные парки станции;

- сокращения регламента «минуты готовности» для бригад на локомотивах, оборудованных комплексными устройствами безопасности (КЛУБ, БЛОК, и т.д.), либо выполнение этого регламента до разрешения следовать по маршруту.

Специалистами АО «НИИАС» и АО «ИЭРТ» проводится системная работа с профильными департаментами и дирекциями ОАО «РЖД» по синхронизации развития путевой станционной и перегонной инфраструктуры с реконструкцией систем ЖАТ. Выполняются серии многовариантных имитационных и аналитических расчетов по определению эффективных наборов мероприятий применительно к местным условиям железнодорожных направлений и узлов.

Рассмотрим порядок имитационных расчетов. Для определения достаточного объема ресурсов и мощности станций по обработке транзитного поездопотока проводится макро моделирование перспективного движения поездов исходя из потребности линии в объеме поездной работы с учетом категорий поездов. Макро моделирование представляет собой автоматизированное построение графика движения поездов и плана-графика работы транзитных парков с



расчетом загрузки наличных или планируемых ресурсов станции - бригад осмотра, локомотивов и т.п., а также загрузки стрелочных горловин, которые задействованы в приеме и отправлении транзитных поездов с переработкой (рис. 6).

Как показало моделирование, на многих исследованных технических станциях при выполнении действующих нормативов технологического процесса обеспечивается такое время занятия пути поездом, при котором график движения поездов с сокращенным межпоездным интервалом 6-8 мин выполним. В большинстве случаев следует увеличить число бригад осмотра вагонов либо применить технические средства для ускорения процесса опробования тормозов или проведения технического обслуживания и коммерческого осмотра (например, технический комплекс для проведения технического осмотра грузовых вагонов АО «НИИАС»). Микро моделирование проводится для проверки возможности реализации станционных интервалов 6 мин при приеме и отправлении поездов со станции (рис. 7).



В процессе моделирования работы станции выполняется проверка необходимости технических и технологических мероприятий по реализации 6-минутных интервалов приема, отправления и проследования грузовых поездов на станции. В случае такой необходимости осуществляется их выработка. Формализованы типовые сценарии для проведения серии расчетов на моделях станций (в соответствии с перечнем определенных ранее мероприятий), а именно: изменение типа устройств ЖАТ на станциях и перегонах, изменение длин блокучастков на перегонах, установка дополнительных маршрутных (выходных) сигналов, установка изолирующих стыков, дифференциация участков удаления, укладка стрелочных переводов пологих марок, строительство вставок главных путей, удлинение станционных путей, сокращение регламента «минута готовности».

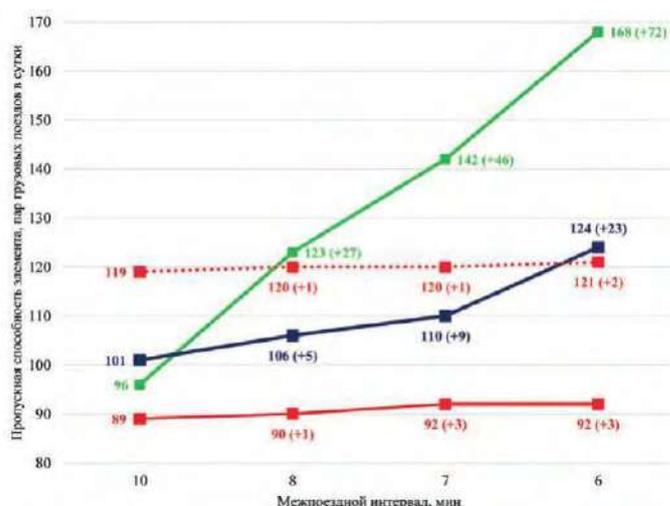
Отдельно следует рассмотреть варианты увеличения скорости следования поезда при приеме на станцию. При приеме поездов действуют ограничения скорости, из-за которых увеличивается время занятости входной горловины станции хвостом поезда, возникает задержка в приготовлении маршрута приема вслед идущему поезду, что, в свою очередь, приводит к увеличению станционного интервала попутного прибытия поездов. В процессе моделирования проводится расчет станционных интервалов в случае пересмотра приказов об ограничении скоростей при приеме поездов, но с учетом Правил технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации (приложение 6, п. 90), и Правил технического обслуживания тормозного оборудования и управления тормозами железнодорожного подвижного состава, утвержденных Советом по железнодорожному транспорту государств - участников Содружества (протокол от 6-7 мая 2014 г. № 60).

При моделировании приема (проследования) поездов станциями два поезда появляются на перегоне с 6-минутным интервалом и далее следуют на станцию. При моделировании отправления поездов проверяется возможность отправления со станции двух поездов с интервалом 6 мин. Такой интервал (приема, отправления, проследования) считается реализуемым при условии беспрепятственного движения поездов (отсутствие моментов снижения скорости второго поезда по причине нагона первого поезда).

Моделирование работы большой выборки технических станций сети ОАО «РЖД» показало, что на текущей инфраструктуре при текущих ограничениях реализация сокращенных станционных интервалов (от 6 мин) невозможна. Это связано прежде всего с невозможностью открытия выходного сигнала до момента освобождения первого блок-участка удаления, установленными ограничениями скорости по приему поездов на станционные пути, а также с низкой фактической скоростью движения поездов при их приеме и отправлении.

Для оценки эффективности применения технологии интервального регулирования движения поездов исследовано действующее грузонапряженное направление сети железных дорог ОАО «РЖД», пропускная способность которого ограничена приемоотправочным парком станции смены локомотивов и локомотивных бригад. Вывод об эффективности применения ИРДП построен на основе анализа влияния снижения межпоездного интервала как на пропускную способность отдельных элементов инфраструктуры, так и на результирующую пропускную способность рассматриваемого направления в целом. Кроме того, проведен анализ целесообразности использования технологии ИРДП для снижения потребности в развитии железнодорожной инфраструктуры для освоения возрастающих поездопотоков на расчетную перспективу.

Анализ влияния технологии интервального регулирования движения поездов на величину пропускной способности отдельных элементов железнодорожной инфраструктуры (рис. 8) показал, что снижение межпоездного интервала оказывает наибольшее влияние на пропускную способность перегонов. При снижении межпоездного интервала на рассматриваемом направлении с 10 до 6 мин результирующая пропускная способность перегонов возросла на 72 пары грузовых поездов.



Кроме того, реализация в стрелочных горловинах технических станций инфраструктурных мероприятий, необходимых для снижения межпоездного интервала, также обеспечивает прямо пропорциональное увеличение пропускной способности. Снижение межпоездного интервала и реализация сопутствующих мероприятий позволяет увеличить пропускную способность стрелочной

горловины технической станции, ограничивающей продвижение поездопотока на исследуемом направлении, на 23 пары грузовых поездов в сутки.

Положительное влияние ИРДП на пропускную способность перегонов и стрелочных горловин обусловлено снижением межпоездного интервала и

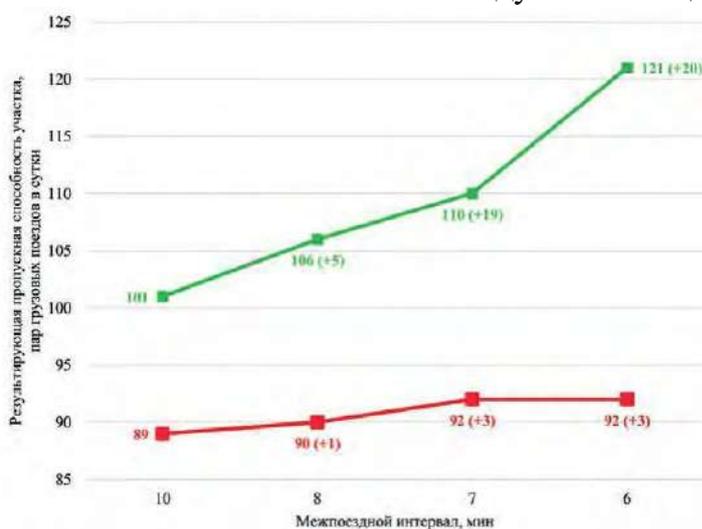
увеличением скорости проследования поездов по стрелочным горловинам (см. Инструкцию по расчету наличной пропускной способности железных дорог, утвержденную ОАО «РЖД» 10.11.2010 г. № 128). В то же время снижение межпоездного интервала не оказывает значительного влияния на пропускную способность приемоотправочного парка. Снижение межпоездного интервала с 10 до 6 мин позволяет увеличить пропускную способность лишь на три пары грузовых поездов в сутки. Увеличение пропускной способности приемоотправочного парка достигается за счет увеличения полезной емкости или снижения времени обработки поездопотока на путях. Реконструкция приемоотправочного парка с увеличением числа путей позволяет увеличить пропускную способность на 30 пар грузовых поездов при установленном 10-минутном интервале.

При таком увеличении полезной емкости ограничивающего приемоотправочного парка элементами, снижающими результирующую пропускную способность направления, будут:

- при 10-минутном межпоездном интервале - перегонная инфраструктура;
- при 8- и 7-минутных интервалах - стрелочная горловина технической станции;
- при 6-минутном интервале - реконструируемый приемоотправочный парк.

Следовательно, дальнейшее увеличение результирующей пропускной способности участка возможно только в условиях реализации инфраструктурных, технических или технологических мероприятий по развитию пропускной способности приемоотправочного парка (рис. 9).

Из вышеизложенного следует вывод, что максимальный прирост



результатирующей пропускной способности участка достигается в условиях синхронизированного применения систем ИРДП и увеличения полезных емкостей приемоотправочных парков (если ограничивающим элементом результирующей пропускной способности участка является приемоотправочный парк технической станции), а также если ограничивающим элементом результирующей пропускной способности участка являются

перегонная инфраструктура и стрелочные горловины технической станции. Затраты на развитие приемоотправочных парков станций смены локомотивов и локомотивных бригад должны быть учтены в общих инвестициях на внедрение технологии интервального регулирования движения поездов. Применение технологии ИРДП как инструмента по снижению потребности в развитии железнодорожных участков эффективно не только в отношении перегонной инфраструктуры, но и горловин станций.

# ЭФФЕКТИВНЕЙ ИСПОЛЬЗОВАТЬ ВОЗМОЖНОСТИ СИСТЕМ СТАНЦИОННОЙ АВТОМАТИЗАЦИИ

Г.А. ЗУЕВ,

«Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте» (АО «НИИАС»), начальник отдела внедрения аппаратно-программных комплексов Научно-технического комплекса по системам обеспечения безопасности движения и автоматизации станционных и полигонных процессов

**А.Г. САВИЦКИЙ**, кандидат технических наук

В СООТВЕТСТВИИ с концепцией «Цифровая железнодорожная станция», утвержденной 7 ноября 2018 г., ОАО «РЖД» ведет активную работу в части автоматизации станционных процессов. Основные технические решения, отвечающие положениям концепции, уже проработаны [1], но их реализация требует значительных капиталовложений и затрат времени.

Приведенные в статье исследования показывают, что добиться неплохих результатов в этом направлении можно и без существенных инвестиций за счет использования в полном объеме функциональных возможностей уже действующих автоматизированных систем управления, развития на их основе новых, более эффективных и безопасных технологий и создания соответствующей нормативной базы. Для этого требуется объединить усилия всех уровней управления: центрального, дорожного и линейного. В статье [2] подробно проанализированы перспективы развития систем автоматизированного управления станционными процессами. Однако следует отметить, что уже реализованные системы автоматизации имеют существенный потенциал повышения эффективности и безопасности движения при полнофункциональном использовании.

Микропроцессорная централизация стрелок и сигналов (МПЦ), комплексная система автоматизации управления сортировочным процессом (КСАУ СП) и маневровая автоматическая локомотивная сигнализация (МАЛС) являются наиболее распространенными системами станционной автоматизации, существенно влияющими на процесс управления движением. Они объединены машинными интерфейсами передачи данных и пользовательскими интерфейсами, предусматривающими возможность автоматического и ручного выполнения отдельных операций. Их внедрение на одном объекте создает комплекс, позволяющий автоматизировать маневровые и горочные операции на станции, включая процессы формирования и расформирования составов. Однако достижению максимального эффекта от его использования мешает тот факт, что выбор режима управления остается за оператором (например, машинистом маневрового локомотива), который, как показывает практика, выбирает ручной режим. Это обстоятельство регистрируется в протоколах работы автоматизированной системы (в данном случае МАЛС), но не является нарушением, а следовательно, предметом разбора со стороны контролирующих органов. В результате заложенные в системах прогрессивные режимы управления блокируются самими исполнителями, причем в ряде случаев необоснованно.

В действующей нормативной документации пока не отражены реальные возможности систем автоматизации. Она, как и прежде, ориентирует исполнителей на привычное ручное управление с применением действующего регламента переговоров между ними (ПТЭ, приложение № 8, табл. 3, п. 5). Согласно ему дежурный по станции (ДСП) или горке (ДСПГ) должен передать локомотивной бригаде маршрутное задание, проверить правильность его восприятия и дать команду, разрешающую движение, а машинист - доложить о завершении операции. Тем не менее такой подход не исключает ошибок, негативно влияющих на соблюдение условий безопасности движения. Согласно результатам анализа, выполненного ПКБ ЦТ, основными причинами проезда светофоров с запрещающими показаниями поездными единицами под управлением локомотивных бригад в период 2003-2018 гг. являлись:

- невнимательность (207 случаев, 72,6%);
- невыполнение регламента переговоров между машинистом и ДСП (28 случаев, 9,7%);
- приведение локомотива в движение без команды руководителя работ (26 случаев, 9,1%);
- ошибки при управлении тормозами (14 случаев, 4,8%);
- незнание ТРА станции (11 случаев, 3,8%).

В случае внедрения системы МАЛС маршрутное задание и допустимый скоростной режим отображаются на мониторах машиниста и ДСП (ДСПГ), а предусмотренные алгоритмические и технические средства блокируют выполнение некорректных команд (превышение допустимой скорости, проезд светофора с запрещающим показанием и др.). При работе локомотивов под ее контролем оптимизируются скоростной режим и сроки выполнения маневровой операции независимо от порядка движения (локомотивом или вагонами вперед). Особенно это актуально при задании сквозного маршрута через зоны ответственности нескольких ДСП. Система объединяет все эти участки маршрутов в единый маршрут с расчетом скоростного режима и тормозной кривой. Однако указанные преимущества блокируются действующим регламентом переговоров, согласно которому машинист должен получить команду и разрешение на движение на границе зоны ответственности каждого из этих ДСП.

Отображение значимой информации на мониторах участников процесса позволяет машинисту контролировать все ограничения и предупреждения на маршруте, а дежурному по станции - начало и окончание движения, необоснованные остановки и снижение скорости. К тому же ДСП видит на своем мониторе текущую длину маршрута и может заранее, без доклада машиниста, начать готовить следующий маршрут. Активное использование указанной информации обеими сторонами процесса повышает интенсивность работы и сокращает межоперационные интервалы. Кроме того, оборудование локомотива техническими средствами МАЛС дает возможность сохранять высокую скорость движения при плохой видимости из-за погодных условий (снег, дождь, туман и др.). В этом можно было убедиться, когда десять лет назад

станцию Солнечная Московской железной дороги накрыл смог от горящих торфяников. В то время как машинисты локомотивов, оборудованных этой системой, спокойно выполняли свою работу, ориентируясь на информацию, выведенную на локомотивные мониторы, их коллегам на других тяговых подвижных единицах приходилось снижать скорость и, вдыхая дым, высовываться из окна для того, чтобы разглядеть показание маневрового светофора.

В целях использования перечисленных преимуществ в полном объеме требуется внести соответствующие изменения в Инструкцию по движению поездов и маневровой работе (ПТЭ, приложение № 8), которые должны отображаться в объектно-ориентированных положениях ТРА станций.

На данный момент не решен вопрос организации движения по кодированным путям станции маневровым порядком локомотивов, оборудованных помимо МАЛС еще и устройствами безопасности КЛУБ и комплекса измерения параметров движения КПД-3 (электронный скоростемер). В результате при запрещающем поездном сигнале светофора, но разрешающем маневровом последние ориентируются на код «КЖ», ограничивающий скорость движения до 20 км/ч, в то время как МАЛС рекомендует 40 или 60 км/ч. Проблема решается одновременным нажатием на рукоятки ВК и РБ, однако несвоевременность этого действия может привести к экстренной остановке локомотива. К сожалению, уже имеющееся техническое решение этой проблемы пока не реализуется.

Система МАЛС на основе данных от различных датчиков и систем (включая МПЦ) способна достаточно точно определять координату головы состава на путях станции и длину подвижной единицы на маршруте. Это обеспечивает контроль заполнения путей при формировании (расформировании) составов маневровым порядком, в результате чего при движении на занятый путь предоставляется возможность определения длины маршрута и расчета тормозной кривой. Кроме того, контроль длины маневрового состава в процессе освобождения и занятия рельсовых цепей позволяет своевременно выявлять случаи саморасцепа, информируя об этом ДСП.

Включение в описание маршрута предупреждений (временных ограничений скорости) по данным АСУ ВОП, в том числе предписаний о подаче звуковых сигналов в случае приближения к местам проведения работ и разрешенных переходов через пути, обеспечивает безопасность железнодорожников и пассажиров. В случае движения вагонами вперед это позволяет отказаться от обязательного присутствия составителя на подножке в голове состава, как это предписано Инструкцией по движению поездов и маневровой работе (ПТЭ, приложение № 8, п. 20). Таким образом, при штатных ситуациях безопасность движения обеспечивается системой МАЛС. Вопросы предотвращения сходов из-за случайных предметов на путях и безопасности лиц, нарушающих порядок перемещения по станции, должны решаться с помощью устройств обнаружения препятствий, а также систем видеонаблюдения и работников охраны, а не составителей, у которых далеко не всегда имеется возможность своевременно обнаружить и предотвратить аварийную ситуацию.

Передвигаясь по маршруту на подножке первого вагона в любую погоду и время суток, составители ежедневно подвергают свою жизнь опасности, особенно в момент экстренного торможения. На основе опыта ряда европейских стран и информационно-управляющего ресурса системы МАЛС эту проблему можно решить путем перехода к новой технологии формирования (расформирования) составов. При ее реализации составители, находясь в парках, выполняют только операции по прицепке (отцепке), закреплению и снятию закрепления вагонов, а движением маневровых составов управляют машинисты или бортовые локомотивные устройства МАЛС в зависимости от выбранного режима управления. О приближении маневрового состава к вагонам МАЛС заранее извещает ДСП, а тот по радиосвязи информирует составителя, который штатным порядком прицепляет маневровый состав к вагонам.

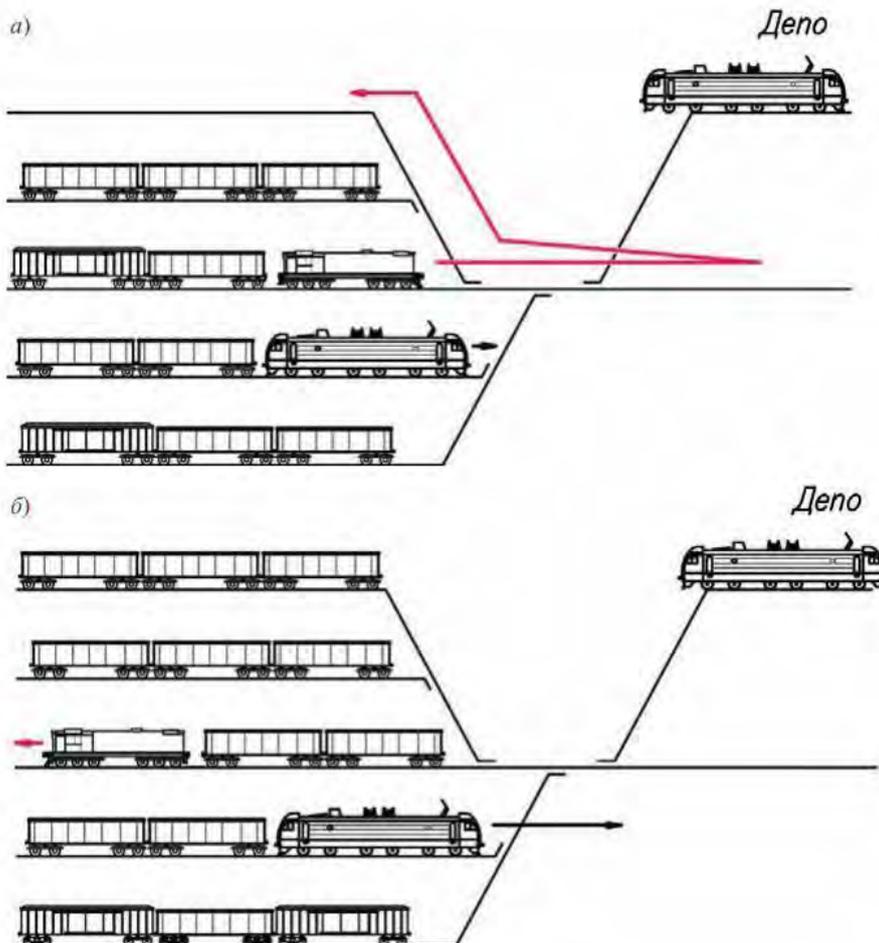
Указанная технология исключает опасную операцию сопровождения состава составителем на подножке вагона, к тому же маневровый состав в такой ситуации может двигаться быстрее, поскольку в этих условиях целесообразно отказаться от ограничения в 25 км/ч, предусмотренного требованиями ПТЭ (приложение № 8, п. 42). В дополнение к этому за счет сокращения перемещений вдоль вагонов и времени на выполнение операций значительно снижается нагрузка на составителей, в связи с чем их штат может быть оптимизирован.

Отдельного рассмотрения требуют показатели эффективности работы комплекса автоматизированных систем управления при выполнении операций по расформированию и формированию составов на сортировочной станции. Реализуется указанный процесс, как правило, двумя группами маневровых локомотивов с различными зонами обращения: в парках приема и сортировочном при расформировании и парках отправления и сортировочном при формировании. К автоматизированным с помощью системы КСАУ СП функциям управления маршрутами движения и скоростью скатывания отцепов в последнее время добавилась еще одна - расчет переменной скорости роспуска состава. Значение скорости синхронно с процессом роспуска передается станционным устройствам системы МАЛС и реализуется ее бортовыми устройствами преимущественно автоматически. Эффективность такого решения проверена на станциях Лужская Октябрьской и Челябинск-Главный Южно-Уральской железных дорог. На первой из них применена система MSR 32, а на второй - КСАУ СП.

