Инв. №313335

Тематическая подборка

Инновации на железных дорогах

Западно-Сибирский центр научно-технической информации и библиотек
Новосибирск, Март 2022

Заинтересовавшую информацию можно запросить в отделе НТИ ЗСЦНТИБ по телефонам:

2-29-52 - Справочно-информационный фонд

2-21-45 – Начальник отдела Шейн Наталья Владимировна

(адрес э/почты: SheinNV@wsr.rzd)

План рассылки: Руководители служб, дирекций, предприятий, НТП - 1 экз., НД-1 экз., ЗСЦНТИБ-1 экз., НТИРег.-1,2,3 – 3 экз.

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

1. **Цифровая трансформация железнодорожных компаний: вызовы, достижения, перспективы** /А.В. Тулупов, Е.В. Палаткина, О.И. Карасев, Е.А. Шитова, Д.Г. Архипов //Железнодорожный транспорт.- 2022.- № 2.- С.18-22…….. **3**
2. **Приоритеты расставлены** /А.Зубов //Гудок.- 2022.- 11 февраля…… **8**
3. **Инновационный подход к проектированию транспортных сооружений** /Ю.Б. Калугин, Р.С. Романов, Д.Е. Жаворонок //Железнодорожный транспорт.- 2022.- № 2.- С.32-35…… **10**
4. **Интерактивная информационная система технологической документации** /И.С. Луговской //Железнодорожный транспорт.- 2022.- № 2.- С.30-31…….. **14**
5. **Развитие методов представления знаний в интеллектуальных транспортных системах** /А.Д. Обухов, А.А. Понятов //Железнодорожный транспорт.- 2022.- № 2.- С.26-29…… **16**
6. **Схемные решения раздельных пунктов вакуумного магнитолевитационного транспорта** /С.П. Вакуленко, П.В. Куренков, А.М. Давдов, А.В. Астафьев, В.А. Свдчикова //Железнодорожный транспорт.- 2022.- № 2.- С.58-61…… **20**
7. **Лидеры инноваций** /И.Вьюгин //Гудок.- 2022.- 21 февраля…… **24**
8. **Поездам сокращают дистанцию** /П. Белов //РЖД-Партнер.- 2022.- №1-2.- С.44-46 **25**
9. **Виртуальная сцепка ускоряет движение** /М. Львов //Гудок.- 2022.- 08 февраля… **28**
10. **Повышение надежности центрирующей балочки автосцепного устройства** /Б.И. Павлицкий //Железнодорожный транспорт.- 2022.- № 2.- С.46-47……. **29**
11. **Применение поверхностно-упрочняющих технологий для повышения живучести деталей подвижного состава** /Т.Г. Бунькова //Вагоны и вагонное хозяйство.- 2022.- № 1.- С.39-40…… **31**
12. **УЗИ для колёс** /Н. Александрова //Гудок.- 2022.- 10 февраля……. **33**
13. **Жизнь вагона в «цифре»** /В. Гапанович //Гудок.- 2022.- 03 февраля……. **34**
14. **Вагонам выдают цифровые паспорта** /М. Сапетов //Гудок.- 2022.- 16 февраля…. **34**
15. **Автоматика осматривает вагоны на ходу** /И. Вьюгин //Гудок.- 2022.- 02 февраля **35**
16. **Интеллектуальное соглашение** /С. Кишкина //Гудок.- 2022.- 08 февраля…… **36**
17. **Модели оценки состояния локомотивов** /К. Никольский //Гудок.- 2022.- 02 февраля…….. **37**
18. **«Умные» рамки позволяют выявлять неисправности грузовых вагонов** //Вагоны и вагонное хозяйство.- 2022.- № 1.- С.33…… **39**
19. **Безопасная вычислительная платформа для центров обработки данных** /А. Ефремов //Железные дороги мира.- 2022.- № 2.- С.56-59……. **40**
20. **Цифровые сервисы управляют движением** /А. Шауро //Гудок.- 2022.- 16 февраля……... **44**
21. **Развитие перевозок грузов в интермодальных транспортных грузовых единицах** /С.А. Виноградов, М.И. Мехедов, А.В. Хомов, К.И. Шведин //Железнодорожный транспорт.- 2022.- № 2.- С.7-11…… **45**
22. **Развитие логистических цифровых технологий управления перевозками** /И.Н. Шапкин, А.Н. Вдовин //Железнодорожный транспорт.- 2022.- № 2.- С.12-17…….. **50**
23. **Инновационная платформа для ускоренной перевозки рефрижераторных контейнеров** /В. С. Коссов, В.А. Никонов, Г.И. Гаджиметов //Железнодорожный транспорт.- 2022.- № 2.- С.38-41……. **56**
24. **Действенное решение** /Н. Кузьмина //Гудок.- 2022.- 02 февраля…… **60**
25. **Концепция сортировки** /С. Вакуленко //Гудок.- 2022.- 08 февраля…… **61**
26. **Оптимальный вариант** /А. Белан //Гудок.- 2022.- 09 февраля…… **63**
27. **Технология для малых партий грузов** /К. Шведин //Гудок.- 2022.- 16 февраля….. **64**
28. **Придали ускорение** /М. Трошина //Гудок.- 2022.- 02 февраля…… **65**
29. **Федеральная пассажирская компания внедряет новые технологии организа-**

ции перевозок /А. Жигунов //Гудок.- 2022.- 23 февраля……... **66**
30. Гибридную систему управления движением внедряют на МЦК /А. Куэьмин //Гудок.- 2022.- 22 февраля…….. **67**
31. Управление рисками станет прозрачным /М. Львов //Гудок.- 2022.- 08 февраля **67**
32. Ранняя диагностика /М. Львов //Гудок.- 2022.- 16 февраля…….. **69**
33. На пути к предиктивной диагностике /А. Чечельницкий //Гудок.- 2022.- 16 февраля……. **70**
34. Сеть вызывает «Нейроэксперта» /О. Суслов //Гудок.- 2022.- 02 февраля…….. **71**
35. Насыпь покажет себя со всех сторон /Н. Порецкий //Гудок.- 2022.- 04 февраля… **72**
36. Автоматизированная система управления загрузки и выгрузки снегоуборочных поездов /А.Ю. Репях, А.Л. Манаков, Р.В. Панк //Путь и путевое хозяйство.- 2022.- № 2.- С.23-25…… **74**
37. ОАО «Элтеза» внедряет новый вид обслуживания //Автоматика, связи, информатика.- 2022.- № 2.- С.22……. **77**
38. Развитие СТДМ устройств СЦБ /С.А. Панов //Автоматика, связи, информатика.- 2022.- № 2.- С.27-28…… **78**
39. Стрелки встали на ролики /Е. Солондаева //Гудок.- 2022.- 14 февраля…… **80**
40. Перевод стрелок исключается /Е. Машинистова //Гудок.- 2022.- 17 февраля……. **81**
41. Семипроводная схема управления электроприводом /Д.А. Эдих, Е.В. Демидов //Автоматика, связи, информатика.- 2022.- № 2.- С.10-13……. **82**
42. Новые возможности с МРМ /А.В. Кленов //Автоматика, связи, информатика.- 2022.- № 2.- С.41-42…….. **86**
43. Опыт эксплуатации МРМ-Ш /Е.Г. Солдатенков //Автоматика, связи, информатика.- 2022.- № 2.- С.39-40…… **88**
44. Система оповещения персонала о приближении поезда СОП-02 /В.А. Неумоин //Автоматика, связи, информатика.- 2022.- № 2.- С.14-16…… **90**
45. Программно-конфигурируемое радио – будущее технологической железнодорожной радиосвязи /Д.Н. Роенков, В.Д. Коротченко, С.А. Левченко //Автоматика, связи, информатика.- 2022.- № 2.- С.17-21…… **93**
46. Проект, опередивший время /И.Л. Хрящев, А.Ю. Живага, И.В. Куряев, М. Д. Овчинников //Автоматика, связи, информатика.- 2022.- № 2.- С.23-26……. **98**
47. Улучшение режима работы тяговой сети переменного тока с односторонним питанием /Л.А. Герман, А.А. Карабанов //Железнодорожный транспорт.- 2022.- № 2.- С.50-53…… **102**
48. Корпоративная система обмена быстрыми сообщениями /А.В. Шлапак, А.В. Врацкий //Автоматика, связи, информатика.- 2022.- № 2.- С.29-31…… **106**
49. Операторы мультимодальных перевозок испытывают интеллектуальный поезд //Дифференцированное обеспечение руководства.- 2022.- № 15…….. **109**
50. Материалы мониторинга ЦНТИБ научно-технической литературы (18 источников)…….. **111**

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ КОМПАНИЙ: ВЫЗОВЫ, ДОСТИЖЕНИЯ, ПЕРСПЕКТИВЫ

А.В. ТУЛУПОВ,
Центр инновационного развития – филиал ОАО «РЖД» (ЦИР), заместитель начальника

Е.В. ПАЛАТКИНА,
ЦИР, начальник информационно-аналитического отдела

Д.А. ИОНОВ,
ЦИР, заместитель начальника информационно-аналитического отдела

О.И. КАРАСЕВ,
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова (МГУ), директор центра научно-технологического прогнозирования экономического факультета, кандидат экономических наук

Е.А. ШИТОВ,
МГУ, Центр компетенций Научно-технологической инициативы «Центр хранения и анализа больших данных», руководитель направления консалтинга и экспертизы

Д.Г. АРХИПОВ,
МГУ, Центр компетенций Научно-технологической инициативы «Центр хранения и анализа больших данных», менеджер направления консалтинга и экспертизы

ГЛАВНЫМИ факторами активной инициации процесса цифровой трансформации железнодорожных компаний является рост конкуренции между видами транспорта, смена парадигмы мышления клиентов и ускорение научно-технологического прогресса. Железнодорожная отрасль, всегда считавшаяся более консервативной по сравнению с другими видами транспорта, в последние десятилетия демонстрирует приверженность к трансформации бизнес-процессов, цифровизации услуг и внедрению новых технологий для сохранения конкурентоспособности на рынке

Сегодня все больше железнодорожных компаний активно инвестируют средства в разработку цифровых информационных решений, направленных на повышение безопасности перевозок, эффективности технического обслуживания и ремонта подвижного состава и инфраструктуры, оптимизацию перевозочного процесса и др. Например, около 60 % инновационных проектов развития отрасли в рамках инициативы ЕС Shift2Rail связаны с обработкой больших массивов данных (Big Data) с помощью искусственного интеллекта и технологий машинного обучения.

Цифровая трансформация представляет собой комплексное преобразование бизнес-модели, продуктов и услуг компании, направленное на рост ее конкурентоспособности и отвечающее критерию экономической эффективности. Делается это путем внедрения цифровых технологий, использования Big Data, развития компетенций и культуры кадров в рамках цифровой трансформации, современных подходов к управлению и финансированию внедрения цифровых решений [1]. Согласно прогнозам аналитического агентства Marketsand Markets объем мирового рынка цифровых технологий в железнодорожной отрасли, в 2019 г. составлявший 50 млрд долларов США, к 2024 г.

Рис. 1. Прогноз объема мирового рынка цифровых технологий в железнодорожной отрасли, млрд долларов

Рис. 2. Прогноз пассажирооборота на всех видах транспорта, млрд пасс.-км

увеличится почти в 1,5 раза при среднегодовом темпе роста в 8,4 % (**рис. 1**).

Внедрение цифровых решений в железнодорожной отрасли зависит от различных внешних факторов: вызовов, барьеров и драйверов. Первым и ключевым вызовом является *рост конкуренции со стороны смежных видов транспорта*. В таких условиях в долгосрочной перспективе у железнодорожных компаний возникает риск оказаться вытесненными из сектора грузовых и пассажирских перевозок.

Согласно данным Международного транспортного форума за 2019 г. начиная со второй половины XX в. в мире наблюдалось последовательное сокращение доли железных дорог в общем объеме грузовых перевозок. Что касается пассажирских перевозок, то здесь конкурентным фактором является тенденция к развитию личных летательных аппаратов и беспилотных автомобильных систем. Подтверждает указанную тенденцию и аналитика Международного союза железных дорог, предсказывающая, что к 2030 г. беспилотные автомобильные системы будут основным конкурентом железнодорожному транспорту. Все эти факторы стимулируют железнодорожные компании к акселерации цифровых проектов [2].

Важным вызовом является также *рост транспортной загруженности*. Согласно данным Международного транспортного форума за 2019 г. спрос на пассажирские перевозки к середине XXI в. увеличится в 3 раза – с 44 трлн пасс.-км в 2015 г. до 122 трлн пасс.-км к 2050 г. (**рис. 2**).

Рост мобильности в секторе как пассажирских, так и грузовых перевозок будет сопровождаться увеличением потребности в умных решениях, обеспечивающих необходимые условия для реализации перевозок с учетом доступной пропускной способности [3]. В этих условиях особо актуальным становится развитие концепции «мобильность как услуга», подразумевающей агрегирование информации о пассажирах для прогнозирования спроса и моделирования транспортных потоков. Цифровая трансформация позволяет железнодорожным компаниям отвечать запросам пассажиров и предоставлять услуги высокого уровня.

Значимым барьером в области цифровой трансформации является *необходимость обеспечения безопасности данных*. Кража данных киберпреступниками наносит ущерб как людям, чьи личные данные были украдены, так и железнодорожной компании, теряющей лояльность клиентов. Согласно докладу McAfee в 2020 г. ущерб от киберпреступлений для мировой экономики составил как минимум 1 трлн долларов США, продемонстрировав рост на 50 % за последние два года.

Другой барьер, от которого в значительной степени зависят темпы цифровой трансформации отрасли, – это *недостаточность государственного регулирования* в правовой сфере и в области унификации требований к технологиям. Тот факт, что в первом случае нормативная база правового регулирования не успевает адаптироваться к новым возможностям, создает проблемы при внедрении инноваций и снижает доверие пользователей к новым методам работы с данными. Во втором случае усложняется и замедляется процесс распространения технологий, что препятствует их развитию и модификации благодаря обмену информацией между странами.

Ключевым драйвером является *глобальное развитие цифровых технологий*. Многие решения, которые используются железнодорожными компаниями, – это адаптация цифровых решений, изначально созданных для применения в других сферах деятельности. К таким технологиям можно отнести интернет-сети, систему глобального позиционирования GPS, RFID-чипы[1], датчики движения, технологии защиты данных и др. Например, компания SBB (Швейцария) использует чип-системы RFID для идентификации вагонов при организации их технического обслуживания, а компания BNSF (США) применяет дроны с видеокамерами для анализа состояния железнодорожных объектов [4].

Важно отметить, что российский транспортный сектор отстает от зарубежных по ряду параметров внедрения цифровых технологий. Так, например, только 14 % отечественных компаний используют технологии Big Data, роботизации, оптического распознавания символов, а также виртуальной и дополненной реальности. Несколько лучше обстоят дела с тех-

[1] Способ автоматической идентификации объектов, при котором посредством радиосигналов считываются или записываются данные, хранящиеся в так называемых транспондерах, или RFID-метках.

нологиями чат-ботов и промышленного интернета (29 %).

Все перечисленные внешние факторы оказывают непосредственное влияние на развитие технологий в области цифровой трансформации железнодорожного транспорта. Внедрение прорывных технологических решений на всех уровнях работы становится обязательным условием для успешной деятельности железнодорожных компаний.

Одна из самых перспективных технологий – *системы промышленного интернета*, объединяющие различные объекты в единую систему и отслеживающие состояние каждого из элементов в увязке с другими. В железнодорожной отрасли такие системы могут применяться, например, для контроля технического состояния подвижного состава. В будущем появится возможность создания полных цифровых копий объектов инфраструктуры и подвижного состава (цифровых двойников), что позволит повысить эффективность перевозочного процесса. Наиболее широкое распространение указанная технология получила в железнодорожных компаниях Германии (Deutsche Bahn), Франции (SNCF) и России (ОАО «РЖД»).

Системы промышленного интернета могут использоваться также для контроля за деятельностью сотрудников компании и взаимодействия с пассажирами. К примеру, компания Korail (Южная Корея) с помощью носимых устройств контролирует нахождение персонала на железнодорожных путях, а компания NS (Нидерланды) использует датчики веса в пассажирских поездах и считыватели MAC-адресов смартфонов для управления пассажиропотоками.

Хотя спектр областей применения таких систем практически неограничен, промышленный интернет освоен пока еще не в полной мере.

Другой важной технологией является *Big Data*. Она объединяет способы и методы обработки значительных объемов данных и их содержательного представления. Ее значимость была подчеркнута в 2019 г. на европейском форуме European Big Data Value Forum (EBDVF), посвященном технологиям, трансформирующим транспорт и логистику. Big Data позволяет вывести процессы мониторинга и управления на новый уровень и перейти от событийного анализа к непрерывному. Например, компания Amtrak (США) внедрила интеллектуальную систему безопасности на основе обработки данных видеокамер посредством компьютерного зрения в режиме реального времени.

В работе с пассажирами эта технология помогает оценить спрос на различные услуги компании. К примеру, информация о перемещениях пассажиров дает возможность китайской железнодорожной компании CR контролировать распространение в стране вируса COVID-19.

Широкий спектр областей применения делает данное направление необходимым для развития железнодорожной отрасли и создает высокий уровень вариативности применяемых технологий, что обеспечивает практически неограниченные резервы для развития компаний [5].

Немаловажной и активно развивающейся технологией являются *системы распределенного реестра*, которые позволяют сторонам проводить безопасные (зашифрованные) транзакции без посредников или централизованного органа. Они могут использоваться для автоматизации документооборота, идентификации и проверки документов пассажиров в целях снижения рутинной нагрузки на персонал, выстраивания схем лояльности, а также хранения данных о техническом состоянии подвижного состава и повышения эффективности процессов технического обслуживания объектов инфраструктуры и подвижного состава, контроля транзита грузов и интеграции транспортных потоков с зарубежными странами.

Важным направлением развития этой технологии является использование смарт-контрактов и единого перевозочного документа. Железнодорожный оператор Deutsche Bahn благодаря смарт-контрактам гораздо быстрее передает информацию внутри железнодорожной сети, проводит безопасные транзакции при оказании услуг, а также оптимизирует пассажиропоток на железнодорожных вокзалах и станциях. Железнодорожная компания SBB внедрила единый перевозочный документ, с помощью которого пассажир может воспользоваться несколькими видами транспорта без наличия как перевозочных, так и удостоверяющих личность документов. Для идентификации используются системы распределенного реестра.

Развитие указанной технологии может внести существенные изменения в некоторые аспекты транспортно-логистической деятельности компаний, особенно в процессы отслеживания грузовых перевозок и автоматизированной обработки документов.

Одной из наиболее перспективных цифровых технологий для железнодорожной отрасли является *искусственный интеллект*. Сегодня эта технология рассматривается как путь к приобретению долгосрочных конкурентных преимуществ и интеграции в глобальную экономику, а также как шаг в направлении качественно нового уровня развития.

В рамках этого направления железнодорожные компании активно развивают интеллекту-

альные системы мониторинга и прогнозирования технического состояния подвижного состава, управления топливно-энергетическими ресурсами, автоматизированного взаимодействия с клиентами. К примеру, ОАО «РЖД» широко использует единую автоматизированную систему управления топливно-энергетическими ресурсами (ЕАСУ ТЭР), что сокращает их расход на 15–20 %.

В качестве интеллектуальных систем взаимодействия с клиентами интенсивно развиваются чат-боты. Например, компания Amtrak использует умного виртуального помощника Julie, работающего на базе искусственного интеллекта и оказывающего содействие клиентам при покупке и бронировании услуг на веб-сайте. Он автоматически заполняет необходимые формы и дает руководящие указания на протяжении всего процесса бронирования.

В перспективе планируется создать интеллектуальные системы управления перевозочным процессом, дающие возможность:

- строить графики движения поездов с учетом уровня загрузки инфраструктуры и спроса;
- формировать графики технического обслуживания и ремонта подвижного состава;
- управлять всеми этапами перевозочного процесса в режиме реального времени.

Развитие таких технологий позволит создать единую систему, обеспечивающую кратный рост эффективности перевозок и доходов железнодорожных компаний при точном соблюдении сроков доставки грузов и пассажиров.

Цифровая трансформация направлена на повышение клиентоориентированности и безопасности железнодорожной отрасли, ее адаптивности к изменениям условий эксплуатации (гибкости). Уровень готовности цифровых технологий отрасли был оценен с использованием международной шкалы Technology Readiness Level (TRL) (см. **таблицу**), которую условно можно разделить на следующие группы:

TRL 1–3 – проведение научно-исследовательских работ;

TRL 4–7 – проведение опытно-конструкторских разработок;

TRL 8–9 – апробация и опытно-промышленная эксплуатация технологии.

Для успешной цифровой трансформации необходима также *платформенная интеграция* как фактор создания инновационных цифровых решений. Интенсивный обмен знаниями и опытом в области формирования инноваций требует активного развития сетевого взаимодействия, что нашло свое отражение в ряде стратегических планов крупнейших железнодорожных компаний мира. Сегодня важным трендом, определяющим интенсивность развития железнодорожной отрасли и повышения ее конкурентоспособности [6], является формирование взаимоотношений с широким кругом

Ключевые цифровые технологии, трансформирующие железнодорожную отрасль

Ключевая технология	Основные направления применения	Уровень готовности технологии по международной шкале TRL
Промышленный интернет	Управление перевозочным процессом Управление взаимодействием с персоналом и пассажирами Управление жизненным циклом подвижного состава и объектов инфраструктуры Управление транспортно-логистической деятельностью	8–9
Большие данные	Управление перевозочным процессом Управление железнодорожными активами Взаимодействие с клиентами Внутренний менеджмент (системы поддержки принятия управленческих решений)	7–8
Системы распределенного реестра	Автоматизация внутренних бизнес-процессов (бухгалтерия, финансово-экономический блок) Внутренний менеджмент Взаимодействие с клиентами	6–8
Искусственный интеллект	Управление жизненным циклом подвижного состава и объектов инфраструктуры Управление перевозочным процессом Управление взаимодействием с персоналом и пассажирами Автоматизация внутренних бизнес-процессов (бухгалтерия, финансово-экономический блок) Внутренний менеджмент (системы поддержки принятия управленческих решений)	7–8

стейкхолдеров (поставщиков, акционеров, клиентов и др.) на основе принципов партнерства.

Интеграционные процессы в сфере инновационного развития также способствуют совершенствованию внутренних и внешних инструментов трансфера технологий. Первый из них представляет собой обмен технологическими компетенциями внутри разных организационных структур. В этом случае в основном организуются отдельные подразделения или дочерние предприятия, ответственные за проведение исследований и разработок, в том числе и при участии иных отраслевых организаций. Второй инструмент предназначен для налаживания взаимодействия с внешними профильными компаниями в целях заключения взаимовыгодных партнерских соглашений в сфере проведения исследований и разработок. Такие договоры позволяют повысить интенсивность обмена компетенциями, а также совершенствовать процессы генерации инновационных продуктов.

Одним из важнейших направлений развития интеграционных процессов в транспортной отрасли является уберизация, представляющая собой исключение посредничества из связи клиент – исполнитель и его замену на цифровую платформу. Тем самым совершенствуется организация перевозок и логистических операций железнодорожной отрасли. Преимущество таких решений заключается в исключении поиска агрегатора в каждом отдельном регионе и появлении возможности создать единообразную систему связи клиент – исполнитель. К примеру, инициатива Shift2Rail поддерживает развитие железнодорожного транспорта на всей территории Европейского союза, а также создает единую цифровую платформу управления движением поездов. Одну из инициатив по созданию общеевропейской сети пассажирских коридоров в 2020 г. выдвинуло Министерство инфраструктуры и водных ресурсов Нидерландов, преследуя цель увеличения доли рынка железнодорожных перевозок в международных перевозках.

Результатами цифровизации железнодорожных компаний являются создание эффективных и принципиально новых механизмов взаимодействия с потребителями логистических услуг, а также повышение качества собственных операций за счет развития обратной связи. Сегодня одной из главных перспектив цифровой трансформации является кросс-платформенное взаимодействие ведущих игроков в целях создания единой цифровой среды. Прогнозируется, что углубление интеграции будет иметь решающую роль в рамках процессов цифровизации на среднесрочную и долгосрочную перспективу.

Подводя итог, можно констатировать, что общемировой тренд развития цифровых технологий оказывает непосредственное влияние и на железнодорожную отрасль. Цифровая трансформация железнодорожных компаний является переосмыслением цепочки создания стоимости с учетом возможностей цифровых технологий при полной интеграции цифровых решений между пользователем, транспортным средством, системой управления движением и инфраструктурой. Ее ключевыми долгосрочными ориентирами являются:

- использование цифрового имитационного моделирования (создание цифровых двойников);
- развитие интеллектуальных систем управления транспортно-логистическими процессами;
- качественный переход от управления процессами перевозок в рамках отдельных полигонов и регионов к управлению транспортными кластерами, перевозками на уровне национальных и международных транспортных коридоров.

Для развития указанных направлений требуется в первую очередь кооперация с другими игроками – отраслевыми и научными институтами, смежными компаниями и стартапами. Цифровизация как раз и открывает новые горизонты для сотрудничества с другими компаниями.

Литература

1. *Bican P.M.* Digital business model, digital transformation, digital entrepreneurship: is there a sustainable «digital»? / P.M.Bican, A.Brem // Sustainability. – 2020. – № 12 (13). – P. 1–15.

2. Приоритеты научно-технологического развития железнодорожной отрасли в контексте цифровизации: зарубежный опыт / [О.И.Карасев, М.М.Железнов, А.В.Белошицкий, Е.А.Шитов] // Мир транспорта. – 2019. – № 17 (6). – С. 20–37.

3. *Feng Cheng-Min.* New prospects of transportation mobility / Cheng-Min Feng // IATSS Research. – 2014. – № 38 (1). – P. 22–26.

4. Инновационная экосистема железнодорожного транспорта: практика ведущих компаний / [М.М.Железнов, О.И.Карасев, А.В.Белошицкий, Е.А.Шитов] // Мир транспорта – 2019. – № 17 (4). – С. 244–258.

5. Цифровая железная дорога – целостная информационная модель, как основа цифровой трансформации / [В.П.Куприяновский, Г.В.Суконников, Д.И.Ярцев и др.] // Международный журнал открытых информационных технологий. – 2016. – Т. 4. – № 10. – С. 32–42.

6. Комплексный анализ форм инновационной деятельности зарубежных железнодорожных компаний / [О.И.Карасев, М.М.Железнов, С.С.Тростянский, Ю.А.Шитова] // Мир транспорта. – 2020. – № 18 (2). – С. 158–170.

Приоритеты расставлены

Компания «РЖД» определила направления цифровой трансформации
В наступившем году цифровая трансформация ОАО «РЖД» будет идти по шести ключевым направлениям, охватывающим такие аспекты деятельности, как взаимодействие с грузоотправителями и пассажирами, управление проектами и производственными процессами, импортозамещение. Об этом в среду сообщил на IT-конференции «IT-приоритеты-2022» генеральный директор ООО «РЖД-Технологии» (входит в холдинг «РЖД») Александр Мискарян.

фото: Михаил Лавров

Ежегодная конференция TAdviser собирает IT-руководителей российских компаний, производителей и потребителей цифровой продукции, рассказывающих о выбранных направлениях развития.

Выступая на аналогичной конференции в 2020 году, заместитель генерального директора ОАО «РЖД» Евгений Чаркин, тогда ещё занимавший должность директора по информационным технологиям компании, отмечал, что пандемия стимулировала проекты электронного взаимодействия как внутри компании, так и с потребителями её услуг. Существовавшие тогда технические и технологические заделы позволили РЖД перестроиться на дистанционный режим, сохранив бизнес и здоровье работников. Приоритеты были выдержаны и в 2021 году, по итогам которого более 90% грузоотправителей уже взаимодействовали с ОАО «РЖД» в электронном формате, а пассажиры оформляли 68% электронных билетов на поезда дальнего следования.
«В эпоху пандемии очень важны возможности дистанционного взаимодействия. Одним из таких инструментов является юридически значимый электронный документооборот. Его объёмы в прошлом году выросли почти в три раза в сравнении с показателями 2020 года – до 11,2 млн документов», – отметил Александр Мискарян на конференции в минувшую среду.

Цифровые услуги быстро вошли в привычку. В нынешнем году цифровое развитие компании будет наиболее активно на шести направлениях. Первое – реализация сквозного процесса управления жизненным циклом инвестиционных проектов. Идея заключается в том, чтобы в «цифре» осуществлять управление проектами на всех стадиях – от подготовки обоснования инвестиций, проектирования, строительства до эксплуатации и утилизации. «Мы говорим об автоматизированном учёте данных о ходе выполнения работ на объектах строительства, о

цифровизации процессов мониторинга и контроля за ходом строительства, соответствующей аналитике», – подчеркнул Александр Мискарян.

Второе – принятие управленческих решений и планирование деятельности на основе экономической оценки. Речь о продвинутом комплексном моделировании, позволяющем оценить каждое решение с экономической точки зрения, выбрать оптимальный сценарий реализации.

Третье – внедрение технологии искусственного интеллекта в управление производственными процессами. На сети реализуется целый ряд пилотных проектов по данному треку, и они обещают заметные эффекты при тиражировании. К примеру, на станции Челябинск был разработан прототип рекомендательного сервиса помощи маневровому диспетчеру, повышающий скорость и точность роспуска. Это увеличило объёмы обработки составов на 20%.

Четвёртое – дальнейшее развитие CRM (система управления взаимоотношениями с клиентами) в грузовых перевозках. Компания намерена включить цифровые инструменты для управления лояльностью клиентов, создав систему начисления и расходования бонусных баллов. Цифровизация будет применяться для поиска новых клиентов и автоматического формирования предложений, в том числе индивидуальных.

Пятое – развитие цифровых сервисов для пассажиров. Помимо функций, обеспечивающих удобство и комфорт при покупке билетов, создании туристических маршрутов, будет продолжена работа по интеграции с государственными сервисами.

Шестое – дальнейший переход на преимущественное использование отечественного программного обеспечения.

В целом приоритеты цифрового развития РЖД соответствуют глобальным тенденциям. Среди главных стратегических трендов этого года, обозначенных международной консалтинговой компанией Gartner, и интеллектуальная поддержка принятия решений, и автономные системы – самообучающиеся в процессе работы программные продукты, такие как система помощи диспетчеру сортировочной горки, и гиперавтоматизация, реализуемая с помощью искусственного интеллекта, машинного обучения, роботизированной автоматизации процессов (RPA), и ещё ряд направлений, по которым компания имеет наработки или даже готовые продукты.

Как заметил во время своего выступления на конференции IT-директор госкорпорации «Росатом» Евгений Абакумов, технологии, которые будут применяться в ближайшие 10 лет, уже существуют и эффект достигается их комбинацией. По сути, именно приоритизация направлений обеспечивает развитие сегодня и в будущем. Успешно идущая цифровая трансформация ОАО «РЖД» говорит о том, что приоритеты выбраны правильно.

Александр Зубов

ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Ю.Б. КАЛУГИН,
Военный институт железнодорожных войск и военных сообщений Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулёва (ВИ (ЖДВ и ВОСО) ВА МТО), профессор кафедры восстановления, проектирования и строительства железных дорог, доктор технических наук

Р.С. РОМАНОВ,
ВИ (ЖДВ и ВОСО) ВА МТО, преподаватель 14-й отдельной дисциплины «Эксплуатация подвижного состава», кандидат технических наук

Д.Е. ЖАВОРОНОК,
Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулёва, преподаватель кафедры восстановления военных мостов и переправ, кандидат технических наук

По мере активного внедрения цифровых технологий существенно изменяются планирование и организация производства строительных работ на объектах транспортной инфраструктуры. Программное обеспечение мониторинга и управления строительно-восстановительными процессами имеет высокую многофункциональность и позволяет решать различные задачи, связанные с нахождением оптимальных организационно-технологических решений по различным критериям.

Неотъемлемой частью любого вида строительства остается этап планирования. Несмотря на прогресс строительной индустрии в сфере информационных технологий, задачи календарного планирования были и остаются результатом деятельности человека, реализуемым в тесном взаимодействии с машиной. Они предполагают разработку модели согласованного во времени и пространстве комплекса работ в целях достижения высоких технико-экономических показателей строительного производства. Такая задача на сегодняшний день не может быть сформулирована и решена только на уровне искусственного интеллекта из-за большого числа взаимосвязанных элементов на всех этапах планирования и производства работ. Недооценка этих этапов влечет за собой несогласованность действий исполнителей, перебои в работе, затягивание сроков и, соответственно, удорожание строительства. Для предотвращения таких ситуаций составляются многоуровневые календарные планы, которые выполняют функцию расписания работ. В целях повышения надежности и качества планирования разрабатываются методы оптимизации строительного производства, позволяющие сокращать сроки выполнения работ и объемы необходимых ресурсов [1]. От порядка применения оптимизационных методов и моделей во многом зависит итоговый результат.

Оценивая развитие информационного моделирования объектов и сооружений, стоит отметить, что вопросы наглядности и информативности в календарном планировании организационно-технологических решений ушли на второй план. В настоящий момент в отечественной и мировой практике не существует единых интегрированных программных комплексов, позволяющих составлять, оценивать и определять рациональную последовательность сведений из различных календарных планов для всех разделов проектной документации на всех этапах строительства.

Для разрешения данных противоречий предлагается создать программные продукты информационного моделирования, которые позволят решать задачи по оптимизации сроков календарного планирования в рамках одного программного продукта, а также условия для увязки всех видов календарных планов, разрабатываемых на различных стадиях проектирования. Такой подход позволит не допускать критических ошибок, вызывающих задержки и отставание в процессе выполнения работ.

Современные информационные технологии позволяют синхронизировать календарные планы с моделируемыми 3D-объектами [2]. Существующие программные комплексы календарного планирования в большинстве своем ориентированы на отображение строительных работ, выполняемых на объектах, в виде линейной функции в двумерном статичном пространстве [3]. Процесс синхронизации осуществляется уже после определения начала и окончания

сроков строительства и интегрирования данных с 3D-моделью [4].

Так, в программных комплексах Synchro 4D, Autodesk Navisworks процесс определения сроков начала работ, формирования и оптимизации сроков выполнения осуществляется не в самой программе, а в отдельных приложениях, нацеленных на создание профессиональных систем управления проектами. Только после определения сроков и выстраивания очередности работ в соответствии с заданной технологией производства полученные результаты адаптируются под сформированную 3D-модель объекта [5]. С этого момента информационная модель уже считается связанной с пространственными и временными параметрами. Вариант визуализации календарного плана в программе Synchro 4D представлен на **рис. 1**.

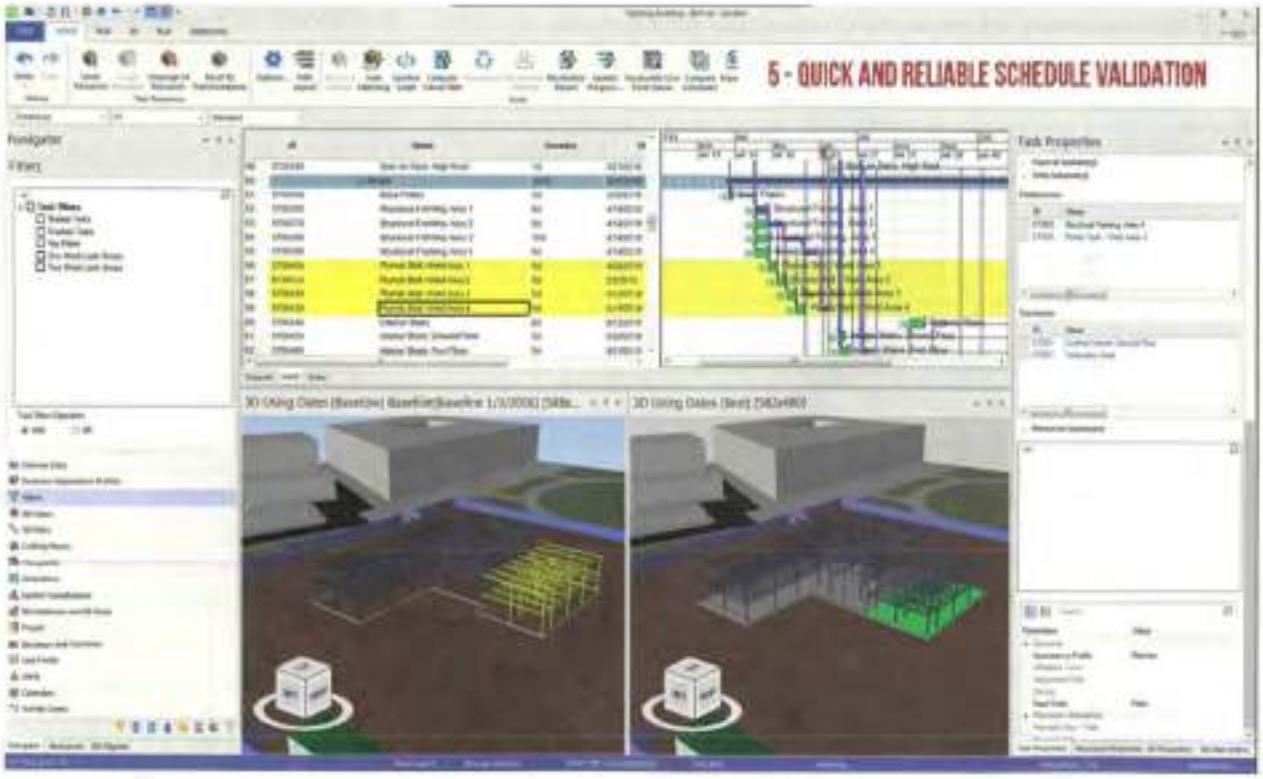
В таких программных комплексах отображаются только те параметры, которые носят организационный характер, т.е. имеют отношение к установлению и обеспечению порядка, последовательности и сроков выполнения работ, снабжению технологических процессов всеми необходимыми ресурсами без привязки к реальному объекту. В этой связи появляется необходимость в развитии программных комплексов, направленных на усовершенствование формирования и оптимизации календарного планирования, которые должны быть кроссплатформенными и совместимыми с разработанными ранее.

Новые программные комплексы с расширенными возможностями отображения трехмерных моделей и пространственно-временной привязкой позволят следить за соблюдением графика выполнения строительных работ, видеть организационно-технологическую схему на объектах, обеспечивать оперативное выявление и устранение нарушений, определять причины отставаний на отдельных участках, более качественно осуществлять контроль за производством работ.

Так, при строительстве мостового перехода программный комплекс позволяет осуществлять контроль производственных процессов на различных уровнях, последовательности выполнения работ, сроков начала и окончания отельных технологических процессов, а также видеть всю организационно-технологическую схему, адаптированную под реальную модель объекта, что обеспечивает повышение качества выполнения работ. Пример использования программного комплекса на объекте представлен на **рис. 2**.

Календарные планы, формируемые в специальных программных комплексах, создают лишь общие подходы к решению задачи оптимизации сроков и не в полной мере позволяют использовать другие методы оптимизации [6]. Построение графиков никак не

Рис. 1. Отображение процессов выполнения работ в программе виртуального планирования строительства и моделирования Synchro 4D



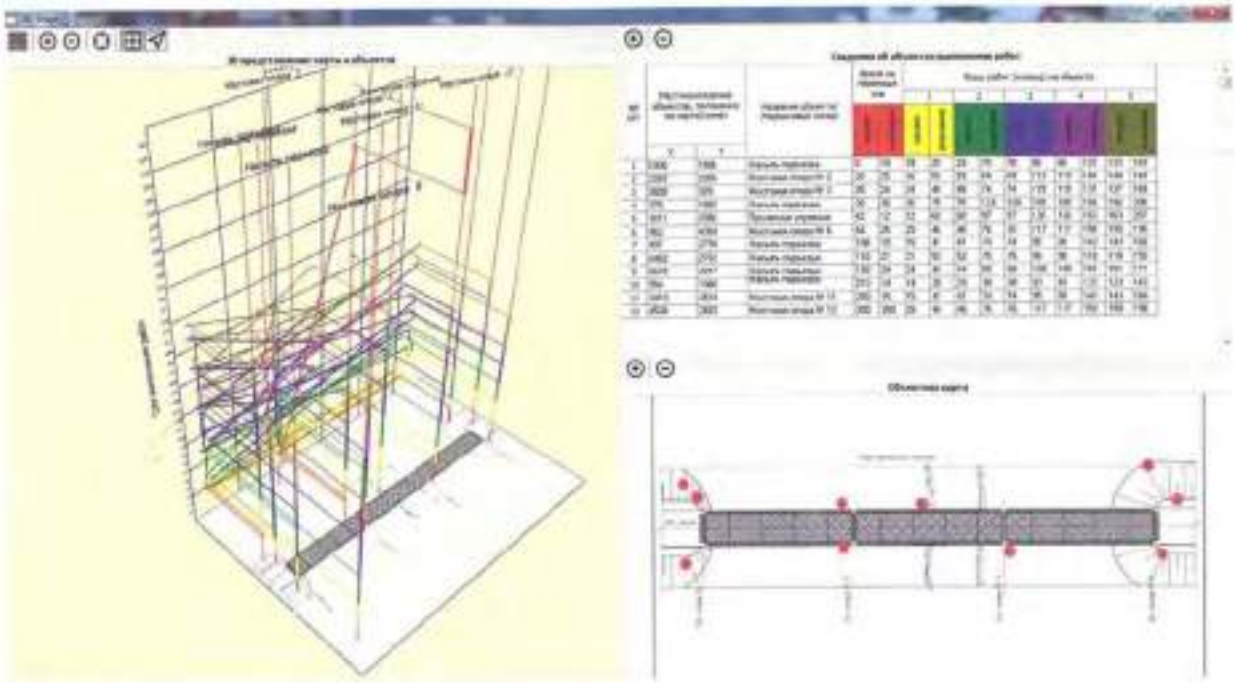
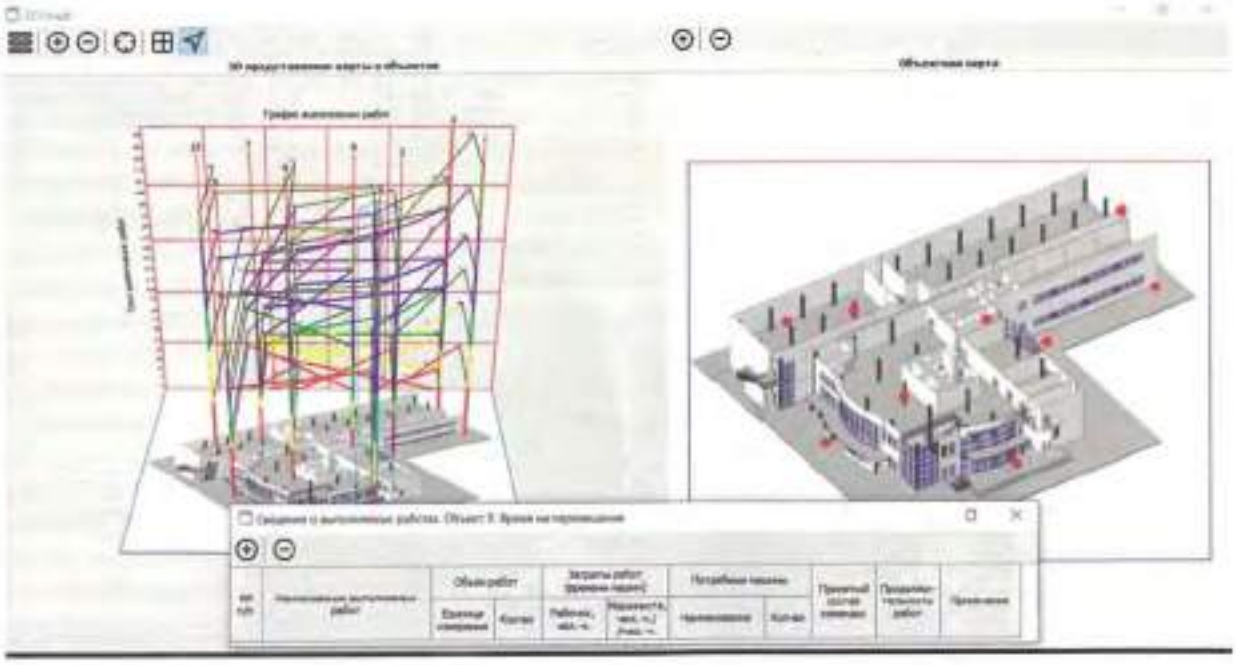


Рис. 2. Отображение процессов выполнения работ на примере строительства мостового перехода

связано с трудоемкостью и физическими объемами проектируемой информационной модели, а самое главное, они не способны решить задачу качественного организационно-технологического проектирования для различных объектов строительства. Предлагается строить календарный график в трехмерном пространственном отображении с привязкой к плану или схеме объекта. Такой метод визуализации позволяет не только построить временную шкалу на оси трехмерной системы координат, но и совместить организационно-технологическую схему площадных объектов с календарным планом их строительства (**рис. 3**).

Как видим, даже при широком внедрении BIM-технологий в строительную отрасль задачи организации и планирования не

Рис. 3. Использование информационной модели для формирования организационно-технологической схемы



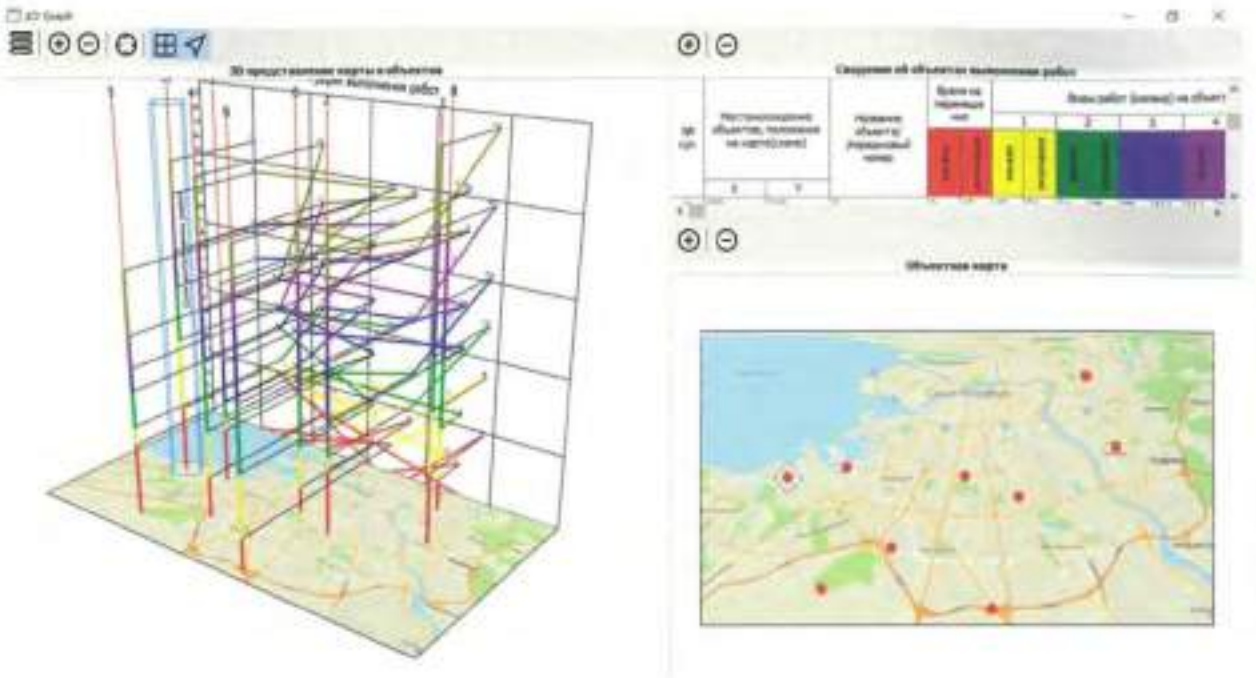


Рис. 4. Преобразование трехмерной модели процесса выполнения работ на нескольких объектах в единую информационную модель

в полной мере могут быть решены существующими средствами обработки информации о процессах выполнения работ [7]. Особую актуальность приобретают вопросы совершенствования способов и программных средств пространственно-временной привязки и визуализации организационно-технологических процессов строительства непосредственно к объектам работ. Возможности программных средств должны допускать привязку не только к отдельным объектам транспортной инфраструктуры, но и к строящимся комплексам, площадкам, районам ведущегося строительства. Это позволит осуществить слияние трехмерных моделей процесса выполнения работ на нескольких объектах в единую информационную модель. Так, например, ряд объектов, на которых выполняются работы в Санкт-Петербурге, смоделированы в представлении программного комплекса на **рис. 4**.

Создание новых кроссплатформенных программных средств календарного планирования позволит выявлять и учитывать все коллизии, связанные с производством работ. Появится возможность своевременно обнаруживать и разрешать все потенциальные конфликты между элементами модели уже на этапе проектирования и не допускать их появления в ходе строительно-монтажных работ, а также осуществлять процесс оптимизации в той программной среде, в которой формировалась информационная модель.

г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

Литература

1. *Калугин Ю.Б.* Календарное планирование работ с вероятностными временными параметрами в иерархических структурах / Ю.Б.Калугин // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2012. – № 10 (646). – С. 30–39.
2. *Болотин С.А.* Методика визуализации календарного планирования в программе AUTODESK REVIT 2018 / С.А.Болотин, Х.В.Биче-оол, А.К.Далар // Вестник гражданских инженеров. – 2019. – № 6 (77). – С. 179–185.
3. *Нечипорчук Я.* Краткий обзор 4d моделирования в строительстве / Я.Нечипорчук, Р.Башкова // Архитектура. Строительство. Образование. – 2020. – № 1 (15). – С. 35–41.
4. *Гогин А.Г.* Информационное моделирование календарного плана в строительстве / А.Г.Гогин // Наука, образование и инновации: сборник статей международной научно-практической конференции. – Уфа, 2016. – С. 22–24.
5. *Болотин С.А.* Методология формирования очередности при комплексной застройке территории с использованием BIM-программ и Project Managment / С.А.Болотин, А.К.Далар // Недвижимость: экономика, управление. – 2020. – № 1. – С. 57–62.
6. *Калугин Ю.Б.* Формирование календарных планов поточного строительства рассредоточенных объектов / Ю.Б.Калугин, Р.С.Романов // Инженерно-строительный журнал. – 2018. – № 8 (84). – С. 29–40.
7. *Боброва Т.В.* Техническое нормирование рабочих процессов в строительстве на основе пространственно-временного моделирования / Т.В.Боброва, П.М.Панченко // Инженерно-строительный журнал. – 2017. – № 8 (76). – С. 84–97.

ИНТЕРАКТИВНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

И.С. ЛУГОВСКОЙ,
ОАО «РЖД», начальник Отдела технологий моторвагонных депо Проектно-конструкторско-технологического бюро пассажирского комплекса (ПКТБ Л)

ФОРМИРОВАНИЕ электронного документооборота – важная составляющая процесса цифровой трансформации ОАО «РЖД», один из показателей ее цифровой зрелости. В последние годы все больше внимания уделяется цифровизации производственных процессов, созданию электронных архивов и баз данных, формированию интерактивных ресурсов с постоянно увеличивающимися числом вариантов и объемами цифрового взаимодействия подразделений в структуре холдинга. Разработка таких ресурсов позволяет быстро найти необходимый документ, отследить его путь от написания проекта до отчета об исполнении, проверить его актуальность и связь с другими документами. Все это положительно отражается на повышении эффективности производственных процессов, ускорении принятия управленческих решений.

Аналогичную схему организации работы с документами можно применить и к технологической документации на пассажирский подвижной состав железнодорожного транспорта. За годы работы двух проектных бюро, функционировавших ранее в пассажирском комплексе (Проектно-конструкторско-технологическое бюро по вагонам и Проектно-конструкторское бюро пассажирского хозяйства), и созданного путем их объединения в 2014 г. Проектно-конструкторско-технологического бюро пассажирского комплекса ОАО «РЖД» их специалистами было разработано более тысячи технологических документов на техническое обслуживание и ремонт моторвагонного подвижного состава. Процесс разработки документов не останавливается, поскольку ранее выпущенный подвижной состав переходит в следующую стадию эксплуатации с нарастающими объемами ремонта, техническое обслуживание и ремонт вновь создаваемого подвижного состава также должны быть в полной мере отражены в технологических документах.

Вся разработанная техническая и нормативная документация на пассажирский подвижной состав хранится в архиве ПКТБ Л и при необходимости передается непосредственно функциональному заказчику. В частности, документация на электропоезда и вагоны дизель-поездов направляется в подразделения Центральной дирекции моторвагонного подвижного состава ОАО «РЖД» (ЦДМВ). При этом большая часть технической документации была передана еще на бумажных носителях, тиражирование которых сопряжено с рядом сложностей. Все это и целый ряд других обстоятельств стали предпосылкой создания Интерактивной информационной системы технологической документации по техническому обслуживанию и ремонту моторвагонного подвижного состава (ИИСТД МВПС).

Работа над созданием системы началась со сведения в матрицы всей разработанной ранее технологической документации на техническое обслуживание и ремонт МВПС. Матрицы представляют собой многоуровневые таблицы на каждую серию подвижного состава с разбивкой по видам технического обслуживания и ремонта. Таблицы составлены на поезд в целом, а также на отдельные вагоны по типам (головной, прицепной, моторный) и на составные части и узлы (кузов, тормозное оборудование и т.д.).

По мере заполнения матриц системы данными планируется сформировать общую картину охвата технологической документацией парка вагонов ЦДМВ, что позволит в режиме реального времени выявлять недостающую документацию, планировать будущие разработки с учетом программы ремонта подвижного

	ТО-2	ТО-3	ТР-1	ТР-2
Поезд		Комплект документов на технологический процесс технического обслуживания ТО-3 электропоезда ЭД4М (до № 0376) ПВ.02101.00302Р Комплект документов на технологический процесс технического обслуживания ТО-3 электропоезда ЭД4М (с № 0376) ПВ.02101.00305Р	Комплект документов на технологический процесс текущего ремонта ТР-1 электропоезда ЭД4М 104.02101.00857Р	Комплект документов на технологический процесс текущего ремонта ТР-2 электропоезда ЭД4М 104.02101.00879Р
Вагоны поезда			Комплект документов на технологический процесс текущего ремонта ТР-1 прицепного вагона электропоезда ЭД4М 104.02101.00860Р Комплект документов на технологический процесс текущего ремонта ТР-1 головного вагона электропоезда ЭД4М 104.02101.00859Р	Комплект документов на технологический процесс текущего ремонта ТР-2 головного вагона электропоезда ЭД4М 104.02101.00881Р Комплект документов на технологический процесс текущего ремонта ТР-2 моторного вагона электропоезда ЭД4М 104.02101.00880Р Комплект документов на технологический процесс текущего ремонта ТР-2 прицепного вагона электропоезда ЭД4М 104.02101.00882Р
Кузов			Комплект документов на технологический процесс текущего ремонта ТР-1 кузова головного вагона ЭД4М 104.02101.00867Р	
Ходовая часть				
Ударно-тяговые приборы				
Внутреннее оборудование			Комплект документов на технологический процесс текущего ремонта ТР-1 внутренних конструкций и оборудования НВ, ГВ, ПВ электропоезда ЭД4М 104.02101.00870Р	Комплект документов на технологический процесс текущего ремонта ТР-2 внутренних конструкций и оборудования НВ, ГВ, ПВ электропоезда ЭД4М 104.02101.00890Р
Туалетный блок				
Электрооборудование	Комплект документов на технологический процесс технического обслуживания ТО-2 электрооборудования электропоезда ЭД4М ПВ.02101.00301-01Р Комплект документов на технологический процесс технического обслуживания ТО-2 электрооборудования электропоезда ЭД4М (с № 0376) ПВ.02101.00304-01Р	Комплект документов на технологический процесс технического обслуживания ТО-3 электрооборудования электропоезда ЭД4М (до № 0376) ПВ.02101.00302-01Р Комплект документов на технологический процесс технического обслуживания ТО-3 электрооборудования электропоезда ЭД4М (с № 0376) ПВ.02101.00305-01Р		

Фрагмент матрицы ИИСТД для электропоезда ЭД4М

состава ЦДМВ. В системе также будет предусмотрена функция автоматического контроля актуальности каждого документа, сигнализирующая о необходимости его обновления.

На следующей стадии предполагается придать матрицам интерактивную форму с наполнением каждой ссылки соответствующими технологическими документами. После отработки корректного функционирования системы будет открыт доступ к ней для региональных дирекций моторвагонного подвижного состава и входящих в их состав ремонтных и эксплуатационных депо.

Создание и дальнейшее сопровождение ИИСТД необходимы для обеспечения стабильной работы предприятий, входящих в состав ЦДМВ, оперативного решения всех возникающих вопросов – от выполнения ремонта и технического обслуживания до проведения технического аудита подвижного состава, а также для планирования последующих технологических разработок.

В перспективе рассматривается возможность интеграции ИИСТД МВПС с корпоративными системами учета отказов технических средств. Это позволит анализировать имеющуюся технологическую документацию на узлы, в которых зафиксированы неисправности, и планировать работу, начиная от корректировки технологии, если в этом возникнет необходимость, и заканчивая проведением внеплановых технических аудитов ремонтных и эксплуатационных депо в части выполнения ими требований, установленных нормативами, и правил ремонта.

РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЗНАНИЙ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМАХ

А.Д. ОБУХОВ,
Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, доцент, кандидат технических наук

А.А. ПОНЯТОВ,
Филиал Самарского государственного университета путей сообщения в Нижнем Новгороде, доцент, старший научный сотрудник, кандидат физико-математических наук

Официальной точкой отсчета в хронологии развития интеллектуальных транспортных систем (ИТС) следует считать 1994 г. Именно тогда в Париже была проведена первая конференция по этой теме. В том же году американским футурологом и писателем Джоном Нейсбиттом были предложены три ключевых компонента, без которых, по его мнению, невозможно успешное развитие любого прогрессивного общества и государства. К ним он отнес телекоммуникации, информатику и транспорт, которые являются основополагающими в интеллектуальных транспортных системах.