Для сокращения времени доставки состава из парка прибытия на сортировочную горку в системе МАЛС предусмотрены режимы предварительного (подтягивание) и попутного надвига. Они позволяют начать этот процесс еще до момента окончания предыдущего роспуска, задав маршрут по параллельному пути или вслед предыдущему составу. Наибольший эффект от применения такой технологии достигается при безостановочном переходе подтягивания в основной надвиг и роспуск, для чего дежурный по горке должен в нужный момент дать команду на начало подтягивания. Такой процесс расформирования составов изучен достаточно хорошо и уже реализован на ряде объектов. Его эффективность напрямую зависит от квалификации ДСПГ,

горочных операторов и машинистов, а главное, от степени использования ими возможностей автоматизированных систем управления.

Из сортировочного парка сформированный состав после соответствующей подготовки переставляется в парк отправления маневровым локомотивом, который заезжает под состав со стороны района формирования и после его закрепления возвращается назад через выходную горловину парка отправления по его свободному пути (рис. 1, а).



Путей в парке отправления гораздо меньше, чем в сортировочном парке. К тому же один из них требуется держать свободным для возврата маневровых локомотивов. С учетом указанных факторов, а также значительной загруженности выходной горловины парка отправления (возврат маневровых и подача под состав магистральных локомотивов, маршруты отправления), он часто становится своеобразным «бутылочным горлышком», определяющим пропускную способность станции в целом.

Ситуация кардинально изменится, если, опираясь на рассмотренные выше показатели системы МАЛС, допустить возможность перестановки состава в парк отправления вагонами вперед, тормозные рукава которых согласно ТРА станции должны быть соединены, а тормоза частично опробованы. Локомотив под состав может заезжать по свободному пути сортировочного парка сразу после перестановки предыдущего состава и в промежутках между отпусками. Предлагаемая технология формирования составов имеет ряд преимуществ: разгружается выходная горловина парка отправления и высвобождается еще

один путь под подготовку поездов к отправлению (рис. 1, б). Кроме того, сокращаются простои маневровых локомотивов в парке отправления, которые могут вернуться в сортировочный парк, используя собственный маршрут.

Эффективность функционирования автоматизированного комплекса по расформированию (формированию) составов была исследована специалистами АО «НИИАС» по данным протоколов работы системы МАЛС за 2018 г. на четной сортировочной системе станции Челябинск- Главный Южно-Уральской дороги. В состав четной сортировочной системы входят парк прибытия «Г» (18 путей), сортировочный парк «Д» (пять пучков, 32 пути) и парк отправления «В» (10 путей). Четыре пути надвига (Г2 - Г5) сортировочной горки позволяют организовать параллельный роспуск, однако эти возможности не используются оперативным персоналом. В среднем за сутки сортировочная система принимает 75 поездов (в том числе, 66 с переработкой) и формирует 78 составов. Кроме того, она выполняет 15 повторных роспусков (табл. 1). Таким образом, в среднем за сутки расформируется 81 состав. Транзитные поезда по объездному пути переставляются в парк отправления.

Таблица 1

**Показатели работы сортировочной станции за сутки при расформировании составов**

Показатель	Значение показателя		
	фактическое в 2018 г.		расчетное при выполнении рекомендаций систем автоматизации
	среднестатистическое	при максимальной загрузке	
Число поездов: с переработкой транзитных с повторным роспуском	66 9 15	73 9 14	88 11 17
Число маневровых локомотивов	5-6	6	4

Показатели эффективности работы сортировочной системы с учетом аппаратно-программных ресурсов автоматизированного комплекса управления определялись применительно к суткам с максимальными объемами переработки и формирования составов (а именно, 08.04.2018). Такой подход использовался в связи с тем, что для аналогичных периодов с меньшими объемами они будут гарантированно подтверждаться. Количественная оценка эффекта может определяться применительно к средним объемам переработки и формирования составов сортировочной системы. Ее определение базировалось на ряде допущений, анализ которых находится вне рамок настоящего исследования. Соотношение между различными видами поездов (транзитными и с переработкой, с переработкой и повторными роспусками, своего формирования и сборными, принятыми на станцию с переработкой и своего формирования) принималось постоянным и соответствовало существующим показателям 2018 г. Оно определяется параметрами вагонопотока, прибывающего на станцию, и сетевого плана формирования, которые не зависят от скорости движения и порядка перемещения составов. Кроме того, среднее время обработки состава на пути парка отправления принималось по факту без изменения, поскольку вопросы технического и коммерческого осмотров и ожидание поездного локомотива в данном исследовании не рассматривались.

За контрольные сутки максимальной загрузки парк прибытия принял 82 состава (73 для переработки и 9 транзитных), дополнительно было выполнено 14 повторных роспусков. Всего было расформировано 87 составов (см. табл. 1). На путях парка отправления прошли процедуру обработки 90 составов (табл. 2), в том числе девять транзитных, девять передач в нечетную сортировочную систему, восемь сборных поездов своего формирования.

Таблица 2

Показатели работы сортировочной станции за сутки при формировании составов

Показатель	Значение показателя			
	фактическое в 2018 г.		расчетное при выполнении рекомендаций систем автоматизации	
	среднестатистическое	при максимальной загрузке	при максимальной загрузке	предельно возможное
Число поездов: своего формирования	69	81	97-98	107
транзитных	9	9	11	12
всего отправленных	78	90	108-109	119
Число маневровых локомотивов	5-6	5-6	4	4

В работе по расформированию составов и маневровых операциях в сортировочном парке участвовали шесть локомотивов, не считая трех, эпизодически привлекавшихся для роспуска составов, поступавших из нечетной сортировочной системы. Работа по формированию составов выполнялась 5-6 локомотивами.

Среднесуточные параметры функционирования сортировочной системы по расформированию составов указывают на высокую интенсивность работы.

Сортировочная горка выполняет 3,63 роспуска в час; вершина горки более 70% времени занята надвигом и роспуском; горочный интервал между окончаниями смежных роспусков составляет 16,4 мин, средний горочный цикл оборота локомотива (интервал между началами смежных роспусков, выполняемых этим локомотивом) равен 73 мин (табл. 3).

Таблица 3

Показатели работы сортировочной станции

Параметр	Значение параметра	
	фактическое при максимальной суточной переработке в 2018 г.	расчетное среднесуточное при выполнении рекомендаций систем автоматизации
При расформировании составов		
Скорость подтягивания, км/ч	3	5
Скорость основного надвига, км/ч	4,3	8
Скорость роспуска, км/ч	5,4	6,5
Горочный интервал, мин	16,4	13,6
Цикл оборота локомотива, мин	73	50,4
При расформировании составов		
Число путей, занятых формированием	9	10
Цикл оборота локомотива, мин	62,4	49,2

Однако пооперационный анализ свидетельствует о готовности автоматизированного комплекса к повышению эффективности функционирования. Так, например, более 80% составов начинают подтягивать заранее и очень медленно (со скоростью ниже 3 км/ч при допустимой в 5 км/ч), а затем останавливают в ожидании окончания предыдущего роспуска или маневров с поездными и горочными локомотивами. В результате выезд поездных локомотивов в депо и заезд горочных локомотивов под состав

задерживается, затрачиваются энергетические ресурсы на остановку, а затем разгон остановленного состава, скорость основного надвига не успевает достигнуть допустимых значений (4,3 км/ч вместо предусмотренных инструкцией 8-14 км/ч). Средняя скорость роспуска составляет всего 5,4 км/ч при рекомендованном КСАУ СП значении 6-10 км/ч.

Как показывают расчеты, выполнение рекомендаций автоматики о безостановочном переходе от подтягивания к основному надвигу и роспуску, а также соблюдении скоростного режима на уровне даже нижних границ задаваемых значений позволит заметно повысить средние скорости подтягивания, основного надвига и роспуска, в результате чего уменьшатся средний горочный интервал и цикл оборота локомотива (см. табл. 3). Кроме того, сокращение горочного интервала даст возможность увеличить ежесуточное число роспусков (включая повторные) и прием поездов с переработкой. При сохранении пропорции между транзитными и расформировываемыми поездами общее число принимаемых поездов за сутки может возрасти с 82 до 99 (см. табл. 1).

Таким образом, относительно суток с максимальной переработкой четная сортировочная система сможет принимать на 20,7% больше поездов при сокращении числа необходимых маневровых локомотивов с пяти-шести до четырех. При этом среднестатистические показатели переработки составов в сутки могут увеличиться на 32%.

Рассмотрим возможности сортировочной системы по формированию составов с учетом потенциального роста числа прибывающих на станцию поездов. При максимальной суточной загрузке в 2018 г. на каждом из 10 путей парка отправления было сформировано и отправлено от 8 до 11 поездов или передач. При этом один из путей оставался свободным для пропуска маневровых локомотивов в сортировочный парк. Среднее время занятия каждого из путей одним составом составило от 2,22 ч до 2,93 ч, что значительно превышает нормативное значение 1,82 ч. Это время включает в себя также дополнительный простой маневрового локомотива из-за занятости выходной горловины парка отправления. Затраты времени маневрового локомотива на цикл обработки одного состава составили в среднем 62,4 мин при нормативе 40,8 мин, а для сборного поезда - еще на 36 мин больше. Столь существенное превышение норматива обусловлено простоями локомотива в выходной горловине парка отправления при угловом заезде в ожидании задания маршрута возвращения в сортировочный парк. Этот вывод подтверждается справкой системы МАЛС, которая оценивает загрузку маневрового локомотива в 35,3%.

Изменение технологии подготовки грузового состава своего формирования к отправлению, которое заключается в организации его перестановки в парк отправления вагонами вперед с учетом задания маршрута заезда локомотива под состав по путям сортировочного парка и спускной части горки (см. рис. 1, б), позволит сократить время на эту операцию и возврат локомотива в сортировочный парк до 31,5 мин. Техническим обоснованием для такого подхода является тот факт, что согласно утвержденному технологическому процессу станции Челябинск- Главный маневровый состав должен подаваться в

парк отправления с замкнутой тормозной магистралью и опробованными тормозами. В дополнение к этому система МАЛС способна информировать машиниста о маршруте движения, местоположении головы состава и расстоянии от головы состава до конца маршрута. С учетом времени на выполнение операций, предусмотренных графиком технологического процесса станции (прицепка к составу, соединение вагонов, соединение тормозных рукавов и опробование тормозов, а также снятие закрепления и подтягивание), которое согласно технологическому процессу станции равно 10 мин, получим окончательный результат в 41,5 мин, что соответствует нормативному значению.

Таким образом, время подготовки и перестановки в парк отправления одного состава маневровым локомотивом сокращается на 33,5%. К тому же еще один путь парка отправления может быть использован для формирования составов. Как показывают расчеты, в такой ситуации число отправленных поездов увеличивается до 119, что на 29 больше, чем за контрольные сутки с максимальными показателями работы в 2018 г. При сохранении пропорции между транзитными поездами и поездами своего формирования, число последних увеличится до 107 в сутки, а транзитных - до 12.

В соответствии с расчетами при сохранении пропорций между принятыми и отправленными поездами по завершении процесса расформирования по новой технологии в парк отправления будет передано только 97-98 поездов своего формирования. С учетом 11 транзитных общее число отправленных поездов составит 108-109, при подготовке которых будут задействованы четыре локомотива.

Образовавшийся резерв пропускной способности парка отправления указывает на то, что лимитирующим элементом роста переработки вагонов на станции становится уже сортировочная горка. Для его освоения необходимо лучше использовать возможности автоматизированного комплекса по организации безостановочного надвига (ропуска) и повышать скорость движения расформируемого состава. При этом немаловажную роль будет играть максимальное использование возможностей автоматического режима управления локомотивами, для чего требуется доработка нормативной базы.

Таким образом, потенциальный рост переработки вагонов относительно максимального существующего поступления поездов составит 20,7%, а относительно среднесуточного - 32%. (99 поездов против 82 и 75 соответственно), причем число локомотивов и на расформировании, и на формировании сократится до четырех, т.е. более чем на 30%.

Можно предложить еще более эффективный путь совершенствования технологии расформирования (формирования) составов, когда горочный локомотив после ропуска завершающей группы вагонов следует на путь сортировочного парка, где находится только что сформированный состав, осаживает его вагоны и после подготовки и опробования тормозов переставляет его в парк отправления. При этом время оборота локомотива оптимизируется за счет сокращения холостого пробега на один угловой заезд и ожидание своего

маршрута. Соответственно снижается загрузка дежурного по горке и локомотивной бригады.

Выполненный анализ потенциальных возможностей работающего на станциях комплекса автоматизированных систем МПЦ, КСАУ СП и МАЛС показывает его эффективность перспективность с позиции постепенного перехода к цифровому управлению технологическим процессом и беспилотному движению. Для ускорения процесса потребуется:

- усовершенствовать технологию работы станций с точки зрения более полного использования возможностей автоматизированных систем;
- адаптировать существующую нормативную базу в части снижения числа ограничений по скорости и пересмотра устаревших регламентов для станций, оборудованных такими системами;
- обучить персонал станций и локомотивных депо применению прогрессивных технологий работы с учетом возможностей автоматики, поощрять использование машинистами автоматического режима управления локомотивом;
- ввести в практику регулярный анализ результатов выполнения производственных заданий по протоколам работы автоматизированных систем и использования прогрессивных технологий;
- разработать систему экономических стимулов и показателей для линейных предприятий, отдельных бригад и исполнителей, направленную на повышение эффективности и производительности труда на станциях.

Следует отметить, что такая работа уже ведется. В качестве примера может служить факт включения в ПТЭ нового положения, в котором говорится, что «на железнодорожных станциях, оборудованных маневровой автоматической локомотивной сигнализацией (МАЛС), допускается перед приемом и отправлением поездов не прекращать маневровую работу на железнодорожных путях, с которых невозможно исключить выход железнодорожного подвижного состава на маршрут следования поезда, путем установки стрелок в охранное положение». (ПТЭ, приложение № 8 (ИДП), приложение № 9, п. 1).

Кроме того, по данным агентства экономической информации «Прайм» от 17.09.2020, на станции Челябинск-Главный был испытан прототип цифрового помощника для управления сортировочной станцией, формирующий рекомендации о порядке роспуска составов на сортировочной горке. Он может, к примеру, определить момент начала подтягивания состава для обеспечения безостановочного перехода в основной надвиг и роспуск. По итогам эксперимента снижение простоя вагонов в среднем составило более 20%, что согласуется с результатами расчетов, представленных в статье.

### **РЕЛЬСЫ ДЛЯ МОНГОЛИИ** **В 2020 г. Западно-Сибирский** **металлургический комбинат** **(ЗСМК, входит в группу ЕВРАЗ)** **отправил в Монголию около** **76 тыс. т рельсов.**

Из них 56 тыс. т рельсов типа Р65 категории ДТ350 предназначены для строительства железной дороги Таван-Толгой – Зуунбаян. Еще порядка 20 тыс. т произведены и поставлены в рамках контракта с ОАО «РЖД» на текущее содержание путей совместного российско-монгольского предприятия АО «Улан-Баторская железная дорога». Строительство железной дороги Таван-Толгой – Зуунбаян протяженностью 414,6 км началось в июне 2019 г. для освоения каменноугольного месторождения Таван-Толгой. В результате реализации проекта месторождение будет связано с единой железнодорожной сетью страны. По этой дороге Монголия сможет экспортировать 30 млн т коксующегося и энергетического угля в год. Поставка рельсов ЗСМК позволит завершить первый этап строительства уже в 2021 г.

### **ВАГОНЫ НА ЭКСПОРТ** **ПАО «Научно-производственная** **корпорация «Объединенная** **вагонная компания» (ПАО «НПК** **ОВК»)** выиграло международный тендер на поставку в Монголию 810 полувагонов повышенной грузоподъемности.

Впервые в истории российского вагоностроения отечественный подвижной состав с осевой на-

грузкой 25 тс будет эксплуатироваться на сети железных дорог Монголии. За право поставки грузовых вагонов боролись шесть компаний, в том числе китайские производители. По совокупности характеристик универсальный полувагон модели 12-9853 производства Тихвинского вагоностроительного завода (входит в ПАО «НПК ОВК») был признан лучшим среди всех участников тендера. Он разработан Всесоюзным научно-исследовательским центром транспортных технологий (входит в ПАО «НПК ОВК»). Грузоподъемность полувагона – 75 т, объем кузова – 92 м<sup>3</sup>, срок службы – 32 года. Тележки модели 18-9855, допускающие осевую нагрузку до 25 тс, обладают высокой надежностью, что способствует увеличению межремонтных пробегов полувагона и сокращению стоимости его жизненного цикла. Новый подвижной состав будет задействован на строящейся железнодорожной линии для перевозки угля с месторождения Таван-Толгой (Монголия) в Зуунбаян (Китай).

### **ПРОДОЛЖАЕТСЯ** **МОДЕРНИЗАЦИЯ**

**В рамно-заготовительном цехе**  
**АО «Алтайвагон»** ведутся работы по подготовке к запуску пятой машины термической резки **Messer Multitherm 3100**.

Машина с раскройным столом размерами 2000×13 000 мм для резки листового проката установлена в рамках реализации комплексного плана расширения участка плазменной резки. Потребность в новых машинах обусловлена необходимостью изготовления ряда деталей вагонов с высокой степенью точности и увеличением мощностей заготовительного производства в связи с расширением номенклатуры и количества выпускаемой продукции.

Использование машин термической резки Messer Multitherm в комплекте с источником плазменной резки HPR400XD позволяет существенно сократить сроки подготовки производства при внедрении новых моделей вагонов и производственный цикл изготовления деталей, а также снизить трудоемкость. АО «Алтайвагон» планирует продолжить реализацию программы модернизации оборудования и наращивания производственных мощностей предприятия.

### **МОДИФИЦИРОВАННЫЕ** **ПРИБОРЫ**

**АО «Фирма ТВЕМА» по заказу**  
**ОАО «РЖД»** изготовило партию портативных акселерометров «Аксиома» новой модификации.

Акселерометры предназначены для получения данных о состоянии путевой инфраструктуры, а также информации, позволяющей оценить плавность хода подвижного состава. Программное обеспечение прибора дает возможность осуществлять координатную привязку измерений, визуализацию состояния путевой инфраструктуры. Акселерометры первой серии находятся в эксплуатации с 2019 г. За это время с их помощью было проверено около 200 тыс. км пути. Отличие новой серии от предыдущей заключается в замене проводной антенны беспроводным GPS-приемником, в возможности формирования сводных отчетов в автоматическом режиме и передачи данных в Единую корпоративную автоматизированную систему управления инфраструктурой. Испытания портативных акселерометров «Аксиома» новой серии, проведенные на Московской железной дороге, подтвердили их высокие технико-эксплуатационные характеристики.



Фото с сайта wagon.by

## ПЛОЩАДКИ ИННОВАЦИЙ

**Л.П. ДЮЖАКОВА**, ОАО «РЖД», заместитель начальника Центра инновационного развития (ЦИР)

**М.М. АЛАСАНИЯ**, ОАО «РЖД», начальник отдела по работе со стартап-проектами ЦИР

**Д.М. ШИШКОВА**, ОАО «РЖД», ведущий технолог отдела по работе со стартап-проектами ЦИР

ГЛОБАЛЬНЫЕ тренды, связанные с появлением новых прорывных технологий, цифровизацией и ускорением жизненного цикла продуктов, приводят к радикальным переменам в большинстве отраслей экономики. Изменяются цепочки создания стоимости, смещаются зоны рентабельности, появляются новые рыночные игроки - все это коренным образом меняет соотношение сил в отраслях экономики, существенно ускоряя внедрение новых идей и разработок.



Для получения весомого и устойчивого конкурентного преимущества в ОАО «РЖД» функционирует Центр инновационного развития. Его задачей является комплексное развитие инновационной деятельности с использованием инструментов максимального вовлечения в работу специалистов железных дорог и смежных отраслей. Системная работа с инновациями требует адаптации операционной модели (организационной структуры, инструментов и ресурсов) для обеспечения необходимых скорости и гибкости в принятии решений, их последующей реализации. Однако для масштабного внедрения инноваций нужен принципиально новый уровень взаимодействия компании с органами исполнительной власти, научными организациями, институтами развития и технологическими предпринимателями. Поэтому начиная с 2018 г. арсенал инструментов был существенно расширен, так же как и спектр применяемых практик. Среди них одним из ключевых ресурсов является создание региональных инновационных площадок. Реализуемое с их помощью межотраслевое сотрудничество позволяет значительно ускорить темп развития ОАО «РЖД».

С 2019 г. региональные инновационные площадки функционируют на Октябрьской, Куйбышевской, Западно-Сибирской железных дорогах в составе отделов инновационного развития, на Свердловской и Дальневосточной железных дорогах - в рамках рабочих групп. Как элемент комплексной системы поддержки инновационных предложений региональные инновационные площадки полностью доказали свою эффективность на пилотных железных дорогах и были переведены в стадию тиражирования на всей сети. В 2020 г. были сформированы рабочие группы для организации региональных инновационных площадок на Северо-Кавказской, Южно-Уральской, Приволжской и Забайкальской железных дорогах.

При создании региональных площадок очень важным является отношение к ним руководства железных дорог, которое в числе своих приоритетов ставит инновации в один ряд с операционной эффективностью. Так, например, на Куйбышевской железной дороге 19 февраля 2020 г. было утверждено Положение о ключевых показателях эффективности инновационной деятельности. Одной из целей ввода КПЭ стали проведение систематической работы по планированию деятельности и внедрению улучшений, отвечающих стратегическим целям инновационного развития компании, а также комплексный мониторинг выполнения этих планов. Опыт Куйбышевской железной дороги переняли Южно-Уральская и Октябрьская железные дороги, на которых соответственно 30 июня и 15 декабря 2020 г. были утверждены положения по оценке эффективности работы региональных подразделений функциональных филиалов ОАО «РЖД», расположенных на полигоне железной дороги, и структурных подразделений железной дороги по вопросам инновационного развития. Цель этих документов - повышение вовлеченности руководителей региональных подразделений и их мотивации в улучшении производственных процессов за счет опытной эксплуатации и внедрения инновационных технологий.