Переход к ИТС позволяет повысить качество жизни населения, в частности сделать его более мобильным, а также добиться положительных мультипликативных эффектов, напрямую влияющих на все финансово-хозяйственные отношения субъектов [1]. При внедрении таких систем снижается негативное воздействие объектов транспортной отрасли на окружающую среду, уменьшается транспортная составляющая в конечной цене продукта. Они создают благоприятные условия для оптимизации логистических цепей поставок грузов, улучшают качество, а соответственно, и конкурентоспособность транспортных услуг на международном рынке, повышают безопасность транспортных процессов. Появляется возможность внедрения современных систем поддержки принятия решений на различных уровнях управления, развития интермодальных и мультимодальных перевозок.

В ОАО «РЖД» с 2012 г. реализуется проект «Интеллектуальная система управления железнодорожным транспортом» (ИСУЖТ), в основу которого заложена теория мультиагентных систем (МАС). Главный отличительный признак архитектуры МАС – принцип автономности отдельных частей программы (агентов). Каждому объекту соответствует программный агент, который представляет его интересы. До разработки соответствующих информационных технологий так называемым агентом являлся человек, которому делегировалась часть полномочий как в выполнении конкретных функций, так и в принятии решений.

Для осуществления любой целенаправленной деятельности путем воздействия на объект управления и человеку, и искусственному интеллекту необходим набор специфических знаний [2], которые описывают принципы организации работы в нормальных и внештатных ситуациях. Человек-оператор в своей деятельности может одновременно применять разнообразные методы представления знаний, к которым принято относить языковое описание, лексикографическую информацию, аналитические выражения, аудио- и видеофрагменты и др. Процентное соотношение каждого из этих методов в ходе выполнения оператором своих обязанностей напрямую зависит от характера и специфики его работы.

При переходе к интеллектуальным технологиям управления транспортными процессами необходима сложная комбинация способов и средств представления знаний, потребовавшая исследований особенностей и отличительных характеристик трех базовых специализированных машинных языков представления знаний, считающихся перспективными в плане их дальнейшего использования в проектируемых ИТС (при этом сами знания рассматриваются как необходимый информационный ресурс).

Первый из них представляет собой *систему продукционных правил* (*СПП*). Знания в этом случае можно представить в виде набора правил по форме: ЕСЛИ (условие), ТО (событие). Продукционные правила отображают взаимосвязи типа причина – следствие, антецедент (предшествующее событие) – результат, паттерн (повторяющийся шаблон) – действие, признак – факт. Их конкретизация меняется в зависимости от сущности предъявляемых знаний. Примером использования СПП служит ситуация, которую можно описать по форме: ЕСЛИ на участке приближения пассажирский поезд, ТО принять его требуется на специализированный путь, оборудованный пассажирской платформой.

Таким образом, указанная модель представления знаний в процессах принятия решений использует для описания логические выводы, а весь объем опыта и знаний оператора (например, о станции, участке или полигоне) определяется структурированным набором продукционных правил. Именно этот набор, а также оперативные неструктурированные данные от различных сенсоров, датчиков и органов управления поступают в интегрированный банк данных и знаний.

К основополагающим преимуществам системы продукционных правил относятся:

- высокая модульность, позволяющая добавлять, редактировать и удалять отдельные правила, не оказывая влияния на остальные;
- возможность эвристического (на основе опыта) контроля поиска;
- широкое распространение в on-line системах управления.

Однако следует отметить один важный недостаток СПП, который заключается в отсутствии явных связей между правилами и целями выполняемых оператором действий. Это требует проверки всех продукционных правил для активизации одного из них, что при сложноструктурированных объектах управления на железнодорожном транспорте приводит к значительному росту вычислительных мощностей для решения задач оперативного управления. Однако темпы развития микропроцессорной индустрии в скором времени позволят свести к минимуму влияние данного фактора.

Вторым является *язык семантических сетей*. Это упорядоченная графическая структура для представления знаний, которая характеризуется набором взаимосвязанных абстрактных понятий (в виде узлов) и соответствующих отношений между ними (в виде дуг). Первые семантические сети были разработаны для искусственного интеллекта и систем машинного перевода. Общим для всех них является декларативное графическое представление, что можно использовать в автоматических системах управления для имитации процессов рассуждений.

На **рис. 1** приведено семантическое представление знаний оперативно-диспетчерского персонала (ОДП) о подвижном составе (маневровом локомотиве и грузовом вагоне), с которым выполняются операции на сортировочной станции. Отметим, что в случае такого подхода наблюдаются частичное дублирование информации при построении сетей и смешение групп знаний, относящихся к различным ситуациям.

Решить эту проблему можно путем построения разделенных семантических сетей. Наибольшее распространение получили шесть их видов: дефинициальные, отражающие существенные признаки объекта; ассерторические (утвердительные); импликативные (условное суждение в форме ЕСЛИ, ТО); исполняемые (содержащие механизмы, способные вызвать некоторые изменения в самой сети); обучающие и гибридные. Некоторые из них были разработаны для реализации гипотез о когнитивных механизмах человека, в то время как другие предназначены для повышения эффективности работы компьютерных систем. Установлено, что в ряде случаев решения вычислительных задач с помощью компьютеров совпадают с результатами размышле-

Рис. 1. Семантическое представление знаний о подвижном составе на сортировочной станции

ний человека. Это преимущество является одним из главных при проектировании интеллектуальных автоматизированных рабочих мест [3] дежурных по станции, поездных диспетчеров и других оперативных работников службы движения.

Главное преимущество семантических сетей заключается в имитации понимания машиной естественного языка человека-оператора, дальнейшей однозначной интерпретации оперативных приказов, команд и иных распоряжений для последующего формирования необходимых управляющих воздействий (например, перевод стрелки, открытие сигнала светофора). Эти свойства сетей полностью удовлетворяют требованиям, необходимым для точного моделирования технологических процессов на станциях, участках, направлениях и соответствующих рассуждений оперативно-диспетчерского персонала, которые в реальной жизни задаются неявными причинно-следственными связями и лингвистическими конструкциями (**рис. 2**).

Таким образом, семантические сети позволяют имитировать биологические мыслительные механизмы более высокого уровня по сравнению с продукционными правилами. Представление знаний в виде семантических сетей широко используется в интеллектуальных системах интерпретации естественного языка и автоматического машинного перевода, диалоговых вопросно-ответных системах естественного человеко-машинного общения и блоках логической интерпретации систем машинного зрения, которые в последнее время находят широкое применение в различных блоках ИТС.

К недостаткам семантических сетей следует отнести дублирование информации при построении сетей и смешение групп знаний, относящихся к различным эксплуатационным ситуациям на объекте управления.

Третий из базовых специализированных языков – *язык логики предикатов* (раздел математической логики). Он является фундаментом, закладываемым в основу формального описания транспортных процессов и подпроцессов, элементарные составляющие которых в терминах этого языка представляют собой простые высказывания.

Предикат – это высказывание, в которое можно подставлять аргументы. Он служит выражением одной или нескольких переменных, определенных в некоторой предметной области. Предикат с переменными может быть представлен путем присвоения значения или квантификации переменной. При наличии одной переменной предикат выражает свойство аргумента, а если их больше – то отношения между ними. Например, высказывания «ВЛ80 – локомотив» и «ЭП20 – локомотив» выражают свойство «быть локомотивом», так как переменных несколько (ВЛ80, ЭП20). В этом случае предикат («быть локомотивом») выполняется для грузового электровоза ВЛ80 и пассажирского ЭП20. Или вместо высказывания «расстояние между пикетными столбиками 3 и 4 составляет 100 м» можно записать единственный предикат «расстояние», который обозначает, что первый и второй аргументы удалены друг от друга на расстояние, равное третьему аргументу.

Таким образом, главное отличие обычной логики высказываний от логики предикатов заключается в возможности при помощи последней описывать свойства объектов и отношений между ними.

Для одноместных предикатов, задаваемых функцией $F(x)$, переменная x определяется на некотором множестве X, а сама функция принимает логические значения из множества {0, 1}. И в этом случае множество X представляет собой предметную область, на которой определен

Рис. 2. Семантическое представление знаний об элементе технологического процесса на сортировочной станции

предикат $F(x)$. Например, для сортировочной станции предметной областью могут являться обособленная по территориальному признаку зона – парк приема, парк отправления, сортировочный парк, а также комплекс операций и объектов, которые задействованы в соответствующих технологических процессах. Таким образом, если в функции предиката в качестве аргумента представить интересующий нас объект, то получится высказывание, принадлежащее алгебре высказываний.

При формировании необходимой для полноценной работы ИТС базы знаний требуется использовать различные логические формулы, в состав которых входят пропозициональные переменные и логические связки ($\wedge$ – И, $\vee$ – ИЛИ, $\neg$ – отрицание, $\rightarrow$ – импликация, $\leftrightarrow$ – эквивалентность). Кроме того, для построения сложных предикативных формул следует применять кванторы общности $\forall$ и существования $\exists$.

Для примера рассмотрим некоторое подмножество набора базовых действий и производных правил поведения транспортного робота – автономного маневрового локомотива в сортировочном парке, записанных на языке логики предикатов. Заданы следующие пропозициональные переменные:

A – состав расформирован на сортировочной горке;

B – маневровый локомотив на сортировочной горке готов к работе;

C – локомотив должен заехать под следующий готовый к расформированию состав;

D – произвести надвиг на горку;

E – расформировать состав на сортировочной горке;

F – вернуться в парк приема.

Тогда набор предикативных формул, описывающих базовые модели поведения при выполнении технологического процесса, имеет вид:

$A \rightarrow F$;

$\neg A \wedge B \rightarrow C \wedge D$;

$\neg B \rightarrow E \wedge F$.

В качестве примера рассмотрим расшифровку второй предикативной формулы: «Если состав не расформирован на сортировочной горке ($\neg$ A) и ($\wedge$) маневровый локомотив на сортировочной горке готов к работе (B), то ($\rightarrow$) локомотив должен заехать под следующий готовый к расформированию состав (C) и ($\wedge$) произвести надвиг на горку (D).

Основной недостаток рассматриваемого метода представления знаний состоит в его ограниченной выразительности по причине большого числа факторов и взаимосвязей, которые далеко не всегда можно выразить средствами математической логики. Например, умозаключение «маневровый состав движется под уклон, уклон крутой, следовательно, локомотив затратит меньше энергетических ресурсов на перемещение», на языке логики предикатов непредставимо, поскольку содержит так называемый сценарный, а не логический вывод.

Преимущество логики предикатов при представлении знаний заключается в том, что такой способ обладает хорошо развитым и понятным математическим аппаратом, а сам язык довольно детально исследован. Синтаксис и интерпретация логических функций, элементарных и предикатных формул, правил логического вывода образуют единую стройную теорию математической логики. Это позволяет легко программировать различные операции над знаниями, в том числе логический вывод новых знаний на основе уже имеющихся.

Следует отметить, что любая ИТС для железных дорог, автомагистралей, водных и воздушных путей представляет собой многокомпонентную и сложноструктурированную систему управления и координации транспортных потоков [4]. Каждый из ее компонентов требует отдельного детального предварительного изучения с последующей формализацией всех составляющих его элементов. Рассмотренные в статье особенности применения различных методов представления знаний оперативно-диспетчерского персонала на железнодорожном транспорте позволяют выбирать тот или иной язык, который будет оптимальным при реализации каждого из модулей ИТС.

г. НИЖНИЙ НОВГОРОД

Литература

1. *Гапанович В.А.* Интеллектуальные железнодорожные системы: состояние и направления развития / В.А.Гапанович, А.А.Поплавский // Железнодорожный транспорт. – 2015. – № 11. – С. 63–67.

2. *Обухов А.Д.* Применение цифровых технологий на железнодорожном транспорте / А.Д.Обухов // Транспорт: Наука, техника, управление. – 2018. – № 10. – С. 8–12.

3. *Сотников Е.А.* Интеллектуализация оперативного управления перевозочным процессом на уровне региональной дирекции / Е.А.Сотников // Железнодорожный транспорт. – 2014. – № 11. – С. 36–42.

4. *Обухов А.Д.* Цифровые технологии в управлении эксплуатационной работой на железнодорожном транспорте / А.Д.Обухов // Автоматика, связь, информатика. – 2017. – № 9. – С. 4–8.

СХЕМНЫЕ РЕШЕНИЯ РАЗДЕЛЬНЫХ ПУНКТОВ ВАКУУМНОГО МАГНИТОЛЕВИТАЦИОННОГО ТРАНСПОРТА

С.П. ВАКУЛЕНКО,
Российский университет транспорта (РУТ (МИИТ)),
директор Института управления и цифровых технологий (ИУЦТ),
профессор, кандидат технических наук

П.В. КУРЕНКОВ,
РУТ (МИИТ), профессор ИУЦТ, доктор экономических наук

А.М. ДАВЫДОВ,
РУТ (МИИТ), доцент ИУЦТ, кандидат технических наук

А.В. АСТАФЬЕВ,
РУТ (МИИТ), старший преподаватель ИУЦТ

В.А. САДЧИКОВА,
Самарский государственный университет
путей сообщения (СамГУПС),
доцент, кандидат технических наук

Еще 110 лет назад российскими учеными в лабораторных условиях была доказана возможность существования транспорта без колес, рельсов и крыльев – вакуумного магнитолевитационного транспорта (ВМЛТ), позволяющего добиться оптимального сочетания скорости, производительности, высокой энергетической эффективности и независимости от любых погодных условий [1]. Таких преимуществ не имеет ни один другой вид транспорта. Однако для реализации их в полном объеме необходимо тщательно продумывать техническо-технологическую часть проекта. К примеру, целесообразно организовывать доставку грузов не только из одного конечного пункта в другой, но и в промежуточные, предусматривая строительство так называемых раздельных пунктов. Возможно, в перспективе будут разработаны принципиально новые решения, но пока рассмотрим подходы, аналогичные тем, что применяются на железнодорожном транспорте.

На вебинаре «Квантовый гравилет в «Сириусе», состоявшемся в Сочи в 2020 г., была представлена схема организации движения грузовых транспортных капсул *3* по трубопроводной трассе *4* между станцией сортировки *1* и погрузочно-разгрузочным терминалом *5* (**рис. 1**). Коммутатор *2* используется вместо системы стрелочных переводов и позволяет соединить один из путей сортировки с трубопроводной трассой. Разумеется, это только первый этап разработки данной схемы, который может вызвать много вопросов. Тем не менее он имеет право на существование и обсуждение.

А как транспортные капсулы попадают на инфраструктуру ВМЛТ и куда деваются потом? Вопрос раздельных пунктов для переработки их потоков пока не проработан. Очевидно, что необходима обслуживающая транспортная инфраструктура, предназначенная для пропуска как грузового, так и пассажирского потоков. Пассажирский следует по той же трубе, но сортировочные и грузовые терминалы не проходит, поскольку различаются не только технологии переработки этих двух потоков, но и сами капсулы. При этом в целях повышения экономической эффективности перевозить грузы или пассажиров необходимо составами, решив вопрос о числе капсул в них, что повлияет на длину раздельного пункта и размеры

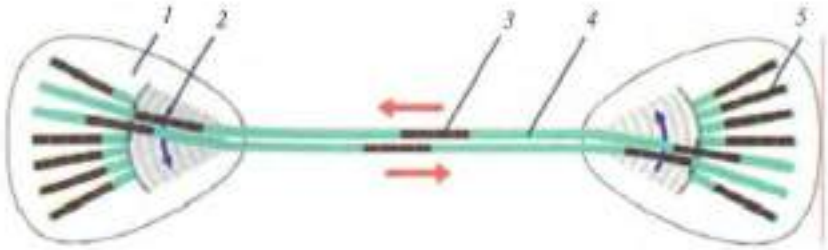


Рис. 1. Организация движения капсул:
1 – станция сортировки;
2 – коммутатор; 3 – транспортная капсула; 4 – трубопроводная трасса;
5 – погрузочно-разгрузочный терминал

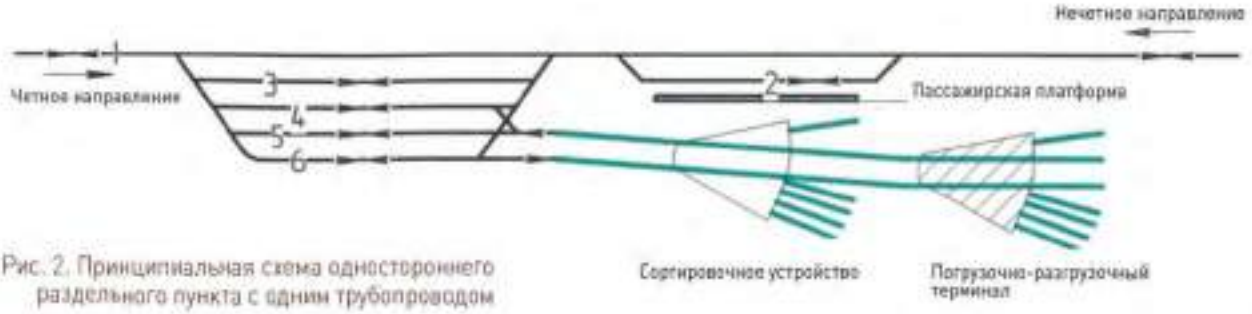


Рис. 2. Принципиальная схема одностороннего раздельного пункта с одним трубопроводом

площадки, выделяемой под строительство.

Несомненно, для обеспечения высокой провозной способности и скорости доставки грузов и пассажиров необходимо прокладывать два трубопровода (по одному в направлениях туда и обратно). Однако это достаточно дорого, поэтому на первом этапе целесообразно отработать технологические решения на системе с одним трубопроводом, обеспечивающим пропуск потоков капсул во встречных направлениях.

Реализация раздельных пунктов на таком участке ВМЛТ по аналогии с железнодорожным транспортом (**рис. 2**) позволит заметно увеличить его пропускную способность. Очевидно, что ожидаемых скоростей доставки и объемов перевозок при таком решении добиться не получится, тем не менее даже этот вариант будет более скоростным по сравнению с существующими транспортными средствами. Здесь необходим продуманный график движения грузовых и пассажирских составов капсул со скрещением. На схемах ВМЛТ трубы нумеруются римскими цифрами, а линии для выполнения технологических операций с составами капсул – арабскими. Вместо стрелочных переводов в точках разветвлений предусматриваются устройства для изменения маршрута капсул. Вариант, представленный на рис. 2, состоит из трубы *I*, обеспечивающей движение в обоих направлениях, линии *3*, служащей для приема грузовых капсул с обоих направлений в целях организации их обгона и скрещения, и линий *4*, *5*, *6*, на которых в основном выполняются местные операции с капсулами, а также функции линии *3*. Линия *2*, являющаяся пассажирской, обеспечивает прием и отправление пассажирских капсул в обоих направлениях.

Принцип организации движения между сортировочным устройством и погрузочно-разгрузочным терминалом аналогичен представленному на рис. 1. Однако последовательное расположение указанных устройств более технологично, поскольку минимизируются встречные передвижения. Тем не менее такой вариант раздельного пункта имеет недостатки – потребуется сделать два шлюзовых отсека: один для грузового, а другой для пассажирского движения. Даже если расположить пассажирскую линию в одном створе с грузовыми по другую сторону трубы, то все равно потребуется второй шлюз для пассажирской линии или шлюз более сложной конфигурации.

Более технологично и экономично осуществлять съем составов грузовых и пассажирских капсул в одном специально выделенном месте (**рис. 3**) – вакуумном шлюзе (линия *7*), обеспечивающем возможность перестановки капсул на все линии раздельного пункта.

На **рис. 4** представлен вариант схемы с двумя трубопроводами, позволяющей заметно повысить пропускную способность ВМЛТ за счет исключения операций по скрещению встречных составов. Линии *9* и *10* являются вакуумными шлюзами для съема составов капсул, а линии *3* и *4* служат для работы с потоком пассажирских капсул своего направления. Линия *11* предназначена для вывода капсул нечетного направления из

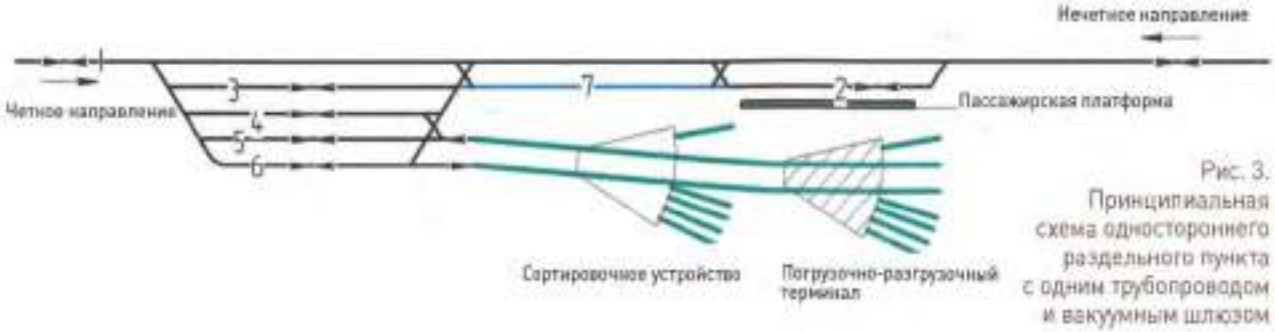


Рис. 3. Принципиальная схема одностороннего раздельного пункта с одним трубопроводом и вакуумным шлюзом

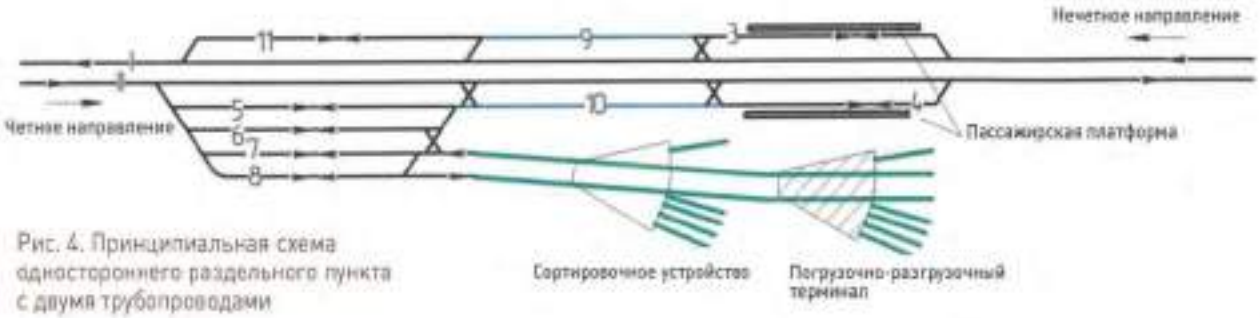


Рис. 4. Принципиальная схема одностороннего раздельного пункта с двумя трубопроводами

шлюза, после чего они передаются во втором уровне (т.е. над трубами) на линию *5* для выполнения необходимых операций. Линия *10* представляет собой шлюз четного направления для съема капсул нечетного направления и подачи-уборки на линии *4* (для пассажирских капсул) и *5, 6, 7, 8* (для перестановки капсул и выполнения передачи в район местной работы, а затем подачи их в трубу своего назначения). На раздельном пункте одновременно могут находиться пассажирские капсулы с обоих направлений.

Построение двух параллельных трубопроводов – дело перспективы. Первоначально необходимо отладить работу на опытном образце с учетом того, что в дальнейшем он станет частью действующего трубопровода. При его строительстве нужно предусмотреть место для второго трубопровода и устройства для перестановки капсул с линии *5* на линию *11* и наоборот.

В дальнейшем актуальной может стать реализация схемы, изображенной на **рис. 5**. Она практически исключает пересечения маршрутов нечетного и четного направлений, которые будут работать как две независимые системы, значительно увеличивая объемы перевозок. Здесь линии *1а* и *2а* служат для приема составов пассажирских капсул, линии *11* и *12* являются шлюзами, а линии *3, 5, 7* и *4, 6, 8* предназначены для приема составов грузовых капсул и выполнения местной работы для своего направления. На двусторонних раздельных пунктах всегда возникает задача обеспечения угловых потоков, для решения которой служат линии *10* и *13*. В дополнение к ним требуется предусмотреть переставляющее устройство с одной линии на другую. Однако двусторонний раздельный пункт – это далекая перспектива, актуальная при развитой инфраструктуре.

По мнению авторов, ВМЛТ даст возможность рационально связать все регионы страны, обеспечив всепогодную доступность и кратчайшее время достижения пункта назначения при достаточной провозной способности сети.

Однако у ВМЛТ есть противники, приводящие ряд аргументов против его внедрения [2]. В частности, они указывают на то, что потребуется резкий рост радиусов кривых для перевозки пассажиров, чтобы те не испытывали перегрузок, сравнимых с перегрузками боевых летчиков-истребителей. Так, при скорости 400 км/ч на площадке радиус кривой должен быть не менее 10 км, а при уклоне трассы 24 ‰ – от 30 до 42 км. Какие же тогда нужны план и профиль трассы ВМЛТ при скорости, например, 1000 км/ч? Кроме того, при ускорении, соответствующем действующим нормам перевоз-

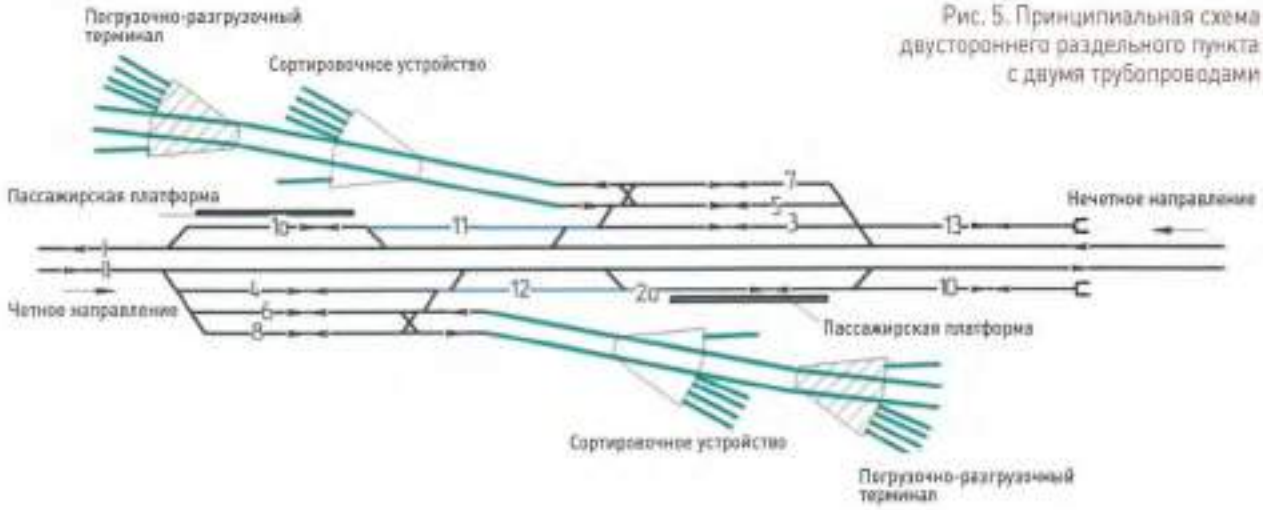


Рис. 5. Принципиальная схема двустороннего раздельного пункта с двумя трубопроводами

ки пассажиров железнодорожным транспортом, для разгона до 400 км/ч потребуется не менее 6 км, а до 1000 км/ч – более 38 км.

Противники ВМЛТ обращают внимание и на тот факт, что при высоких скоростях длина тормозного пути и, следовательно, интервал попутного следования станут значительно больше 8 км, что не позволит запустить в трубу большое число капсул, т.е. негативно скажется на пропускной способности транспортной системы.

Возражая своим оппонентам, авторы статьи обращают внимание на тот факт, что как грузовые, так и пассажирские составы будут состоять из нескольких капсул и следовать с разными скоростями, что и должно учитываться при составлении графиков движения.

Что касается кривых участков, то на них действительно потребуется снижать скорость до допустимых значений. Выйти из положения можно путем построения раздельного поворотного пункта, позволяющего повернуть поток на нужный угол, исключив тем самым необходимость кривой большого радиуса. В качестве такого пункта можно использовать устройство для сортировки капсул (см. рис. 1).

Поскольку ВМЛТ может стать стратегически важным с точки зрения обороноспособности страны объектом, необходимо изначально уделить особое внимание размерам и конфигурации грузовых капсул и разрабатывать их с учетом возможности перевозок как гражданских, так и военных грузов.

С другими видами транспорта ВМЛТ будет взаимодействовать через терминалы для перевалки грузов с одного вида транспорта на другой. Для взаимодействия с морским транспортом можно предусмотреть атмосферную магнитолевитационную линию, по которой капсулы с небольшой скоростью (около 110–200 км/ч) будут следовать непосредственно на портовый терминал. Магнитолевитационные линии без вакуумной трубы создаются сейчас в некоторых странах. Они неплохо вписываются в городскую инфраструктуру и используются для пассажирского движения. Но ведь их можно применить и для грузового.

В заключение надо отметить, что в связи с особенностями географии России инновационные транспортные системы наподобие рассмотренной могут оказаться весьма эффективными, в первую очередь в восточных и северных регионах [3]. Кроме того, не исключено, что этот вид транспорта станет наиболее экологичным в эксплуатации.

По мнению авторов, несмотря на требующиеся большие капиталовложения у ВМЛТ не будет конкурентов благодаря высоким скоростям и энергетической эффективности [4]. Однако при его создании возникнет большое число принципиальных вопросов, которые потребуется решить совместными усилиями специалистов фундаментальной науки и инженеров различных отраслей, занимающихся материаловедением, физикой магнитных явлений, геологией, геофизикой и др. Прежде всего необходимо исследовать свойства перспективных сверхпроводящих и магнитных материалов для изучения вопросов стабильности их электромагнитных и электромеханических свойств при высоких скоростях и значительных динамических нагрузках.

Результаты фундаментальных теоретических и экспериментальных исследований, а также технологических экспериментов, проведенных на миниатюрных моделях, позволят создать опытный макет линии ВМЛТ, на котором можно будет моделировать процессы разгона, торможения и рекуперации энергии. В случае его успешного испытания можно будет перейти к более масштабным моделям ВМЛТ, сначала для демонстрации возможностей, а затем для практического использования.

Наряду с существующими типами транспортных узлов стоит подумать о создании пунктов взаимодействия традиционных видов транспорта с ВМЛТ. В перспективе при сооружении сети наземных и подземных тоннелей, т.е. развитой сети ВМЛТ, появится необходимость в строительстве опорных сетей транспортно-пересадочных узлов для пассажиров (ТПУП) и транспортно-перевалочных узлов для грузов (ТПУГ).

Литература

1. Вакуумный транспорт: перспективы XXI века / [Ю.А.Терентьев, Г.Г.Малинецкий, М.А.Сысоев, П.С.Бражник и др.] // Проектирование будущего. Проблемы цифровой реальности : труды 3-й Международной конференции (6–7 февраля 2020 г., Москва). – М. : Изд-во ИПМ им. М.В.Келдыша, 2020. – С. 149–164.

2. *Фиронов А.Н.* Вакуумно-левитационный транспорт: перспектива или тупик? / А.Н.Фиронов // Транспорт Российской Федерации. – 2017. – № 3 (70). – С. 44–47.

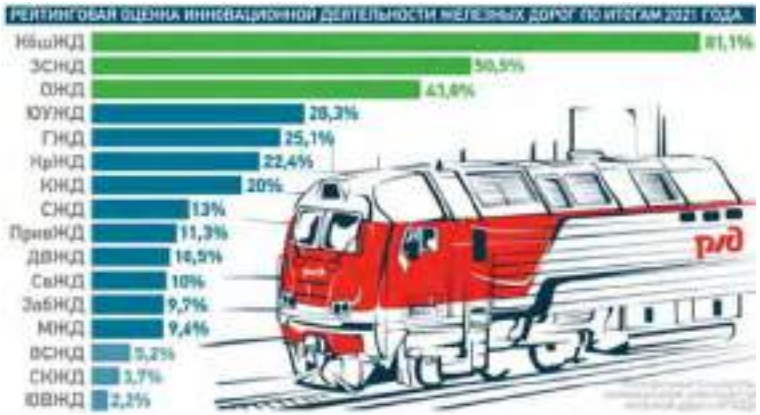
3. *Зайцев А.А.* Магнитолевитационный транспорт: ответ на вызовы времени / А.А.Зайцев // Транспортные системы и технологии. – 2017. – Т. 3. – № 1. – С. 5–13.

4. Текущее состояние и перспективы развития интегральной транзитной транспортной системы (ИТТС) России на базе вакуумного магнитного левитационного транспорта (ВМЛТ) / [Ю.А.Терентьев, В.В.Филимонов, В.Г.Шавров и др.] // Транспортные системы и технологии. – 2019. – Т. 5. – № 4. – С. 25–62.

Лидеры инноваций

Куйбышевская дорога стала лидером рейтинга ЦИРа

В конце минувшей недели в Центре инновационного развития (ЦИР) подвели итоги мониторинга инновационной деятельности железных дорог в 2021 году и сформировали на их основе рейтинговую оценку. Лидером рейтинга стала Куйбышевская магистраль, занимающая эту позицию с 2019 года.



В ЦИРе рассказали «Гудку», что оценка ведётся с применением интегрального показателя инновационной деятельности (ИПИД), являющегося суммой удельных значений показателей, характеризующих результаты инновационной деятельности железной дороги по направлениям «Реализация внешних инновационных проектов», «Создание и внедрение результатов интеллектуальной деятельности», «Обеспечение инновационной деятельности».

ИПИД Куйбышевской магистрали по итогам прошлого года составил 81,1%. На втором месте рейтинга Западно-Сибирская дорога (ИПИД – 50,5%), добившаяся высоких показателей по направлениям «Управление интеллектуальной собственностью» и «Реализация внешних инновационных проектов». На третьем месте Октябрьская дорога, ИПИД которой – 43,8%.

Занявшая четвёртое место Южно-Уральская дорога стала лидером по направлению «Разработка и внедрение результатов интеллектуальной деятельности».

Горьковская, Красноярская и Калининградская дороги показали значительный рост инновационной активности по итогам 2021 года и заняли места с пятого по седьмое соответственно. «В целом инновационная активность дорог по сравнению с 2020 годом существенно возросла, что связано с созданием новой вертикали – региональных центров инновационного развития», – говорит заместитель начальника ЦИРа Андрей Тулупов.

Так, в течение 2021 года дорогами рассмотрено более 1600 внешних инновационных предложений, в активной стадии реализации находится 382 проекта, что на 83% больше по сравнению с 2020 годом. При участии региональных центров инновационного развития внедрено 10 внешних инновационных проектов, три из которых тиражированы на двух дорогах, а проект «Совершенствование технологии очистки систем отопления с применением установки «БУЧА-К» внедрён на полигонах 12 магистралей.

На ОЖД, ЗСЖД, ЗабЖД, КбшЖД, ЮУЖД и КрЖД – 11 изобретений, относящихся к результатам интеллектуальной деятельности, получено пять патентов, внедрено семь результатов интеллектуальной деятельности. Суммарно дорогами организовано и проведено 609 мероприятий в сфере обеспечения инновационной деятельности, в их числе образовательные и направленные на привлечение инновационных проектов и популяризацию инновационной деятельности ОАО «РЖД» во внешней среде. «Учитывая создание дорожных центров инновационного развития, мы рассчитываем на ещё большую позитивную динамику работы с инновациями по итогам 2022 года», – сообщил Андрей Тулупов.

Игнат Вьюгин

Поездам сокращают дистанцию

На Восточном полигоне расширяется география применения технологии интервального регулирования поездопотока в режиме виртуальной сцепки (ВС). Данное решение дает возможность повышать пропускную способность грузонапряженных участков. Вместе с тем чтобы увеличить пропуск поездов по новой технологии, необходимы дополнительные вложения в хозяйства электроснабжения, СЦБ и связи.

«Ермак» с модемом

С 2021 года на железные дороги Восточного полигона начали поступать электровозы 3ЭС5К «Ермак», укомплектованные системой автоведения, которая обеспечивает движение поездов в режиме виртуальной сцепки. Только на Дальневосточную магистраль с завода-изготовителя пришло 23 локомотива данной серии. Трехсекционные электровозы пополнили также парк Восточно-Сибирской и Забайкальской дорог.

Новая технология интервального регулирования повышает качество перевозки. Она положительно сказывается на показателях технической и участковой скорости, а также на экономии топливно-энергетических ресурсов

Как пояснили в Дальневосточной дирекции тяги, «Ермаки» оборудованы модернизированной интеллектуальной системой автоматизированного вождения поездов с распределенной тягой ИСАВП-РТ-М. Данная программа поддерживает связь между ведущим и ведомыми составами: обмен координатной информацией между электровозами происходит через бортовые модемы по цифровому радиоканалу. Таким образом, становится возможным синхронное движение в попутном следовании с минимально допустимым удалением грузовых составов друг от друга.

Помимо новых электровозов, в рамках инвестпрограммы РЖД система автоведения устанавливается на уже эксплуатируемую технику в условиях локомотивных депо. На сети железных дорог почти 500 «Ермаков» дооборудованы такой аппаратурой. В частности, на ДВЖД системой ИСАВП-РТ-М укомплектовано 290 локомотивов, или 98% парка электровозов 3ЭС5К, уточнили в региональной дирекции тяги.

Образно говоря, виртуальная сцепка – это езда на хвосте впереди идущего поезда. Интеллектуальная система контролирует и синхронизирует местоположение, скорость и расстояние между составами: если ведущий локомотив тормозит, то ведомый в сцепке также сбрасывает скорость для сохранения интервала. ВС сокращает дистанцию между поездами до 2–3 км друг от друга, тогда как при традиционной схеме допустимое расстояние составляет 4–5 км. Технология позволяет сокращать интервал попутного следования в 2 раза, с 10 до 5 мин., и за счет этого пропускать большее количество поездов.

В целом ВС – это перспективная технология, которая позволяет снижать сроки доставки грузов, говорит директор по логистике ПАО «ПГК» Михаил Петров. «Например, по классической схеме межпоездной интервал на участках Транссиба составляет в среднем 10–15 мин., а при регулировании в режиме виртуальной сцепки он может сократиться примерно вдвое, до 6–8 мин. Еще в 2020 году эксперты подсчитали, во что конвертируются эти выигранные минуты. Технология дает возможность добавить в график движения до 15 пар поездов в сутки. В масштабах календарного года это дополнительные 16–17 млн т пропускной способности. Это, в свою очередь, очень серьезное подспорье для грузоотправителей и операторов дальневосточных портов», – подчеркнул представитель Первой грузовой компании.

Виртуальная сцепка не единственная технология, позволяющая раскрыть резервы действующей инфраструктуры. Но по сравнению, например, с организацией соединенных поездов у нее есть свои преимущества. На формирование сдвоенного состава уходит больше времени. Кроме того, в поездах, движущихся в режиме ВС, в отличие от соединенных, практически отсутствуют критические продольно-динамические реакции, угрожающие обрывом автосцепки.

В то же время у технологии интервального регулирования тоже есть свои минусы и ограничения. «Критики виртуальной сцепки высказывают опасения относительно того, готова ли сама инфраструктура РЖД к новшествам. Все ли станции на длинном пути из пункта А в пункт Б способны пропускать поезда с сокращенным 6–8-минутным интервалом? К тому же сокращение интервалов должно соответствовать требованиям к безопасности движения, обеспечивать сохранность грузов и людей, ведь 2 км между поездами вместо привычных 4–5 км – это фактически тормозной путь без запаса», – пояснил М. Петров.

Конечно, за время обкатки новой технологии выявлялись случаи некорректного ведения поезда. В частности, рассказывали ранее в Дальневосточной дирекции тяги, был доработан алгоритм остановки состава перед светофором с запрещающим сигналом при следовании в режиме автоведения. При подъезде к такому светофору система ИСАВП-РТ-М останавливает поезд на требуемом расстоянии 50–150 м до сигнальной точки, тогда как прежде оно доходило до 400–500 м. Кроме того, специалисты доработали алгоритм применения пневматического тормоза в

случае установленных в равнинной режим воздухораспределителей в составе поезда – было исключено избыточное снижение скорости состава по причине нерасчетливого торможения.

Хотя технология интервального регулирования повышает качественные показатели перевозки (улучшается техническая и участковая скорости), организационных усилий в связи с этим задействуется немало. «Поезд по виртуальной сцепке идет подконтрольно, ему в пути следования делается зеленый свет. Нельзя сказать объективно, что мы пока сильно выигрываем с точки зрения цены вопроса», – отмечают в одной из региональных дирекций управления движением.

Технология прирастает Сибирью

Вождение поездов по виртуальной сцепке на постоянной основе (оно до сих пор осуществляется в режиме подконтрольной эксплуатации) стартовало в конце 2019 года на участке ДЕЖД Хабаровск-2 – Смоляниново. Осенью 2020-го эксперимент распространился на Забайкальскую дорогу, в целом охватив направление Карымская – Находка. Через год технология заработала на Восточно-Сибирской магистрали, от Тайшета до ст. Петровский Завод. В настоящее время идет подготовка к организации подобного движения на участке Петровский Завод – Карымская.

Стоит сказать, что на некоторых перегонах технология ВС увязывается с микропроцессорной системой автоблокировки с тональными рельсовыми цепями (АБТЦ). Это позволяет сделать блок-участки более подвижными и, по сути, отказаться от применения путевых светофоров. Машинист ведомого состава имеет возможность ориентироваться не на их показания, свидетельствующие о занятости блок-участка, а на данные, поступающие посредством автоматической локомотивной сигнализации.

Использование такого решения позволяет повысить пропускную способность при необходимом уровне безопасности движения. В руководстве РЖД заявляли о намерении поэтапно развертывать системы интервального регулирования в режиме ВС с подвижными блок-участками на Восточном полигоне, от Мариинска до Находки. Работы запланированы на 2022–2025 гг.

В перспективе рассматривается внедрение инновационной технологии на Свердловской, Южно-Уральской и Западно-Сибирской железных дорогах. В прошлом году был проведен соответствующий эксперимент на участке Екатеринбург – Войновка, причем в опытных поездах участвовали электровозы 2ЭС6 «Синара», у которых устройство для обмена данными между поездами интегрировано в комплекс автоматизированных бортовых систем локомотива. Интервал попутного следования поездов в режиме ВС регулировался в диапазоне от 6 до 12 мин.

Больше и чаще

Распространение на Восточном полигоне технологии ВС продиктовано необходимостью увеличивать экспорт. То, что конечной точкой экспортных перевозок выступает Находка, не случайно. В этом узле сосредоточен наибольший объем выгрузочной работы по сравнению с другими тихоокеанскими портами России. За последние 6 лет заметно выросла выгрузка на ст. Находка-Восточная (по сравнению с 2015 г. рост составил 13%), Находка (+63%), Рыбников (+78%), Мыс Астафьева (+38%). Но к настоящему

времени стивидорные компании узла замедлили рост объемов перевалки. Хотя провозная способность участка Угловая – Смоляниново – Находка по итогам I этапа программы развития Восточного полигона увеличена до 70 млн т ежегодно (для сравнения: в 2012 г. в порты Находка и Восточный по ДВЖД было доставлено 40,8 млн т грузов), фактически ее резервы исчерпаны.

На выдерживание сокращенного интервала попутного следования влияет ряд внешних факторов: технологические условия пропуска поездов, в том числе с учетом развития горловин участковых станций, наличие ограничений скорости движения на том или ином участке пути, состояние прочих объектов инфраструктуры. В частности, сдерживающим фактором в масштабировании технологии сейчас является старение устройств электроснабжения

По данным Ассоциации морских торговых портов, суммарный грузооборот терминалов Находки в 2021 году вырос на символичные 0,1%, Восточного – на 0,4%. Причем в последнем сократилась перевалка угля, на который традиционно приходится основной объем перевалки, положительную динамику обеспечили другие виды грузов.

Возможностей железнодорожной инфраструктуры сегодня не хватает, констатирует Ирина Ольховская, директор по портовым и железнодорожным проектам ОАО «УГМК», под управлением которого находится АО «Восточный Порт». Она отметила, что после реализации инвестпроекта по строительству III очереди специализированного угольного комплекса предприятие столкнулось с дефицитом пропускной способности железной дороги на подходах к Находкинскому узлу. Один из выходов – строительство обходных участков пути на линии Угловая – Смоляниново – Находка. Другой способ видится в более широком охвате движения поездов технологией ВС.

Если говорить о направлении Карымская – Находка, то среднесуточно в график движения закладываются две нитки по виртуальной сцепке. Предполагается, что в дальнейшем среднесуточный размер поездопотока за счет ВС сможет возрасти на 10 пар в сутки (в I полугодии 2021 г. Дальневосточная магистраль среднесуточно принимала с Забайкальской дороги 75 грузовых составов и сдавала 70).

Еще одним шагом развития технологии станет увеличение числа поездов, проводимых в режиме ВС, в одном пакете – с двух до пяти. Кстати, в ходе эксперимента на Свердловской магистрали было организовано вождение трех грузовых составов на минимальном расстоянии друг от друга. Все поезда в пакете успешно провела автоматика, при этом локомотивные бригады были готовы в любой момент перейти с автоведения на ручное управление.

«Сейчас по этой технологии можно вести только пары поездов, хотя для более заметного экономического эффекта количество составов в пакете виртуальной сцепки планируется постепенно увеличить, например, до 4–5. Но проблема в том, что пакет из 4–5 составов – это очень длинная конструкция. А сложный рельеф местности (или крутой поворот пути) способен создать проблемы при передаче радиосигнала от головного локомотива к конечному. Значит, увеличение количества составов в пакете виртуальной сцепки потребует более сложных технических решений, в частности, установки вдоль пути дополнительных стационарных ретрансляторов», – говорит М. Петров.

Не думай о минутах свысока

Действительно, на выдержку сокращенного интервала попутного следования влияет ряд инфраструктурных факторов, в том числе с учетом развития горловин участковых станций, наличия ограничений скорости движения на том или ином участке пути, состояния прочих объектов инфраструктуры. В частности, сдерживающим фактором в масштабировании технологии ВС является старение устройств электроснабжения. Следует учесть, что когда велась электрификация восточной части Транссиба, весовая норма поездов была совсем иная. К примеру, на участке Архара – Хабаровск, который в конце 1970-х гг. переходил на электротягу, она составляла 4 тыс. т. Сегодня стоит задача обеспечить вождение составов массой до 7,1 тыс. т.

Для решения проблемы сформирована программа по обновлению тяговых подстанций. Только на Дальневосточной магистрали в 2021 году реконструированы соответствующие объекты на станциях Смоляниново, Фридман, Анисимовка, Спасск-Дальний. В настоящее время завершается техническое перевооружение тяговой подстанции Хабаровск-2 – одной из лимитирующих зон на транссибирском ходу. До ее реконструкции межпоездной интервал на участке Волочаевка-1 – Хабаровск составлял 14–16 мин., после выполнения всех работ с установкой дополнительного трансформатора он сократится до 10 мин. Это целевой показатель I этапа программы Восточного полигона, но для полноценных перевозок в режиме ВС он должен быть меньше.

Как уточнили в управлении ДВЖД, в ходе II этапа, который будет реализован до конца 2024 года, меры, направленные на повышение надежности работы системы тягового электроснабжения, позволят обеспечить интервал не менее 8 мин., но что-то сверх этого к реализации пока не запланировано. Вопрос остается открытым: представители дороги направляли в «Трансинвестерго» – филиал ОАО «РЖД» предложения по дополнительному внесению в инвестпрограмму объектов Дальневосточной дирекции по энергообеспечению.

Также требует решения ситуация с повышением надежности связи для обмена информацией между электровозами, следующими по участку Смоляниново – Находка. Сигнал на перевальных перегонах здесь неустойчив. По словам представителя ДВЖД, вопрос может решиться за счет выделения отдельного канала и строительства телекоммуникационных объектов, работающих по принципу вышки сотовой связи. Стоимость такого оборудования – $1 млн, но из каких источников выделить средства, пока неясно.

Сейчас ситуация решается за счет того, что выделен канал поездной радиосвязи на частоте 2130 кГц (обеспечивает переговоры машинист – диспетчер, машинист – дежурный по станции). Правда, для эксплуатационников это неудобно. Тем не менее скоро на участке Угловая – Смоляниново – Находка связисты начнут установку нового оборудования системы DMR. Возможно, это положительно повлияет на решение проблемы, как отметил наш собеседник.

Конечно, частота перевозок в режиме ВС зависит и от общей поездной обстановки, включая ситуацию с брошенными поездами. Прошлой зимой на Транссибе в границах ДВЖД было отставлено от движения свыше 2 тыс. составов, в том числе 1,8 тыс. груженых. При этом далеко не всегда на бросание поездов влияли инфраструктурные ограничения железной дороги. Периодически подходит ситуация с неприемом грузов в портах из-за поломок перегрузочного оборудования, особенно в ходе обработки вагонов со смерзшимся углем, задержек подхода флота, переполнения складских емкостей.

Проблема традиционная, и наступивший 2022 год не стал здесь исключением. Уже в начале января РЖД ввели конвенционные ограничения на погрузку в адрес ряда терминалов и нефтебаз Дальнего Востока, снизивших нормативы выгрузки. В их числе оказались и стивидорные компании Находкинского узла.

Павел Белов

Виртуальная сцепка ускоряет движение

В конце прошлого года на Восточном полигоне на участке от станции Тайшет до станции Хилок началось движение поездов по технологии интервального регулирования «Виртуальная сцепка», разработанной специалистами АО «НИИАС». С начала испытаний прошло уже около 4000 опытных поездок. Сейчас учёные дорабатывают алгоритмы бортовых технических средств локомотивов и станционных систем для осуществления приёма и отправления поездов в автоматическом режиме.

фото: Максим Каширин / Пресс-служба ОАО «РЖД»

Внедрение технологии «Виртуальная сцепка» на участке Тайшет – Хилок Восточно-Сибирской дороги протяжённостью 964 км началось 22 ноября прошлого года. Как сообщал ранее главный инженер Восточно-Сибирской дирекции тяги Евгений Юнак, сейчас в графике предусмотрено пять пар ниток для поездов в режиме «Виртуальная сцепка» в чётном направлении, в этом году планируется добавить в график три нитки в нечётном направлении.

Как рассказали «Гуд-ку» в пресс-службе АО «НИИАС», всего с начала прошлого года на Восточном полигоне в режиме виртуальной сцепки прошло около 4000 опытных поездок. Планируется, что к концу I квартала текущего года – после дооснащения локомотивного парка – количество операций с использованием технологии виртуальной сцепки на участке возрастёт на 20–30% от общего числа поездов.

Сейчас технология позволяет сократить межпоездной интервал до восьми минут. Обновление систем железнодорожной автоматики и тягового электроснабжения позволит достигнуть требуемых технических параметров по сокращению межпоездных интервалов до шести минут для всех групп поездов. Общее сокращение межпоездного интервала до этого значения и реконструкция технических станций по результатам проведённого АО «НИИАС» моделирования помогут достигнуть в перспективе целевой задачи по обеспечению пропускной способности Восточного полигона до значений, предусмотренных на втором и третьем этапах модернизации Восточного полигона.

Сейчас учёные заняты доработкой алгоритмов бортовых технических средств локомотивов и станционных систем для осуществления приёма и отправления поездов в автоматическом режиме, что позволит усилить эффект от применения виртуальной сцепки и обеспечить в целом выполнение графика движения с требуемой точностью. Работы планируется завершить к концу текущего года.

Марк Львов

Справка «Гудка»
«Виртуальная сцепка» – интеллектуальная система ведения поездов. Технология предусматривает возможность синхронного движения двух попутно следующих поездов – ведущего и ведомого – на минимально допустимом удалении друг от друга. Координация режимов ведения локомотивов при этом происходит по цифровому радиоканалу. Локомотивные бригады контролируют работу автоматики. Применение технологии при совместном внедрении автоблокировки с подвижным блок-участком (АБТЦ-МШ, разработка АО «НИИАС») позволит повысить пропускную способность сети без строительства дополнительных путей на перегонах.

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЦЕНТРИРУЮЩЕЙ БАЛОЧКИ АВТОСЦЕПНОГО УСТРОЙСТВА

Б.И. ПАВЛИЦКИЙ,
филиал «Северо-Кавказский» ООО «ЛокоТех-Сервис»,
руководитель Отдела управления качеством,
кандидат технических наук

Автосцепное устройство является одним из наиболее ответственных и нагруженных узлов тягового подвижного состава, от исправного состояния которого зависит безопасность движения поездов. В процессе эксплуатации детали автосцепки подвергаются постоянному воздействию больших переменных ударно-тяговых усилий. Сложность технического обслуживания этих деталей обусловлена их расположением в скрытых для визуального осмотра местах. Своевременно не выявленный предельный износ деталей автосцепки приводит к саморасцепу или падению поврежденных частей автосцепных устройств на путь, что угрожает сходом подвижного состава с рельсов.

Основными причинами, приводящими к неисправностям деталей автосцепки, являются:

- большие динамические нагрузки, возникающие при сцеплении и расцеплении, торможении и трогании поезда с места, при маневровых работах и прохождении участков пути в кривых и на сортировочных горках;
- износ из-за постоянного трения деталей и их незащищенности от попадания в зону трения абразивных частиц;
- высокие перепады температур в процессе эксплуатации;
- нарушения технологии при изготовлении и ремонте.

Всем этим негативным факторам, возникающим в процессе эксплуатации тягового подвижного состава, и в первую очередь динамическим нагрузкам, сопровождающимся фрикционным износом, подвержен такой элемент автосцепного устройства, как центрирующая балочка. Конструктивно она состоит из опорной поверхности для хвостовика автосцепки с боковыми ограничителями, ограничителя продольных перемещений и двух крюкообразных выступов с опорными поверхностями для головок подвесок. Недостатком ударно-центрирующих приборов с жесткой центрирующей балочкой является ограничение вертикальных перемещений автосцепки. При преодолении поездом вертикальных неровностей растет вероятность обрыва маятниковых подвесок, излома центрирующей балочки, деформации хвостовика автосцепки. Необходимо также отметить, что в условиях полного отсутствия смазочного материала износу подвергается не только опорная плита центрирующей балочки, но и нижняя часть хвостовика автосцепного устройства (**рис. 1**).

В период с 2016 по 2020 г. на Ростовском-на-Дону электровозоремонтном заводе – филиале АО «Желдорреммаш» каждая пятая центрирующая балочка автосцепного устройства при капитальном или среднем ремонте была забракована в связи с износом и заменена на новую. В 2020 г. около 50 % случаев поступления локомотивов в сервисные локомотивные депо филиала «Северо-Кавказский» ООО «ЛокоТех-Сервис» на неплановые виды ремонта по причине неисправности автосцепного устройства были связаны с выходом из строя маятниковой подвески. Распределение неплановых ремонтов маятниковой подвески по сериям локомотивов в филиале «Северо-Кав-

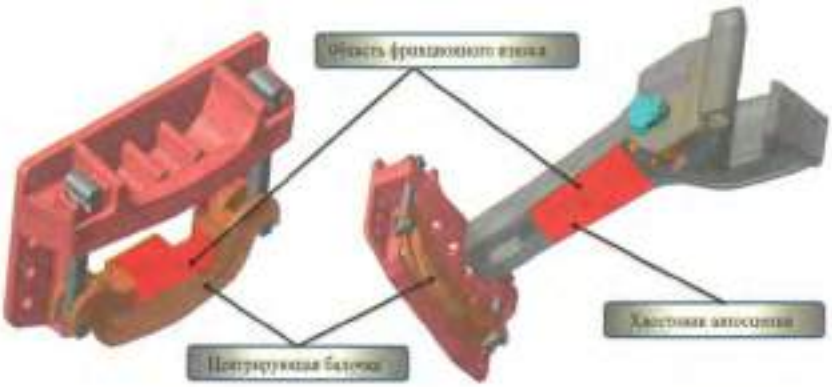


Рис. 1. Области фрикционного износа центрирующей балочки и хвостовика автосцепного устройства

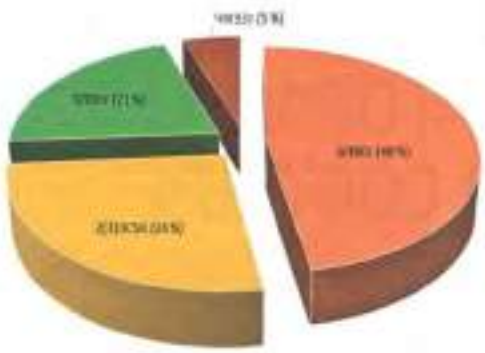


Рис. 2. Распределение неплановых ремонтов маятниковой подвески по сериям локомотивов в филиале «Северо-Кавказский» ООО «ЛокоТех-Сервис»

Рис. 3. Усовершенствование центрирующей балочки

казский» ООО «ЛокоТех-Сервис» показано на **рис. 2**.

Изучение условий работы центрирующей балочки, а также патентный анализ показали, что существующие предложения, направленные на повышение ее надежности, усложняют конструкцию узла, что, в свою очередь, увеличивает вероятность отказа автосцепного устройства в процессе эксплуатации. Наиболее перспективным решением проблемы является внедрение адаптивной самоорганизующейся системы, обеспечивающей подачу смазочного материала в тяжелонагруженный узел трения. Ее применение позволит увеличить один из главных показателей надежности такого узла – долговечность, продлить срок его службы.