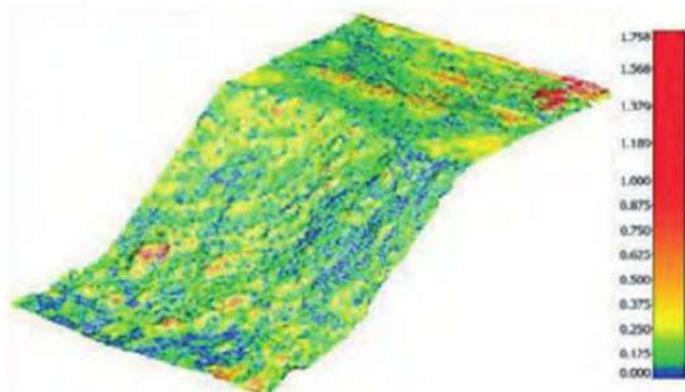
Говоря о развитии системы мотивации, необходимо отметить инициативу Западно-Сибирской железной дороги, руководством которой 20 апреля 2019 г. было утверждено Положение о поощрении работников магистрали, чьи инновационные идеи приняты к реализации, а также о поощрении участников процессных и проектных команд, обеспечивающих их внедрение. Таким образом, уже сегодня можно говорить о начале выстраивания на региональном уровне грамотной системы управления, налаживания конструктивных отношений между подразделениями и поддержки принятых решений, позволяющей оперативно преодолевать преграды на пути инноваций.

**Популяризация деятельности региональных инновационных площадок.** Одним из значимых направлений работы региональных инновационных площадок является масштабная популяризация инновационной деятельности. Поскольку объем работ по инновационной деятельности существенно возрастает, необходимо обеспечивать увеличение инновационного потенциала и грамотности участников процесса. Площадки ищут и реализуют новые подходы в обучении и переобучении представителей инженерных специальностей, внешних участников, чтобы они могли творить, используя

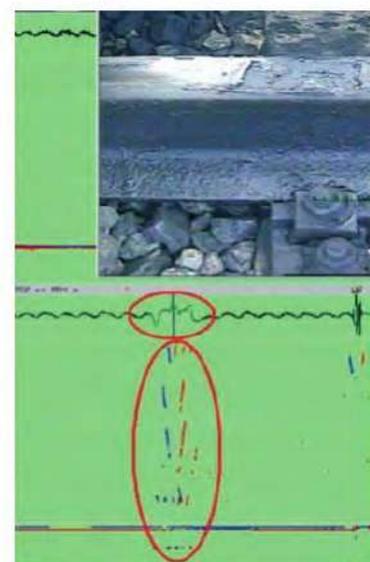
самые передовые технологии. Так, например, площадкой Октябрьской железной дороги проведена работа по обучению персонала методам и приемам управления результатами интеллектуальной деятельности, итогом которой стало создание следующих объектов интеллектуальной собственности: «Способ постановки железнодорожного пути в проектное положение по высотным отметкам и устройство для его осуществления», «Устройство для перекладки рельсовых плетей железнодорожного пути». Площадкой Куйбышевской железной дороги совместно с Самарским государственным университетом путей сообщения на постоянной основе проводятся открытые лекции по основным направлениям инновационного развития, целевой аудиторией которых являются студенты и молодые сотрудники. Также совместно с университетом на площадке проходят практические занятия по 3D-прототипированию.

Площадки активно организуют мероприятия по разным направлениям с участниками внешней среды. Так, с начала деятельности площадок было проведено около 300 мероприятий с организациями инновационной инфраструктуры, предприятиями научно-отраслевого комплекса, инновационными компаниями регионов обслуживания железных дорог. В этих мероприятиях приняли участие более 14 тыс. человек, из которых около 50% - представители внешнего для ОАО «РЖД» контура.

Построение виртуальной карты опасных скально-обвальных участков на основе системы машинного зрения разработки ООО «Вивиток»



Визуализация расшифровки дефектограммы ультразвукового контроля рельсов с использованием системы автоматизации расшифровки на базе нейросетей разработки ООО «Нейросканер»



Одним из примеров эффективности таких мероприятий является взаимодействие региональной инновационной площадки Дальневосточной железной дороги с технопарком Комсомольского-на-Амуре государственного университета (КнАГУ). По словам руководителя площадки Д.А. Троцко, технопарк помог предприятиям Дальневосточной магистрали решить сразу несколько проблемных вопросов, в частности ученые подключились к исследованию причин излома датчиков устройств контроля схода подвижного состава на Комсомольской дистанции сигнализации, централизации и блокировки. В ремонтном вагонном депо Комсомольск специалисты помогли восстановить работоспособность токарно-карусельного станка 1E516ПФ2, что позволило вновь проводить капитальный ремонт колесных пар. Организаторы

видят одну из ключевых задач для региональной инновационной площадки в создании точек взаимодействия между наукой и производством. Чем больше появится таких точек соприкосновения, тем эффективнее будет инновационная деятельность. Наука окажется в курсе текущих потребностей компании и станет работать над решением актуальных задач производства, а компания получит эффективные инновационные решения.

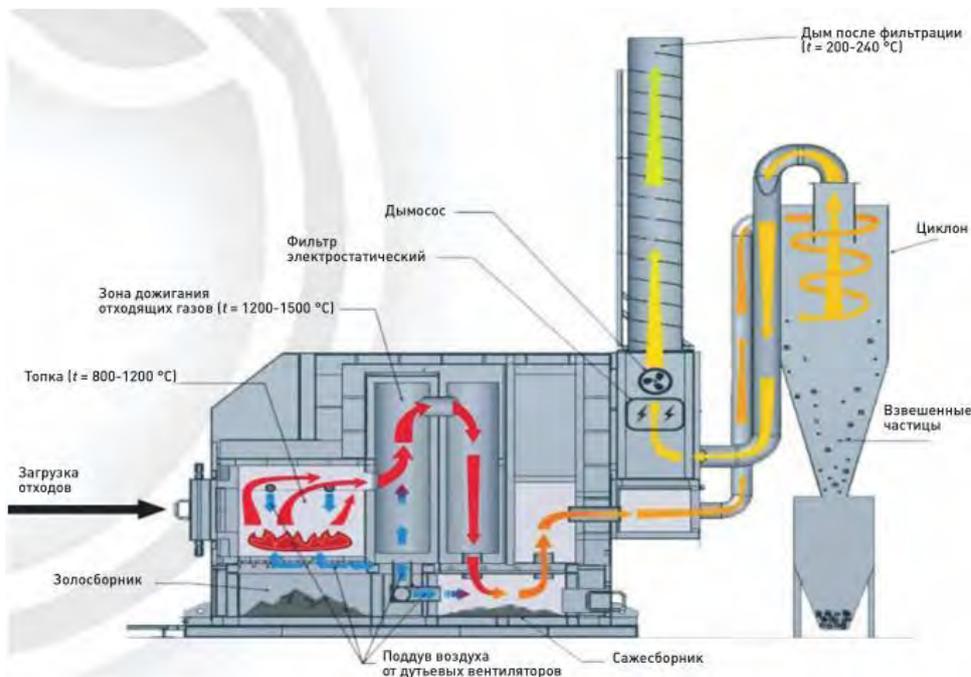
Еще одним примером эффективного взаимодействия с наукой являются разработки Октябрьской железной дорогой совместно с Государственным научным центром «Центральный научно-исследовательский и опытно-конструкторский институт робототехники и технической кибернетики» (ЦНИИ РТК) по созданию устройства автоматической расцепки грузовых вагонов на горбе сортировочной горки. Устройство предназначено для использования на автоматизированных и механизированных сортировочных горках для механизации и автоматизации расцепки вагонов - единственной ручной операции в процессе роспуска составов.



В рамках взаимодействия региональной инновационной площадки с Технопарком Санкт-Петербурга и Центром по развитию и поддержке предпринимательства была организована постоянная совместная работа по поиску и отбору инновационных решений по запросам Октябрьской железной дороги. Как отметила руководитель региональной инновационной площадки Л.С. Белокрыльцева, результатом работы стало проведение пилотных испытаний противопожарной огнезащитной сетки, предназначенной для повышения огнестойкости кабелей и снижения скорости распространения горения, а также автономных малогабаритных систем пожаротушения, системы видеонаблюдения, предназначенной для автоматизации процесса контроля работы бригад с использованием мобильного комплекта аудио- и видеорегистрации, антиобледенительных покрытий, обеспечивающих защиту металлических кровель от образования наледи.

Скоротечность появления новых технологий и их быстрое развитие порождают все больше узконаправленных технических специальностей, понижают возраст специалистов. Для поддержания необходимого технологического уровня железнодорожного транспорта недостаточно проводить профессиональную подготовку сотрудников.

Помимо вовлечения представителей внешнего контура одной из целей региональной инновационной площадки является максимальное вовлечение молодежи в инновационную деятельность. Сотрудник отдела инновационного развития Октябрьской железной дороги Д.Ю. Стриженов рассказала, что региональная инновационная площадка приняла участие в территориальных слетах молодежи Санкт-Петербургского, Санкт-Петербург-Витебского, Мурманского, Петрозаводского, Московского, Волховстроевского регионов, проведенных в режиме видеоконференций, в которых участвовали более 220 представителей Октябрьской железной дороги. В рамках программы слетов состоялась презентация региональной инновационной площадки, прошло обучение по работе со стартап-проектами и правовой охране результатов интеллектуальной деятельности на полигоне дороги.



На Южно-Уральской железной дороге была организована декада информирования «Online Meet-Up ЮУЖД» по вопросам инновационного развития. В рамках мероприятия обсуждались такие направления деятельности, как информационное обеспечение, реализация цифровой трансформации, взаимодействие с внешней средой, рационализация и интеллектуальная собственность. Общий охват составил около 2 тыс. человек.

Чтобы привлечь свежие умы к решению насущных для компании задач, площадкой Куйбышевской железной дороги «Трансфер инноваций» совместно с Центром трансфера технологий 27-29 ноября 2020 г. проведен первый на сети дорог онлайн-хакатон (rzdhack.ru). В ходе 48-часовой сессии командам нужно было нестандартным способом решить несколько проблемных для железнодорожного транспорта задач. Среди предложенных кейсов - доработка

мобильного приложения «Попутчик» для улучшения пользовательского опыта клиентов, доработка голосового ассистента «Алиса» в применении к железнодорожному транспорту, оптимизация работы билетных кассиров, нарядчиков локомотивных бригад, автоматизация процессов планирования расхода топлива, поиска инновационных компетенций. Всего на участие в онлайн-хакатоне поступили 286 заявок, в ходе отборочного этапа были сформированы 64 команды. По итогам двухдневной работы для очного отбора были представлены 18 прототипов программного обеспечения для решения кейсовых задач, среди которых определены три победителя. Первое место заняла команда DataHack, разработавшая прототип программы автоматизации подвязки локомотивных бригад.

На площадках ведется также активное информационно-коммуникационное взаимодействие с внешним контуром путем заключения и реализации различных соглашений о сотрудничестве. В 2020 г. были заключены более 50 соглашений о взаимодействии в области инновационного развития, организована публикация свыше 70 профильных материалов в отраслевых СМИ, шло создание и ведение собственных страниц в социальных сетях, наполнение контента в специальных разделах на официальном сайте ОАО «РЖД», проведен ряд выставок и конференций.



Если говорить об организации выставок и экспозиций по инновационной деятельности, необходимо отметить прошедшую на Куйбышевской железной дороге в августе прошлого года выставку внешних инновационных проектов, находящихся в активной стадии реализации. Тесное взаимодействие с компанией ОАО «РЖД» высоко оценило руководство региона. Так, губернатор Самарской области Д.И. Азаров при посещении выставки отметил высокую готовность инфраструктуры площадки к тому, чтобы стать локомотивом инноваций не только на железной дороге, но и в области, где в этой работе появилась важнейшая составляющая - инновационная. 25 декабря 2020 г. в рамках церемонии открытия площадки «Трансфер инноваций», в которой принял участие заместитель генерального директора - главный инженер ОАО «РЖД» С.А. Кобзев, была организована работа виртуальной выставки, где

состоялась презентация проектов, уже прошедших пилотные испытания на железнодорожной инфраструктуре. В частности, потенциал так называемого цифрового сигналиста - системы аналитики и дислокации работников, созданной ООО «Инфосигнал», был продемонстрирован во время прямого включения с перегона Самара - Безымянка.

На региональной инновационной площадке Западно-Сибирской железной дороги в 2020 г. было организовано крупное мероприятие иной направленности - II инновационный форум. Участие в нем приняли свыше 700 человек. В рамках первого этапа были представлены 233 проекта внутренней инновационной среды, из них были отобраны 11 наиболее успешных и перспективных проектов. Для расширения круга участников инновационной деятельности в преддверии форума на внутренней инновационной площадке Западно-Сибирской железной дороги был разработан ресурс (<http://10.132.70.105/idea/index.php>). Каждый работник железной дороги со своего рабочего места без регистрации и заполнения сложных форм может оформить идею во вкладке «Инновационная площадка» на основной странице ресурса. Необходимо кратко изложить суть нового для дороги проекта или сформулировать предложение по решению существующих проблем и задач. После заполнения формы идея попадает в раздел «Помоги инноватору» с каналом обратной связи. Оценки и комментарии посетителей раздела дают возможность автору понять ценность и необходимость поданной идеи, что подталкивает его к более детальной проработке своего предложения. В результате такой коллективной работы может сформироваться полезный и перспективный проект. Возможности площадки не ограничиваются функциями подачи идей. С помощью данного ресурса можно найти единомышленников и объединиться в группы для дальнейшей детальной проработки идеи, создать команду для ее реализации.



На ресурсе есть раздел, в котором также можно найти нормативную документацию, посвященную инновационной тематике, статьи, различные книги и тематические подборки инновационных решений, технологий и материалов для облегчения понимания основных направлений, тенденций в инновационной среде. По словам сотрудника отдела инновационного развития Западно-Сибирской железной дороги М.А. Суспициной, такая база дает возможность авторам усилить проект, повысить эффективность подготовки и

шансы на его реализацию. После завершения форума ресурсу потребовалась определенная трансформация, и на сегодняшний день он находится на стадии совершенствования под новые вызовы и потребности.

**Коммерциализация деятельности региональных инновационных площадок.** В сентябре 2020 г. Центром инновационного развития были проанализированы возможные варианты развития коммерческого потенциала региональных площадок. Один из таких вариантов - предоставление услуг коворкинга и центра прототипирования. Задачей коворкинга является привлечение компаний, которые заинтересованы в реализации проекта на инфраструктуре железной дороги, с предоставлением необходимых под проект рабочих мест и оборудования для работы. Первыми данное направление проработали сотрудники региональной инновационной площадки Куйбышевской железной дороги.

По предварительным расчетам ежегодный доход от этого вида деятельности составит не менее 1,8 млн руб. С середины октября 2020 г. площадкой железной дороги были заключены договора аренды с ООО «Проектная школа», ООО «Молодежная тренинговая компания», Фондом содействия венчурных инвестиций в малые предприятия в научно-технической сфере Самарской области. Договор с Фондом обеспечил успешное проведение на региональной инновационной площадке крупнейшего мероприятия Volga Investment Summit, а Куйбышевская железная дорога стала его стратегическим партнером.

В рамках концепции создания Центра прототипирования и корпоративного коворкинга площадкой Куйбышевской железной дороги был инициирован проект «Проектирование и 3D-печать запасных частей». Причиной создания Центра прототипирования послужило отсутствие у поставщиков ряда запчастей и комплектующих для железнодорожного транспорта, поскольку многие компоненты сняты с производства, некоторые изделия нельзя закупить отдельно. К решению применить технологии 3D-печати также подталкивают длительные сроки закупочных процедур. В рамках реализации проекта отделом инновационного развития железной дороги были спроектированы и распечатаны 30 прототипов изделий для Самарской дистанции СЦБ, Ульяновской дистанции электроснабжения, моторвагонного депо Безымянка, производственного участка ТРПУ-30 «Самара». 12 прототипов изделий в соответствии с утвержденной дорожной картой апробации проекта проходят испытания в дирекциях и службах дороги. Экономический эффект от применения 3D-печати составляет, по предварительным оценкам, более 260 тыс. руб., а объем запросов на печать возрастает лавинообразно. Как рассказала начальник отдела инновационного развития Куйбышевской железной дороги С.В. Кишкина, по итогам прошлогоднего осеннего осмотра инфраструктуры поступили заявки еще более чем на 10 тыс. элементов.



Особо необходимо отметить открытие на полигоне Дальневосточной железной дороги в ноябре 2020 г. первого на Дальнем Востоке фронт-офиса региональной инновационной площадки. 6 ноября там состоялось первое мероприятие на коммерческой основе. Площадка приняла финал конкурса «Умник-2020». Конкурс проводится Фондом содействия инновациям совместно с АНО «Агентство привлечения инвестиций и развития инноваций Хабаровского края». Организаторы отметили высокую техническую оснащенность площадки, удобство ее инфраструктуры. 21 ноября был проведен финал конкурса «КУБ», организаторами которого также является Хабаровский край, а 18 декабря состоялся финал программы «Стартап-депо», в ходе которого разработчики со всего Дальнего Востока представили 14 перспективных проектов.

Как одно из направлений коммерциализации Центром инновационного развития рассмотрен вариант дальнейшей реорганизации региональных инновационных площадок в технопарки железнодорожного транспорта. В качестве пилотного проекта по созданию технопарков и промышленных парков была предложена организация Центра внедрения инноваций совместно с Забайкальской железной дорогой, годовой доход которого составит не менее 90 млн руб. при выходе на расчетную мощность, а срок окупаемости - 10-11 лет. Прорабатывается также вопрос создания технопарка «РЖД-Восток» на Дальневосточной железной дороге в рамках Национальной программы социально-экономического развития Дальнего Востока до 2024 г. и на перспективу до 2035 г.

Еще одним вариантом коммерциализации деятельности площадок является привлечение внешнего финансирования для поддержки инновационных проектов и стартапов в области железнодорожного транспорта. Так, как рассказал специалист отдела инновационного развития Куйбышевской железной дороги А.А. Савин, дорогой привлечено софинансирование Инновационного фонда Самарской области и проведен открытый конкурс инновационных проектов, направленных на научно-технологическое и инновационное развитие железнодорожной отрасли, по результатам которого были отобраны девять проектов. Они проходят апробирование на инфраструктуре дороги с оценкой целесообразности внедрения.

Описанная схема взаимодействия позволяет значительно повысить скорость реализации инновационных проектов ОАО «РЖД», обеспечить выполнение производственных задач подразделений и получение экономических эффектов

без привлечения средств компании в рамках профильных программ финансирования. Общая длительность процесса организации и проведения конкурса, а также процедуры доведения проектов до стадии принятия решений о целесообразности их внедрения по итогам испытаний ориентировочно составляет около девяти месяцев. Положительный опыт коммерциализации будет тиражирован на сети железных дорог.

**Проектная деятельность.** Проектная деятельность, инициируемая инновационными площадками, постоянно развивается. Если говорить об общем пуле инновационных проектов и предложений, принятых в работу инновационными площадками компании с начала их функционирования, то он насчитывает более 1,8 тыс. предложений.

Более подробно следует рассказать об отобранных на упомянутом выше конкурсе проектах для Куйбышевской железной дороги.

Один из крупных промышленных партнеров магистрали, принявших участие в конкурсе, - научно-производственное предприятие «Система Технологий», более известное как SS-20. Основные компетенции компании лежат в области разработки и производства деталей подвески автомобильного транспорта. Для конкурса SS-20 была выполнена разработка инновационной рельсовой стыковой изоляции. В отличие от используемой повсеместно стыковой прокладки ПС-65 прототип имеет на торцах бортики, а верхняя его часть выполнена подвижной, подпружиненной. При наезде колесной пары она опускается до уровня рельса, после чего снова возвращается в исходное положение, что позволяет существенно снизить риск образования электрической цепи через изолирующий стык по намагниченным металлическим фрагментам.

С 2019 г. SS-20 прорабатывает технологические решения по разработке устройств управления скоростью движения отцепов на сортировочных горках. В рамках конкурса был разработан прототип неуправляемого точечного вагонного замедлителя, аналога TDJ зарубежного производства, но в отличие от импортной продукции прототип создан с учетом суровых российских условий эксплуатации.

В моторвагонном депо Безмянка успешно проходит испытания энергоблок для электропоездов ЭД4М, разработанный и изготовленный ООО «Аккумулятор инноваций». Новизна проекта заключается в применении инновационного контроллера заряда-разряда батарей, что позволяет продлить срок их эксплуатации. Кроме того, контроллер обеспечивает передачу параметров батарей в режиме онлайн, что дает возможность выявлять предотказные состояния и планировать техническое обслуживание. Используемое в ходе испытаний программное обеспечение для мониторинга параметров энергоблока по достоинству оценено Куйбышевской дирекцией моторвагонного подвижного состава. Помимо определения неисправностей оно может применяться и для контроля соблюдения технологии ведения поезда.

Применение машинного зрения позволяет исключить человеческий фактор из множества ответственных процессов. ООО «Вивиток» предложены сразу два технических решения по использованию систем машинного зрения. Одно из них - система контроля и распознавания маркировки рельсовых плетей как часть

комплекса по автоматизации нанесения и считывания меток, автоматизации контроля отклонений. Другое - система распознавания опасных скально-обвальных участков в полосе отвода. Функциональный заказчик проекта - Самарский центр диагностики и мониторинга - отмечает высокую потребность в данной технологии. Оперативное выявление потенциальных обвалов машинистами затруднено, так как при движении они сосредоточены на визуальном контроле пути, камеры же можно направить на полосу отвода без угрозы безопасности движения.

Все более широкое применение находит искусственный интеллект. Так, ООО «Нейросканер» ведет разработку системы автоматизации расшифровки дефектограмм ультразвукового контроля рельсов. Содействие в разработке оказывает АО «Радиоавионика» - один из крупнейших отечественных производителей дефектоскопного оборудования. Для обучения нейросети разработчику был предоставлен доступ к бинарным файлам дефектограмм. Созданный прототип уже прошел проверку на синтетических данных, точность распознавания типа дефектов составила 95% при 100%-ном выявлении дефектных рельсов. Использование нейросетей в перспективе позволит не только повысить производительность труда дефектоскопистов, но и осуществлять расшифровку прямо в ходе съема дефектограммы.

В рамках конкурса также реализуются пилотные проекты «Мобильный измеритель габаритов платформ» (разработка ООО «Альфа Консалт») и «Облачный смарт-мониторинг энергопотребления» (ООО «А-моби»).

Примером проекта, реализуемого на Октябрьской железной дороге, является автоматизированная система коммерческого осмотра поездов и вагонов с модульной архитектурой, обеспечивающей комплексный сбор данных телеметрии и их синхронизацию в реальном времени, АСКО ПВ 3.0 производства Научно-производственного комплекса «Автоматизация». Отличительной особенностью системы являются построение 3D-моделей вагонов и грузов с помощью 16 лучевых сканирующих лазеров - лидаров, что позволяет быстро и точно локализовать место нарушения габарита, а также наличие функции динамического взвешивания вагонов для контроля веса перевозимого груза. Реализованные технические решения позволяют снизить травмоопасность труда операторов пунктов коммерческого осмотра за счет уменьшения числа выхода работников на пути для осмотра вагонов и грузов, в том числе ночью и в непогоду, а также в целом уменьшить время на коммерческий осмотр поезда.

Для решения задачи мониторинга и диагностики инженерных сооружений на Октябрьской железной дороге проходят испытания системы по защите скально-обвальных участков от камнепадов, исключению риска обрушения горных пород, падения посторонних предметов на железнодорожный путь, мониторингу состояния скальных грунтов и исключению размыва верхнего строения пути. Для защиты от камнепадов предлагается использовать канатно-анкерную систему RopeNet и канатно-сетчатую систему MightyNe, а для укрепления русел рек - высокопрочные коррозионно-стойкие габионы RockBox с установкой датчиков оповещения о движении массивов грунта.

Завершены испытания полимерно-песчаных пешеходных настилов и ступеней, разработанных ООО «А. Миллер». Изделия отличаются легкостью монтажа, высокой износостойкостью, отсутствием наледи и снежного наката в зимний период. В активной стадии реализации находится проект «Система стационарной диагностики и мониторинга контактной сети» компании ООО «МСД холдинг». Пространственно-распределенная диагностическая система, построенная по модульному принципу, дает возможность расширять функционал диагностики в зависимости от возникающих требований. Применение данной системы позволит при контроле контактной сети исключить пешие обходы, визуальные осмотры и негативное влияние человеческого фактора.

Результатом работы региональной инновационной площадки Свердловской железной дороги стал выход на стадию реализации проекта «Строительство котельной на станции Подволошная с использованием теплофикационной установки по утилизации шпал». В котельной применен так называемый мобильный универсальный мультитопливный инсинератор. Это энергоэффективный котельный комплекс, который в качестве твердого топлива использует старогодные деревянные шпалы. Предприятие-разработчик вышло с проектным предложением на площадку Свердловской дороги в июле 2019 г. Идея сразу вызвала большой интерес у экспертов. Буквально через месяц на промышленной базе производителя начались испытания по оценке выбросов вредных веществ в атмосферу, которые подтвердили все заявленные характеристики. По словам руководителя региональной инновационной площадки Д.И. Червякова, реализация проекта котельной на базе теплофикационной инсинераторной установки с возможностью утилизации старогодных шпал, а также других отходов производственной деятельности предоставляет возможность существенной экономии финансовых ресурсов. Работа установки позволит сократить объемы отходов, требующих вывоза на мусорные полигоны, и снизить тем самым зависимость от услуг сторонних организаций. Тепловая энергия от утилизации отходов может использоваться на производстве, для обогрева цехов и для продажи сторонним потребителям. Сокращаются выбросы опасных для окружающей среды веществ от стационарных котельных, освобождается большое количество площадей, ранее использовавшихся для хранения выбракованных шпал.

При рассмотрении деятельности площадки Западно-Сибирской железной дороги нельзя не отметить проект «Комплексная пневматическая гидроимпульсная очистка теплотехнического оборудования» компании ООО «Р-техно». Испытания по гибридной очистке водогрейного котла и системы теплоснабжения здания проходили на объектах региональных дирекций соответственно по тепловодоснабжению и по эксплуатации зданий и сооружений. Благоприятные результаты испытаний позволили Центральной дирекции по тепловодоснабжению выделить в инвестиционной программе на 2021 г. лимиты на приобретение установки гидроимпульсной очистки.

Одним из важных итогов работы площадки Дальневосточной железной дороги стало соглашение о сотрудничестве между ОАО «РЖД» и Институтом

материаловедения Хабаровского научного центра Дальневосточного отделения Российской академии наук. В соответствии с ним институтом проведена научно-исследовательская работа по созданию незамерзающей контактирующей жидкости НЖДКА для ультразвуковой дефектоскопии рельсов. Необходимость создания альтернативной жидкости вызвана отказом от использования спиртосодержащих жидкостей в съемных средствах дефектоскопии рельсов и обнаруженными в ходе эксплуатации существенными недостатками жидкости, применяемой в настоящее время. Ее использование ведет к образованию на поверхности катания рельсов полимерной пленки, которая вызывает пробуксовку колесных пар. Как сообщил специалист региональной инновационной площадки Р.Г. Шипарев, проведенные испытания показали, что новая контактирующая жидкость лишена отмеченных недостатков и может работать при температурах до  $-60^{\circ}\text{C}$ . Для формирования итогового заключения жидкость передана в АО «ВНИИЖТ».

Южно-Уральский государственный университет разработал технологию измерения габаритов пассажирских платформ и навесов с использованием высокоточной фотограмметрической системы, позволяющей производить измерения пространственных координат крупногабаритных конструкций. Технология проходит испытания на станции Челябинск-Главный. Система преобразует результаты замеров в компьютерную модель. При этом все выявленные несоответствия выводятся на экран монитора и фиксируются в электронном журнале измерений. По словам заместителя руководителя региональной инновационной площадки М.С. Беляевой, данная технология призвана стать достойной заменой используемому сегодня ручному способу проведения замеров габаритов пассажирских платформ с помощью шаблона.

Можно сделать вывод, что дорожные инновационные площадки становятся ядром региональной инновационной экосистемы, усиливают поток качественных технологических проектов, обеспечивают спрос на новые технологии и продукты. Создание на железной дороге региональной инновационной площадки - это почетно, но в значительно большей степени ответственно. Здесь происходят формирование и внедрение эффективной операционной модели инновационной деятельности, многокомпонентной системы управления инновационным процессом - от генерации идей до их коммерциализации. Центр инновационного развития ОАО «РЖД» будет максимально содействовать предоставлению региональными площадками качественных услуг, соответствующих высоким стандартам компании. Основной задачей Центра на ближайшее будущее является тиражирование успешных моделей инновационных экосистем на всей сети железных дорог.

# СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИМ ОБСЛУЖИВАНИЕМ ПУТИ

Автор: В.О. ПЕВЗНЕР, Е.Н. ГРИНЬ

**В.О. ПЕВЗНЕР**, АО «Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта» (АО «ВНИИЖТ»), главный научный сотрудник, профессор, доктор технических наук

**Е.Н. ГРИНЬ**, Российский университет транспорта (РУТ (МИИТ)), доцент, кандидат технических наук

КЛАССИЧЕСКАЯ система технического обслуживания пути подразумевает комплекс работ по текущему содержанию и определенный перечень работ по выполнению промежуточных ремонтов за период между обновлениями или капитальными ремонтами верхнего строения пути. В перечень ремонтных работ входят средний ремонт пути с очисткой балластного слоя и частичной заменой элементов верхнего строения, подъемочный ремонт с частичной очисткой балластного слоя, промежуточная смена рельсов в кривых участках пути и плано-предупредительный ремонт, предусматривающий выправку пути и замену отдельных элементов верхнего строения. Сочетание и периодичность промежуточных ремонтов устанавливаются в зависимости от состояния пути.



Особенностью работы железных дорог в настоящее время является резкое расширение диапазона условий эксплуатации. Если в конце прошлого века среднесетевая грузонапряженность составляла 40 млн т·км брутто/км в год, а максимальная грузонапряженность не превышала 80 млн т·км брутто/км в год, то в настоящее время грузонапряженность на ряде направлений превышает 150 млн т·км брутто/км в год, достигая максимума 180 млн т·км брутто/км в год при пропуске тяжеловесных поездов.

Прогноз роста грузооборота на основных направлениях предусматривает к 2025 г. увеличение протяженности участков с грузонапряженностью от 150 млн до 200 млн т·км брутто/км в год до 7,5 тыс. км, а с грузонапряженностью более 200 млн т·км брутто/км в год - до 1,2 тыс. км. При этом эксплуатационная длина пути практически не изменяется. На ряде направлений осуществляется скоростное движение со скоростями до 200 км/ч, а на отдельных участках линии Москва - Санкт-Петербург - высокоскоростное со скоростями более 200 км/ч. Все это требует более широкой дифференциации системы технического обслуживания пути, которая должна предусматривать:

- большую специализацию технологий производства работ;
- определение целевых задач технического обслуживания для различных условий эксплуатации;
- выбор технических средств для решения этих задач;
- совершенствование систем сбора и обработки информации, необходимой для определения видов, объектов и сроков проведения работ;
- совершенствование системы технического обслуживания пути для различных условий эксплуатации.

В настоящее время согласно последним нормативам капитальный ремонт пути подразделяется на три уровня:

- 1 - капитальный ремонт 1-го уровня на новых материалах (КРН), предусматривающий замену элементов верхнего строения пути новыми;
- 2 - капитальный ремонт 2-го уровня на старогодных материалах (КРС), предусматривающий замену элементов верхнего строения пути старогодными;
- 3 - капитальный ремонт 3-го уровня (РС) - сплошная замена рельсов, сопровождаемая работами в объеме среднего ремонта пути.

До недавнего времени в нормативной документации существовали понятия среднего и усиленного среднего ремонта, отличавшихся глубиной очистки, понятие подъемочного ремонта то появлялось, и ему придавалось все большее значение, то вообще исчезало из документации. Очевидно, что в нормировании этих ремонтов нужна более четкая градация технологий производства работ.

Понятие подъемочного ремонта осталось от того периода, когда основная масса путей лежала на песчаном балласте, который не подлежал очистке. Технология работ предусматривала выборочную смену шпал, выгрузку песчаного балласта из полувагонов с последующим пропуском электробалластера со струнками для разрушения загрязненного подшпального слоя, дозировку чистого балласта и подъемку на него рельсошпальной решетки. Ограничений по высоте подвешивания контактного провода не существовало ввиду его отсутствия. Очевидно, что для современных условий такая технология не актуальна, при производстве работ должно быть предусмотрено доведение толщины балластного слоя до нормативных значений.

В то же время существует большая дифференциация объемов необходимой очистки балластного слоя - от максимальных на горноперевальных участках, за

короткое время засыпаемых песком под головку рельса, и участков погрузки угольных и рудных маршрутов, до минимальных на участках, где засорение балластного слоя определяется только степенью разрушения лежащего в пути щебня и пылевым ветропереносом. Очевидно, что нужны дифференцированные нормативы на работы по среднему ремонту 4-го и 5-го классов в зависимости от объема и характера засорений.

Исследования показывают, что на участках тяжеловесного движения, особенно на режимах максимальной тяги или электродинамического торможения, безопасность движения во многом определяется наличием длинных неровностей пути протяженностью более 30 м. Они в настоящее время не диагностируются и не оцениваются [1]. Образование таких неровностей во многом связано с деформациями земляного полотна под воздействием тяжелых вагонов. Их устранение может быть выполнено при срезке бугров или подсыпке балласта в лощинах в рамках капитального или среднего ремонта, если не требуется лечение земляного полотна. Но при их распространении на участках значительной протяженности устранение должно предусматриваться как отдельная работа.

Необходимость и объем работ по планово-предупредительному ремонту и планово-предупредительной выправке пути зависят от качества текущего содержания пути. Эти работы должны назначаться в тех случаях, когда, несмотря на все проведенные силами бригад операции по текущему содержанию, не удастся поддерживать стабильное состояние пути. Следует отметить, что ключевым здесь является термин «предупредительный», т.е. работы должны предупреждать появление расстройств, особенно тех, которые влияют на перевозочный процесс, и назначаться заблаговременно. Это требует разработки специального порядка их планирования для различных условий эксплуатации.

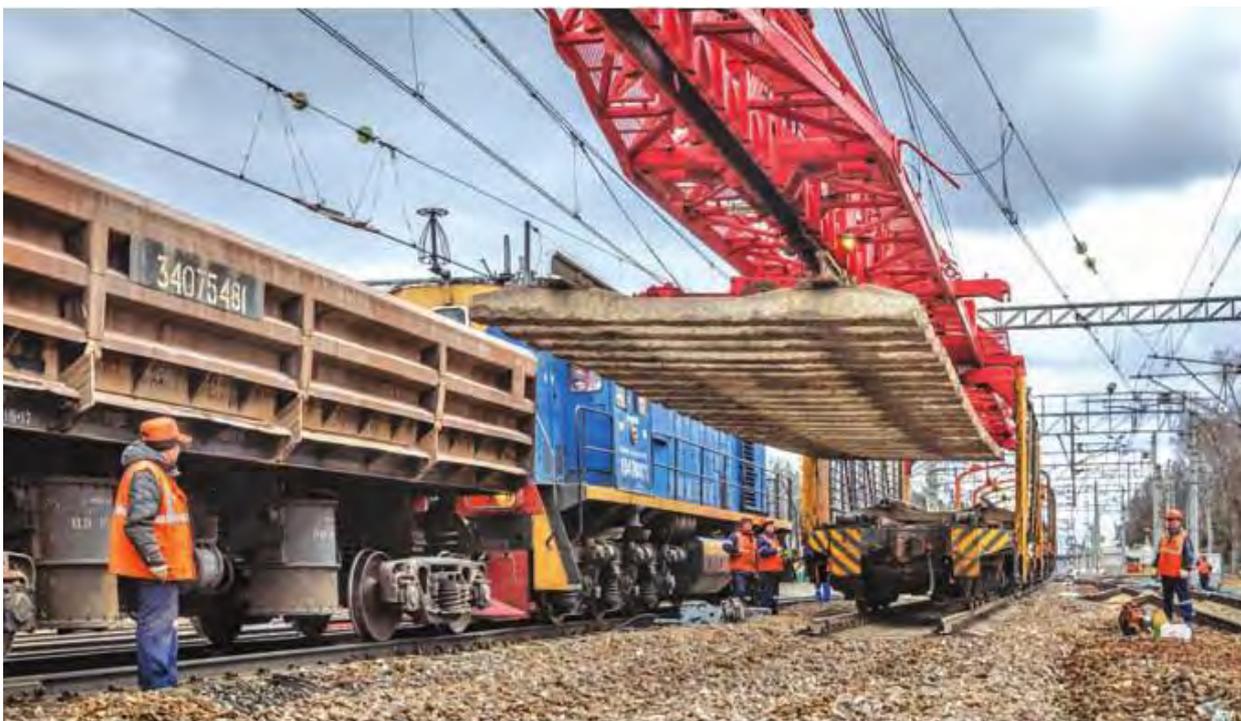
## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦЕЛЕВЫХ ЗАДАЧ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

На участках высокоскоростного, скоростного и преимущественно пассажирского движения основными задачами технического обслуживания являются: обеспечение графиковых времен хода, что в значительной степени лимитирует возможности введения ограничений скорости движения; обеспечение нормативных показателей плавности хода и комфорта перевозки пассажиров.

Это требует помимо соблюдения существующих нормативов содержания рельсовой колеи исключения появления периодических длинных неровностей, которые могут вызывать колебания кузова вагона с частотой, совпадающей с частотой собственных колебаний кузова как механической системы. При частоте собственных колебаний кузова около 1 Гц резонансные явления могут возникать на скорости 200 км/ч при наличии длинных неровностей с периодом 56-60 м.

В отличие от европейских конструкций верхнего строения пути, обеспечивающих стабильность величин подуклонки рельсов по длине пути, отечественные конструкции бесстыкового пути имеют широкий разброс

величин уклонов внутрь рельсовой колеи опорных подрельсовых площадок шпал. Уклон площадок составляет от 1/18 до 1/22, на них уложены мягкие подрельсовые прокладки с жесткостью от 5 т/мм. Это делает величину подуклонки весьма нестабильной, и плавность хода подвижного состава в горизонтальной плоскости в значительной степени определяется градиентом динамического увода рельсовых нитей от установленного значения полуклонки (отвод подуклонки). Этот параметр в настоящее время не контролируется и не нормируется. Положение усугубляется тем, что в большинстве конструкций пути и регулировка ширины колеи осуществляется за счет подуклонки рельсов, что тоже не способствует ее стабильности.



Таким образом, на высокоскоростных и скоростных участках, а также на участках преимущественно пассажирского движения, т.е. там, где число пар пассажирских поездов превышает число пар грузовых, задачей технического обслуживания пути помимо соблюдения основных нормативов геометрии рельсовой колеи является контроль длинных неровностей и отводов подуклонки рельсов.

Нельзя не отметить и тот факт, что существующая много лет практика ужесточения нормативов геометрии рельсовой колеи является по сути ошибочной. Неровности, которые оказывают влияние на тележки грузового вагона при скорости 80 км/ч, отнюдь не создают такого же воздействия на тележки скоростных поездов, имеющих совершенно другую конструкцию, параметры подвешивания и демпфирования колебаний. В результате силы и средства отвлекаются на устранение отступлений, не имеющих принципиального значения, а многочисленные частые вмешательства в конструкцию только снижают стабильность пути.

Задачей технического обслуживания на особогрузонапряженных участках и участках тяжеловесного движения является в первую очередь недопущение расстройств пути, которые могут потребовать ограничения массы поезда.

Особенно это касается расстройств пути на руководящих подъемах и близких к ним, а также на участках, которые ведут к ограничению пропускной способности лимитирующих перегонов.

Важной особенностью таких участков является необходимость реализации на них повышенных сил тяги. Это достигается применением локомотивов с повышенной мощностью тяговых двигателей, многосекционных локомотивов либо, что наиболее оптимально, использованием распределенной тяги. Появление повышенных продольных сил вызывает угон рельсовых нитей вплоть до сдвига рельсошпальной решетки, нарастание деформаций верхнего строения в поперечной плоскости, что может привести к выбросу пути. Поэтому очень важной задачей технического обслуживания пути на таких участках является недопущение деформаций в продольной и поперечной плоскостях. Но эта задача не может быть решена только в рамках текущего содержания пути. Для участков реализации максимальной тяги и электродинамического торможения требуется разработка конструкций пути с повышенным сопротивлением продольным и поперечным деформациям. Необходима корректировка ремонтной схемы в целях недопущения потери балластным слоем демпфирующих свойств и исключения массовой замены выходящих из строя элементов промежуточных скреплений.

Особое внимание на таких участках следует уделить снижению повреждаемости поверхности катания головок рельсов. Проведенный анализ показал наличие связи между числом импульсных неровностей на поверхности катания, уклоном продольного профиля и реализуемой тягой. Снижение числа таких неровностей при невозможности снизить нагрузку на путь от работающих в режиме тяги локомотивов может быть достигнуто, как показывает зарубежный опыт, за счет применения средств обезжиривания поверхности катания и модификаторов трения. В случае использования лубрикации для снижения бокового износа рельсов при интенсивной подаче песка необходимо обеспечить применение средств, исключающих его налипание и образование абразивной поверхности на боковой грани головки рельса.

На участках смешанного движения система технического обслуживания пути должна быть построена в зависимости не только от грузонапряженности, но и от плотности поездопотока. Этот показатель в нормативной документации пока не учитывается.

При относительно высокой плотности поездопотока, т.е. при большом числе поездов, работы по техническому обслуживанию пути в рамках текущего содержания и промежуточных ремонтов могут выполняться во время периодических технологических «окон» оптимальной продолжительности. При средней плотности поездопотока, в случае, когда наличие неисправностей пути не лимитирует массу поезда, пропускную способность и нормативы графика движения, могут быть допущены наличие ограниченного числа неисправностей и их устранение с заданной периодичностью. И наконец, на участках, где ограничения скорости не сказываются на показателях перевозочного процесса, неотложное устранение неисправностей, например замена остродефектных рельсов, может выполняться дежурными бригадами, оснащенными мобильными

средствами передвижения и доставки техники. Накопленные неисправности будут устраняться вахтовым методом с заданной периодичностью. Такие участки в первую очередь могут переводиться на обслуживание подрядным способом.



## **ВЫБОР СРЕДСТВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ**

При выборе технических средств и форм организации работ по техническому обслуживанию пути необходимо учитывать следующие факторы:

- отсутствие мобильных выправочных комплексов для работы на коротких отрезках пути в «окнах» малой продолжительности. Существующие высокопроизводительные комплексы в основном предназначены для работы широким фронтом в «окне» достаточной продолжительности;
- невозможность на ряде участков использовать для доставки техники и персонала к фронту работ автотракторный парк из-за отсутствия притрассовых дорог;
- высокая плотность поездопотока на ряде участков, затрудняющая выход путейской техники на перегон;
- увеличенная длина ряда перегонов из-за закрытия малых станций и разъездов, которая повышает время выдвигания техники к месту работ и ухода с перегонов и, как следствие, сокращает фактическую продолжительность путейского «окна»;
- недостаточное использование IT-технологий. Несмотря на наличие на всех путевых машинах системы позиционирования ГЛОНАСС, временем окончания «окна» считается время прибытия последней машины путейского комплекса на станцию, ограничивающую перегон.

Для совершенствования системы организации работ по техническому обслуживанию пути необходимо:

- разработать для каждой дистанции пути схемы доставки техники и персонала ко всем фронтам производства работ с возможностью выбора оптимального варианта в зависимости от планируемых объемов работ и поездной обстановки;
- на участках с автоблокировкой при работе на перегоне машин, оборудованных системами позиционирования ГЛОНАСС, окончание работ фиксировать по регистрируемому докладу руководителя работ;

- предусмотреть на перегонах длиной более 25 км создание временных отдельных пунктов на период производства работ;
- разработать типовые схемы организации работ по техническому обслуживанию пути для различных условий эксплуатации.

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ СБОРА И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ**

Основной недостаток существующей системы сбора и обработки информации, необходимой для управления техническим обслуживанием пути, заключается в разрыве связующей цепочки между поступлением информации и ее использованием. На большинстве зарубежных дорог информация о результатах прохода диагностических средств и выполненных работах сразу попадает не только в базу данных, но и в управляющие программы, которые в непрерывном режиме формируют и корректируют планы производства необходимых работ. К сожалению, таких программ оперативного управления на наших дорогах нет. На зарубежных дорогах также широко применяются программы непрерывного мониторинга состояния пути и работ по его техническому обслуживанию, что очень важно при принятии решений о производстве работ капитального характера.

Другим недостатком существующих у нас систем диагностики, отмечаемым специалистами в многочисленных публикациях и на профильных конференциях, является избыточность информации, не состыкованной с управляющими системами, но существенно увеличивающей стоимость средств диагностики.

На скоростных и высокоскоростных линиях необходимо оборудовать не менее 30 % парка поездов системами индикации состояния пути на основе контроля параметров динамики движения подвижного состава, что должно обеспечить ежедневное получение информации и позволить оптимизировать число проходов специальных диагностических средств.