При создании такой системы был использован положительный опыт испытаний и эксплуатации изобретений «Колесо подъемно-транспортного средства» (патент № 2393969), «Шкворневая система» (патент № 2513093), а также «Самосмазывающийся подшипник скольжения» (свидетельство на изобретение).

Реализация адаптивного принципа подачи смазочного материала к узлам достигается за счет сверловки по опорным поверхностям балочки глухих отверстий с их последующим заполнением твердым смазочным материалом на основе эпоксидной смолы с добавлением графита (**рис. 3**). Такой смазочный материал, эффективно работающий в условиях как низких, так и высоких температур, позволит значительно снизить износ центрирующей балочки в процессе эксплуатации и решить проблему долговечности узла. При этом трудоемкость ремонта усовершенствованного узла в ходе ТР-2, ТР-3, СР и КР не увеличится. Необходимо очистить поверхности центрирующей балочки от твердого смазочного материала, восстановить изношенную поверхность наплавкой, рассверлить глухие отверстия и снова заполнить их твердым смазочным материалом.

Следует отметить, что реализация предложенного решения не требует дополнительных вложений, поскольку работы по усовершенствованию узла могут быть выполнены на оборудовании, уже имеющемся на участках контрольных пунктов по ремонту автосцепного оборудования (КПА) локомотиворемонтных заводов АО «Желдорреммаш» и сервисных локомотивных депо ООО «ЛокоТех-Сервис», а персонал предприятий обладает необходимой квалификацией.

Внедрение адаптивного принципа подачи смазочного материала в центрирующей балочке автосцепки даст возможность:

- уменьшить интенсивность износа центрирующей балочки и хвостовика автосцепного устройства и сократить расходы при плановых видах их ремонта этих узлов;
- снизить расходы на приобретение новых центрирующих балочек;
- сократить время простоя локомотивов на плановых видах ремонта и исключить сверхцикловые работы;
- уменьшить число отказов автосцепных устройств и их неплановых ремонтов.

Проект по усовершенствованию центрирующей балочки автосцепного устройства получил положительный отзыв со стороны Проектно-конструкторского бюро локомотивного хозяйства (ПКБ ЦТ) и Дирекции тяги (ЦТ) ОАО «РЖД», ООО «Локомотивные Технологии», АО «ВНИИЖТ». В целях достоверного подтверждения работоспособности усовершенствованной центрирующей балочки были разработаны программа и методика ее типовых испытаний. Организация опытной эксплуатации предполагается на грузовых электровозах серии ВЛ80 всех индексов Северо-Кавказской дирекции тяги.

В настоящее время проект по усовершенствованию центрирующей балочки, а также программа и методика типовых испытаний проходят процедуру согласования в ПКБ ЦТ, ЦТ и Центре технического аудита (ЦТА) ОАО «РЖД».

г. РОСТОВ-НА-ДОНУ

ПРИМЕНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНО-УПРОЧНЯЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЖИВУЧЕСТИ ДЕТАЛЕЙ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Т.Г. Бунькова,
Омский государственный университет путей сообщения

УДК 625.032.37

Ключевые слова: *железнодорожное колесо, дефекты, поверхностное упрочнение, живучесть.*

Аннотация. *В статье представлены поверхностно-упрочняющие технологии применительно к деталям подвижного состава, в частности, железнодорожному колесу. Полученные результаты теоретического исследования процесса упрочнения металла колеса позволят разработать научно обоснованные технологические и технические решения по предупреждению образования и развития дефектов на поверхности катания, а также их устранению в ремонтном производстве.*

В настоящее время все острее ощущается вопрос повышения живучести элементов, ответственных узлов и деталей подвижного состава. В связи с ограниченной экономической целесообразностью и ограниченной доступностью имеющихся производственных технологий возникает необходимость создания нового материала, модифицированного нанокластерами и упрочненного поверхностно-активными веществами.

Нанокластеры обладают высокими показателями пластичности и твердости. Для определения значения твердости наноматериалов используется метод измерения твердости по Виккерсу, при котором твердость определяется размером отпечатка после снятия нагрузки с алмазной пирамидки.

У наноструктур наблюдается сверхпластичность. Для никеля и сплава никеля с алюминием $NiAl_3$ низкотемпературная сверхпластичность отмечается в интервале температур 450 ... 470 °С, что в три раза меньше их температуры плавления (1).

Самые распространенные технологии поверхностно-упрочняющей обработки:

- PVD-технологии;
- CVD-технологии.

PVD-технология — технология упрочняющих покрытий, основанная на физическом осаждении из паровой фазы (2).

PVD-технология основывается на технологическом процессе физических явлений, в результате которого материал переходит из твердого состояния в жидкую фазу в результате испарения под воздействием тепловой энергии или же в результате распыления за счет кинетической энергии столкновения частиц материала. После пучок полученной газовой фазы при помощи электромагнитного поля транспортируется к упрочняющейся поверхности, нагретой не более 500 °С. В результате этого ионизированный материал сталкивается и равномерно конденсируется на упрочняющей поверхности.

Основные типы PVD-покрытий и их свойства:

- нитрид титана TiN является универсальным покрытием для низкоуглеродистых сталей, увеличивает срок службы детали или узла, выполняя роль механической, термической и химической защиты между поверхностями трения;
- карбонитрид титана TiCN повышает производительность деталей и узлов по сравнению с нитридом титана, придает более высокие механические свойства обработанной поверхности;
- алюминий-титан-нитрид AlTiN является покрытием с уникальной нанокомпозитной структурой, повышает твердость, термостойкость и сопротивление ударным нагрузкам. Демонстрирует отличные результаты испытаний, которые однозначно указывают на увеличение срока службы детали или узла;
- алюминий-хром-нитрид AlCrN имеет уникальную нанокристаллическую решетку, которая заметно повышает твердость и жаропрочность. Лучше всего применять его там, где требуется равномерный износ, сопротивление сколам, благодаря высокой термостойкости и большой производительности в тяжелых условиях эксплуатации.

Преимущества PVD-покрытий:

- нанесение тугоплавкого материала при относительно низкой температуре, более щадящий режим воздействия на металл упрочняемой детали;
- небольшая толщина слоя при равных эксплуатационных характеристиках (3).

Суть метода покрытия CVD заключается в создании тонкой пленки TiC на поверхности упрочняемой детали, что позволило, не изменяя внутреннюю структуру сплава, повышать твердость и скорость обработки. В дальнейшем эта идея получила применение нитрида титана и оксида алюминия.

Основные свойства CVD-покрытий:

- карбид титана TiC повышает износостойкость, предотвращает появление отколов;
- нитрид титана предотвращает формирование заусенцев и налипание на обрабатываемую поверхность, повышая качество технологического процесса;
- оксид алюминия Al_2O_3 значительно увеличивает стойкость к высоким температурам, препятствует критическому нагреву, является хорошим термоизолятором.

Преимущества CVD-покрытий:

- относительная простота и дешевизна процесса;
- создание покрытий конкретной толщины;
- возможность создания сложных, многослойных покрытий с уникальными свойствами и различным количеством комбинаций этих слоев (3).

Рассмотрим применение данных технологий на примере цельнокатаного колеса. Для того чтобы оценить целесообразность технологий, необходимо четко понимать, какие именно мы преследуем цели, когда используем понятия ресурс и живучесть. В первую очередь, это предотвращение дефектов, а именно:

- отколов в зоне обода колеса;
- выщербин;
- наваров;
- ползунов;
- изломов обода колеса.

При этом механические свойства колесной стали после упрочняющей обработки должны соответствовать требованиям, представленным в табл. 1 (4).

Причиной отколов в зоне обода колеса служит, в основном, отделение металла обода нижележащих слоев, что указывает на наличие сдвигающих напряжений, которые превышают предел прочности металла.

Произведенный химический анализ дефектного колеса (табл. 2) показывает, что его состав соответствовал требованиям колесной стали по ГОСТ 10791-2011 (5).

Выщербина на поверхности катания появляется вследствие отслаивания или выкрашивания металла, что происходит из-за больших контактных напряжений между рельсом и поверхностью катания (4).

Навар на поверхности катания появляется вследствие механического, а также большого термического воздействия на поверхность катания во время торможения подвижного состава.

Выполненный химический анализ лепестков наволакиваемого металла показывает пониженное содержание углерода и марганца в сравнении с исходным содержанием указанных

Таблица 1

Механические свойства стали обода колеса

Марка стали колеса	Временное сопротивление, Н/мм² (кгс/мм²)	Относительное удлинение, %	Относительное сужение, %	Твердость, НВ
		не менее		
1	882 — 1078 (90 — 110)	12	21	248
2	911 — 1107 (93 — 113)	8	14	255

элементов в колесной стали. Можно предполагать, что при высоком нагреве металла в процессе торможения происходит выгорание указанных элементов. Данные химического анализа приведены в табл. 3.

Ползуны появляются вследствие заклинивания (юза) колесной пары на поверхности катания, механическая причина юза заключается в разрушительном трении.

Излом обода колеса может происходить из-за производственного дефекта, либо из-за постепенного усталостного разрушения металла колеса. Механические свойства материала обода представлены в табл. 4 (4).

Повышения хрупкости в процессе эксплуатации объясняется присутствием большого количества неметаллических включений, понижающих плотность металла поверхностных слоев при длительном торможении.

Результаты замера твердости на различных участках дефектного колеса приведены в табл. 5. На рис. 1. представлен слой покрытия TiN, полученный методом PVD поверхностно-упрочняющей технологии, глубина которого составляет 1 мкм, позволяющего повысить стойкость материала на 50 %.

Рассмотрев основные дефекты колесной пары, можно прийти к выводу, что поверхностное PVD и CVD-упрочнение позволяет решить проблемы повышения живучести колеса путем повышения износостойкости:

- карбид титана TiC повысит износостойкость металла и значительно снизит вероятность появления отколов;
- нитрид титана TiN создаст защитный слой, повышающий механическую износоустойчивость колеса и сопротивляющийся контактным напряжениям, что приведет к уменьшению вероятности образования выщербин на поверхности колеса;
- оксид алюминия Al_2O_3 существенно повышает термоустойчивость металла, что позволит уменьшить вероятность образования наваров на поверхности катания в момент торможения подвижного состава;
- алюминий-титан-нитрид AlTiN создаст уникальную композитную структуру, повышающую твердость металла, термоустойчивость и сопротивление ударным нагрузкам, что позволит избежать излома обода колеса;
- алюминий-хром-нитрид AlCrN способствует повышению твердости, что приведет к наиболее равномерному износу и уменьшению количества ползунов в процессе эксплуатации колесной пары.

Значения твердости в различных частях колеса после применения упрочняющих технологий приведены в табл. 6.

На рис. 2 представлены графики зависимости твердости по глубине металла до поверхностного упрочнения (а) и после (б) в зоне сечения дорожки катания колеса.

Таким образом, методы применения PVD и CVD поверхностно-упрочняющих технологий позволяют предупредить или устранить большинство известных дефектов цельнокатаного колеса, упрочнить поверхность катания и обод колеса, тем самым повысив живучесть колеса.

Таблица 2

Химический состав стали дефектного колеса по отколу

C	Mn	Si	P	S
0,52	0,85	0,25	0,035	0,04

Таблица 3

Химическое содержание металла в зоне навара

C	Mn	Si	Cr	P	S
0,53	0,85	0,23	0,06	0,035	0,04

Таблица 4

Механические свойства дефектного обода

Марка стали колеса	Временное сопротивление, кгс/мм²	Предел текучести кг/мм²	Относительное удлинение, %	Относительное сужение, %	Ударная вязкость, кгм/см²
1	105,0	93,0	10,0	18,2	1,75
2	110,6	95,0	11,6	19,0	1,50

Таблица 5

Контроль твёрдости колеса

№ образца	Твердость образцов НВ, кг/мм²	Место измерения твёрдости
1	331 — 375	В зоне осевой линии круга катания колеса, работающего при нормальных условиях эксплуатации
2	331 — 331	У края круга катания того же колеса
3	130 — 197	В зоне сваривоемости металла того же образца
4	126 — 140	В зоне поверхности катания, имеющей наслоения металла
5	130 — 143	Твёрдости лепестков навара

Таблица 6

Значения показателей твёрдости

№ образца	Твердость образцов НВ, кг/мм²	Место измерения твёрдости
1	345 — 375	В зоне осевой линии круга катания колеса, работающего при нормальных условиях эксплуатации
2	341 — 370	У края круга катания того же колеса
3	355 — 370	В зоне поверхности катания

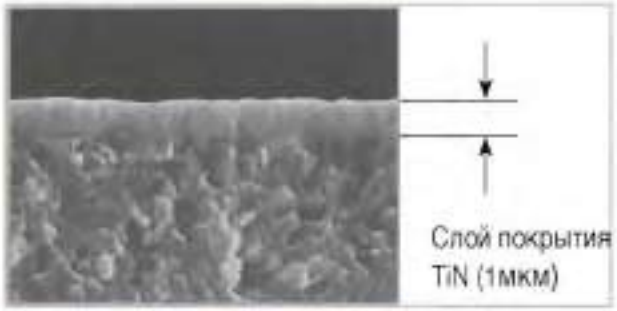


Рис. 1. Слой покрытия TiN методом PVD-технологии

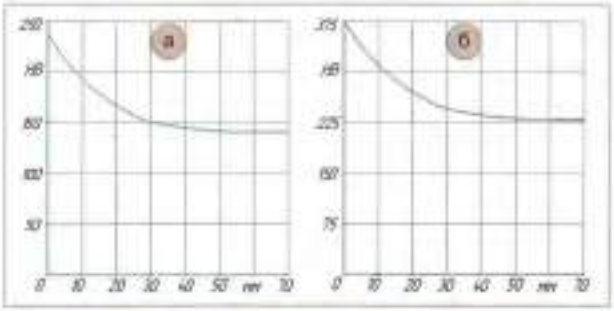


Рис. 2. Кривые зависимости твердости по глубине металла до поверхностного упрочнения (а) и после (б)

Библиография

1. Жабреев В.А. Введение в нанотехнологию (Общие сведения, понятия и определения) / В.А. Жабреев, В.И. Моргунов, В.С. Павельев // Самара, 2007. С. 172.
2. Григорьев С.Н. Технологии нанообработки / С.Н. Григорьев, А.А. Грибков, С.В. Алёшин // Старый Оскол, 2008. С. 242.
3. Кирчанов В.С. Наноматериалы и нанотехнологии / В.С. Кирчанов. Пермь: Изд-во Пермского национального исследовательского политех. ун-та, 2016. С. 193.

4. Цикунов А.Е. Исследование дефектов ободов железнодорожных колёс / А.Е. Цикунов // Минск, 1966. С. 48.
5. ГОСТ 10791-2011. Колёса цельнокатаные. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2011. С. 32.

Информация об авторе

Бунькова Тамара Геннадьевна, старший преподаватель кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство», инженер кафедры «Технологии транспортного машиностроения и ремонта подвижного состава». Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС).
644046, г. Омск, пр. Маркса, 35
Тел.: 8-904-329-90-29
E-mail: bunkovatg@mail.ru

APPLICATION OF SURFACE HARDENING TECHNOLOGIES TO INCREASE THE LIFE OF ROLLING STOCK PARTS

Bunkova Tamara Gennadievna, senior lecturer at the department of «Cars and carriage economy», engineer at the department of «Technologies of transport mechanical engineering and repair of the rolling stock».
Omsk State Transport University (OSTU).
35, Marx av., Omsk 644046, Russia.
Phone: 8-904-329-90-29
E-mail: bunkovatg@mail.ru

The article presents the surface-hardening technologies applied to the details of rolling stock, in particular the railway wheel. The obtained results of a theoretical study of the wheel metal hardening process will allow us to develop scientifically sound technological and technical solutions to prevent the formation and development of defects on the rolling surface, as well as their elimination in repair production.

Keywords: railway wheel, defects, surface hardening, survivability.

Bibliography

1. Zhabrev V.A. Introduction to nanotechnology (General information, concepts and definitions) / V.A. Zhabrev, V.I. Mogelin, V.S. Pavelyev // Samara, 2007. P. 172.
2. Grigoryev S.N. Nanoprocessing Technologies / S.N. Grigoryev, A.A. Gribkov, S.V. Alyoshin // Stary Oskol, 2008. P. 242.
3. Kirchanov V.S. Nanomaterials and nanotechnologies / V.S. Kirchanov. Perm: Publishing House of the Perm national research politech. un-ty, 2016. P. 193.
4. Tsikunov A.E. Study of defects in the rims of railway wheels / A.E. Tsikunov // Minsk, 1966. P. 48.
5. GOST 10791-2011. Wheels are solid-rolled. Specifications. M: Standardinform, 2011. P. 32.

УЗИ для колёс

Комплекс ультразвукового контроля, разработанный на Октябрьской дороге, позволяет эффективно выявлять дефекты колёсных пар грузовых вагонов в автоматическом режиме. За год комплекс отбраковал около 560 колёсных пар с недопустимыми дефектами поверхности катания.

фото: Архив Дениса Фёдорова

Итоги тестовой эксплуатации в 2021 году комплекса автоматического ультразвукового контроля поверхности катания колёсных пар, установленного на перегоне Молосковицы – Веймарн, были подведены на Октябрьской дороге 8 февраля. Он разработан начальником лаборатории неразрушающего контроля сервисного локомотивного депо Санкт-Петербург, к.т.н. Денисом Фёдоровым.

Ежесуточно на этом перегоне через пост контроля, установленный в направлении станции Лужская, проходят до 70 поездов. Сканированию подвергаются в сутки 20 тыс. колёсных пар грузовых вагонов, следующих к этой станции. За 2021 год система в автоматическом режиме отбраковала около 560 колёсных пар с недопустимыми дефектами поверхности катания. Она обнаружила 240 выщербин поверхности катания длиной более 50 мм, 165 ползунов колёсной пары более 1 мм, 76 случаев кольцевой выработки у основания гребня глубиной более 1 мм, 45 случаев навара на поверхности катания высотой более 1 мм, 34 выброса смазки на диск колеса. Эти дефекты были затем подтверждены при визуальном контроле осмотрщиков-ремонтников в парке прибытия.

Наталья Александрова

Жизнь вагона в «цифре»

Валентин Гапанович, президент НП «Объединение производителей железнодорожной техники»

– В конце января ОПЖТ представило концепцию «Цифровая экосистема управления жизненным циклом грузового подвижного состава». Зачем она нужна?
– Необходимо создать справочно-информационную систему, позволяющую отслеживать историю каждой детали грузовых вагонов с момента создания – время и место выпуска, характер поломок, производимые ремонты, списание в брак. Сейчас такого централизованного учёта номерных составных частей на рынке нет. Это затрудняет проверку подлинности деталей и прав собственности на неё, а также делает возможным использование продукции с истекшим сроком службы, с повышенным износом, многократно отремонтированных и запрещённых к эксплуатации.

– Что необходимо сделать для формирования такой экосистемы?
– Важной задачей цифровой трансформации является переход от паспорта грузового вагона к электронному формуляру, в который вносятся данные в процессе эксплуатации. Существующие формы паспортов значительно устарели и не позволяют отслеживать жизненный цикл подвижного состава. Также необходимо создать единую отраслевую базу данных на основе существующих в Главном вычислительном центре ОАО «РЖД» автоматизированных систем пономерного учёта деталей и изделий. Следует сформировать «бесшовную среду» миграции данных между субъектами процесса (органы исполнительной власти, владельцы и операторы подвижного состава, производители, ремонтные предприятия и владельцы инфраструктуры).

Беседовала Арина Белан

Вагонам выдают цифровые паспорта

Михаил Сапетов, начальник Управления вагонного хозяйства Центральной дирекции инфраструктуры ОАО «РЖД»

Фактический объём проведения плановых видов ремонта подвижного состава показывает, что на рынке сохраняется профицит производственных мощностей предприятий. Это позволяет сохранять здоровую конкуренцию и поддерживать справедливые цены на услуги.

По итогам прошлого года мощности заводов – изготовителей основных комплектующих и запасных частей позволили обеспечить в полной мере все необходимые потребности рынка вагоноремонта. Сегодня качество плановых видов ремонта грузовых вагонов оценивается через показатель безотказной работы грузовых вагонов в межремонтный период эксплуатации.

Для повышения качества показателя и надёжности выпускаемой продукции в межремонтный период ОАО «РЖД» взаимодействует с органами исполнительной власти Российской Федерации в части принятия мер к подрядчикам, которые не обеспечивают должной надёжности вагонов в межремонтный период.

Специалисты холдинга актуализируют действующую нормативную базу, регламентирующую процессы допуска грузовых вагонов на инфраструктуру ОАО «РЖД» после проведённого ремонта.

Важным подспорьем в направлении повышения безопасности является цифровизация всего жизненного цикла запасных частей и деталей грузового вагона, что позволяет выявлять потенциально опасную продукцию и не допускать её на пути общего пользования.

Мы убираем из оборота бумажные документы и уже создали электронный акт для допуска вагона на сеть, который доступен для всех участников перевозочного процесса. Также ввели в оборот цифровой паспорт вагона, куда в электронном виде вносятся все данные о новых деталях и запасных частях вагона. В течение текущего года мы расширим функционал базы данных цифрового паспорта и будем вносить данные о деталях, которые уже отслужили свой срок. Это позволит установить дополнительный контроль при осуществлении процедур допуска и выпуска вагона на общую сеть ОАО «РЖД».

В этом году мы увеличим функционал применения мобильных рабочих мест инспекторов по вагоноремонтным предприятиям всех форм собственности. Не менее важным является приведение численности инспекторов вагонов дирекций инфраструктуры к фактическому объёму предъявляемых к допуску вагонов после проведённого ремонта.

Автоматика осматривает вагоны на ходу

В конце минувшего года на станции Челябинск-Главный введены в эксплуатацию интегрированные посты автоматизированного приёма и диагностики подвижного состава (ППСС). С этого времени на сети РЖД действует уже 17 таких комплексов.

фото: Анатолий Шулепов / ИД «Гудок»

ППСС разработан АО «НИИАС» в рамках проекта «Цифровая сортировочная станция». Он представляет собой металлическую арку (рамку), оснащённую приборами для снятия информации о проходящих сквозь неё грузовых вагонах, в том числе лазерными, тепловыми, тензометрическими датчиками, специализированными камерами технического зрения.

На посту действует ряд подсистем, в том числе контроля веса и вертикальных динамических нагрузок СЖДК, автоматизированного визуального контроля технических характеристик подвижного состава «Техновизор», лазерного контроля отрицательной динамики и габарита ЛКПС, акустического контроля буксовых узлов ПАК, контроля вертикальных динамических нагрузок СКВДН, комплекса технических измерений КТИ, контроля геометрических параметров колёсных пар грузовых вагонов и тепловой диагностики СТД, автоматического распознавания номеров вагонов АРНВ.

ППСС контролирует более 20 параметров. В частности, здесь автоматически выявляются не-

исправности, дефекты кузова вагона, поверхности катания колёс, изменения геометрических параметров колёс, нарушение веса, габаритов, неравномерность погрузки, открытые двери и люки вагонов, наличие посторонних людей. Система контролирует и подвагонное пространство: состояние тормозной системы, целостность дна вагона и наличие посторонних предметов.

Осмотр проходит полностью в автоматическом режиме. Специалисты привлекаются только в случае подачи системой сигнала о неисправности. После прохода вагона через рамки ППСС формирует его 3D-модель. Данные с систем поста аккумулируются на платформе СКАТ, которую администрирует Дирекция инфраструктуры. Они позволяют видеть «историю жизни» обработанных вагонов, что даёт возможность прогнозировать возникновение неисправностей.

Впервые в эксплуатацию ППСС был принят на станции Батайск Северо-Кавказской железной дороги в 2018 году и, по данным НИИАС, опубликованным в 2019 году, уже в первые месяцы работы позволил на 25% сократить число отцепов вагонов, на 30% снизить время обработки составов. По итогам работы было принято решение о тиражировании системы. Согласно имеющимся планам, ППСС будут оснащены 26 важнейших сортировочных станций сети РЖД.

Игнат Вьюгин

Интеллектуальное соглашение

Светлана Кишкина, начальник Куйбышевского центра инновационного развития

– 1 февраля Куйбышевская дорога и Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва подписали соглашение о сотрудничестве. Какие перспективы оно открывает?
– Год назад научное сообщество университета презентовало свои возможности в области предиктивной диагностики, VR-технологий и искусственного интеллекта, отвечающих запросам РЖД на инновации. Это положило начало сотрудничеству, которое вылилось в два совместных проекта, участие представителей вуза в онлайн-хакатонах командно и в качестве членов жюри. Подписанное соглашение будет способствовать выработке решений, которые приведут к интеграции железнодорожного транспорта в городские транспортные системы.

– Расскажите подробнее об этих проектах.
– На инфраструктуре дороги университет при финансовой поддержке Самарской области реализует два проекта. Для локомотивного комплекса разработан и испытан прототип программно-аппаратного комплекса, способного с применением беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) контролировать состояние зданий, сооружений и станционных путей, а также автоматизировать процесс формирования протоколов осмотра зданий и планирования бюджета на их ремонт или реконструкцию. Второй проект, также предусматривающий использование БПЛА, ориентирован на подразделения Центральной дирекции по ремонту пути. Создано программное обеспечение на основе искусственного интеллекта для контроля габаритов пути, объёмов сыпучих грузов, построения продольного профиля пути и ортофотоплана, контроля состояния земляного полотна и балластной призмы.

Оба проекта прошли испытания на инфраструктуре дороги, сейчас готовится проектная документация с целью обоснования включения их в Программу поддержки инноваций ОАО «РЖД» в ходе её корректировки в 2022 году.

– Каковы ближайшие планы сотрудничества?
– 12 января текущего года Департаментом информатизации ОАО «РЖД» была поддержана инициатива дороги и Самарского университета сформировать техзадание на создание сквозной цифровой платформы аналитики на базе машинного обучения, применимой в различных функциональных подразделениях ОАО «РЖД», использующей различные источники данных, настраиваемой под разноплановые задачи. Сейчас в ОАО «РЖД» проходит процедуру согласования план мероприятий по развитию сотрудничества с Самарским университетом по созданию исследовательского центра «Искусственный интеллект для умного города и транспорта». Указанное техническое задание войдёт в состав заявочной документации от Самарского университета для участия во втором этапе конкурсного отбора грантовой поддержки исследовательских центров. РЖД в лице Куйбышевской дороги выступят здесь индустриальным партнёром университета.

Беседовал
Александр Северов

Модели оценки состояния локомотивов

Кирилл Никольский, заместитель главного инженера Дирекции тяги

Системы управления современными локомотивами фиксируют больше 400 параметров работы. Эти данные предназначены в первую очередь для функционирования самой системы управления локомотивом. Но по этим данным, которые можно снимать с борта локомотива и расшифровывать, возможно выявить и нарушения режимов эксплуатации тягового подвижного состава, а также отдельные отступления от технологии технического обслуживания и ремонта. На некоторых современных локомотивах часть информации анализируется непосредственно на борту и при возникновении отклонений выдаётся машинистам и помощникам в виде предупреждений.

В настоящее время работа по считыванию и расшифровке данных бортовых систем управления и диагностики выполняется на отдельных участках, в первую очередь там, где нагрузка на локомотивы наиболее высока. Например, на Восточном полигоне сети мы следим за показаниями систем электровозов 3ЭС5К с поосным регулированием силы тяги при проследовании горно-перевальных участков. На основании анализа совместно с производителями вырабатываем меры по повышению надёжности этих локомотивов в эксплуатации. Если локомотив оснащён оборудованием для передачи данных, основная информация поступает на централизованные серверы в режиме реального времени. Здесь контролируются такие показатели, как расход топливно-энергетических ресурсов, режимы работы силовой установки, температуры основных узлов, параметры работы электрических цепей и оборудования, по которым можно косвенно выявить признаки предотказного состояния.

Пока, к сожалению, нет единых, нормативно оформленных алгоритмов обработки этих сигналов. И это сдерживает автоматизацию процесса. К решению этой задачи мы сейчас подступаем. Дирекция тяги старается пользоваться имеющимися возможностями и развивает эту технологию, поскольку диагностика для нас – необходимая и крайне важная вещь.

Вопрос построения идеальной системы бортовой диагностики мы часто ставим перед наукой и производителями локомотивов, однако комплексно их пока никто не берётся решать. Такие разработки состоят из двух направлений развития.

Во-первых, нужно определить подлежащие измерению параметры, для чего необходимо чётко понимать физику процесса развития неисправности. Возможных сценариев развития неисправностей в локомотиве тысячи, и все их надо прописать, определив точки съёма критически важных показаний.

Во-вторых, надо разработать измерительные приборы и оснастить ими локомотивы. В идеальной проекции нам потребуется фиксировать в разы больше показаний, чем фиксируется в настоящее время. А перед решением этой задачи нужно определить пределы разумной достаточности. Ведь и сами датчики имеют конечную надёжность. И по мере роста их числа может возникнуть ситуация, когда лимитировать надёжность всего изделия будет уже не основная его начинка, а система контроля, выдающая ложную информацию.