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ПУТИ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

Как уже отмечалось, в последние годы возник широкий разброс условий эксплуатации, определяющих характер и объемы работ по техническому обслуживанию пути. Помимо давно используемых в нормативной документации показателей грузонапряженность, скорость движения, пропущенный тоннаж, значительно возросло влияние таких показателей, как плотность поездопотока, или число пар поездов в сутки, число длинносоставных и тяжеловесных поездов, доля в обороте вагонов с повышенными осевыми нагрузками. С точки зрения содержания и ремонта инфраструктуры показателями, актуальность которых в последнее время значительно возросла, являются:

- потребность в «окнах» различной продолжительности;

- объем работ, выполнение которых требует ограждения участка сигналами остановки, а для пропуска поездов путь должен быть приведен в работоспособное состояние;
- объем работ, выполняемых при ограничении скорости без перерыва в движении поездов;
- объем работ, выполнение которых не сказывается на порядке пропуска поездов.

В общем виде предлагаемая схема организации работ по техническому обслуживанию пути будет следующей.

1. На участках со сверхвысокой грузонапряженностью (более 150 млн т·км брутто/км в год) и плотностью поездопотока более 100 пар поездов в сутки капитальные ремонты выполняются после каждого пропуска ориентировочно 600-700 млн т или через каждые 5-6 лет. Между капитальными ремонтами при необходимости производится сплошная смена рельсов в кривых. Текущее содержание пути сводится к надзору, проведению неотложных и профилактических работ, не ограничивающих пропуск поездов. На указанных участках должны укладываться материалы с высоким сроком службы. После пропуска 200-250 млн т выполняется планово-предупредительный ремонт (ППР) с заменой вышедших из строя элементов верхнего строения пути и, при необходимости, с частичной выправкой пути.

2. На участках с грузонапряженностью 120-150 млн т·км брутто/км в год ремонты КР1 проводятся после пропуска 600- 900 млн т за счет проведения одного-двух средних ремонтов, в том числе, при необходимости, одного со сменой рельсов на отдельных участках. Работа механизированных комплексов должна выполняться из расчета одно «окно» в месяц продолжительностью 6-8 ч на широком фронте для ППР. При текущем содержании ведутся профилактические и неотложные работы.

3. На участках с грузонапряженностью 80-120 млн т·км брутто/км в год ремонты КР1 проводятся после пропуска до 1400 млн т с промежуточным средним ремонтом со сплошной сменой рельсов и двумя средними ремонтами. ППР и планово-предупредительная выправка (ППВ) пути ведутся по фактической потребности. Текущее содержание проводится 2 раза в месяц в «окна» продолжительностью по 4-6 ч, в ходе которых выполняются профилактические и неотложные работы.

4. На участках с грузонапряженностью 50-80 млн т·км брутто/км в год применяется ремонтная схема КР1 - КР2 с периодичностью 600-800 млн т. Возможно увеличение межремонтного цикла до 1 млн т за счет проведения двух средних ремонтов с выборочной сменой рельсов. ППР или ППВ проводится после каждого пропуска 100-150 млн т в еженедельные «окна» продолжительностью по 4-6 ч. Работы по текущему содержанию (профилактические и неотложные работы, устранение локальных неисправностей) выполняются в интервалах между поездами.

5. На участках с грузонапряженностью 25-50 млн т·км брутто/км в год применяется ремонтная схема КР2 - КР2 или КР3 с периодичностью 400-600

млн т. Промежуточные один-два средних ремонта выполняются по фактическому состоянию балласта. ППР или ППВ проводится после каждого пропуска 50-100 млн т в еженедельные «окна» продолжительностью по 4-6 ч. Работы по текущему содержанию с устранением локальных неисправностей выполняются в интервалах между поездами.

6. На участках с грузонапряженностью 10-25 млн т·км брутто/км в год применяется ремонтная схема КР2 - КР2 или КР3 с периодичностью 10-15 лет. «Окна» для работы механизированных комплексов выделяются по фактической потребности. Работы по текущему содержанию производятся в интервалах между поездами.

7. На участках с грузонапряженностью до 10 млн т·км брутто/км в год применяется ремонтная схема КР2 (КР3) - КР3. Средний ремонт и ППР производятся по фактическому состоянию пути. Работы по текущему содержанию ведутся вахтовым методом в интервалах между поездами. Необходимо выделение мобильных средств для доставки персонала к местам неотложных работ.

Укрупненная протяженность участков пути, для которых приведены схемы технического обслуживания, представлена на **рисунке**.



В заключение подчеркнем, что при всем разнообразии современных условий эксплуатации решение проблемы совершенствования системы управления техническим обслуживанием пути базируется на двух основных принципах: обеспечение длительной стабильности пути при минимизации затрат на техническое обслуживание и обеспечение максимальной продолжительности жизненного цикла всего инженерного комплекса железнодорожного пути.

# РАЗВИТИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ ЛОКОМОТИВОВ

Автор: А.П. БУЙНОСОВ, Д.Л. ХУДОЯРОВ, И.А. ТЮШЕВ

**А.П. БУЙНОСОВ**, Уральский государственный университет путей сообщения (УрГУПС), профессор кафедры «Электрическая тяга», доктор технических наук  
**Д.Л. ХУДОЯРОВ**, УрГУПС, доцент кафедры «Электрическая тяга», кандидат технических наук

**И.А. ТЮШЕВ**, УрГУПС, аспирант

В СИСТЕМЕ технического обслуживания и ремонта электровозов 2ЭС6, 2ЭС10 немаловажную роль играет полученная от диагностического оборудования локомотивов информация, позволяющая предиктивно оценивать техническое состояние узлов и формировать план ремонтных работ [1]. В свою очередь, это способствует сокращению времени проведения технического обслуживания и ремонта, а также дает возможность контролировать соблюдение локомотивными бригадами правил управления электровозом и оказывать влияние на профессиональную подготовку машинистов. Все вместе это приводит к улучшению коэффициента технической готовности (КТГ) локомотивного парка.

В процесс регистрации диагностической информации заложены программные алгоритмы работы измерительной аппаратуры, которая входит в состав микропроцессорной системы управления и диагностики (МПСУиД). Вся иерархия системы регистрации подразделяется на три уровня. Общий алгоритм обмена и регистрации информации предусматривает фиксацию параметров на первом уровне иерархии, передачу данных на второй уровень для обработки и распределения с помощью аппаратных средств и последующую передачу на третий уровень, где информация о текущем техническом состоянии оборудования предстает в визуальном виде в кабине машиниста электровоза для локомотивных бригад, а также передается через канал связи СВЛ-ТР специалистам по расшифровке. В локомотивном депо причастный персонал принимает управленческие решения о целесообразности дальнейшей эксплуатации электровоза или о ее прекращении и постановке локомотива на неплановый ремонт (НР).

Система диагностической аппаратуры электровозов 2ЭС6 позволяет контролировать работоспособность тяговых электродвигателей, электроаппаратуры, компрессорного агрегата, тормозного оборудования, преобразователя собственных нужд (рис. 1). В настоящее время возникает необходимость в расширении числа контролируемых узлов и их отдельных деталей. Требуется, к примеру, оценивать состояние рессорного подвешивания, колесных пар, буксовых узлов, тормозных колодок, элементов автосцепки, а также крышевого оборудования, в частности токоприемника и его накладок (рис. 2). При этом возможно использование как стационарной, так и бортовой аппаратура контроля.

Рис. 1

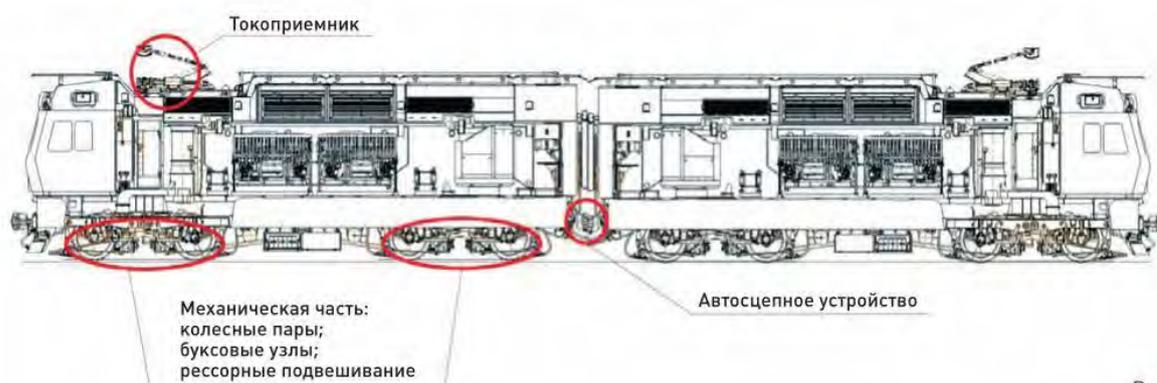
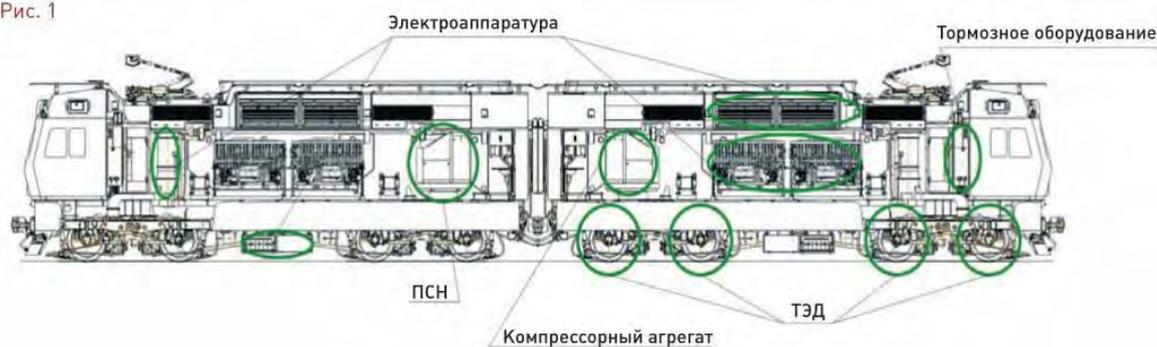


Рис. 2

Стационарное исполнение диагностического оборудования подразумевает установку специальных постов перед станцией, локомотивным депо или пунктом технического обслуживания (ПТОЛ) и передачу данных специалистам по расшифровке в депо приписки локомотива. Для контроля колесных пар и определения характера неисправности на поверхности катания целесообразно использовать автоматизированную систему обмера колесных пар локомотива (АСОК-Л), разработанную на кафедре «Электрическая тяга» УрГУПС [2; 3], а для контроля буксовых узлов - комплекс технических средств КТСМ и систему теплового контроля инфракрасной оптикой [4; 5]. Для тормозных колодок уже успешно используется система контроля износа, которая входит в состав комплекса оборудования «Цифровое депо» в локомотивном депо Вихоревка Восточно-Сибирской железной дороги. Алгоритм системы основан на оптическом распознавании и определении состояния тормозных колодок. Использование трехмерных фото видеокамер дает возможность создания 3D-модели локомотива в целях контроля габаритных размеров. Наличие видеокамер высокого разрешения позволяет определять состояние элементов автосцепки, выявлять волочащиеся детали, ослабленные резьбовые и шплинтовые соединения.

Мониторинг технического состояния позволяет формировать ремонтные чек-листы для оперативного устранения выявленных неисправностей. Диагностическая аппаратура в стационарном исполнении экономически более целесообразна, поскольку осуществляет мониторинг всех проходящих через пост локомотивов.

Важное значение имеет разработка специализированных алгоритмов и программного обеспечения (ПО) для анализа получаемой диагностической информации. Вся регистрируемая информация представляет собой

определенное множество данных  $A$  из диагностических сообщений, которое можно декомпозировать на пять подмножеств, подразделенных по узлам - источникам возникновения сообщений:  $a$  - подмножество диагностических сообщений по тяговым электродвигателям (ТЭД);  $b$  - подмножество по преобразователям собственных нужд (ПСН);  $c$  - подмножество по тормозному оборудованию;  $d$  - подмножество по компрессорному оборудованию;  $e$  - подмножество по электроаппаратуре. Тогда  $\{a, b, c, d, e\}$  [принадлежит множеству]  $A$ .

Подмножества диагностических сообщений подлежат анализу на частоту возникновения отказов оборудования электровозов 2ЭС6 (рис. 3). Самый высокий показатель проведения неплановых ремонтов у ТЭД - 30% от общего числа НР. Зачастую у электровозов данной серии отмечается четкая зависимость числа отказов от погодных условий, времени года, смены климатических факторов в ходе поездки по полигону обращения [6]. Так, в зимнее время 2018 г. число НР было в 2,46 раза больше по сравнению с летним периодом, а в 2019 г. - в 2,53 раза (по всему парку электровозов серии 2ЭС6).



Одним из решений данной проблемы может служить предиктивная диагностика состояния на основе подмножества сообщений о состоянии ТЭД. Данное подмножество является строгой временной последовательностью зарегистрированных сообщений, которая фиксирует дату регистрации, номер локомотива и содержание диагностической информации (см. таблицу). Структура регистрации позволяет выявить однотипные последовательности сообщений, так называемые комбинации, которые характеризуют критические изменения в коммутационных процессах. С помощью авторской программы, написанной на языке Microsoft Visual Basic for Application, была проведена статистическая обработка более 3,5 млн диагностических данных и выявлено 15 тыс. неоднократно повторившихся комбинаций. Из этого был сделан вывод о том, что каждая комбинация соответствует определенной неисправности и уже при первичной регистрации сообщения с такой комбинацией следует ожидать возникновения последующих сообщений, а значит есть основания для предиктивной фиксации инцидента.

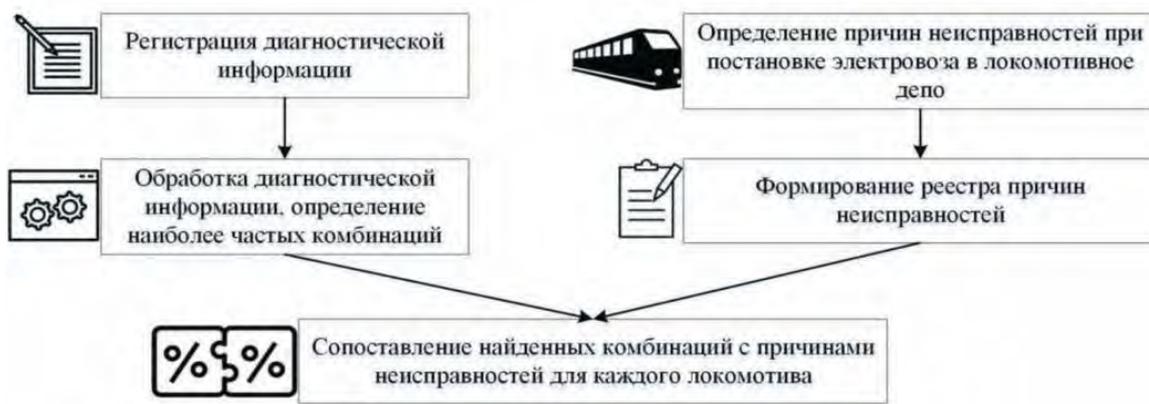
### Структура диагностической информации

Дата / Время	№ локомотива	Содержание диагностической информации
01.01.2019 / 10:35:13	2ЭС6 № 113 А	№ 1 Сопротивление изоляции ТЭД1 < 1,2 МОм
01.01.2019 / 10:35:24	2ЭС6 № 113 А	№ 2 Аварийный ток ТЭД1
01.01.2019 / 10:35:56	2ЭС6 № 113 А	№ 3 Срабатывание БВ
...	...	...
31.01.2019 / 23:59:59	2ЭС6 № ...	№ .....

Отсюда следует вывод о необходимости разработки алгоритма корректной обработки диагностической информации и повышения эффективности ее использования при проведении технического обслуживания и ремонта.

Одним из решений данной проблемы может служить предиктивная диагностика состояния на основе подмножества сообщений о состоянии ТЭД. Данное подмножество является строгой временной последовательностью зарегистрированных сообщений, которая фиксирует дату регистрации, номер локомотива и содержание диагностической информации (см. **таблицу**). Структура регистрации позволяет выявить однотипные последовательности сообщений, так называемые комбинации, которые характеризуют критические изменения в коммутационных процессах. С помощью авторской программы, написанной на языке Microsoft Visual Basic for Application, была проведена статистическая обработка более 3,5 млн диагностических данных и выявлено 15 тыс. неоднократно повторившихся комбинаций. Из этого был сделан вывод о том, что каждая комбинация соответствует определенной неисправности и уже при первичной регистрации сообщения с такой комбинацией следует ожидать возникновения последующих сообщений, а значит есть основания для предиктивной фиксации инцидента.

Алгоритм формирования комбинаций представлен на **рис. 4**. Исходя из необходимости проведения НР ТЭД определено более 100 причин возникновения отказов данного узла. Наиболее распространенными являются снижение сопротивления изоляции, искрение и следы кругового огня на коллекторе ТЭД. Определены и виды комбинаций, которые наиболее часто их сопровождают.



Для определения критических комбинаций  $x(1)$ , регистрация которых напрямую связана с отказом локомотива, а также для определения причин перехода в неисправное состояние проведем анализ вероятностей изменения состояний для случайных событий на основе цепей Маркова. Введем следующие обозначения:

$y(0)$  - исправное состояние локомотива при отсутствии каких-либо инцидентов;

$y(1)$  - неисправное состояние, есть вероятность возникновения отказа по причине низкого сопротивления изоляции тягового электродвигателя;

$y(2)$  - неисправное состояние, есть вероятность возникновения отказа по причине искрения и следов кругового огня на коллекторе ТЭД;

$y(3)$  - неисправное состояние, есть вероятность возникновения отказа по совокупности состояний  $y(1)$  и  $y(2)$ .

Появляется возможность составить матрицу  $p(1)$  вероятностей перехода из состояния в состояние по причине неоднократного появления комбинации  $x(1)$ . Также статистически определены вероятности перехода из состояния в состояние при однократной регистрации комбинации  $x(1)$ . Матрица  $p(1)$  имеет вид:

	$y_0$	$y_1$	$y_2$	$y_3$
$y_0$	0,2	0	0	0
$y_1$	0,4	0,5	0,4	0
$y_2$	0,3	0,2	0,4	0
$y_3$	0,1	0,3	0,2	1

На момент времени  $t$  локомотив может находиться в любом из состояний  $y(0)$ ,  $y(1)$ ,  $y(2)$ ,  $y(3)$ . С регистрацией комбинации  $x$  на момент 1 времени  $t+1$  вероятность перехода из состояния  $y(0)$  в состояние  $y(0)$  равна 0,2, вероятность перехода из состояния  $y(0)$  в состояние  $y(1)$  равна 0,4 и т.д. Сумма по столбцам равна 1. Важным обстоятельством интерпретации такой модели, как цепи Маркова, является то, что состояние локомотива в момент времени  $t+1$  зависит только от исходного состояния в момент времени  $t$  и последующей регистрации комбинации. Тогда на момент времени  $t+2$  при следующей регистрации комбинации  $x(1)$  произойдет изменение значения вероятности наступления иного состояния путем возведения матрицы в степень. Изменение вероятности

будет происходить с каждой последующей регистрацией. В момент регистрации  $t+5$  матрица  $p$  примет вид: 5

	$y_0$	$y_1$	$y_2$	$y_3$
$y_0$	0,00032	0	0	0
$y_1$	0,35736	0,35709	0,35716	0,3572
$y_2$	0,44592	0,44648	0,4464	0,4464
$y_3$	0,1964	0,19643	0,19644	0,1964

Таким образом, значения элементов каждой строки стремятся к некоторому одному и тому же для данной строки числу. Это подтверждает свойство марковской модели, когда после достаточного числа зафиксированных регистраций комбинации  $x(1)$  уже не имеет значения, в каком состоянии изначально находился локомотив. Если просматривать строки матрицы  $p(5)$ , можно заметить, что разница значений вероятности перехода из состояния в состояние при пятикратной регистрации комбинации  $x(1)$  уже незначительна, что позволяет прогнозировать наступление неисправного состояния по причине искрения и следов кругового огня на коллекторе ТЭД.

Разумеется, возможности, предоставляемые цепями Маркова, точки зрения моделирования и вычислений намного шире. При совпадении теоретических расчетов и эксплуатационных наблюдений появляется возможность контроля технического состояния ТЭД, реализованного в виде программного обеспечения, предиктивно определяющего состояние узла.

Применение комплексного анализа диагностической информации, получаемой от комплектов локомотивного оборудования и стационарных систем, позволит повысить точность определения технического состояния с возможностью автоматизации диагностирования. Приведенный алгоритм формирования комбинаций и их обработки может скорректировать сроки постановки локомотивов на ремонт, сократить не только число unplanned ремонтов, но и время простоя на каждом из цикловых видов работ. Использование приведенной методики сервисными компаниями, такими как ООО «ЛокоТех-Сервис», ООО «СТМ-Сервис», а также основным заказчиком сервисного обслуживания - Центральной дирекцией тяги ОАО «РЖД», позволит применить данные результаты в системе технического обслуживания и ремонта локомотивов и будет способствовать повышению КТГ локомотивного парка отрасли.

# МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ РЕМОНТА ВАГОНОВ

**А.В. ЗЯБЛОВ**, Российский университет транспорта (РУТ (МИИТ)), аспирант кафедры «Нетяговый подвижной состав»

**С.В. БЕСПАЛЬКО**, РУТ (МИИТ), профессор кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство», доктор технических наук

**П.С. ГРИГОРЬЕВ**, РУТ (МИИТ), доцент кафедры «Электропоезда и локомотивы», кандидат технических наук

**Ю.А. КУЗНЕЦОВА**, РУТ (МИИТ), студентка кафедры «Экономика, финансы и управление на транспорте»

СИСТЕМА технического обслуживания и ремонта (СТОИР) представляет собой важный аспект системы «вагон - эксплуатационная среда». В настоящей работе предлагается научный подход к выбору системы ремонта на основе решения задачи оптимизации. С применением данной методики можно назначить такие сроки проведения ремонтов, при которых стоимость единицы пробега будет минимальной. Структура СТОИР вагонов представляет собой последовательность периодов (ремонтных циклов) между постройкой вагона, капитальными ремонтами и исключением вагона из инвентарного парка. Каждый ремонтный цикл состоит из межремонтных периодов с учетом деповских ремонтов.