Альтернативой разработке алгоритмов прямых зависимостей неисправностей локомотивов от обнаруженных отклонений конкретного узла или датчика, в соответствии с мировым трендом, может стать разработка математической модели оценки и прогнозирования состояния оборудования локомотивов с применением технологии больших данных (Big Data) и нейросетей. Такой подход АО «ВНИИЖТ» с 2019 года реализует в проекте «Доверенная среда: предиктивные модели» по заказу Дирекции тяги. В качестве математического аппарата для построения модели используются нейронные сети и другие алгоритмы глубокого машинного обучения, и в частности аппарат искусственных нейронных сетей.

Машинное обучение – подобласть искусственного интеллекта, подход которой состоит в извлечении закономерностей из имеющихся размеченных или неразмеченных данных. Идея машинного обучения в том, чтобы не программировать алгоритм решения вручную, а сформировать, «выучить» его в результате последовательного анализа имеющихся данных.

Основа этого способа диагностики – создание диагностической модели объекта, описывающей реальные, объективно существующие причинно-следственные связи, возникающие под действием множества внешних и внутренних факторов, которые появляются в процессе эксплуатации локомотива. Таким образом для обучения моделей используются не только данные, полученные с помощью датчиков, но и данные об участках эксплуатации локомотивов, классности машинистов, квалификации ремонтного персонала и т.д.

Подготовка данных при таком подходе является очень важным этапом создания диагностической модели.

Как утверждают исследователи в области машинного обучения, 80% времени тратится именно на работу с данными, а не на создание модели. Данные для обучения моделей должны быть доступными, точными, полными и актуальными. Именно это может стать лимитирующим данный процесс фактором. А ещё на первый план выходит длительность периода, за который собирается соответствующая статистика. Попытки реализации такого подхода были предприняты в отношении тяговых электродвигателей локомотивов, однако на текущий момент точность получаемых прогнозов недостаточна для их практического применения.

«УМНЫЕ» РАМКИ ПОЗВОЛЯЮТ ВЫЯВЛЯТЬ НЕИСПРАВНОСТИ ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ

На станции Челябинск-Главный Южно-Уральской железной дороги введены в эксплуатацию интегрированные посты автоматизированного приема и диагностики подвижного состава (ППСС) на сортировочных станциях.

Комплекс позволяет на ходу выявлять неисправности грузовых вагонов (рис. 1). Пост автоматизированного приема и диагностики представляет собой высокую металлическую рамку, оборудованную специальными датчиками и камерами, которые осуществляют фото- и видеофиксацию подвижного состава (рис. 2).

Осмотр проходит полностью в автоматическом режиме. Любой вагон можно рассмотреть во всех деталях со всех ракурсов. Комплекс формирует полноценную 3D-модель и отсылает ее на экраны мониторов операторов.

Рис. 1. Технический комплекс позволяет на ходу выявлять неисправности грузовых вагонов

Рис. 2. Размещение специального оборудования на интегрированных постах контроля подвижного состава:
а — диагностирующее оборудование на горизонтальной части металлической рамки; б — оборудование на стойках рамки комплекса

Специалисту необходимо лишь подтвердить то, что обнаружила автоматика. Техника способна увидеть не только саму неисправность, но и определить уровень ее опасности, зафиксировать предотказное или опасное состояние.

Интегрированные посты автоматизированного приема и диагностики подвижного состава на сортировочной станции Челябинск-Главный расположены на пяти участках:

- Пост 132 км — Бакландино;
- Потанино — Козырево;
- Еманжелинск — Красноселка;
- Бикелак — Аргаяш;
- Бишкиль — Полетаево-1.

Всего на начало 2022 г. на сети РЖД действуют 17 таких комплексов.

ППСС разработан специалистами АО «НИИАС» в рамках проекта «Цифровая сортировочная станция». Он представляет собой металлическую рамку, оснащённую приборами для снятия информации о проходящих сквозь неё грузовых вагонах, в том числе лазерными, тепловыми, тензометрическими датчиками, специализированными камерами технического зрения.

На посту действует ряд подсистем, в том числе:

- контроля веса и вертикальных динамических нагрузок СЖДК;
- автоматизированного визуального контроля технических характеристик подвижного состава «Техновизор»;
- лазерного контроля отрицательной динамики и габарита ЛКПС;
- акустического контроля буксовых узлов ПАК;
- контроля вертикальных динамических нагрузок СКВДН;
- комплекса технических измерений КТИ;
- контроля геометрических параметров колёсных пар грузовых вагонов и тепловой диагностики СТД;
- автоматического распознавания номеров вагонов АРНВ.

ППСС контролирует более 20 параметров. В частности, здесь автоматически выявляются неисправности, дефекты кузова вагона, поверхности катания колёс, изменения геометрических параметров колёс, нарушение веса, габаритов, неравномерность погрузки, открытые двери и люки вагонов, наличие посторонних людей. Система контролирует и подвагонное пространство: состояние тормозной системы; целостность рамы вагона и наличие посторонних предметов.

Интегрированными постами автоматизированного приема и диагностики подвижного состава планируется оснастить 26 важнейших сортировочных станций сети железных дорог России.

По материалам службы корпоративных коммуникаций Южно-Уральской железной дороги

Безопасная вычислительная платформа для центров обработки данных

Программа цифровизации Digitale Schiene Deutschland (DSD), принятая железными дорогами Германии (DB), предусматривает радикальную модернизацию инфраструктуры ЖАТ, включая развертывание европейской системы управления движением поездов ETCS уровня 2 и цифровых систем микропроцессорной централизации с последующим внедрением систем диспетчерского управления перевозками на основе искусственного интеллекта, ETCS уровня 3 с разграничением поездов подвижными блок-участками и систем автоматизации вождения поездов в сочетании со средствами точного определения их местоположения, обнаружения препятствий и разрешения сопутствующих конфликтов. Цель при этом состоит в повышении пропускной способности и эффективности железных дорог для увеличения их доли на транспортном рынке.

Переход к новым системам обеспечения безопасности управления движением поездов требует внедрения инновационных вычислительных и коммуникационных платформ, таких как система радиосвязи FRMCS, основанная на стандарте 5G, и ИТ-инфраструктура для работы приложений, требующих интенсивной обработки данных.

В рамках программы DSD компания Siemens Mobility и DB провели совместное исследование, цель которого состояла в разработке базовой архитектуры вычислительной платформы с уровнем полноты безопасности SIL4, способной поддерживать работу ответственных приложений для управления движением поездов и определения их местоположения с высокой точностью. Центр обработки данных уровня SIL4 (ЦОД SIL4) должен обеспечивать выполнение следующих основных требований:

• модульность. Под модульностью ЦОД SIL4 понимается, в частности, четкое стандартизированное разделение приложений, среды исполнения и аппаратного обеспечения, с тем чтобы учитывались существенно различающиеся жизненные циклы компонентов аппаратного и программного обеспечения;

• применение компонентов, серийно выпускаемых промышленностью (COTS). Предусмотрено максимально широкое использование коммерчески доступных аппаратных средств, которые не разработаны специально для железнодорожной отрасли. Это позволяет снизить расходы и воспользоваться новейшими разработками в сфере облачных вычислений;

• централизация. Предполагается концентрация ответственных приложений для железнодорожного транспорта в небольшом числе ЦОД SIL4;

• масштабируемость. Центры обработки данных уровня SIL4 должны допускать наращивание ресурсов по мере развития процессов цифровизации железных дорог Германии и поддерживать будущие приложения, требующие интенсивной обработки данных;

• гибкость. Должна существовать возможность портирования приложений в другие ЦОД SIL4.

При проведении совместного исследования использовались результаты выполненных ранее работ по созданию базовой безопасной вычислительной платформы в рамках двух инициатив – RCA (эталонная архитектура стационарной системы обеспечения безопасности и управления движением поездов, см. «ЖДМ», 2019, № 6, с. 54–58) и OCORA (открытая эталонная архитектура бортовой системы управления и безопасности, см. «ЖДМ», 2021, № 1, с. 43–45). При этом прежде всего учитывались требования к подобным платформам.

Кроме того, специалисты Siemens и DB опирались на опыт работ по инициативе EULYNX (стандартизация интерфейсов микропроцессорной централизации, см. «ЖДМ», 2017, № 5, с. 66–70) и на действующие стандарты по киберзащищенности.

В дополнение к требованиям, сформулированным в документах RCA и OCORA, были разработаны концепции реализации ответственных приложений с их размещением в географически распределенных ЦОД, чтобы обеспечить устойчивость комплексной системы к явлениям, имеющим катастрофические последствия (таким как землетрясения или наводнения).

Архитектура ЦОД SIL4

Разработанная в ходе исследования архитектура предусматривает использование модульной

многоуровневой структуры с однозначно прописанными стандартизированными программными интерфейсами между отдельными уровнями. Такой подход позволяет не только подбирать разные компании-исполнители для разработки и внедрения отдельных компонентов программного и аппаратного обеспечения, но также учитывать разные жизненные циклы этих компонентов. Например, появляется возможность чаще менять аппаратное обеспечение на более современное без необходимости подтверждать безопасность после каждого обновления.

Архитектура ЦОД SIL4 включает следующие компоненты (рис. 1):

• аппаратное обеспечение с использованием компонентов COTS, причем к нему не выдвигается никаких требований с точки зрения обеспечения безопасности функционирования, что допускает простую замену этих компонентов. Между программными уровнями, выполняющими ответственные функции, и аппаратным обеспечением нет никаких взаимосвязей, влияющих на безопасность. Единственное требование состоит в наличии достаточной вычислительной мощности, характеризуемой количеством процессорных ядер, памяти и т. п.;

• загрузочная операционная система, используемая для стандартизированного и независимого от вендора управления аппаратной платформой COTS. Она обеспечивает дистанционные загрузку всего программного обеспечения и данных в аппаратную платформу и их актуализацию;

• виртуализация позволяет устранить зависимость программного обеспечения ЦОД SIL4 от конфигурации аппаратной платформы и изолировать программные приложения друг от друга, обеспечив защиту от их взаимного влияния. При этом ПО виртуализации должно поддерживать приложения ЦОД SIL4 и его аппаратное обеспечение. Это означает, что необходимо реализовать распределение ответственного ПО между разными компонентами аппаратной платформы с целью подтверждения безопасности и поддерживать работу этого программного обеспечения в режиме, близком к реальному времени. В отличие от архитектуры RCA и OCORA, где средства виртуализации интегрированы в среду исполнения, в архитектуре ЦОД SIL4 ПО виртуализации выделено в отдельный уровень, поскольку относится в большей мере к инфраструктуре ЦОД;

• среда исполнения для приложений SIL4 отделяет эти приложения от небезопасных нижних уровней. Она отвечает за безопасное и корректное по времени исполнение нескольких дубликатов приложений и безопасный обмен информацией между разными приложениями и с внешними системами;

• вновь разрабатываемые ответственные приложения получают поддержку от безопасных и стандартизированных сервисов среды исполнения, таких как распределение дубликатов приложений, голосование и безопасный обмен данными (рис. 2). Таким образом, разработчики приложения могут сконцентрировать усилия на логике приложения, а не на сопутствующих функциях;

• унаследованные приложения. Большое число уже внедренных систем ЖАТ (например, МПЦ) требует разработки концепции их поддержки на переходном этапе. Такие унаследованные приложения должны исполняться напрямую на уровне визуализации и самостоятельно отвечать за функциональную безопасность. Это позволяет избежать необходимости в адаптации унаследованных приложений для удовлетворения требований сопряжения со средой исполнения ЦОД SIL4.

Комплекс в составе аппаратного обеспечения COTS, загрузочной операционной системы и ПО виртуализации образует универсальную вычислительную платформу, которая в сочетании со средой исполнения формирует безопасную вычислительную платформу, отвечающую требованиям эталонных архитектур RCA и OCORA.

В ходе исследования были идентифицированы важнейшие интерфейсы и характеристики, необходимые для унификации ЦОД SIL4, построенного с применением компонентов разных поставщиков. Необходима унификация:

• характеристик аппаратного обеспечения COTS и его пользовательского интерфейса в масштабах как минимум одного ЦОД SIL4. При этом желательно разработать на международном уровне соответствующую эталонную архитектуру;

Рис. 1. Архитектура ЦОД SIL4

• загрузочной операционной системы на серверах всех ЦОД SIL4 конкретного оператора железнодорожной инфраструктуры, чтобы обеспечить возможность замены аппаратного обеспечения COTS и добиться единообразия процессов установки, обновления и загрузки компонентов ПО;

• интерфейса с инфраструктурой ЦОД, относящегося к дистанционной установке и обновлению ПО, а также сопутствующим процессам подготовки загружаемых программ и данных, остановки и перезапуска отдельных компонентов. В качестве основы может быть взят стандартный интерфейс технической поддержки SMI из спецификации EULYNX;

• пользовательского интерфейса ПО виртуализации (для среды исполнения и унаследованных приложений). Уровень виртуализации не должен восприниматься средой исполнения либо унаследованным приложением как функционально безопасный, чтобы исключить какие-либо влияющие на безопасность зависимости между этими компонентами. Кроме того, уровень визуализации должен быть реализован в масштабе одного ЦОД SIL4 в виде унифицированного ПО;

• интерфейса с инфраструктурой ЦОД, относящегося к информационной безопасности и сопутствующим процессам. При этом важно учитывать короткий жизненный цикл компонентов ПО, связанных с информационной безопасностью. Необходимо обеспечить возможность простой замены не влияющих на функциональную безопасность компонентов ПО среды исполнения и унаследованных приложений таким образом, чтобы не потребовалось повторно выполнять процедуры подтверждения функциональной безопасности;

• интерфейса с центральной диагностической системой, например на основе стандартного диагностического интерфейса SDI из спецификации EULYNX;

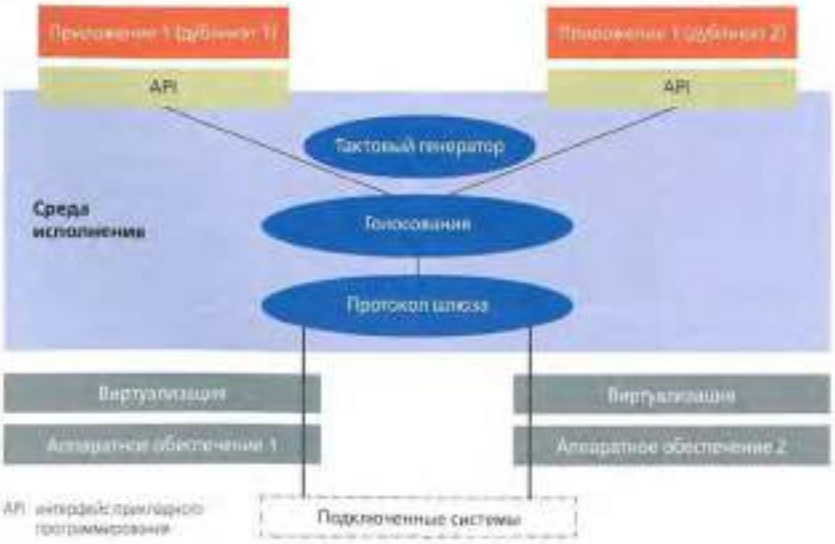
• интерфейса с внешними железнодорожными приложениями независимо от того, где они установлены – в ЦОД SIL4 или вне его. Такой интерфейс SCI уже стандартизирован и описан в спецификации EULYNX;

• универсального интерфейса прикладного программирования среды исполнения для разработки новых приложений. При этом важно учитывать, что состояния приложения, влияющие на безопасность, зависят от концепции среды исполнения, а потому их, очевидно, нельзя задать как универсальные. Кроме того, для каждой среды исполнения конкретное приложение необходимо заново компилировать, интегрировать и валидировать. Одним из важных требований к среде исполнения является обеспечение критичных по времени коммуникаций между приложениями. Если необходимо установить минимальное время задержки обмена данными между приложениями, то следует увязывать эти приложения при дублировании, чтобы избежать увеличения времени задержки при распределении сообщений в циклически работающих системах. Такая увязка приложений требует создания специальных механизмов и сервисов в среде исполнения. Они также нуждаются в стандартизации;

• безопасных протоколов обмена данными между приложениями, что обязательно в случае разработки ПО среды приложения разными поставщиками. Существующие протоколы, такие как RaSTA, работают по принципу «точка – точка» и могут использоваться здесь только с большими ограничениями;

• процессов и инструментария для независимого от вендоров тестирования при интеграции отдельных компонентов в комплексную систему.

Рис. 2. Базовая архитектура среды исполнения



Наряду с архитектурой центров обработки данных с уровнем безопасности SIL4 в ходе исследования была разработана концепция географически разнесенного резервирования приложений. Такое резервирование предусмотрено в отношении как дубликатов приложений, так и среды их исполнения (рис. 3). При этом дубликаты приложений могут работать по схемам 2oo2 или 2oo3.

Концепция информационной безопасности систем сигнализации и управления движением поездов, разработанная в рамках исследовательского проекта X2Rail-3, мо-

жет быть реализована для выбранной архитектуры ЦОД SIL4, причем, очевидно, без изменений.

Интеграция и тестирование

Наряду с разработкой архитектуры ЦОД SIL4 компании Siemens Mobility и DB проанализировали ее влияние на процессы интеграции и тестирования. Сложность и стоимость этих процессов возрастают по мере увеличения числа поставщиков отдельных компонентов центров обработки данных. Однако наиболее важный результат этого анализа состоит в необходимости передачи ответственности за интеграцию и тестирование компании–оператору железнодорожной инфраструктуры.

Кроме того, для формирования комплексной системы из отдельных компонентов разных поставщиков необходимы специальный инструментарий и концепция, позволяющая использовать при этом стандартизированные процессы, интерфейсы, инструменты и автоматически выполняемые сценарии тестирования.

Допуск к эксплуатации

Исследование показало, что выбор в пользу модульной архитектуры ЦОД SIL4 может привести к заметно более высоким расходам на валидацию и экспертное заключение, требуемые для допуска к эксплуатации. При наличии нескольких продуктов одинакового назначения от разных поставщиков (например, ПО среды исполнения) потребуется проверять все возможные комбинации компонентов ЦОД. Поэтому целесообразно найти компромисс между желанием добиться высокой гибкости системы и ростом затрат на допуск к эксплуатации.

Важным условием для эффективной последующей эволюции уже допущенной к эксплуатации системы является исключение или минимизация потребности в повторном получении допуска к эксплуатации при переходе на новое аппаратное обеспечение, обновлении ПО и т.п. Для этого необходима разработка концепции модульной сертификации ЦОД SIL4.

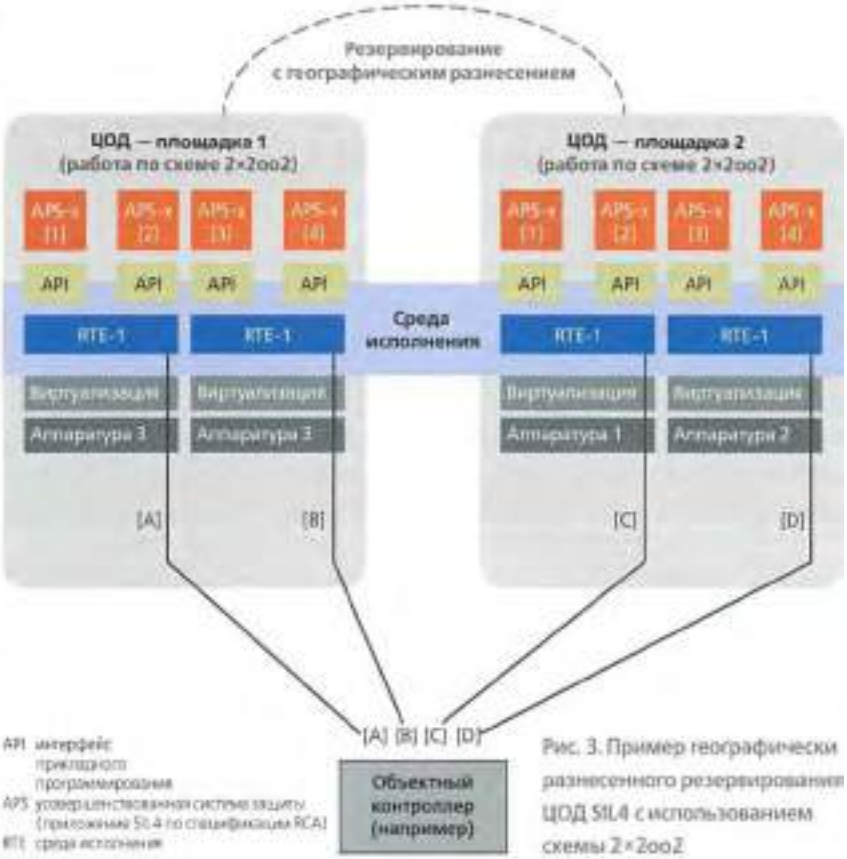


Рис. 3. Пример географически разнесенного резервирования ЦОД SIL4 с использованием схемы 2×2oo2

Экономическая эффективность

В ходе исследования изучались экономические аспекты перехода к стандартизированным ЦОД SIL4. Результаты анализа подтвердили, что, несмотря на значительные инвестиции, требуемые на разработку и создание таких центров, в долгосрочной перспективе ЦОД SIL4 экономически оправданны. Положительный эффект достигается уже при переносе в ЦОД SIL4 существующих железнодорожных приложений (например, цифровых МПЦ), а преимущества таких центров в полной мере раскрываются по мере роста уровня цифровизации железных дорог с переходом к беспилотному вождению поездов и дальнейшему сокращению интервалов между ними. Кроме того, можно ожидать, что стандартизация позволит повысить гибкость и сократить расходы на эксплуатацию центров обработки данных с уровнем безопасности SIL4.

Совместное исследование, проведенное Siemens Mobility и DB, показало, что создание центров обработки данных с уровнем безопасности SIL4 возможно и оправдано. Специалисты обеих компаний идентифицировали задачи, которые предстоит решить на следующих этапах. Отчет об исследовании (Research Report SIL4 Data Center) с октября 2021 г. доступен на сайтах программы Digitale Schiene Deutschland железных дорог Германии и компании Siemens.

А. Ефремов

По материалам отчета Research Report SIL4 Data Center; Signal und Draht 2021, № 10, S. 41–48

Цифровые сервисы управляют движением

Артём Шауро, ведущий технолог отдела маркетинга и развития бизнеса Главного вычислительного центра

Внедрение современных информационных технологий и цифровых сервисов в управление городскими и пригородными перевозками обеспечивает новое качество транспортных услуг. Главный вычислительный центр (ГВЦ) предоставляет IT-услуги для проектов развития и функционирования такого вида городских перевозок, как Московские центральные диаметры (МЦД).

Проводимая в ходе строительства МЦД масштабная модернизация вокзальных и станционных объектов, инфраструктуры пути и полосы отвода, энергоснабжения и подвижного состава способствовала внедрению IT-решений ГВЦ по информированию пассажиров на вокзалах и городском транспорте с использованием геоинформационных систем ГЛОНАСС.

На двух первых линиях Московских центральных диаметров (МЦД-1 Одинцово – Лобня, МЦД-2 Нахабино – Подольск) в конце 2019 года реализован и развивается проект информационного обеспечения ГУП «Московский метрополитен». Он предполагает оперативное предоставление ГВЦ информации о нормативном графике движения, графике исполненного движения, о фактическом местонахождении поезда по маршруту следования, позволяет решить ряд технологических задач по управлению и контролю за движением общественного автотранспорта по муниципальной маршрутной сети города, оперативному регулированию, учёту и анализу движения.

Выполнение задачи стало возможным благодаря программно-аппаратным средствам управления железнодорожным транспортом ОАО «РЖД», взаимодействующим с навигационными модулями GPS/ГЛОНАСС. Так, связывание комплексного локомотивного устройства безопасности КЛУБ с бортовым навигационным устройством дало возможность получить дополнительный источник информации о номере поезда и снизить риск некорректной привязки координат к нитке нормативного графика движения поезда.

Кроме того, ГВЦ совместно с Департаментом информатизации ОАО «РЖД» и АО «НИИАС» разработали критерии определения полноты информации о фактическом движении поездов на МЦД, проведена модернизация системы мониторинга полноты и качества данных о фактическом движении поездов. Система включает инструменты для анализа данных о фактическом движении поездов по станциям, что позволяет анализировать случаи задержки и искажения передаваемой информации, объективно определять причины нарушений полноты данных, выявлять участки пути с минимальным количеством передаваемых географических координат, разрабатывать на этой основе мероприятия по улучшению качества информирования пассажиров.

РАЗВИТИЕ ПЕРЕВОЗОК ГРУЗОВ В ИНТЕРМОДАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ ГРУЗОВЫХ ЕДИНИЦАХ

С.А. ВИНОГРАДОВ,
генеральный директор АО «Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта» (АО «ВНИИЖТ»),
кандидат технических наук

М.И. МЕХЕДОВ,
АО «ВНИИЖТ», заместитель генерального директора – директор научного центра «Цифровые модели перевозок и технологии энергосбережения» (НЦ «ЦМПЭ»),
кандидат технических наук

А.В. ХОМОВ,
АО «ВНИИЖТ», технический эксперт НЦ «ЦМПЭ»,
кандидат технических наук

К.И. ШВЕДИН,
АО «ВНИИЖТ», заместитель директора НЦ «ЦМПЭ»

НА РАЗВИТИЕ транспортных систем значительное влияние оказывают не только технологические инновации, но и экономические и социальные изменения. Так, появление контейнерных перевозок в 1920–1930 гг. было ответом железных дорог на мобильность населения при трудоустройстве в других городах. Британская железнодорожная компания LMS впервые предложила услугу перевозки домашних вещей из одного города в другой в контейнерах, гарантируя их сохранность при перегрузке с железнодорожного транспорта на автомобильный (**рис. 1**). Под эгидой Международной торговой палаты было создано Международное бюро контейнеров (Bureau International des Containers –BIC), которое курировало стандарты контейнеров [1]. В 1933 г. Бюро приняло решение об обязательных параметрах контейнеров, используемых в международных перевозках в Европе (см. **таблицу**). Однако данный вид перевозки в то время не получил распространения за пределами Британии.

Дальнейшее развитие интермодальных грузовых единиц происходило одновременно с развитием погрузочно-выгрузочной техники. На рынке транспортных услуг появились поддоны и погрузчики (**рис. 2**) [2]. Первый патент на поддон для первого ви-

Размеры европейских контейнеров с 1.07.1933 г. до 1.04.1935 г.

Грузоподъемность, т	Длина, м	Ширина, м	Высота, м
5	3,25	2,15	2,20
	2,15	2,15	2,20
2,5	2,15	1,05	2,20
	2,15	1,05	1,10

Рис. 1. Контейнеры британской компании LMS

Рис. 2.
Первые погрузчики для перевозки поддонов

Рис. 3.
Первая контрейлерная перевозка на североамериканской железной дороге North Shore Line

лочного погрузчика был зарегистрирован в 1924 г. [3]. В 1940-х годах конструкция получила дальнейшее развитие с разработкой поддонов с четырехсторонним входом. Популярность поддонов резко возросла во время Второй мировой войны, когда между союзными странами был согласован универсальный поддон стандартного размера 48×48 см для простоты отгрузки и транспортировки, а использование поддона и вилочного погрузчика стало ключевым компонентом стратегии военной логистики США.

Рис. 4.
Современные технологии погрузки и выгрузки контрейлеров

Перспективной интермодальной транспортной грузовой единицей являются контрейлеры. Если не учитывать перевозку цирка Barnum & Bailey в 1872 г. во время турне по Америке на специально созданных для этого плоских вагонах, то первая железнодорожная перевозка с использованием контрейлеров состоялась в 1926 г. С этого времени клиентам североамериканской железной дороги North Shore Line стали предлагать новый сервис (**рис. 3**). Этот способ перевозки начал набирать популярность несмотря на трудоемкий и примитивный способ погрузки, при котором было необходимо каждый трейлер провезти по всей длине поезда до места закрепления. Современные технологии позволяют выполнять грузовые операции с контрейлерами за очень короткое время (**рис. 4**).

Постоянное контрейлерное сообщение между Вероной (Италия) и Кёльном (Германия) появилось лишь в 1972 г. Организаторы контрейлерных перевозок в Европе столкнулись с проблемами, связанными с высотой подвесок системы электроснабжения, тоннелями и мостами. Помимо габарита погрузки (контрейлерный габарит), одной из проблем было увеличение аэродинамического сопротивления под воздействием встречного ветра. Появлялся и риск поперечного сдвига вагона с

контрейлером под действием бокового ветра. При этом гребни колес прижимаются к боковой грани рельса и возрастают силы трения скольжения и общее сопротивление движению, подобно тому, что происходит при проследовании кривого участка пути. Оптимальным вариантом в данном случае является перевозка грузов в съемном кузове, который представляет собой кузов грузового автомобиля, отделяющийся от шасси и устанавливающийся на откидных опорах (**рис. 5**).

Внутренняя ширина съемного кузова позволяет погрузить в него больше стандартных поддонов, чем в контейнер. Но главным преимуществом использования съемного кузова в интермодальной перевозке является возможность его снятия с автомобиля и установки на автомобиль без дополнительного грузоподъемного оборудования [4]. Пневмоподвеска автомобиля позволяет устанавливать съемный кузов на опоры путем уменьшения дорожного просвета.

Перевозки в съемных кузовах начали стремительно развиваться с 1980 г., когда европейская автомобильная промышленность начала производить грузовые автомобили с пневматической подвеской и во многих логистических системах новые интермодальные единицы стали вытеснять из обращения обменные полуприцепы. Для перевозки по железной дороге съемные кузова оборудованы специальными кантами по бокам для захвата спредером ричстакера или крана (**рис. 6**) и пазами для вилочного погрузчика.

В последнее время наибольшую популярность приобретают малотоннажные съемные кузова (**рис. 7**), которые активно используются в работе торговых предприятий и крупнейшей компании международной индустрии экспресс-доставки документов, посылок и корпоративных грузов TNT Express.

Рис. 5. Съемный кузов (swapbody)

Рис. 6. Погрузка-выгрузка съемного кузова

В России очень долгое время для внутренних перевозок применялись среднетоннажные контейнеры грузоподъемностью 3 и 5 т. При этом на рынке услуг по предоставлению универсальных среднетоннажных контейнеров при осуществлении внутренних перевозок грузов железнодорожным транспортом общего пользования ОАО «РЖД» имело долю более 50 % и занимало доминирующее положение. Передача в 2013 г. ОАО «РЖД» парка среднетоннажных контейнеров в количестве 130 тыс. штук ОАО «ТрансКонтейнер» привела к оттоку грузов с железнодорожного транспорта на автомобильный.

Рис. 7. Малотоннажные съемные кузова

Рис. 8. Платформа-адаптер для перевозки среднетоннажных контейнеров

Маркетинговые исследования, проведенные сотрудниками АО «ВНИИЖТ» в 2020–2021 гг., доказали потребность грузоотправителей в среднетоннажной возвратной таре. Наиболее востребованной является интермодальная транспортная грузовая единица грузоподъемностью 5 т. АО «ВНИИЖТ» предлагает использовать новую интермодальную среднетоннажную тару, размеры которой соответствуют стандарту ISO, что дает возможность перевозить её на фитинговых платформах. Анализ схем установки фитинговых упоров на платформах показал, что в настоящее время отсутствуют платформы для перевозки 5-футовых контейнеров. Данный недостаток исключается при использовании платформы-адаптера (**рис. 8**). Адаптер целесообразно использовать до начала производства платформ со схемами установки упоров, соответствующими расположению фитингов на 5-футовом контейнере. В дальнейшем адаптеры можно применять как FlatRack-контейнеры для перевозки длинномерного и негабаритного груза.

Если среднетоннажные контейнеры оптимально подходят для транспортной логистики мелкого и среднего бизнеса и системы B2B (торговые операции между компаниями), то для повышения клиентоориентированности ОАО «РЖД» наиболее востребованной является система B2C – продажа транспортной услуги жителям страны. Пример такой услуги – доставка заказов интернет-торговли. Для сокращения времени погрузочных операций и экономии места используется поддон или паллета. Паллеты способствуют более быстрому перемещению груза во время автоматизированной погрузки-выгрузки, но не защищают груз от механического повреждения или атмосферных осадков. Если учитывать климатические условия, то наиболее приемлемой тарой для перевозки мелкой партии грузов следует признать паллетный борт.

В России самая распространенная конструкция паллетного борта – это деревянный контейнер с одним или несколькими ярусами (**рис. 9**). Деревянные паллетные борта имеют ряд недостатков, в частности большой вес, который увеличивается при повышенной влажности, и сравнительно короткий срок эксплуатации (до 5 лет). Подобных минусов лишены паллетные борта из пластика (**рис. 10**).

Интермодальная перевозка грузов состоит из трех этапов: консолидация груза, магистральная перевозка и распределение груза. Все этапы выполняются с использованием разных логистических систем и как минимум двух разных видов транспорта. Для магистральной перевозки типичным является водный или железнодорожный транспорт, а консолидация и распределение груза осуществляются автомобильным транспортом. Применение новых интермодальных транспортных грузовых единиц (паллетный борт, среднетоннажный контейнер, съемный кузов) в автомобильно-железнодорожных перевозках может снизить негативное воздействие выбросов CO_2 и других опасных газов на экологию. Однако организация интермодальных

Рис. 9. Паллетный борт, выполненный из пиломатериалов

Рис. 10. Паллетный борт, выполненный из пластика

перевозок требует инвестиций в строительство и обслуживание интермодальных терминалов и не всегда бывает конкурентоспособной по отношению к унимодальной (автомобильной) перевозке. Исследования в Европе показали, что расстояние около 400–500 км уже обеспечивает эффективность организации интермодальных перевозок [5].

На **рис. 11** представлены затраты на перевозку грузов автомобильным транспортом $C_{авт}$ и интермодальным (автомобильно-железнодорожным) $C_{интер}$ с дополнительными затратами на терминалах $C_д$, которые напрямую связаны с использованием новых технологий по переработке и хранению интермодальных грузовых единиц (L_1 – расстояние консолидации (завоза) грузов на терминал отправления, а L_2 – расстояние распределения (развоза) груза, которое выполняется автомобильным транспортом). Чем меньше расстояние завоза груза на терминал и затраты на терминальные операции, тем ближе к началу оси будет точка D – начало безубыточности интермодальной перевозки. На расположение этой точки влияет также выбор интермодальной транспортной грузовой единицы для организации комбинированной перевозки.

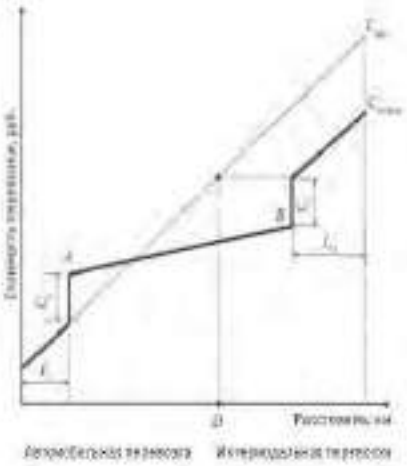


Рис. 11. Затраты на интермодальные перевозки

В ближайшей перспективе на участке графика AB (железнодорожная перевозка) планируется сокращение сроков доставки грузов за счет реализации в графике движения специальных ниток регулярного движения скоростных грузовых поездов при максимальном использовании конструктивных возможностей подвижного состава, спроектированного и построенного для скоростей движения, сопоставимых с маршрутными скоростями движения пассажирских поездов [6].

Особо следует остановиться на экологическом аспекте. Грузовой автомобиль с дизельным двигателем выделяет 11 кг углекислого газа на каждые 10 км пути, ненамного меньше выделяет автомобиль, работающий на био- или экотопливе [7]. Поскольку средний расход дизельного топлива у самого современного грузового автотранспортного средства из Швеции с электронной системой I-See, анализирующей дорожную ситуацию, и с двигателем Volvo D13TC составляет чуть более 22 л на 100 км, выброс углекислого газа на маршруте Москва – Новосибирск будет более 2 т [8]. Один железнодорожный состав, груженый новыми интермодальными транспортными единицами, заменит 50 автопоездов и предотвратит тем самым более 100 т вредных выбросов. Более того, снизятся износ дорог и шумовое загрязнение, улучшится ситуация с безопасностью движения на автодорогах страны.

Литература

1. History [Электронный ресурс]. – URL: https://www.bic-code.org/about-us/history. – Дата обращения: 02.08.2021.

2. From the Pyramids to the Present: A Journey Through the Pallet's Lifecycle [Электронный ресурс]. – URL: http://news.millwoodinc.com/blog/pallethistory. – Дата обращения: 02.08.2021.

3. The history of the forklift [Электронный ресурс]. – URL: https://blog.lillyforklifts.com/the-history-of-the-forklift. – Дата обращения: 02.08.2021.

4. *Хомов А.В.* Использование съемного кузова на первой и последней миле / А.В.Хомов // Логистика: форсайт-исследования, профессия, практика : мат. I Национальной научно-образоват. конф. Санкт-Петербург, 20 октября 2020 г. / ред. кол. В.В.Щербаков (отв. ред.) [и др.]. – СПб. : изд. СПбГЭУ, 2020. – С. 139–146.

5. Nemoto Toshinori. Intermodal transport and city logistics / Toshinori Nemoto, Jun Castro, Johan Visser [Электронный ресурс]. – URL : https://www.researchgate.net/publication/237788719_Title_Intermodal_Transport_and_City_Logistics. Дата обращения 04.08.2021.

6. Перспективы развития ускоренных грузовых перевозок / [С.А.Виноградов, М.И.Мехедов, С.П.Вакуленко, А.Ю.Якубень] // Железнодорожный транспорт. – 2021. – No. 4. – С. 10–15.

7. Great environmental benefits [Электронный ресурс]. – URL :https://www.flexiveggon.se/about-flexiveggon/environmental-benefits. – Дата обращения: 02.08.2021.

8. Самый экономичный седельный тягач : обзор [Электронный ресурс]. – URL: https://maz-diler.ru/blog/samyy-ekonomichnyy-tyagach-po-rashodu-topliva. – Дата обращения: 02.08.2021.

РАЗВИТИЕ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕВОЗКАМИ

И.Н. ШАПКИН,
Российский университет транспорта (РУТ (МИИТ)),
доктор технических наук, профессор

А.Н. ВДОВИН,
АО «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте» (АО «НИИАС»),
главный технолог Отделения автоматизации маневровой работы

Компания «Российские железные дороги» проводит большую целенаправленную работу по повышению качества логистических услуг с учетом быстро меняющихся экономической, политической, эпидемиологической ситуаций в стране и мире. Анализ текущего состояния логистических услуг позволяет выявить ряд следующих современных трендов, оказывающих существенное влияние на логистическую деятельность:

- снижение цен (демпинг) на логистическом рынке;
- уход с рынка слабых игроков в период спада перевозок;
- развитие кооперации, объединение логистических сервисов;
- отказ от закупок и увеличение спроса на услуги ремонта и технического обслуживания транспортных средств;

- увеличение спроса на услугу «сборные грузы»;
- внедрение новейших IT-технологий;
- заказ перевозок с мобильного устройства (появление отдельной отрасли «мобильные перевозчики»);
- развитие внутренних грузоперевозок и логистических цепочек;
- развитие аутсорсинга;
- появление спроса на доставку товаров в российские регионы;
- бесконтактная курьерская доставка;
- развитие доставки посылок дронами;
- постепенный перевод грузов с автотранспорта на железнодорожный транспорт;
- перевод логистических мероприятий в онлайн-формат;
- наличие антикризисного плана;
- развитие услуги «последняя миля».

Данные тренды укладываются в концепцию PL развития логистических услуг. Концепция PL (Party Logistics – сторона логистики) основывается на определении уровня привлечения независимых компаний (логистических провайдеров (операторов)) для решения бизнес-задач в интересах и от имени заказчика (производителя, дистрибьютора и т.д.). В настоящее время выделяют 1PL-, 2PL-, 3PL-, 4PL- и 5PL-логистику.

Особенности логистических технологий по уровням развития представлены на **рис. 1**.

Уровень 1PL – это автономная логистика, когда все необходимые операции (складирование, транс-

Рис. 1. Особенности логистических технологий по уровням развития

портировка и т.д.) выполняются грузовладельцем самостоятельно с помощью собственной инфраструктуры и персонала.

Уровень 2PL – самая простая форма аутсорсинга логистики. Сторонняя специализированная компания в рамках контрактных обязательств берет на себя выполнение задач по транспортировке товаров и техническому управлению складскими запасами.

Уровень 3PL – более развитая форма аутсорсинга. Кроме типовых задач, профессиональная логистическая компания может осуществлять операции по перегрузке, сортировке, упаковке и иной обработке грузов, а также предоставлять клиенту другие дополнительные услуги с высокой долей добавленной стоимости (в том числе используя субподрядчиков). В таком случае полный комплекс логистических услуг, от доставки и адресного хранения до управления заказами и отслеживания движения товаров, передается транспортно-логистической организации. Однако ее основной задачей является не работа со всей цепью поставок, а лишь качественное выполнение определенного комплекса физических операций.

При уровне 4PL имеется компания-интегратор, которая аккумулирует ресурсы, возможности и технологии собственной организации и других предприятий (как правило, 3PL-провайдеров) для проектирования, создания и поддержки комплексных решений по управлению цепями поставок. В отличие от уровня 3PL с большим спектром услуг на уровне 4PL делается акцент на анализ и реинжиниринг бизнес-процессов в компании-клиенте и внедрение технологий в интересах всей цепи поставок. Предлагаемые 4PL-решения носят стратегический характер, а услуги 3PL-провайдеров имеют тактическую направленность.

Деятельность 5PL-провайдеров обеспечивается поддержкой современных сетевых компьютерных технологий. Как и провайдеры 4PL, провайдеры 5PL не обладают материальными активами и нацелены на стратегическое управление цепями поставок, однако в большей степени ориентированы на модель виртуального предприятия. Под виртуальным предприятием понимается динамическая открытая бизнес-система, основанная на формировании юридически независимыми предприятиями единого информационного пространства в целях совместного использования их технологических ресурсов для реализации всех этапов работ по выполнению проекта (заказа клиента) от нахождения источников первичного сырья до сдачи продукции конечному потребителю. Как правило, 5PL-логистика нацелена на крупные компании, чьи цепи поставок представляют большую сложность в управлении, и стремится превратить цепи поставок своих клиентов в IT-управляемые системы связи между поставщиками и покупателями. При этом 5PL-провайдеры практически не обладают собственными материальными активами, а предоставляют знания и технологии.

Будущее логистического сервиса невозможно без развития информационных технологий (ИТ). И это развитие подразумевает не просто технологическое усовершенствование существующих функций, а выработку на базе IT-решений принципиально новых видов услуг (автоматизация подбора маршрута, онлайн-отслеживание, клиентские блоки для интегрированных заказчиков и пр.) В этом случае основные функции ИТ будут меняться от простого обеспечения работы единого информационного пространства компании к развитию ее сервисного уровня, что и станет основной функцией IT-секторов логистических провайдеров 4PL- и 5PL-уровней.

В современном мире наблюдается тенденция к переводу логистических услуг на аутсорсинг и технологии 3PL, 4PL и 5PL. Отрабатываются принципы, технические, технологические и информационные решения, решаются задачи интеграции и стандартизации для внедрения технологий виртуальной, распределенной логистики 5PL. Суть эволюции технологий логистики заключается в том, что 4PL-провайдер для

выполнения своих функций организует совместную работу между погрузочными фирмами (1PL), конечными потребителями (2PL) и логистическими провайдерами (3PL). Клиент отдает решение своих вопросов по логистике на аутсорсинг 4PL-провайдеру, который осуществляет полный комплекс логистических, организационных и финансовых задач:

- планирование, управление и оптимизация цепей поставок;
- стратегическое сетевое планирование;
- текущее планирование перевозок;
- отслеживание маршрута и информации о прохождении груза;
- эффективное управление продажами продукта;
- предоставление информационно-вычислительных ресурсов и услуг;
- финансовые услуги;
- интеграция информационных систем;
- управление складским хозяйством;
- планирование и оптимизация маршрутов перевозок;
- отслеживание статуса заказа и местонахождения груза;
- управление документацией (электронной, бумажной);
- поиск и предоставление персонала для работы с клиентом;
- консалтинг.

Стоит отметить, что в отличие от стран Западной Европы, Австралии, Новой Зеландии, где активно продвигаются и финансируются новейшие логистические и информационные технологии, в странах СНГ и Балтии развитие логистики идет весьма медленно, изолированно и разнонаправлено, что снижает общую эффективность и привлекательность сухопутных и водных маршрутов. Для получения экономического эффекта необходимо изучить опыт реального построения логистических схем и технологий 4PL и 5PL, выстроить эффективные цепочки поставок, научиться договариваться всем участникам процесса, построить единую информационную платформу с учетом местных особенностей, норм законодательства и т.п. При этом должна быть обеспечена совместимость с уже существующими международными системами и стандартами для информационного обмена.

Необходима индустрия исследовательских и научно-практических разработок проектов, взаимодействующих между собой импортонезависимых программных комплексов современной архитектуры и возможностей с четким пониманием целевых функций, стандартов и этапов достижения цели. Они должны обеспечивать полный цикл автоматизированного контроля и управления логистическим процессом, проектирования и адаптации нормативно-технологических документов с минимальным участием человека. Именно эти комплексы, основанные на решениях искусственного интеллекта (ИИ), бизнес-аналитике, самообучении, методах проектирования бизнес-процессов, использовании роботизированных программных модулей, интернета вещей и алгоритмов логистических технологий 4PL и 5PL, могут помочь сделать качественный шаг вперед. Функции комплексов – эффективно, с минимальным участием людей, решать задачи нормирования, тактического и оперативного управления, обеспечивать принятие решений по превентивным мерам для недопущения затруднений в пропуске поездопотоков, быстрой локализации сбойных ситуаций, планомерной подготовки к среднесрочным и долгосрочным трендам.

Основными задачами, которые должны регламентироваться нормативными документами и реализовываться ОАО «РЖД», являются:

- обеспечение безопасности и надежности перевозок, высокой скорости с соблюдением условий перевозок;
- доставка точно в срок и требуемыми клиентом партиями;
- доступность по тарифным условиям (в том числе мелкими, повагонными и групповыми отправками);
- простота, скорость и гибкость электронного оформления заявок и договоров на перевозку;
- доступность заказа вагонов в нужном количестве и в требуемые сроки, а также вагоноремонтной инфраструктуры.

Важнейшим инструментом является тарифное регулирование в допустимых границах для стимулирования грузоотправителей скидками или, наоборот, для сдерживания погрузки в определенных направлениях за счет повышения тарифа. Имея полную текущую и прогнозную картину погрузки, можно с помощью программных комплексов искусственного интеллекта формировать индивидуальные тарифные предложения грузоотправителям, предоставлять услуги по подбору вагонов с нужными характеристиками и с устраивающей стоимостью аренды и автоматически оценивать обратную связь по динамике погрузки. Предоставление индивидуальных скидок может быть рекомендовано на перевозки в определенных родах вагонов для корреспонденций в преимущественно порожних направлениях в целях сокращения дисбаланса вагонопотоков. Так, в настоящее время по большинству родов подвижного состава уровень пробега в порожнем состоянии (коэффициент порожнего пробега) достигает 38–45 %. Привлечение дополнительных клиентов, загрузка преимущественно

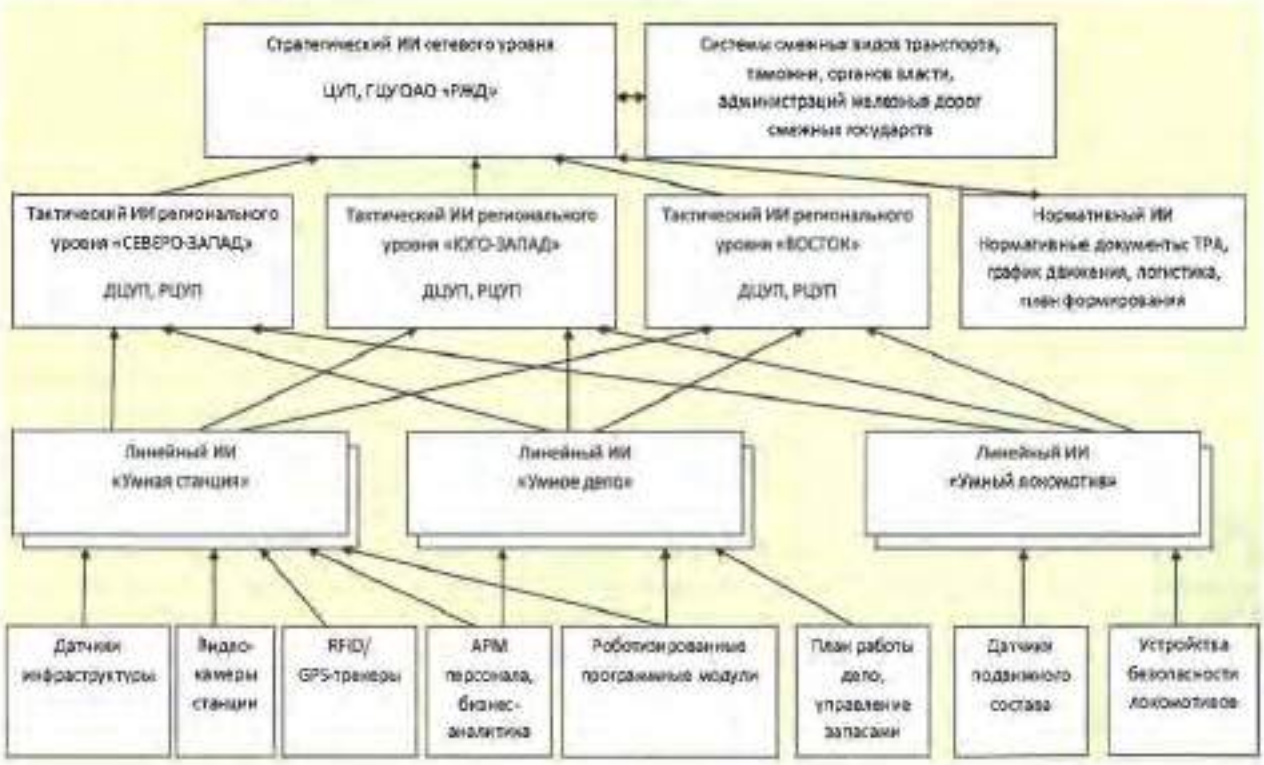
порожних направлений груженными корреспонденциями позволит улучшить баланс грузопотоков по направлениям и использование вагонного парка, что принесет дополнительные доходы от перевозок.

Основополагающим технологическим документом, определяющим порядок включения вагонов в поезда, является план формирования и отправительской маршрутизации. Наработан значительный научный и практический опыт в области организации вагонопотоков, но он рассчитан на стабильные большие объемы перевозок в условиях плановой экономики. Организация работы с малыми объемами вагонопотоков, повагонными и сборными отправками (перевозка грузов в паллетах, при которой в одном вагоне могут следовать грузы разным получателям), к сожалению, пока не отвечает в должной мере современным требованиям по многим показателям качества перевозки, в частности по скорости и предсказуемости фактической доставки. Поэтому необходимо пересматривать научные и методологические подходы к организации вагонопотоков, чтобы обеспечить простое и быстрое образование составов поездов и минимальные простои в пути следования каждой корреспонденции вагонопотока. При увеличении числа учитываемых критериев вагонов для включения в поезда на транзитных станциях снижается скорость их накопления и увеличиваются простои. Такой план формирования сложно поддерживать в актуальном состоянии, и требуется значительное время для его перерасчета.

Порядок использования пропускной способности инфраструктуры с соблюдением требований безопасности движения определяет график движения поездов. Он должен быть увязан с принятым планом формирования и модифицироваться синхронно с ним, но при этом не должно существовать в любой момент времени более одного графика движения, чтобы исключалась неоднозначная привязка поездов к ниткам графика. К сожалению, сейчас одновременно существуют сразу несколько вариантов графика с разными расписаниями ниток, что вызывает большие трудности в планировании и последующем учете выполнения графика. Технология автоматизированного расчета графика движения по итогам разработки и утверждения очередной модификации плана формирования под разработанные назначения поездов и прогнозируемые расчетные объемы также должна быть усовершенствована.

Рассмотрим более подробно возможности и области применения комплексов и технологий, основанных на решениях искусственного интеллекта. Концептуальная схема их использования представлена на **рис. 2**. Искусственный интеллект — это программный комплекс, выступающий в роли цифрового помощника лиц, принимающих решения. Он обладает

Рис. 2. Концептуальная схема применения программных комплексов



способностью самообучения и развития логических возможностей за счет анализа большого объема информации, как накопленной, так и оперативно поступающей с автоматических мобильных и стационарных устройств, видеокамер и микрофонов, в целях решения поставленных задач в порядке их приоритетности.

Разработка и испытание подобного комплекса на основе нейронных сетей в качестве цифрового помощника маневрового диспетчера сортировочной станции Челябинск-Главный показали эффективность его применения и высокий потенциал для развития. Он хорошо интегрируется с комплексами «Умный локомотив», маневровой автоматической локомотивной сигнализацией, системой видеокамер и микрофонов для распознавания видео- и аудиоинформации и принятия типизированных решений самостоятельно, а в случае сложных нетривиальных ситуаций выдает человеку-оператору (маневровому диспетчеру) варианты действий. Сдерживающим фактором выступают неполная и противоречивая нормативно-технологическая база, неисправности контролирующих датчиков, самих объектов управления (вагоны, локомотивы, инфраструктура пути, сигнализации и энергетики), нечеткое распознавание объектов и моментов опасности.

Создание универсальных модульных программных комплексов искусственного интеллекта на станциях с подбором необходимых параметров настройки и программ самообучения, установлением приоритетов решения задач на детализированных технологических цепочках процессной модели и последующее их объединение в единую нейросеть для полигонов железных дорог под управлением комплексов ИИ сетевого и регионального уровней позволит ставить различные эксплуатационные задачи и контролировать их исполнение.

За счет использования роботизированных программных комплексов большинство существующих функций диспетчерского аппарата будет полностью автоматизировано, люди смогут контролировать работу модулей искусственного интеллекта и принимать решения в нестандартных ситуациях. Первая задача всех этих комплексов – поддерживать процесс работы станций, использования локомотивов и бригад в устойчивом состоянии, предупреждая сбойные ситуации и затруднения и предлагая варианты их решения в максимально оперативном режиме. Вторая задача – помощь в планировании работы за счет направленного перебора вариантов, изучения накопленного положительного и отрицательного опыта. Третья задача – автоматизация разработки и корректировки всего комплекса технологических документов в их тесной увязке: транспортный заказ – план формирования – график движения – технологический процесс работы станции – технология работы тяговых ресурсов – система отчетности и оценки качества. Вся первичная информация об объектах (мобильных и стационарных) должна формироваться полностью автоматически с минимальным участием людей.

Интернет вещей в железнодорожной отрасли может быть применен как составная часть умного локомотива, умного депо, умной станции, а также как источник первичной и контролирующей информации для комплексов ИИ линейного, регионального и сетевого уровней. Технологии позволяет контролировать передвижение и местоположение грузовых вагонов, локомотивов, электропоездов, высокоскоростных поездов для предоставления дополнительных информационных сервисов работникам ОАО «РЖД», пассажирам, грузовладельцам, операторам подвижного состава. Собираемая с датчиков информация дает возможность удаленно следить за техническим состоянием подвижного состава, прогнозировать предотказное состояние для предотвращения поломки элементов конструкции или оборудования, тем самым повышать безопасность движения, снижать затраты на устранение неисправностей и связанные с этим задержки в движении.

Элементы технологии интернета вещей могут использоваться и для непрерывного слежения за железнодорожной инфраструктурой: рельсами, стрелочными переводами, светофорами, переездами и др. С помощью датчиков можно контролировать состояние инфраструктуры в реальном времени и прогнозировать предотказные состояния. Постоянная связка статуса (занят или свободен путь, открыт или закрыт светофор, участие в поездном или маневровом маршруте) стационарных объектов, точной координатной дислокации подвижных объектов (маневровых и поездных локомотивов и моторвагонного подвижного состава) через информационный ресурс линейного ИИ позволит вывести посредством систем бизнес-анализа комплекс оперативной и аналитической информации, в том числе о состоянии локомотива по данным датчиков, текущий статус выполнения задания с отклонениями и предстоящий план работы каждого объекта. Также могут быть выданы картинки с любой мобильной или стационарной камеры на станции и звук с микрофонов.