В качестве критерия (целевой функции) оптимизации используется величина себестоимости единицы пробега (СЕП) вагона, равная отношению суммарной величины расходов к длительности срока службы вагона [1]. Расходы рассчитываются за весь срок службы вагона и включают в себя: стоимость постройки вагона, затраты на капитальные и деповские ремонты, расходы на текущие ремонты (ТР) и технические осмотры (ТО), а также суммарные издержки прочих хозяйств железнодорожного транспорта. Следует отметить, что расходы на ТР и ТО в пределах каждого межремонтного периода изменяются в виде суммы линейной и квадратичной функции от времени.

Задача оптимизации состоит в том, чтобы определить минимум этой функции при варьировании структурой и длительностями межремонтных периодов. В алгоритме оптимизации длительностей межремонтных пробегов на основе заданной структуры СТОИР определяется такая последовательность длительностей МРП, при которой значение целевой функции будет наименьшим.

Для решения задачи оптимизации были опробованы несколько различных подходов и оценены их преимущества и недостатки. При применении точного метода целевая функция рассматривается как функция нескольких переменных [4]. Тогда необходимое условие ее минимума состоит в том, что производная по каждой переменной обращается в ноль. Это можно записать с помощью градиента

$$\vec{\nabla} f = 0, \quad (1)$$

где  $\vec{\nabla} f = \left\{ \frac{\partial f}{\partial l_1}; \frac{\partial f}{\partial l_2}; \dots; \frac{\partial f}{\partial l_m} \right\}$  – градиент целевой функции,

$f = f(l_1, l_2, \dots, l_m)$  – целевая функция;

$l_1, l_2, \dots, l_m$  – длительности межремонтных промежутков;

$m$  – общее число межремонтных периодов.

Вычисляя частные производные целевой функции по всем переменным, получим систему квадратных уравнений следующего вида:

$$[A]\vec{l} + [B]\vec{l}^2 = \vec{Q}, \quad (2)$$

где  $[A]$ ,  $[B]$  – матрицы коэффициентов;

$\vec{l} = \{l_1, l_2, \dots, l_m\}$  – вектор длительностей МРП;

$\vec{l}^2 = \{l_1^2, l_2^2, \dots, l_m^2\}$  – вектор квадратов длительностей МРП;

$\vec{Q}$  – вектор правой части.

Решение системы уравнений (2) можно производить с помощью численного метода или путем преобразования к системе, состоящей из  $m-1$  линейных и одного квадратного уравнений с последующим применением дискриминанта. В результате решения системы уравнений имеем значения длительностей, обеспечивающие минимум себестоимости единицы пробега.

Алгоритм оптимизации структуры СТОИР основан на рекурсивном переборе, при котором используется двойной цикл перебора вариантов структуры. Внешний цикл представляет собой последовательный перебор всех ремонтных циклов, а внутренний цикл – перебор числа периодов в пределах одного ремонтного цикла с применением рекурсии. Тело внутреннего цикла состоит из вызова алгоритма оптимизации длительностей МРП при каждой структуре системы ТОР и выбора той структуры, которая обеспечивает наименьшее значение СЕП.

Простой рекурсивный перебор [2; 3] основан на применении вложенного циклического алгоритма с уровнем вложенности  $m$ . Каждый цикл представляет собой перебор значений одной переменной  $l_k$  с заданным шагом  $dl$ :

$$l_k = l_{\min}; l_{\min} + dl; \dots; l_{\max}, \quad (3)$$

где  $l_k$  – длительность  $k$ -го межремонтного периода;

$l_{\min}, l_{\max}$  – соответственно наименьшее и наибольшее допускаемые значения длительности МРП.

Для организации вложенных циклов с различными уровнями вложенности применена рекурсия. При каждом сочетании значений длительности, составляющих вектор  $\vec{l}$ , вычисляется значение целевой функции и выбирается наименьшее значение, что после завершения внешнего цикла окончательно дает оптимальный набор значений длительностей МРП для заданной структуры СТОИР.

В методе покоординатного спуска для нахождения минимума функции нескольких переменных последовательно определяются локальные минимумы по каждой переменной. В качестве критерия минимума используется изменение знака производной, что практически означает начало возрастания целевой функции после ее убывания. Получив локальный минимум по одной переменной, ее значение фиксируют и определяют локальный минимум для следующей переменной и т.д. После перебора всех переменных цикл повторяется, и так до тех пор, пока не будет достигнута заданная точность вычисления. Последний вариант и принимается в качестве оптимального.

Таким образом, реализация метода покоординатного спуска требует организации тройного вложенного цикла, в котором первый (внешний) цикл представляет собой последовательность переборов переменных, условие выхода из цикла - достижение заданной точности. Второй цикл - один перебор всех  $m$  переменных. Третий (внутренний) цикл - это перебор значений одной переменной  $l$  с вычислением значения целевой функции и выбором минимального значения. Условия выхода из цикла - это начало возрастания значений функции или достижение данной переменной максимально допустимого значения.

Метод градиентного спуска отличается тем, что изменения переменных производятся одновременно в направлении градиента целевой функции. Для этого численным методом вычисляются частные производные целевой функции по всем переменным и в качестве приращений для каждой из них принимаются значения дифференциалов

$$\vec{l} = \vec{l} + \lambda \vec{\nabla} f, \quad (4)$$

где  $\lambda$  — шаг градиентного спуска.

Движение на каждом шаге в направлении градиента можно представить графически как движение по  $m$ -мерной поверхности к точке глобального минимума. Таким образом, вычисляя на каждом шаге значение целевой функции, следует окончательно остановиться на том шаге, после которого целевая функция практически перестает изменяться, т. е. приращение функции становится меньше заданной точности вычисления. При реализации описанного метода более продуктивным условием достижения минимума оказалась смена знака градиента, т.е. начало возрастания целевой функции.

Алгоритм метода градиентного спуска требует применения двойного цикла, в котором внешний цикл представляет собой последовательность шагов градиентного спуска до достижения глобального минимума, а внутренние циклы обеспечивают вычисление сначала частных производных, а затем и новых значений (4) для каждой переменной и соответствующего им значения целевой функции (1).

На основе разработанных алгоритмов на кафедре «Вагоны и вагонное хозяйство» Российского университета транспорта РУТ (МИИТ) была создана программа, которая позволяет вводить исходные данные с помощью диалогового окна, в том числе выбирать метод оптимизации, шаг изменения

длительности межремонтных периодов и точность вычислений. С помощью данной программы были выполнены расчеты тестовых вариантов жизненного цикла вагона и проанализированы различные методы оптимизации с точки зрения их эффективности. Оценивались точность расчетов, затраты машинного времени, требуемая величина шага изменения переменных, универсальность методов.

Результаты расчетов показали, что наиболее эффективным является точный метод, так как он не требует перебора переменных. Однако данный подход имеет и ограничения. Во-первых, он требует больших предварительных выкладок, связанных с получением формул частных производных целевой функции и с составлением системы уравнений. Это вызывает необходимость индивидуального подхода к функциям разного вида и делает этот метод менее универсальным по сравнению с численными методами. Во-вторых, для точного нахождения частных производных необходимо, чтобы целевая функция была непрерывной и не имела переломов, что применительно к себестоимости единицы пробега в общем случае не выполняется.

Почти столь же эффективным, но более универсальным, оказался метод градиентного спуска. Его преимущество по сравнению с методом покоординатного спуска связано с тем, что на каждом шаге происходит изменение всех переменных. Графически это можно представить так, что движение по  $n$ -мерной поверхности к точке глобального минимума происходит более целенаправленно.

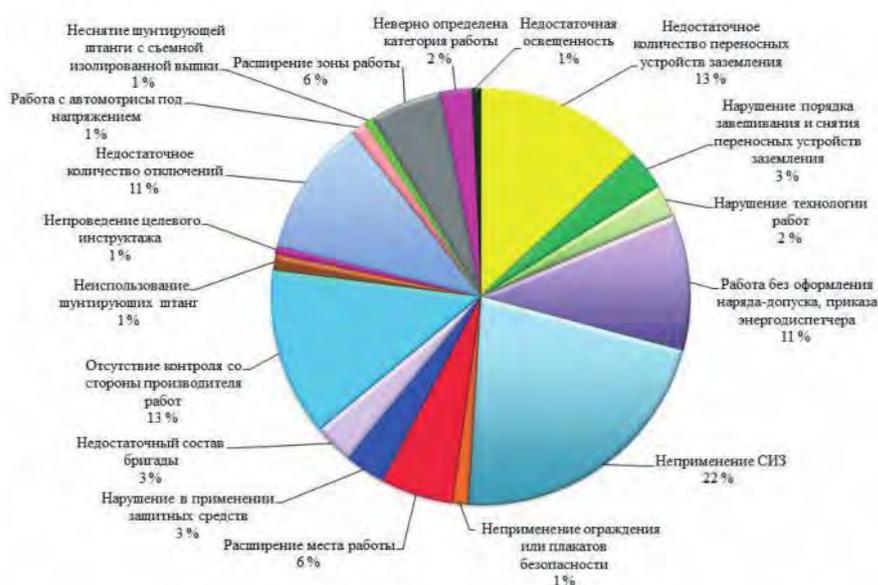
Данная программа может применяться для организации работы вагонного хозяйства, а также при проектировании новых моделей вагонов.

# НА ОСНОВЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

Автор: А.А. ПАЗУХА

**А.А. ПАЗУХА**, инженер производственно-технического отдела Свердловской дирекции капитального ремонта и реконструкции объектов электрификации и электроснабжения, аспирант Уральского государственного университета путей сообщения

В **МНОГОПЛАНОВОЙ** работе по охране труда в подразделениях энергетического комплекса ОАО «РЖД» особое внимание уделяется предупреждению случаев электротравмирования работников. Это обусловлено тем, что поражения электрическим током здесь составляют 40% от общего числа травматических случаев, связанных с производством [1]. Основные причины электротравматизма в энергетическом комплексе за период с 2012 по 2019 г. представлены на **рис. 1**.



Для обеспечения высокого уровня электробезопасности и снижения риска гибели работников, улучшения технического содержания электроустановок и формирования программ по улучшению условий труда важное значение имеет прогнозирование электротравматизма.

В зависимости от длительности прогнозного периода различают: краткосрочный (до 4-5 лет), среднесрочный (5-8 лет) и долгосрочный (до 8-15 лет) прогнозы [2]. Автором предлагается методика краткосрочного прогнозирования электротравматизма [3]. Предположим, что имеем некоторый интервальный временной ряд, уровень которого  $N(x)$  характеризуется числом несчастных случаев за промежуток времени. В общем случае последовательность  $N(x)$  может быть аппроксимирована функцией

$$f(x) = f(a, b, c, \dots; x, x^2, x^3, \dots), \quad (1)$$

где  $a, b, c, \dots$  – некоторые постоянные коэффициенты.

Если отклонения известных  $N(x)$  от одноименных значений  $f(x)$  случайны, то  $f(x)$  можно рассматривать как  $M(x)$  - математическое ожидание величины  $N[3]$ .

Статистика позволяет получить приблизительное значение математического ожидания величины по фактическим данным наблюдений и предоставляет несколько вариантов оценки математического ожидания. Основной среди них - среднее арифметическое для определения математического ожидания величины:

$$M(x) = \sum N_x / n = 84/8 = 10,5 \approx 11. (2)$$

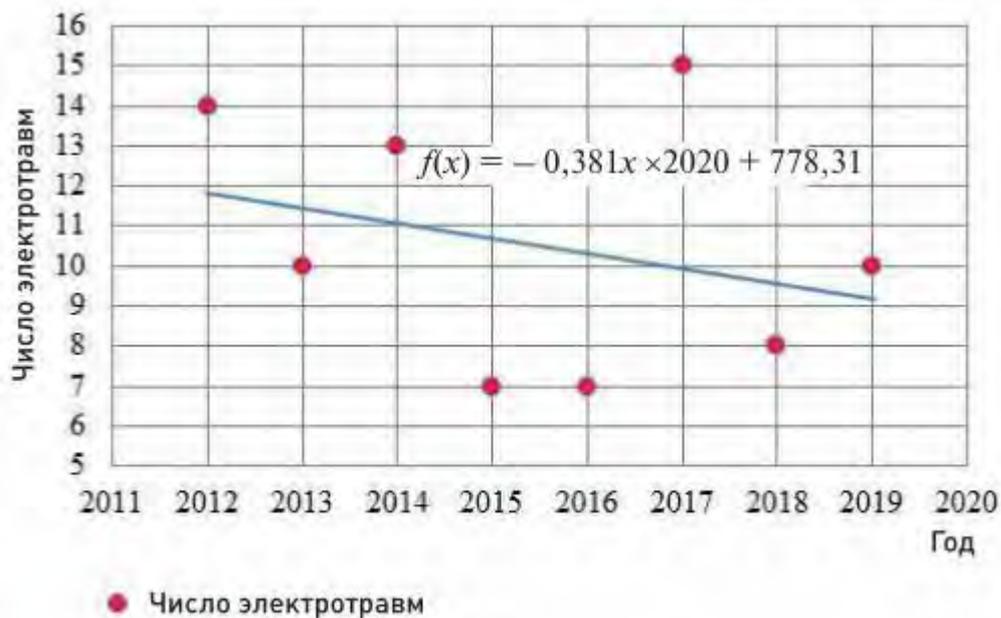
В большинстве случаев оказывается, что последовательность  $N_x$  может быть аппроксимирована линейной функцией

$$f(x) = a + bx, (3)$$

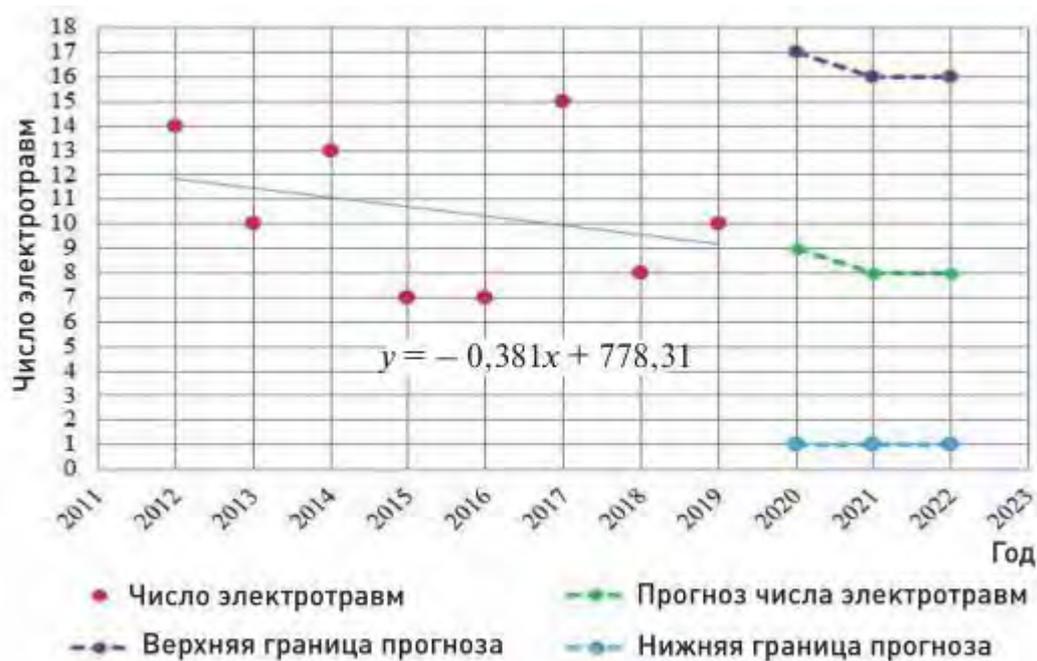
где коэффициенты  $a$  и  $b$  могут быть вычислены, например, методом наименьших квадратов. В результате вычислений получаем:

$a = 778,31$ ;  $b = -0,381$ . Таким образом, функция приобретает вид  $f(x) = -0,381x + 778,31$ .

С помощью программы Excel построим линию направления, задав линейную функцию аппроксимации (рис. 2) [4].



Для расчета прогнозного значения числа электротравмированных работников в 2020 г. определим значение функции:  $f(x) = -0,381x + 778,31 = 8,69$ . Затем с использованием известных формул, зная точечную оценку прогнозируемого значения числа электротравмированных работников, определяем вероятностные границы интервала:  $8,69 \pm 326 \times 2,37$  (рис. 3).



Ошибка прогноза увеличивается с ростом периода прогнозирования. Считается, что он не должен превышать одной трети рассматриваемого временного отрезка статистических данных электротравматизма [6]. В статье рассматривается временной отрезок в восемь лет, поэтому прогнозируемое значение  $x$  не должно превышать трех лет. Можно с высокой вероятностью утверждать, что число травмированных от электрического тока в энергетическом комплексе ОАО «РЖД» с 2020 по 2022 г. составит по средней вероятностной границе девять (восемь) работников.

Таким образом, на основе статистических данных электротравмирования работников с использованием классического метода наименьших квадратов построена линейная модель, которая позволяет рассчитать прогнозные значения электротравматизма на заданный временной интервал и на основе верхней вероятностной границе планировать профилактическую работу.

Для сокращения числа случаев электротравмирования, повышения уровня электробезопасности труда работников энергетического комплекса можно выделить, как минимум, три направления действий: замена эксплуатируемого оборудования и технологий (требует наибольших затрат средств и ресурсов), снижение влияния человеческого фактора в системе «человек - машина», внедрение новейших средств индивидуальной и коллективной защиты работников.

В 2020 г. в подразделениях Дирекции капитального ремонта и реконструкции объектов электрификации и электроснабжения ОАО «РЖД» внедрены системы видеонаблюдения за работниками бригад по ремонту устройств электроснабжения. Ежедневно по прибытию персонала на место производства работы в обязательном порядке включается видеореги­стратор, фиксирующий выполнение всех видов работ, связанных с повышенной опасностью (в электроустановках, на высоте, в зоне движения поездов и др.). Благодаря подключению видеореги­стратора к системе передачи данных обеспечивается

возможность дистанционного централизованного просмотра хода работ, контроля за соблюдением правил их производства.

Система видеонаблюдения способствует укреплению трудовой и технологической дисциплины, улучшению состояния охраны труда на производственных объектах, повышению качества подготовки рабочих мест и выполнения технологических операций, позволяет оценивать компетентность персонала и выявлять пробелы в теоретических и практических знаниях работников.

Как показывает анализ, значительная часть случаев электротравматизма связана с тем, что персонал не использует переносные устройства заземления или нарушет порядок их установки и снятия. Решить проблему можно за счет введения автоматического контроля энергодиспетчерским аппаратом за использование переносных заземляющих штанг и местонахождение бригады. При таком контроле передача информации о применении переносного заземляющего устройства осуществляется в режиме реального времени с помощью контролирующего устройства с GPS-трекером или ГЛОНАСС-трекером (рис. 4). Трекеры передают информацию о порядковом номере переносного заземляющего устройства, времени и координатах места его установки (с точностью до 0,7 м) в режиме реального времени в диспетчерский пункт. Здесь полученные данные преобразовываются, контролируются, записываются и хранятся [7].



Еще одним направлением исследований может стать рассмотрение отдельного прогнозирования травматизма технического персонала в районах контактной сети, на тяговых подстанциях и в районах электроснабжения. Это позволит определить неявные тенденции и своевременно разработать предупреждающие меры с использованием новых систем и способов защиты технического персонала от электротравмирования.

г. ЕКАТЕРИНБУРГ

# МУЗЕЙ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ РОССИИ. НАТУРНЫЕ ОБРАЗЦЫ

## ОТКРЫТАЯ ПЛОЩАДКА\*

### ЭЛЕКТРОВОЗЫ

**Грузовой электровоз ВЛ60(К) -065.** Представитель локомотивов серии Н60 (позднее - ВЛ60) - первой массовой серии отечественных электровозов переменного тока. Построен в 1960 г. Новочеркасским электровозостроительным заводом. При капитальном ремонте переоборудован в электровоз серии ВЛ60(К).

Основные технические характеристики (в скобках значения до переоборудования в ВЛ60(К)): осевая формула - 3(О) -3(О); длина по осям автосцепок - 20 800 мм; род тока - переменный напряжением 25 кВ, частотой 50 Гц; мощность часового режима - 4650 кВт (4140 кВт); мощность продолжительного режима - 4050 кВт (3300 кВт); служебная масса - 138 т; передаточное число тягового редуктора - 3,826; диаметр колес - 1250 мм; сила тяги часового режима - 31,8 тс; сила тяги продолжительного режима - 26,3 тс (23,2 тс); скорость часового режима - 52,3 км/ч (46,6 км/ч); скорость продолжительного режима - 55,1 км/ч (51,0 км/ч); конструкционная скорость - 100 км/ч.



В 1955 г. на железных дорогах СССР появилась первая линия, электрифицированная на переменном токе (напряжение 20 кВ, частота 50 Гц), - 85-километровый участок Ожерелье-Михайлов Московско-Курско-Донбасской дороги. В 1956 г. на этом же роде тока был электрифицирован участок Михайлов - Павелец- Тульский, что довело протяженность первой линии переменного тока до 137 км. В 1959 г. она была переведена на напряжение 25 кВ частотой 50 Гц. В том же году вошла в строй вторая линия переменного тока (25 кВ, 50 Гц, протяженность 275 км) Чернореченская - Красноярск - Клюквенная (ныне станция Уяр) Красноярской железной дороги. В последующие годы электрификация на переменном токе стала стремительно набирать темпы как в европейской, так и в азиатской частях страны вследствие

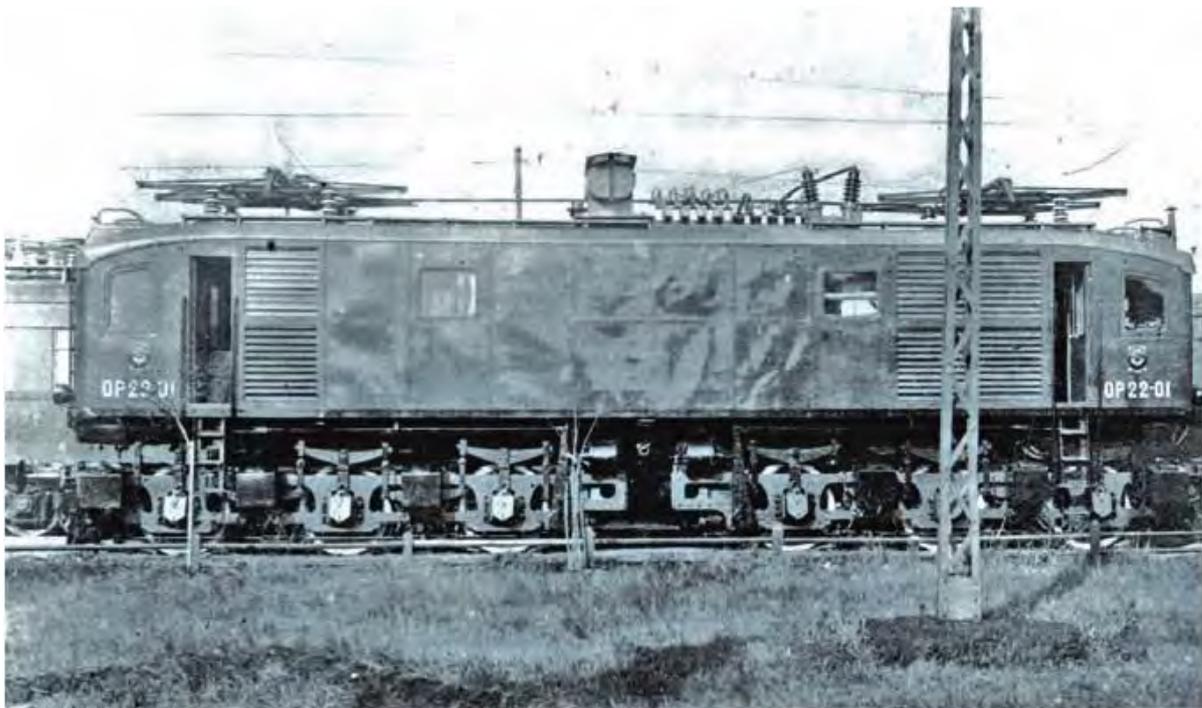
неоспоримых преимуществ переменного тока перед постоянным напряжением 3 кВ для систем электротяги.

Система тяги на переменном токе по сравнению с системой постоянного тока 3 кВ за счет значительного повышения напряжения, подводимого к электроподвижному составу, дает экономию меди на сооружение контактной сети, требует меньше оборудования для тяговых подстанций, позволяет легче осуществить автоматизацию управления устройствами электроснабжения. Отделение цепи тяговых электродвигателей (ТЭД) от контактного провода дает возможность не только снизить рабочее напряжение, подводимое к электродвигателям, но и хорошо защитить их от перенапряжений, возникающих по тем или иным причинам в контактной сети. Снижение рабочего напряжения тяговых электродвигателей и, соответственно, толщины корпусной изоляции позволяет выполнить ТЭД электровозов переменного тока на 25-30% более мощными по сравнению с ТЭД электровозов постоянного тока таких же размера и веса. Исключение последовательного соединения двигателей, необходимого на электровозах постоянного тока, дает возможность электровозам переменного тока реализовывать более высокий (на 15-20%) коэффициент сцепления.

Впервые в Советском Союзе вопрос об электрификации железных дорог на переменном токе был поставлен еще в 1920-х годах, когда только предстояло электрифицировать линию через Сурамский перевал (см. об электровозе С(М)(С)-14 в № 5 за 2019 г., с. 71-73). После анализа множества вариантов сочетаний рода тока и величины напряжения специалисты пришли к выводу, что оптимальной является электрификация на постоянном или переменном (50 Гц) токе напряжением 20 кВ. Первая система на тот момент в мире вообще нигде не была испытана, а вторая была изучена очень мало, поэтому на состоявшейся в июне 1932 г. первой Всесоюзной конференции по электрификации железных дорог было принято решение о сооружении опытного участка, электрифицированного на переменном токе (50 Гц) напряжением 20 кВ, а также о постройке электровоза для испытаний, которые бы позволили выявить преимущества и недостатки электровозов переменного тока в условиях нормальной эксплуатации.

В октябре 1938 г. завод «Динамо» имени С.М. Кирова закончил постройку первого в Советском Союзе электровоза однофазного тока частотой 50 Гц. Локомотив получил обозначение ОР22-01 (однофазный, с ртутными выпрямителями, нагрузка от колесных пар на рельсы 22 тс, № 01). Механическую часть электровоза изготовил Коломенский машиностроительный завод имени В.В. Куйбышева.

Однофазный тяговый трансформатор для электровоза спроектировал и изготовил Московский электрозавод (затем стал называться Московский трансформаторный завод). Трансформатор имел сетевую обмотку (на 20 кВ), тяговую обмотку, состоявшую из четырех секций, и обмотку собственных нужд для питания вспомогательных машин и отопления электровоза. Охлаждение трансформатора было масляным, без принудительной циркуляции.



Двенадцатианодный ртутный выпрямитель с сеточным регулированием напряжения был спроектирован и изготовлен Ленинградским заводом «Электросила». Выпрямитель охлаждался водой, которая циркулировала под действием насосов через воздушный радиатор; воздух через радиатор прогонялся вентилятором. При включении выпрямителя на сетках его анодов возникал отрицательный потенциал, создаваемый сеточным генератором. При наложении на отрицательный потенциал управляющих положительных импульсов аноды отпирались, возникала дуга и проходил силовой ток. Моменты подачи этих импульсов по отношению к полупериодам основного напряжения устанавливались с помощью фазорегулятора, положение которого менял рукояткой контроллера машинист. Сетки выпрямителя использовались также для защиты силовой цепи тяговых электродвигателей от перегрузок и коротких замыканий.

Электровоз был оборудован шестью тяговыми электродвигателями ДПЭ-340А, применявшимися на электровозах серии ВЛ19. Все ТЭД соединялись параллельно. Частота вращения якоря электродвигателя при напряжении на зажимах 1400 В и токе часового режима 250 А составляла 595 мин(-1).

В конце 1938 г. и в 1939 г. электровоз ОР22-01 проходил заводские испытания, на нем устранялись отдельные конструктивные недостатки. В декабре 1939 г. он был отправлен на экспериментальное кольцо Научно-исследовательского института железнодорожного транспорта (НИИЖТ, в дальнейшем - ВНИИЖТ). 19 декабря 1939 г. электровоз самостоятельно прошел под напряжением свои первые километры, совершив несколько кругов по кольцу со скоростью 45 км/ч. Зимой и летом 1940 г. проходили испытания электровоза на кольце; на локомотиве был произведен ряд усовершенствований электрической части. Испытания показали, что электровоз благодаря параллельному включению тяговых электродвигателей и плавному сеточному регулированию напряжения имел более высокие тяговые свойства по сравнению с электровозами

постоянного тока. Недостатком нового локомотива было наличие водяного охлаждения выпрямителя, которое создавало дополнительные трудности при эксплуатации.

Война помешала продолжить работы над электровозом ОР22-01, и в конце 1941 г. он был разоборудован; ртутный выпрямитель использовали для передвижной тяговой подстанции, тяговые двигатели и колесные пары - как запасные части к электровозам постоянного тока.

Создание электровоза ОР22-01 намного опередило начало электрификации железных дорог на переменном токе и позволило получить достаточно богатый опыт для дальнейших работ в этом направлении. Принципиальная схема электровоза (трансформатор - выпрямитель - ТЭД) оказалась настолько удачной, что впоследствии именно она использовалась на подавляющем большинстве советских электровозов переменного тока.

Вновь к вопросу создания электровозов переменного тока в СССР вернулись в начале 1950-х годов в связи с предусматривавшейся планами V пятилетки (1951- 1955 гг.) массовой электрификацией железных дорог. Для первого участка переменного тока Ожерелье - Павелец Новочеркасский электровозостроительный завод (НЭВЗ) в 1952 г. начал проектировать и в 1954 г. изготовил два первых опытных электровоза НО-001 и НО-002. Буквы НО означали новочеркасский, однофазный (в январе 1963 г. обозначение серии НО было заменено на ВЛ61). В 1955 г. НЭВЗ выпустил еще два электровоза НО (№ 003, 004), в 1956 г. - три (№ 005-007) и в 1957 г. - пять (№ 008-012). В целях сокращения сроков изготовления электровозов при их проектировании были широко использованы элементы конструкции тележек и тяговых электродвигателей ДПЭ-400 электровозов серии ВЛ22(М).

На электровозах серии НО были установлены однофазные стержневые трансформаторы ОЦР-2400/20 (однофазный, с циркуляционной масляной системой охлаждения, работающий на ртутный выпрямитель, типовая мощность 2400 кВ·А, номинальное напряжение первичной обмотки 20 кВ). Эти трансформаторы, спроектированные и построенные Московским трансформаторным заводом, имели три обмотки: первичную на номинальное напряжение 20 кВ, вторичную тяговую с нулевым выводом на номинальное напряжение 2x2150 В и вспомогательную с номинальным напряжением 380 В. Трансформатор весил 6500 кг, из которых 1675 кг приходились на масло.



Для выпрямления тока на электровозах были применены восемь металлических одноанодных вентилей - игнитронов ИВС 200/5, разработанных Всесоюзным электротехническим институтом имени В.И. Ленина Эти игнитроны были рассчитаны на номинальный (часовой) ток 200 А и максимальное обратное напряжение 5200 В, масса игнитрона равнялась 240 кг (масса ртутного выпрямителя электровоза ОР22-01 была 2т). Игнитроны включались попарно параллельно. Через первые четыре игнитрона осуществлялось питание одной группы из трех параллельно соединенных ТЭД, через вторые четыре - другой группы ТЭД.

Регулирование скорости на электровозах осуществлялось изменением выпрямленного напряжения путем переключения выводов вторичной тяговой обмотки трансформатора. Для уменьшения числа выводов каждая фаза этой обмотки была разделена на две части, которые в период разгона специальным переключателем сначала включались встречно, а затем согласованно. Переход с одной ступени напряжения на другую происходил без разрыва цепи с помощью индивидуальных электропневматических контакторов. Включение и выключение этих контакторов осуществлялись специальным промежуточным контроллером, которым управлял машинист посредством контроллера, установленного в кабине управления. Электровозы имели 33 пусковых позиции, девять из которых были ходовыми.

В отличие от первого опытного электровоза ОР22-01 на электровозах серии НО не было сеточного регулирования напряжения. Это ухудшило их тяговые качества, но позволило уменьшить влияние тяговых токов на провода связи и упростило устройство выпрямительных установок.

На электровозах были применены тяговые электродвигатели ДПЭ-400П, отличавшиеся от электродвигателей электровозов серии ВЛ22(М) конструкцией остова (охлаждающий воздух подводился к ним сверху, а не сбоку).



При диаметре колес 1200 мм и передаточном числе тяговых редукторов 4,45 электровозы серии НО реализовывали в часовом режиме силу тяги 23,4 тс и скорость 40 км/ч, в продолжительном режиме - соответственно 16,6 тс и 43 км/ч. Максимальная скорость электровозов первоначально равнялась 75 км/ч, а затем была повышена до 85 км/ч. Масса первых электровозов без балласта, песка и воды составляла 121,5 т, а в служебном состоянии с балластом - 130-132 т.

Первую пробную поездку на Экспериментальном кольце ВНИИЖТ совершил 15 июля 1954 г. электровоз НО-002, пройдя при этом 95 км. Первую поездку по прилегающему к станции Ожерелье перегону в конце декабря 1955 г. выполнил электровоз НО-001. С середины 1956 г. началась регулярная эксплуатация электровозов на участке от Ожерелья до Михайлова, а затем и до станции Павелец.

В процессе эксплуатации электровозов серии НО на участке Ожерелье - Павелец в их конструкцию вносили отдельные изменения. Так, в начале 1959 г. в связи с переводом участка с напряжения 20 кВ на 25 кВ были поставлены новые первичные обмотки трансформаторов, рассчитанные на это напряжение. По мере выхода из строя игнитронов ИВС-200/5 на электровозах устанавливали игнитроны ИВС-300/5 и другие вентили на большие токи. Электровоз № 012 по предложению ВНИИЖТ был оборудован рекуперативным торможением, при котором игнитроны работали в инверторном режиме.

Результаты испытаний и эксплуатации электровозов серии НО на опытном участке Ожерелье - Павелец дали ответ на основные научно-технические вопросы, связанные с внедрением электрической тяги на переменном токе, и

позволили приступить к электрификации на этом роде тока новых линий, в частности линии Мариинск - Красноярск - Зима протяженностью 1222 км.



В 1963-1964 гг. все электровозы серии ВЛ61 были переоборудованы для работы на двух родах тока: постоянном напряжением 3000 В и переменном напряжением 25 кВ. Двухсистемные локомотивы, получившие обозначение серии ВЛ61(Д), поступили на участок Минеральные Воды - Кисловодск Северо-Кавказской железной дороги.

Положительные результаты эксплуатации первых электровозов серии НО способствовали тому, что параллельно с их выпуском начались проектирование и изготовление более мощных шестиосных электровозов переменного тока. В течение 1956 г. на НЭВЗ под руководством главного конструктора завода Б.В. Сулова был разработан технический проект такого электровоза со следующими основными параметрами: род тока - однофазный, 50 Гц, 20 кВ; мощность - 4000 кВт; сила тяги часового режима - 33 тс; скорость часового режима - 45 км/ч; конструкционная скорость - 110 км/ч; масса электровоза - 138 т; диаметр движущих колес - 1250 мм; подвешивание тяговых электродвигателей - опорно-осевое. Новый электровоз сразу проектировался без буферов, так как к тому моменту переход с винтовой стяжки на автосцепку был официально завершен. Он стал первым в СССР магистральным локомотивом, на котором не предусматривалась установка буферов.

В декабре 1957 г. и в январе 1958 г. НЭВЗ выпустил первый и второй шестиосные электровозы типа З(О) -З(О) переменного тока напряжением 20 кВ, получившие первоначально обозначения Н6О-001 и Н6О-002. Н6О означало новочеркасский, шестиосный, однофазный. Позднее букву О стали

воспринимать как ноль и называть серию электровозов «эн шестьдесят». В январе 1963 г. электровозам серии Н6О была присвоена серия ВЛ60. Выполнение электровозов на номинальное напряжение 20 кВ объяснялось тем, что в контактной сети участка Ожерелье - Павелец в то время еще было такое напряжение.

Кузов электровоза Н6О служил для размещения оборудования и кабин машиниста, а также для передачи тягового усилия, поэтому автосцепки были установлены на раме кузова, а не на тележках, как это было сделано на электровозах серии НО. Исключение межтележечного соединения позволило опустить в освободившееся пространство тяговый трансформатор. Длина первых двух электровозов по осям автосцепок составляла 20 400 мм.

Кузов опирался на две несочлененные трехосные тележки через четыре качающиеся в поперечном направлении опоры, установленные на резиновые конусы. Через эти опоры передавались тяговое и тормозное усилия от тележек к кузову. В поперечном направлении кузов был связан с тележками упругими возвращающими устройствами, шарнирно укрепленными на качающихся опорах и на кузове. Кроме того, кузов поддерживался на тележках четырьмя боковыми пружинными опорами.

Рамы тележек первоначально были сварно-литой конструкции с боковинами замкнутого сечения. Тележки электровозов были выполнены с нижним рессорным подвешиванием и имели по два продольных балансира с каждой стороны. Опоры рам тележек были установлены на концы подбуксовых листовых рессор через резиновые диски. Буксы колесных пар не имели направляющих, а тяговое усилие от осей к рамам тележек передавалось через поводки, шарнирно соединявшие буксы с рамой. Шарниры поводков имели резиновые втулки, соединенные вулканизацией с металлическими поверхностями. Такие шарниры работали без трения и износа за счет упругой деформации резины. Буксовые подшипники были роликовые.

Передача от тяговых электродвигателей к колесным парам была двусторонняя, жесткая, косозубая. На электровозе № 001 передаточное число тягового редуктора равнялось 4,19, а на № 002 - 3,74. Это было сделано в целях выбора оптимального передаточного числа для серийных электровозов.

На электровозах были установлены стержневые трансформаторы ОЦР-5600/20 с принудительным масляным охлаждением. Первичная обмотка была рассчитана на номинальное напряжение 20 кВ, вторичная тяговая, состоявшая, как и у электровозов серии НО, из четырех частей (двух регулируемых и двух нерегулируемых) - на 2060 В, а вторичная вспомогательная - на 399 В.

На опытных электровозах были размещены две выпрямительные установки, каждая из которых имела четыре игнитронных запаянных вентиля ИВС-300/5 с жидкостным охлаждением. Игнитроны были рассчитаны на продолжительный ток 300 А, часовой ток 350 А, ток 10-минутного режима 450 А и максимальное обратное напряжение 6500 В.

В отличие от электровозов серии НО на электровозах серии Н6О вместо индивидуальных контакторов был применен групповой переключатель

(главный контроллер) ЭКГ-60 с кулачковым валом и электромоторным приводом. Контроллер имел 20 контактов без дугогашения, работавших при обесточенных цепях, и восемь контактов с дугогашением, включенных в цепи переходных реакторов и осуществлявших размыкание и замыкание цепей под током.

Тяговые электродвигатели НБ-410 с шестью главными и шестью добавочными полюсами были рассчитаны на номинальное напряжение на зажимах 1600 В. При этом напряжении их мощность в часовом режиме составляла 695 кВт, а в продолжительном - 610 кВт.

Принципиальная схема силовой цепи тяговых электродвигателей на электровозах Н6О-001 и Н6О-002 была такая же, как и на электровозах серии НО (ВЛ61). Выпрямление тока осуществлялось по схеме с нулевым выводом, тяговые электродвигатели были соединены в две группы по три параллельно включенных двигателя в каждой, регулирование скорости (напряжения на зажимах тяговых электродвигателей) производилось включением различного числа секций регулируемых частей тяговой обмотки и встречным или согласованным соединением регулируемых и нерегулируемых частей этой обмотки.

Электровоз Н6О-002 в 1958 г. прошел тягово-энергетические испытания на экспериментальном кольце ВНИИЖТ и на участке Ожерелье - Павелец Московской дороги. Электровоз Н6О-001, ведомый электровозом постоянного тока, прошел динамические испытания на участке Хашури - Боржоми Закавказской дороги, при которых определялось его воздействие на путь.

Трансформатор электровоза по своим энергетическим показателям оказался вполне удовлетворительным; применение группового контроллера вместо индивидуальных контакторов упростило цепи управления и повысило надежность их работы. На основании испытаний первых электровозов серии Н6О был сделан вывод о возможности дальнейшей постройки таких локомотивов при условии устранения выявленных недостатков.

В связи с переводом участка Ожерелье - Павелец с напряжения 20 кВ на напряжение 25 кВ на электровозах Н6О-001 и Н6О-002 в 1959 г. были заменены первичные обмотки трансформаторов. В дальнейшем электровозы подверглись более серьезным переделкам: на них были поставлены новые тяговые электродвигатели НБ-412М, главные контроллеры, изменены схемы, т.е. опытные электровозы были приближены по конструкции к серийным локомотивам (см. далее). После модернизации электровозы работали с поездами на ряде дорог. Оба были исключены из инвентарного парка МПС в 1966 г.

Принятое в октябре 1958 г. решение об электрификации линии Мариинск - Красноярск - Зима на переменном токе с вводом ее в эксплуатацию в 1959-1960 гг. значительно ускорило организацию выпуска электровозов серии Н6О на НЭВЗ. Уже в 1959 г. завод выпустил несколько десятков электровозов этой серии и продолжал строить их в последующие годы. Электровозы серии Н6О (ВЛ60) стали основными грузовыми локомотивами на линиях, электрифицированных на переменном токе. В процессе выпуска этих

Локомотивов завод непрерывно работал над улучшением их конструкции, в результате чего в нее было внесено много изменений.

Рамы тележек серийных электровозов имели боковины коробчатого сечения, сваренные из листовой стали. На электровозах с № 003 не ставились резиновые прокладки на концах листовых подбуксовых рессор. На электровозах с № 017 была улучшена конструкция возвращающих устройств кузова и увеличен статический прогиб надбуксового подвешивания за счет уменьшения числа витков его надбуксовых пружин. На электровозах № 053, 056, 063 и последующих номеров была усилена конструкция шкворневых брусьев рам кузова около центральных опор.

На основании результатов эксплуатации тяговых электродвигателей НБ-410 завод переработал их конструкцию, несколько увеличив размеры остова и полюсов (начали применяться плоские катушки главных полюсов вместо изогнутых), но сохранив при этом конструкцию и основные размеры якоря. Одновременно было изменено и передаточное число тягового редуктора, которое стало равным 3,826. Новые тяговые электродвигатели, получившие наименование НБ-412, были выполнены на несколько меньшее номинальное напряжение - 1450 В. При этом напряжении их мощность в часовом режиме составляла 647 кВт, а в продолжительном - 564 кВт. Такие двигатели были установлены на электровозах № 003-033.

Чтобы несколько повысить мощность, ограниченную нагревом катушек полюсов, НЭВЗ перепроектировал электродвигатели (катушки главных полюсов стали выполняться изогнутыми по внутреннему радиусу остова), создав новую модификацию НБ-412М (при номинальном напряжении на зажимах 1450 В мощность часового режима составляла 690 кВт, продолжительного - 550 кВт). Электродвигатели НБ-412М устанавливались на электровозах с № 034, ими были оборудованы почти все электровозы серии Н6О (ВЛ60) выпуска 1959-1965 гг.



В 1965 г. на электровозах с № 1810 вместо тяговых электродвигателей НБ-412М стали устанавливать тяговые электродвигатели НБ-412К с компенсационной обмоткой, повышающей коммутационную устойчивость и позволяющей повысить рабочее напряжение на зажимах. Эти электродвигатели при напряжении на зажимах 1600 В имели мощность часового режима 775 кВт, продолжительного - 675 кВт.

На первых электровозах трансформаторы ОЦР-5600/20, получившие после переделки на напряжение 25 кВ наименование ОЦР-5600/25, были изготовлены Московским трансформаторным заводом. С 1960 г. производство таких трансформаторов началось на Таллинском заводе ртутных выпрямителей имени М.И. Калинина. Их основные конструктивные элементы и параметры в процессе постройки электровозов серии ВЛ60 не менялись.

Первичная обмотка трансформатора ОЦР-5600/25 была рассчитана на номинальное напряжение 25 кВ и номинальный ток 210 А. Вторичная (тяговая) обмотка состояла из двух нерегулируемых частей (напряжение холостого хода каждой 1052 В) и двух регулируемых, имевших по четыре секции (напряжение холостого хода каждой  $252 \times 4 = 1008$  В). Суммарное напряжение регулируемых и нерегулируемых частей вторичной обмотки при холостом ходе равнялось 2060 В, номинальный ток продолжительного режима составлял 2700 А. Различное включение секций и согласованное или встречное соединение регулируемых и нерегулируемых частей позволяли менять напряжение на вторичной обмотке от 42 до 2060 В.

Выпрямительные установки для электровозов серийно изготовлялись Таллинским и Ставропольским заводами ртутных выпрямителей. На электровозах № 003 и 004, как и на первых опытных электровозах, было поставлено по восемь игнитронов ИВС- 300/5, на всех последующих - по двенадцать (четыре параллельные группы по три последовательно соединенных вентиля в каждой).

В конце 1963 г. Таллинский завод ртутных выпрямителей начал изготавливать новые игнитроны ИВУ-500/5, которые при номинальном токе 300 А допускали обратное напряжение 6500 В, а при номинальном токе 440 А - 4000 В. Ток часового режима равнялся 550 А. Такие игнитроны, включенные последовательно, НЭВЗ стал применять на электровозах с № 1277. Недостатком последовательного включения игнитронов ИВУ-500/5 (в дальнейшем получили наименование ИВП-500/5) на электровозах, у которых не менялись охлаждающие устройства выпрямителей, было некоторое ограничение мощности локомотива в жаркое время. В дальнейшем этот недостаток завод устранил путем увеличения поверхности охлаждения радиаторов.

Масса электровоза с 2/3 запаса песка в процессе выпуска была доведена до проектной величины и составила около 138 т. Конструкционная скорость для всех разновидностей электровозов серии ВЛ60 была установлена 100 км/ч, минимальный радиус проходимых кривых - 125 м при скорости 10 км/ч.

Электровозы серии Н60 (ВЛ60) НЭВЗ строил до середины сентября 1965 г. Всего было выпущено 1728 таких машин (№ 001-658, 700-997, 1030-1032, 1034-

1038, 1040-1054, 1056-1067, 1133-1146, 1148-1499, 1580-1799, 1810-1840, 1921-2002, 2004-2007, 2012-2045). Разрывы в номерном ряду объясняются тем, что с 1962 г. завод параллельно выпускал электровозы серии Н60(П) (ВЛ60(П)), предназначенные для вождения пассажирских поездов и имевшие в связи с этим тяговые редукторы с меньшим передаточным числом (2,733), а также оборудование для электропневматического торможения, а с 1965 г. - и электровозы серии ВЛ60(К) (см. далее).

Несмотря на то, что в 1958- 1959 гг. электровоз переменного тока с выпрямителями в виде игнитронов был признан основным типом локомотива на ближайший период и преимущества его перед электровозом постоянного тока были очевидны, уже в те годы отмечались недостатки такого локомотива. К ним относились некоторая громоздкость выпрямительной установки, наличие жидкостной системы охлаждения игнитронов, которая должна была поддерживать температуру вентиля в узких пределах, необходимость нагревания этой системы после стоянки электровоза и охлаждения игнитронов при снятии напряжения с контактного провода. Этих недостатков не имеют выпрямительные установки, смонтированные из кремниевых полупроводниковых вентилях, перспективы массового производства которых были видны еще при постройке первых электровозов серии Н60.

В середине 1959 г. МПС выдало техническое задание на разработку проекта шестиосного грузового электровоза переменного тока с кремниевыми выпрямителями. Заданием предусматривалось применение высоковольтного регулирования и отдельных выпрямительных установок для каждого тягового электродвигателя. В феврале 1960 г. Научно-исследовательский институт по электровозостроению (ЭлНИИ) при НЭВЗ разработал эскизный проект нового электровоза, для которого намечалось использование тележек, тяговых электродвигателей, главного воздушного выключателя, вспомогательных машин и ряда аппаратов электровозов серии Н60. В декабре 1961 г. завершился монтаж первых электровозов с кремниевыми выпрямителями. Эти электровозы, первоначально обозначенные Н62-001 (сдан МПС в ноябре 1962 г.) и Н62-002 (апрель 1963 г.), а в 1963 г. получившие обозначения ВЛ62-001 и ВЛ62-002, поступили для наладки и испытаний на кольцо НЭВЗ.

Кузова электровозов были спроектированы заново в связи с новым расположением оборудования по сравнению с электровозами серии Н60 и снижением скорости вентиляционного воздуха, проходящего через жалюзи. Тяговые электродвигатели НБ-412М были рассчитаны на работу с номинальным напряжением 1500 В и поэтому имели несколько повышенные значения частоты вращения якорей и мощности (мощность часового режима - 772 кВт, продолжительного - 575 кВт).

На электровозе № 001 был установлен трансформатор ОЦРН-7300/25 номинальной мощностью 4401 кВ·А, имевший обмотку автотрансформатора с 33 выводами, первичную тяговую обмотку, шесть отдельных вторичных тяговых обмоток и помещавшуюся на сердечнике обмотки автотрансформатора вспомогательную обмотку, а на электровозе № 002 - трансформатор ОЦР-5600/25, у которого вторичная обмотка была разделена на четыре части (три

имели по два вывода, а еще одна - четыре). Выпрямительные установки с кремниевыми вентилями ВК-200 обоих опытных электровозов были изготовлены Саранским заводом «Электровыпрямитель». На каждом электровозе было шесть установок - по одной на каждый тяговый электродвигатель, как и предусматривалось техническим заданием. Токоприемники, воздушный выключатель, разрядник и ряд других электрических аппаратов были такие же, как на электровозах серии Н6О.

При диаметре колес 1250 мм, передаточном числе тяговых редукторов 3,826 и напряжении на зажимах электродвигателей 1500 В электровозы в часовом режиме развивали силу тяги 32,1 тс и скорость 48,2 км/ч, в продолжительном - соответственно 23,4 тс и 52,6 км/ч. Максимальная скорость электровозов была 100 км/ч, расчетная масса при 2/3 запаса песка - 138 т.

Электровозы прошли обкатку на кольце НЭВЗ с поездами массой 5500-6000 т. На основании результатов испытаний число последовательно включенных в каждое плечо моста выпрямительной установки вентиля ВК-200 было увеличено с восьми до двенадцати. В начале 1963 г. обе опытные машины поступили в депо Кавказская Северо-Кавказской железной дороги. В 1969 г. они были исключены из инвентарного парка МПС.

После постройки опытных электровозов серии ВЛ62 Новочеркасский электровозостроительный завод в конце 1962 г. выпустил два электровоза серии Н6О(К) № 001 и 002. Тележки, кузов, трансформатор ОЦР-5600/25, тяговые электродвигатели НБ- 412М, вспомогательные машины и основное электрооборудование этих электровозов были такие же, как на электровозах серии Н6О, строившихся в 1962 г. В отличие от последних вместо четырех мотор-вентиляторов охлаждения основного оборудования было применено шесть, отсутствовали мотор-насосы системы охлаждения игнитронов из-за отсутствия самих игнитронов.

Выпрямительная установка ВУК-60-3 электровозов Н6О(К) состояла из четырех блоков кремниевых вентиляей, в каждом из которых размещались два плеча выпрямительного моста. В плече имелись 10 параллельных цепей вентиляей, в каждое из которых были включены последовательно 14 вентиляей 4-го класса ВКД-200-4 (ВК2-200), рассчитанных на номинальный ток 200 А и обратное напряжение 400 В.

Электровоз № 002 прошел испытания на экспериментальном кольце ЭлНИИ, а № 001 после выхода с завода сразу же поступил для эксплуатации в депо Кавказская Северо-Кавказской дороги.

В первой половине 1963 г. НЭВЗ выпустил еще два электровоза серии Н6О(К) (ВЛ60(К)) № 003 и 004 с тяговыми электродвигателями НБ-412М, причем при изготовлении электровоза № 003 была использована механическая часть строившегося электровоза ВЛ60-1147. В октябре электровозы ВЛ60(К) -003, которому был возвращен первоначальный номер 1147, и ВЛ60(К) -004, получивший номер 075 (электровоз Н6О-075 к тому времени был уже списан), были направлены для работы на Восточно-Сибирскую дорогу.

Электровозы ВЛ60(К) -001 и ВЛ60(К) -002, получившие новые номера соответственно 026 и 050, эксплуатировались на Северо- Кавказской дороге. Имевшие прежде эти номера электровозы Н6О- 026 и Н6О-050, как и электровоз Н6О-075, были списаны в период 1961-1962 гг.

Со второй половины 1965 г. НЭВЗ вместо электровозов серии ВЛ60 начал строить электровозы серии ВЛ60(К) с кремниевыми выпрямителями и тяговыми электродвигателями НБ-412К.

Всего в период 1965-1967 гг. было изготовлено 497 электровозов серии ВЛ60(К) . По своим тяговым характеристикам они незначительно отличались от электровозов серии ВЛ60 с тяговыми электродвигателями НБ-412К. Номинальные значения силы тяги и скорости при часовом и продолжительном режимах у этих электровозов были такие же, как у электровозов серии ВЛ60.

В период 1966-1973 гг. проводились большие работы по модернизации ранее выпущенных электровозов серий ВЛ60, ВЛ60(П) и улучшению тяговых свойств этих локомотивов. В ходе модернизации игнитронные выпрямительные установки локомотивов заменялись кремниевыми. Переоборудованные на кремниевые выпрямители электровозы получали обозначение серии соответственно ВЛ60(К)(П) и ВЛ60(К) с сохранением прежних номеров. На тяговых электродвигателях НБ-412М модернизируемых электровозов ставились компенсационные обмотки, т.е. электровозы выходили из заводского ремонта с электродвигателями НБ-412К. Старые главные контроллеры ЭКГ-60 заменялись более современными ЭКГ-8Д и ЭКГ-8Ж. Проводились и другие более мелкие замены.

В 1987 г. часть электровозов серии ВЛ60(К) начала эксплуатироваться в виде двухсекционных сцепов (локомотивы работали по системе многих единиц), как ранее электровозы серии ВЛ23 на Октябрьской железной дороге (см. об электровозе ВЛ23-001 в № 5 за 2019 г., с. 76-77). Для удобства учета такие сцепы (системы) получили обозначение серии 2ВЛ60(К) и новые номера.

Многие электровозы серии ВЛ60(К)(П) после прихода им на смену в грузовом движении более мощных локомотивов обслуживали пассажирские поезда совместно с электровозами ВЛ60(К) . Для этой цели часть электровозов серии ВЛ60К была оборудована устройствами для отопления поезда.

Электровоз Н6О-065 (после 1963 г. - ВЛ60-065) с завода был направлен в депо Красноярск Красноярской железной дороги (в 1961 г. вошла в состав Восточно-Сибирской дороги), позднее эксплуатировался в депо Нижнеудинск Восточно-Сибирской дороги. В августе 1970 г. локомотив (возможно, уже переоборудованный в ВЛ60(К) -065) поступил в депо Буй Северной железной дороги. В феврале 1986 г. он был передан в депо Муром Горьковской железной дороги, где с июня 1987 г. работал вместе с электровозом ВЛ60(К) -1054 в сцепе (системе) 2ВЛ60(К) -0192. В 1997 г. передан в Центральный музей Октябрьской железной дороги.

При написании данного подраздела использованы следующие интернет-ресурсы:

<https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%9B60;>

[https://trainpix.org/vehicle/25414/#n25026.](https://trainpix.org/vehicle/25414/#n25026)

\*\*\*

\* Продолжение, начало см. в № 4, 10 и 11 за 2020 г. При написании раздела в данном номере журнала использованы материалы Музея железных дорог России, Центра научно-технической информации и библиотек - филиала ОАО «РЖД», из книг В.А. Ракова «Локомотивы отечественных железных дорог (1845-1955 гг.)» и «Локомотивы отечественных железных дорог (1956-1975 гг.)», выпущенных издательством «Транспорт» соответственно в 1995 и 1999 гг., книги в электронном виде Е.Р. Абрамова «Электроподвижной состав отечественных железных дорог», а также из интернет-источников (указаны в конце соответствующих подразделов).

### НОРВЕГИЯ

**Железные дороги Норвегии – активные участники реализуемой в стране программы сокращения вредного воздействия транспорта на окружающую среду.**

По инициативе Дирекции железных дорог Норвегии были проведены исследования в целях выбора альтернативных решений для замены дизельной тяги на неэлектрифицированных железнодорожных линиях. В настоящее время их общая протяженность составляет около 1400 км. Более 700 км из них приходится на магистраль Nordlandsbanen на северо-западе страны. В ходе исследований, выполненных при участии оператора железнодорожной инфраструктуры Bane NOR и предприятий компании Norske Tog, предоставляющей в аренду операторам пассажирских перевозок подвижной состав, оценивалась целесообразность применения вместо дизельного топлива водородного или биодизельного топлива, биогаза или аккумуляторных батарей, при этом рассматривались варианты как с частичной электрификацией линий, так и без нее. В результате наиболее предпочтительным был признан вариант использования аккумуляторных батарей в сочетании с частичной электрификацией. Такая схема надежна и хорошо совместима с существующей инфраструктурой: поезда с тяговыми

На магистрали Западного побережья в Великобритании

аккумуляторными батареями могут обращаться по всей железнодорожной сети страны. В настоящее время рассматривается возможность реализации указанной концепции на линии Nordlandsbanen вместо ее полной электрификации. Предлагается оборудовать на ней шесть участков с контактной сетью общей протяженностью 110 км для подзарядки аккумуляторных батарей в процессе движения поездов. Этого будет достаточно для следования по неэлектрифицированным участкам.

### ВЕЛИКОБРИТАНИЯ

**Начиная с 2022 г. на магистрали Западного побережья Великобритании планируется вводить в эксплуатацию новые скоростные поезда.**

В качестве поставщика 23 новых экспрессов британский оператор First Trenitalia – совместное предприятие компании FirstGroup и итальянской Trenitalia – выбрал компанию Hitachi Rail. Поезда, которые планируется строить на заводе Hitachi Rail в г. Ньютон-Айклифф на северо-западе Англии, рассчитаны на скорость 200 км/ч. Они призваны заменить эксплуатируемые в настоящее время поезда серии 221 Voyager постройки компании



Фото с сайта wikipedia.org

Bombardier. Будут изготовлены 10 семивагонных электропоездов с 453 местами для сидения и 13 пятивагонных поездов с комбинированным приводом, рассчитанных на 501 место. В поездах с комбинированным приводом установят дизели, экологические показатели которых будут лучше, чем на ныне эксплуатируемом подвижном составе. Так, выбросы твердых частиц уменьшатся на 90 %, а диоксида азота – на 60 %. Оператор First Trenitalia наряду с приобретением новых поездов намерен также осуществить модернизацию 56 эксплуатируемых поездов Pendolino с наклоняемыми кузовами вагонов постройки компании Alstom. Весь парк поездов предполагается обслуживать совместно специалистами Hitachi Rail и Alstom в депо Оксли.

### ВЕНГРИЯ

**В рамках модернизации линии Будапешт – Белград будет проведена реконструкция венгерского участка магистрали.**

Линия Будапешт – Белград протяженностью 370 км является важным логистическим коридором, проходящим из Венгрии до греческого порта Пирей через Сербию, а также наиболее коротким маршрутом между Китаем и странами Западной Европы. В целях повышения пропускной способности линии запланирована и уже ведется реконструкция. Работы на венгерском участке длиной около

На железных дорогах Норвегии. На линии Nordlandsbanen



Фото с сайта en.wikipedia.org



Фото с сайта hungarytoday.hu

Модернизация линии  
Будапешт – Белград

150 км выполняет консорциум CRE в составе венгерской компании RM International и двух китайских – China Tiejiuju Engineering & Construction и China Railway Electrification Engineering Group. По плану проект, реализуемый при кредитной поддержке Экспертно-импортного банка Китая, будет завершен в 2025 г.

### ГЕРМАНИЯ

**В прошлом году в Германии между правительством страны и представителями транспортной отрасли было подписано соглашение о развитии железных дорог страны.**

Подписанию соглашения, получившего название Schienenpakt, предшествовала большая подготовительная работа, продолжавшаяся в течение двух лет. В составлении мастер-плана развития железных дорог принимали участие эксперты от операторов перевозок и инфраструктуры, министерства транспорта, различных ассоциаций и объединений, научных и образовательных организаций. Основными целевыми показателями плана стали удвоение к 2030 г. объема пассажирских железнодорожных перевозок и увеличение доли железных дорог в грузовых перевозках до 25 %. Одной из ключевых задач плана является введение на железных дорогах Германии тактового графика движения пассажирских поездов дальнего следования, региональных и местных сообщений.

Первый  
турецкий  
электропоезд



Фото с сайта en.wikipedia.org

Первоначально это было сделано на линии Берлин – Гамбург, где был реализован тактовый график движения поездов ICE с получасовыми интервалами. В числе приоритетных направлений развития железных дорог наращивание пропускной способности железнодорожной сети, цифровая трансформация, внедрение современных перевозочных технологий и инновационного подвижного состава, дальнейшее повышение экологичности железнодорожного транспорта, в частности, снижение уровня шума. Большое внимание в плане Schienenpakt уделено усилению конкуренции между перевозчиками, развитию научно-исследовательской деятельности, созданию условий для привлечения в отрасль высококвалифицированных специалистов.

### ТУРЦИЯ

**Представленный в прошлом году на предприятии Tüvasaş в Адапазаре первый турецкий электропоезд вводится в коммерческую эксплуатацию.**

Проект по созданию электропоезда реализуется в Турции в рамках национальной программы расширения применения отечественных технологий и поддержки внедрения европейских стандартов TSI. Разработан и построен электропоезд совместным предприятием компании Tüvasaş, государственных железных дорог Турции (TCDD) и Министерства транспорта, судоходства и ком-

муникаций UDH. TCDD заказали первоначально 20 поездов. Всего на вагоностроительном предприятии в Адапазаре намечено изготовить 111 вагонов для комплектования поездов составностью от трех до шести вагонов. В состав презентационного поезда с местами для 324 пассажиров, в том числе двух с ограниченной мобильностью, входит вагон с местами первого класса и буфетом. Все вагоны имеют кузов из алюминия, оснащены системами кондиционирования воздуха, аудио- и визуального информирования пассажиров, видеонаблюдения, пожарной сигнализацией. Поезд рассчитан на скорость движения до 176 км/ч, хотя в эксплуатации она будет ограничена 160 км/ч. Разрабатывается и версия поезда, рассчитанного на движение со скоростью до 225 км/ч. Во второй половине прошлого года были начаты заводские и ходовые испытания турецкого электропоезда. Они практически завершены, осуществляются процедуры, необходимые для ввода поезда в коммерческую эксплуатацию.

### США

**В США национальный пассажирский оператор Amtrak готовится к вводу в эксплуатацию новых экспрессов.**

Компания Amtrak планирует в ближайшее время заметно обновить парк пассажирского подвижного состава. При этом особое внима-

ние уделяется вводу в коммерческую эксплуатацию высокоскоростных электропоездов Acela нового поколения. Их по заказу Amtrak изготавливает компания Alstom. С учетом поступления нового подвижного состава Amtrak заключила контракт на модернизацию трех депо в Вашингтоне, Бостоне и Нью-Йорке со шведской инжиниринговой компанией Skanska. Эта компания строила указанные предприятия 20 лет назад для обслуживания парка поездов Acela. В ходе работ, начатых в прошлом году, специалистам Skanska предстоит осуществить замену коммуникаций и технологического оборудования ремонтных позиций с учетом особенностей нового подвижного состава. Реконструкция должна завершиться в I квартале текущего года.

### АВСТРАЛИЯ

**В Австралии продолжается развитие сети линий, обслуживающих горнорудные месторождения.**

Так, компания John Holland по контракту с австралийской горнодобывающей компанией Fortescue Metals Group (FMG) в прошлом

году начала строительство специализированной железной дороги протяженностью около 140 км, которая свяжет железорудное предприятие Eliwana с действующей линией Хамерсли, ведущей в порт Порт-Хедленд, расположенный в регионе Пилбара, штат Западная Австралия. Введение в строй в 2019 г. нового железорудного предприятия Eliwana должно компенсировать истощение месторождения Firetail и обеспечить FMG возможность поставлять до 170 млн т руды в год в течение 20 лет. Производственная мощность Eliwana превысит 30 млн т в год, а в перспективе может возрасти до 50 млн т в год. Строительство железной дороги – важная часть проекта разработки нового месторождения. Для его реализации компания John Holland на своей производственной площадке в Перте организовала изготовление оборудования для систем сигнализации и диспетчерского контроля на линии, а также модернизировала рельсосварочные мощности. Все это способствует строительству рудовозной дороги в максимально короткие сроки. Работы на объекте близки к завершению.

На рудовозных линиях Австралии.

Новая рудовозная линия, обслуживающая месторождение Eliwana



Фото с сайта abc.net.au

*Аннотации статей, ключевые слова, пристатейные библиографические списки публикуются на сайте журнала.*

**ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР**  
А.В. ГОГОЛЕВ

### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

С.А. КОБЗЕВ (председатель),  
Г.В. ВЕРХОВЫХ, В.А. ГАПАНОВИЧ,  
В.И. КОЛЕСНИКОВ, Б.М. ЛАПИДУС,  
Б.А. ЛЕВИН, А.С. МИШАРИН,  
Н.А. НИКИФОРОВ, Ф.С. ПЕХТЕРЕВ,  
В.А. ПОПОВ, О.В. ТОНИ,  
Ю.Н. ФЕДОРОВ, Д.С. ШАХАНОВ

### РЕДАКЦИОННО-АВТОРСКИЙ СОВЕТ

Бороненко Ю.П. (С.-Петербург)  
Верескун В.Д. (Ростов-на-Дону)  
Волков А.Н. (Москва)  
Гапеев С.Н. (Москва)  
Гром Н.П. (Москва)  
Ермаков В.М. (Москва)  
Косарев А.Б. (Москва)  
Коссов В.С. (Коломна)  
Певзнер В.О. (Москва)  
Розенберг И.Н. (Москва)  
Храмцов А.М. (Челябинск)  
Шаров В.А. (Москва)

Адрес редакции: 129272, Москва,  
Рижская площадь, д. 3

Телефон для справок, факс  
8 (499) 262-52-10  
E-mail: zdt@zdt-magazine.ru,  
www.zdt-magazine.ru

### Учредитель:

ОАО «Российские железные дороги»  
Свидетельство о регистрации  
ПИ № ФС77-21831 от 07.09.2005

Журнал включен в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук, и в базу данных Российского индекса научного цитирования

Отпечатано в типографии  
ЗАО «Алгоритм +»  
420044, г. Казань, пр. Ямашева, д. 36  
Тел.: (843) 519-69-05  
E-mail: npovti.t@yandex.ru

Подписано к печати 29.01.2021  
Формат 60×84 1/8 Уч. изд. л. 14,16

Заказ 21011

Тираж 895 экз. Цена свободная

Подписной индекс 70280