Система дополненной реальности позволяет выдавать дополнительную информацию по объ-

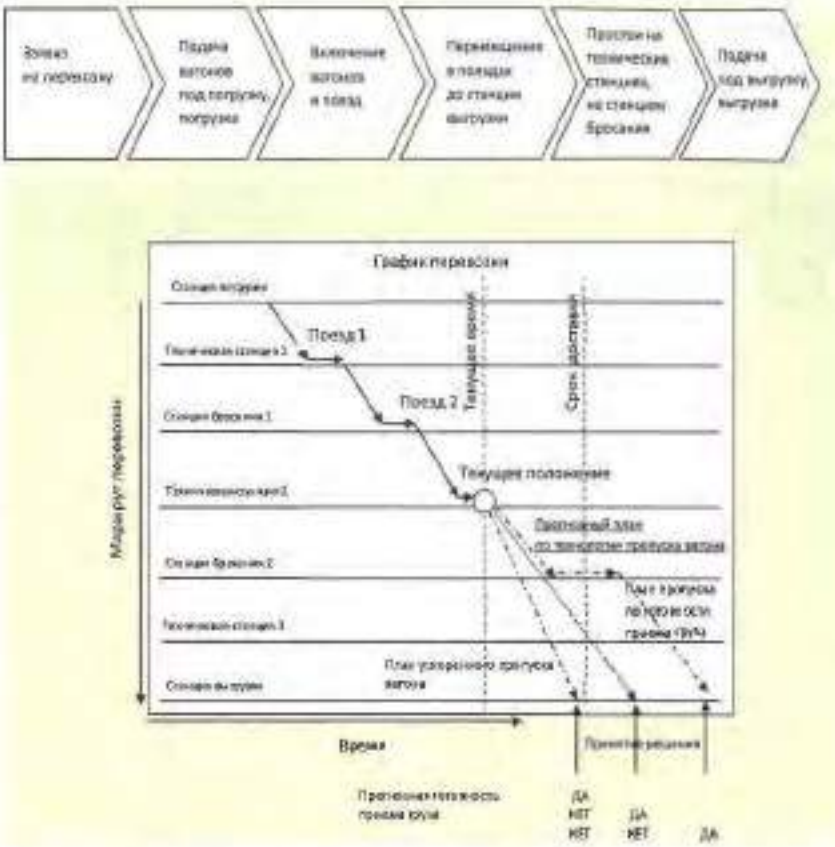


Рис. 3. Пример отслеживания вагонов в логистической цепочке и принятия управляющих решений

ектам, попадающим в поле зрения человека, а также сигналы ключевых индикаторов для постоянного привлечения внимания.

Системы бизнес-анализа и дополненной реальности предназначены для эффективной работы руководителей, аналитиков, диспетчерского аппарата с поступающей информацией для принятия ключевых решений, рассмотрения и выбора варианта действий при авариях, сбойных ситуациях, оценке результатов моделирования последствий решений, оценке их эффективности. Реализация и контроль выполнения принятых решений остается за комплексом линейных ИИ. Ключевые возможности инструментов бизнес-анализа:

- сбор, трансформация, хранение данных из любых источников;
- обновление данных по гибким настройкам;
- интерактивные дашборды как средство визуализации;
- высокая скорость пересчета показателей;
- работа на стационарных и мобильных устройствах;
- гибкая настройка доступа к данным;
- единый центр достоверной информации.

В настоящее время на рынке имеется большое число разработок бизнес-аналитики, включая отечественные продукты корпоративного класса, функциональные возможности которых постоянно развиваются. Инструменты бизнес-анализа, используя многочисленные источники данных, в том числе результаты расчетов систем искусственного интеллекта регионального и сетевого уровней, позволяют своевременно принимать эффективные решения. Например, мониторинг текущего положения вагонов, следующих по своим логистическим схемам в соответствии с графиком перевозки, позволяет выявить отклонения, рассчитать прогноз доставки до станций назначения, получить данные о готовности приема груза на станциях назначения.

Анализ текущего положения, прогноза доставки, готовности приема позволяет сформулировать новые задачи и сменить приоритеты в доставке партий грузов, перераспределить ресурсы и передать перерасчитанный план в диспетчерский центр управления перевозками полигонов следования, где комплекс искусственного интеллекта регионального уровня возьмет на себя задачу детализации нового плана и контроля его выполнения. Анализ фактического выполнения осуществляется автоматически и отражается на АРМ в системе бизнес-анализа. Автоматический мониторинг плановых и фактических значений в комплексе ИИ обеспечивает в дальнейшем перерасчет планов с учетом накопленного опыта.

Пример отслеживания вагонов в логистической цепочке и принятия управляющих решений представлен на **рис 3**.

Все рассмотренные в статье технические и программные средства, без сомнения, могут помочь лучше организовать перевозочный процесс на железной дороге при обеспечении высокого уровня безопасности и соблюдении сроков доставки. ОАО «РЖД» предстоит большая работа по созданию современной информационно-технологической инфраструктуры для перехода на новый уровень логистики перевозок, привлечения новых клиентов и обеспечения высокого качества транспортного обслуживания.

ИННОВАЦИОННАЯ ПЛАТФОРМА ДЛЯ УСКОРЕННОЙ ПЕРЕВОЗКИ РЕФРИЖЕРАТОРНЫХ КОНТЕЙНЕРОВ

В.С. КОССОВ,
генеральный директор АО «Научно-исследовательский и конструкторско-технологический институт подвижного состава» (АО «ВНИКТИ»), доктор технических наук, профессор

В.А. НИКОНОВ,
АО «ВНИКТИ», главный конструктор

Г.И. ГАДЖИМЕТОВ,
АО «ВНИКТИ», руководитель испытательного центра подвижного состава

В условиях значительного роста объемов контейнерных перевозок все более широко практикуется формирование и пропуск ускоренных контейнерных поездов. Это предъявляет соответствующие требования к подвижному составу, используемому для транспортировки контейнеров. С учетом перспективных условий эксплуатации он, в частности, должен обеспечивать эксплуатационную скорость до 140 км/ч, возможность перевозки двух 40-футовых контейнеров с навесными дизель-генераторными установками типа GenSet с предельной массой по грузоподъемности вагона. Вагоны также должны иметь более совершенную экипажную часть для снижения воздействия на верхнее строение пути при повышенных скоростях движения.

Анализ технико-экономических параметров существующего парка грузовых вагонов-платформ для контейнерных перевозок показывает, что вагоны эксплуатиру-

Таблица 1

Технико-экономические параметры парка грузовых вагонов-платформ для контейнерных перевозок

Параметр	Действующий парк							Перспективный парк
	13-9975	13-6903	13-1796-04	13-6964-01	13-1281	13-2118	13-9751-01	13-6704
Изготовитель	ООО «УК «РМ Рейл», АО «НМЗ»	ПАО «НПК ОВК»	ОАО «Полтавахимаш», ОАО «Азовмаш»	ВАО «ЗМК»	ОАО «Рузхиммаш»	ОАО «Алтайвагон»	ОАО «Трансмаш»	АО «Калуга РПМ»
Грузоподъемность, т	70,0	74,5	70,0	69,0	68,0	69,0		75,0
Масса тары, т	23,7	25,0	23,6	25,0	26,0	25,0	25,5	48,0
Нагрузка от колесной пары на рельсы, кН (тс)	230,46 (23,50)	245,17 (25,00)			230,46 (23,50)			201,04 (20,50)
Длина по осям автосцепок, мм	25690	25620	25690	25220	25720	26220	25380	26300
Габарит погрузки по (1)	1-Т				02-ВМ	1-Т	1-ВМ	1-Т
Конструкционная (эксплуатационная) скорость, км/ч	120 (90)							140 (140)
Тележка	18-100	18-9855	18-100					18-6731
Срок службы, лет	32						–	32
Год постановки на серийное производство	2013	2016	2006	2017	2008			2022

емого парка пока не в полной мере соответствуют указанным требованиям (**табл. 1**). С учетом этого в 2019 г. учеными отрасли и специалистами ОАО «РЖД» были разработаны и утверждены технические требования к перспективным грузовым вагонам для контейнерных и контрейлерных перевозок.

В настоящее время по заказу АО «Федеральная грузовая компания» АО «ВНИКТИ» совместно с предприятиями АО «Синара – Транспортные машины» развернуты работы по созданию и постановке на производство вагона-платформы модели 13-6704 (**рис. 1**). Платформа предназначена для ускоренных контейнерных перевозок с эксплуатационной скоростью 140 км/ч. Она оснащена трехосными тележками, имеет погрузочную длину более 80 футов и способна перевозить перспективные контейнеры длиной 53 фута и типовые контейнеры 45, 40 и 20 футов в различных комбинациях с максимальной массой одиночного контейнера до 42 т. Особенностью платформы является возможность при грузоподъемности 75 т транспортировать два 40-футовых рефрижераторных контейнера с навесными дизель-генераторными установками.

Рис. 1. Шестиосный вагон-платформа модели 13-6704

При создании платформы учитывался ряд важных факторов, связанных с доставкой продукции в рефрижераторных контейнерах. Первый и главный из них – время непрерывной работы автономной силовой установки типа GenSet. Без вмешательства оператора оно составляет 9 сут из-за лимита на количество топлива в баке, объем которого равен 492 л (**рис. 2**).

Второй важный фактор – скорость продвижения подвижного состава по железной дороге. Она зависит от максимальной протяженности маршрута доставки груза. Так, при необходимости доставить рыбную продукцию по маршруту Владивосток – Санкт-Петербург длиной около 9,6 тыс. км не более чем за 9 сут, из которых 2 сут уйдут на погрузочно-разгрузочные работы, минимально допустимая маршрутная скорость должна быть 1370 км/сут.

Еще одной определяющей характеристикой является грузоподъемность платформы, а также связанные непосредственно с ней параметры, такие как осевая нагрузка, габаритная длина, база и соотношение масс тара/брутто. Для оптимизации этих параметров была разработана грузовая трехосная тележка модели 18-6731 (**рис. 3, табл. 2**). Она позволяет реализовать скорость 140 км/ч и увеличить грузоподъемность платформы при нагрузке от оси колесной пары на рельсы до 200 кН. Рама выполнена в виде единой сварной конструкции, на которую устанавливаются одноступенчатая пружинная подвеска и гидродемпферы для улучшения ходовых динамических качеств и минимального воздействия на инфраструктуру.

Выполненное в ходе исследований математическое моделирование показало снижение

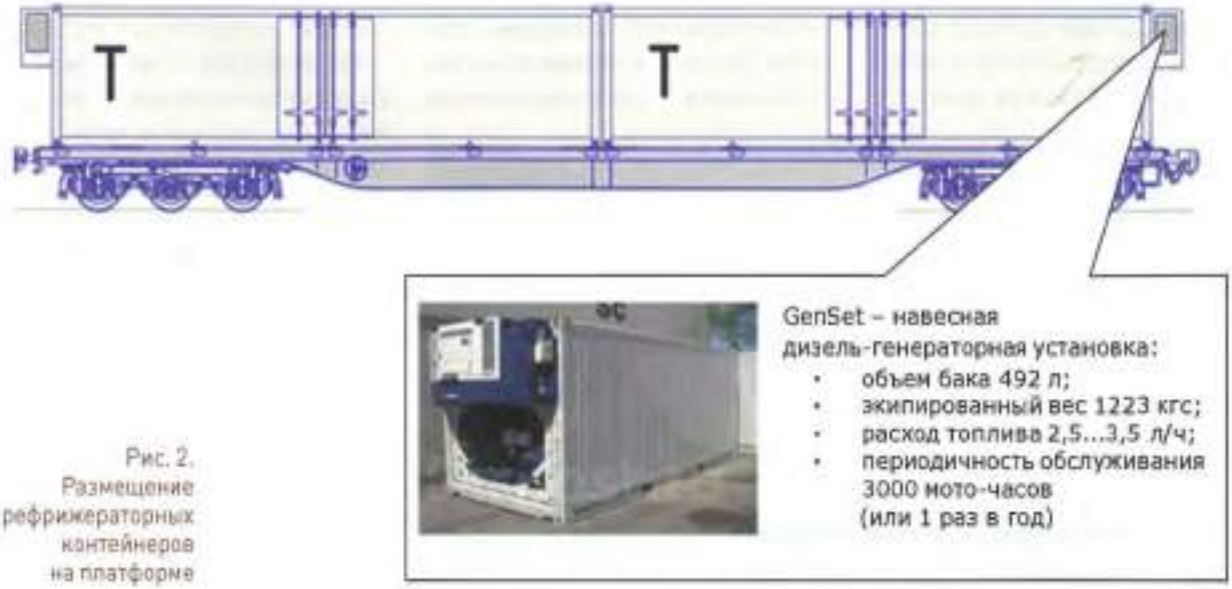


Рис. 2. Размещение рефрижераторных контейнеров на платформе

Рис. 3. Трехосная грузовая тележка модели 18-6731

Таблица 2

Характеристики трехосной грузовой тележки модели 18-6731

Параметр	Значение
Конструкционная скорость, км/ч	140
Число осей (из них автотормозных)	3 (3)
Максимальная расчетная статическая нагрузка от колесной пары на рельсы, кН (тс)	201,04 (20,50)
Масса тележки, т	11,5
Ширина колеи, мм	1520
Диаметр колес по кругу катания, мм	957±7
Габарит вписывания по ГОСТ 9238–2013 «Габариты железнодорожного подвижного состава и приближения строений»	02-ВМ

воздействия на путь поезда, сформированного из перспективных платформ с новой экипажной частью, на 18 % по сравнению с поездом из платформ на трехэлементных тележках, находящихся в рабочем парке.

Проектирование несущих металлоконструкций новых платформ велось на основе ресурсного подхода, при котором наряду с подтверждением их соответствия существующим критериям прочности (ГОСТ 33211–2014 «Вагоны грузовые. Требования к прочности и динамическим качествам») проводились анализ и стендовые испытания на усталостную долговечность с учетом скорости 140 км/ч и годового пробега 300 тыс. км (**рис. 4**). При увеличенных пробегах до деповского и капитального ремонтов в конструкциях платформ прогнозируется отсутствие усталостных повреждений в соответствии с нормативами на возникновение опасных событий (отказов) (ГОСТ Р 54505–2011 «Безопасность функциональная. Управление рисками на железнодорожном транспорте»).

Для внедрения технологии ускоренных контейнерных перевозок со скоростями до 140 км/ч требуется актуализация существующих нормативных документов. Необходимо, в частности, согласовать и утвердить:

- окончательную редакцию проектов ГОСТ Р «Вагоны-платформы четырех- и шестиосные скоростные. Общие технические условия» и ГОСТ Р «Тележки двух- и трехосные скоростных грузовых вагонов. Общие технические условия», которые проходят процедуру утверждения в технических комитетах;
- предложения по изменению и формированию нормативной базы для обеспечения грузовых перевозок со скоростями до 140 км/ч на существующей инфраструктуре (в настоящее время проходит их согласование в департаментах ОАО «РЖД»);
- концепцию тарифообразования для перевозок на новых контейнерных вагонах-платформах, обеспечивающую конкурентное преимущество перед автоперевозчиками.

Ввод вагонов в эксплуатацию позволит приступить к поэтапному внедрению цифровых технологий, практической реализации концепции «Умный вагон». Для этого предусмотрена техническая возможность оснащения платформы электропневматическим тормозом с блоком тормозного оборудования БТО111Н и набором датчиков устройства контроля диагностических параметров (УКДП)

Рис. 4. Проведение ресурсных испытаний рамы вагона на территории АО «ВНИКТИ»

Рис. 5. Цифровой контейнерный поезд в составе цифровой железной дороги

(**рис. 5**). Такое оборудование позволит владельцу или оператору непрерывно следить за техническим состоянием основных узлов вагона. Контролируются появление дефектов на поверхности катания колес, нагрев буксовых подшипников, состояние рессорного подвешивания, целостность тормозных магистралей и пломб контейнеров. Контроль осуществляется с передачей данных на сервер центра управления в системе big data для принятия опережающих мер воздействия на техническое состояние вагонов, а также планирования их технического обслуживания. Для отслеживания всех необходимых параметров вагонов-платформ, оборудованных УКДП, владельцы и операторы подвижного состава получат доступ к специальному веб-приложению для смартфонов.

Внедрение умных вагонов совместно с современными локомотивами формирует понятие «цифровой контейнерно-контрейлерный поезд в составе цифровой железной дороги», подразумевающее координацию работы центра управления движением с цифровым поездом, складскими терминалами и ремонтными предприятиями для решения целевой задачи – доставки интермодального груза с качественным сервисом и в требуемые сроки.

Предлагаемый инновационный подвижной состав создает условия для перевозок контейнеров в составе поездов постоянного формирования. Рациональная масса поезда с учетом длины приемоотправочных путей 1050 м и длины вагонов-платформ при прогнозных объемах контейнерного грузопотока на перспективных полигонах может составлять до 4 тыс. т.

Комплексное внедрение предлагаемых технических решений дает возможность участникам перевозочного процесса достигать следующих ключевых эффектов:

- для производителей подвижного состава – расширение продаж за счет предложения новой линейки грузовых вагонов;
- для отправителей и получателей грузов и конечного потребителя – повышение скорости и прогнозирование сроков доставки грузов, обеспечение их сохранности;
- для ОАО «РЖД» – привлечение на железную дорогу высокодоходных грузов с других видов транспорта, увеличение провозной и пропускной способности линий, сокращение расходов на содержание инфраструктуры за счет снижения воздействия на путь, увеличение гарантийных плеч следования вагонов без технического обслуживания до 10 тыс. км, формирование поездов без подбора фактической массы вагонов в порожнем и груженом состоянии, сокращение времени оборота контейнерных поездов постоянного формирования, снижение воздействия на окружающую среду.

г. КОЛОМНА

Действенное решение

Владивосток освоил формирование контейнерных поездов из двух составов

В понедельник, 31 января, с припортовой станции Владивосток, которая обслуживает Владивостокский морской торговый порт (ВМТП), отправлен первый состав по технологии объединённых контейнерных поездов назначением на станцию Силикатная Московской дороги. В условиях инфраструктурных ограничений Восточного полигона эта технология не только минимизирует потери за счёт отправления двух поездов по одной нитке графика, но и обеспечивает задел для дальнейшего роста объёмов погрузки контейнеров.

фото: ПАО «ВМТП»

Первый на станции Владивосток объединённый контейнерный поезд условной длиной 129 вагонов сформировали на двух путях парка отправления из двух составов. Он объединил 76 фитинговых платформ. Для ведения состава был задействован магистральный грузовой трёхсекционный электровоз серии 3С5К «Ермак».

Технология вождения объединённых контейнерных поездов показывает хорошую эффективность в условиях ограничений пропускной способности. В прошлом году по сети было проведено более 4 тыс. таких составов, что на 40% больше, чем в 2020-м. На Дальневосточной дороге по этой технологии работают станции Хабаровск-2, Ружино и Облучье, на которых в 2021 году было объединено почти 400 нечётных поездов. А в 2022-м к ним присоединился Владивосток.
«К внедрению этой технологии мы шли три года, – рассказал начальник станции Владивосток Максим Кубатин. – Для её реализации требовалось увеличить скорость формирования контейнерных поездов. Это стало возможным в том числе благодаря внедрению в августе прошлого года установки автоматизированной системы диагностики тормозов грузовых составов АСДТ-5К, которая позволяет вагонникам проводить полное опробование автотормозов вагонов не от локомотива, а от компрессора, что значительно – на 20–25% – ускоряет работу по подготовке поездов своего формирования к отправлению».

Отметим, что ВМТП совместно с ДВЖД постоянно наращивает темпы работы. Так, в 2021 году контейнерооборот порта вырос на 12,6% по сравнению с аналогичным периодом 2020-го, а общий грузооборот превысил 12,9 млн тонн, было отправлено 1745 контейнерных поездов – на 188 больше, чем годом ранее. Осваивать растущий вагонопоток помогают новые

решения. В марте 2021 года, например, был запущен первый на Дальнем Востоке Единый диспетчерский центр, созданный совместно железнодорожниками и портовиками. Работу в круглосуточном режиме обеспечивают сменные работники станции и стивидора.
«У нас с ПАО «ВМТП» есть совместные планы по реконструкции станции Владивосток, – отметил Максим Кубатин. – Модернизация предусматривает строительство дополнительного станционного примыкания к путям порта, а также удлинение 9-го тупикового отправочного пути с врезкой его в 39-й путь. Это даст нам возможность иметь на станции дополнительный приёмо-отправочный путь, отправлять и принимать не 10, а 12 грузовых поездов длиной в 71 условный вагон».

Кроме того, на ДВЖД ведётся работа по оптимизации пропуска контейнеропотока на участках пути в Приморье. Так, благодаря реконструкции станций Ружино, Уссурийск, Барановский и Угольная пропускная способность в направлении станции Владивосток к 2025 году вырастет с 74 пар поездов в сутки (100,9 млн тонн в год) до 93 пар (126,8 млн тонн в год).

Наталья Кузьмина
Владивосток

Концепция сортировки

Сергей Вакуленко, директор Института управления и цифровых технологий РУТ (МИИТ)

фото: Максим Каширин / Пресс-служба ОАО «РЖД»

Участники рынка железнодорожных перевозок регулярно отмечают необходимость в новых видах транспортных услуг или продуктов, которые помогут железнодорожному транспорту укрепить свои позиции в нише перевозок высокомаржинальных грузов. Для этого сейчас по заказу Центра фирменного транспортного обслуживания разрабатывается Концепция развития ускоренных перевозок грузов железнодорожным транспортом.

Институт управления и цифровых технологий РУТ (МИИТ) ведёт работу по формированию технического задания на разработку Концепции тех-

нико-технологических решений при перевозке грузов в контейнерах и интермодальной транспортной таре и их сортировке в пути следования. Формирование техзадания осуществляется совместно с Центральной дирекцией по управлению терминально-складским комплексом, а также Центральной дирекцией управления движением при участии Института экономики и развития транспорта.

Фактически новая технология заимствована из существующей практики организации пассажирских перевозок в дальнем сообщении, когда груз транспортируется без предварительных и согласованных заявок. При этом научное сообщество и специалисты ОАО «РЖД» прогнозируют, что при постепенном переходе части существующего грузопотока с повагонных отправок на новый сервис, в том числе по мере увеличения объёмов перевозки грузов в контейнерах и другой интермодальной таре (съёмные кузова), будет происходить уменьшение загрузки сортировочных станций. То есть доля вагонов, пропускаемых через сортировочные горки станций, может быть значительно снижена. К примеру, по итогам перевозок первого полугодия 2021 года на железной дороге ключевыми типами грузов для контейнерных перевозок являются следующие группы: древесина, целлюлоза и бумага, машины, оборудование и транспорт и продукция химической промышленности. На эти три товарные группы приходится 64% от всех перевозок гружёных контейнеров по сети РЖД.

Именно поэтому к грузам, которые в перспективе могут перейти на новую технологию, можно отнести практически все категории, кроме грузов первого тарифного класса, для которых критической является стоимость перевозки (каменный уголь, руда).

Сейчас работающие, строящиеся и проектируемые контейнерные терминалы на сети, как правило, не предназначены для массовой сортировки контейнеропотоков. Существующие терминалы специализируются на формировании прямых контейнерных маршрутов в адрес других терминалов, портов или предприятий-потребителей.

В то же время в условиях нарастающих объёмов перевозок грузов в контейнерах и интермодальной таре появляется возможность реализации другой технологии сортировки грузов, перевозимых железнодорожным транспортом, то есть переход от сортировки грузов в вагонах, на фитинговых платформах к сортировке груза в контейнерах и другой таре.

В этих условиях должны формироваться специализированные контейнерные безгорочные сортировочные (распределительные) станции или специализированные парки на грузовых, участковых и сортировочных станциях.

Под сортировочной (распределительной) станцией или специализированным парком понимается крупный контейнерный терминал или парк сквозного типа с поточной обработкой контейнерных поездов с высокой пропускной способностью, обеспечивающий быструю и эффективную их обработку без расформирования, но с выполнением перегрузочных (обменных) операций с контейнерами прибывших поездов.

Таким образом, сортировка значительной части контейнеров на фитинговых платформах заменится на более простую и безопасную технологию сортировки только контейнеров с использованием строповых погрузо-выгрузочных механизмов (козловых, мостовых кранов, ричстакеров), в том числе управляемых дистанционно без использования ручного труда и даже в автоматическом режиме без участия человека. При этом повысятся ресурс долговечности вагонов, сохранность грузов, в меньшей степени будут задействованы сотрудники опасной профессии – горочные составители. Потребность в маневровых локомотивах, осуществляющих надвиг, роспуск, установку вагонов барьерных групп, осаживание вагонов на путях сортировочного парка, окончание формирования и перестановку составов из парка в

парк, значительно сократится. За счёт применения новой технологии, при которой поезда с переработкой контейнеров будут обрабатываться в одном парке, а не в трёх, потребность в станционных путях сократится, однако этот вопрос требует дополнительного исследования.

Основными эффектами от внедрения концепции и технологии работы сортировочных распределительных контейнерных станций в целом могут стать: сокращение непроизводительного простоя подвижного состава, повышение надёжности доставки грузов, увеличение объёмов погрузки, а также снижение количества задержанных в продвижении грузовых поездов и ускорение оборота подвижного состава.

Оптимальный вариант

Операторы поддерживают идею о заключении договоров take or pay
В минувшую пятницу состоялось совместное заседание комиссии РСПП по транспорту и транспортной инфраструктуре и рабочей группы РСПП по экспертному сопровождению программы путевого комплекса ОАО «РЖД». Одной из тем обсуждения стало внедрение механизма take or pay (вези или плати) при заключении договоров на перевозку. Президент ПАО «ТрансКонтейнер» Александр Исурин выступил с инициативой о введении такой технологии для контейнерных перевозок.

фото: Максим Каширин / Пресс-служба ОАО «РЖД»

Take or pay (или аналог ship-or-pay) – это схема договора, который устанавливает обязательства перевозчика (в данном случае ОАО «РЖД») вывезти определённый объём груза клиента. Последний обязуется предоставлять груз к перевозке, а в случае его непоставки заплатить штраф. Необходимо сформировать перечень надёжных грузоотправителей с подтверждённой грузовой базой, исторически отправляющих контейнерные грузы, чтобы не ограничивать их в возможностях отправки товаров, предложил президент ПАО «ТрансКонтейнер» Александр Инсурин. «Считаем, что в отношении контейнерных отправок можно рассмотреть механизм take or pay. Мы поддерживаем увеличение штрафов за непредъявление груза для борьбы с серыми ГУ-12 (заявки, которые подаются «про запас» недобросовестными участниками рынка при отсутствии для них реальной грузовой базы. – Ред.), которые периодически появляются на разных дорогах. Предлагаю внести эту инициативу в протокол заседания, чтобы ЦФТО ОАО «РЖД» с привлечением операторов подвижного состава и контейнерных перевозчиков обсудили и внесли согласованное предложение», – добавил президент ПАО «ТрансКонтейнер».

В конце января в ходе брифинга заместитель генерального директора ОАО «РЖД» – начальник ЦФТО Алексей Шило сообщил, что холдинг готов заключать такие договоры. «Мы всегда поддерживали такую конструкцию, для нас это некая гарантия окупаемости инвестиций, которые мы вкладываем в развитие инфраструктуры. Рассчитываем, что в 2022 году эти договоры у нас появятся. Договорная конструкция, которую мы отработаем в текущем году, позволит эту технологию тиражировать и на другие грузы, и на другие направления (на первом этапе это будет уголь и только в направлении Дальнего Востока. – Ред.). У нас есть около десятка обращений от крупных грузоотправителей, готовых заключать с РЖД такие договоры», – заявил Алексей Шило.

Среди преимуществ внедрения механизма take or pay генеральный директор исследовательского агентства InfraNews Алексей Безбородов выделяет дисциплинированность участников перевозочного процесса. «В данном случае РЖД получают гарантированную оплату, а клиенты наделены ответственностью за предъявляемые и объявленные заранее объёмы. В отношении контейнерных перевозок по маршрутным отправкам заключение договоров будет оптимальным вариантом. Но для внутренних транспортировок take or pay не подходит, поскольку у небольших компаний нет долгосрочных планов на большие объёмы перевозок», – считает эксперт.

Отметим, что сейчас законопроект о введении на железной дороге механизма take or pay находится на стадии рассмотрения в Государственной думе.

Арина Белан

Технология для малых партий груза

Константин Шведин, заместитель директора научного центра «Цифровые модели перевозок и технологии энергосбережения» – начальник отдела развития транспортной сети и новых технологий перевозок АО «ВНИИЖТ»

– В 2022 году АО «ВНИИЖТ» планирует испытать и сертифицировать новые грузовые единицы в рамках разработки нового сервиса по перевозке мелких партий груза. Что это за новый сервис?
– В прошлом году наш научный центр по заказу Центральной дирекции по управлению терминально-складским комплексом – филиала ОАО «РЖД» выполнил технико-экономическое обоснование создания сервиса по предоставлению услуг по организации перевозок мелких партий грузов. По её итогам мы определили, что в современных рыночных условиях их транспортировка в крупнотоннажных контейнерах не всегда является удобной для клиентов, так как необходимо накапливать большой объём грузов. В связи с этим мы представили заказчику предложение разработать специализированные пятитонные и десятитонные контейнеры, а также адаптер для их крепления на эксплуатируемых фитинговых платформах. Сформированная грузовая единица будет иметь размеры, не превышающие размеры двадцатифутового контейнера. На сегодняшний день получено одобрение технико-экономического обоснования идеи от заказчика (ЦМ), а также направлена заявка на разработку опытных образцов и их дальнейшее испытание на Экспериментальном кольце в Щербинке.

– В чём актуальность нового сервиса?
– В настоящее время наблюдается тенденция к уменьшению партий доставляемых грузов и

увеличению количества отправляемых сборных грузов. При разработке предложения рассмотрен опыт транспортировки среднетоннажных контейнеров до 2013 года. Одним из недостатков технологии прошлых лет стала необходимость их длительного накопления на отправку в полувагонах, которые использовались для перевозок контейнеров. При этом сегодня парк полувагонов востребован в первую очередь для перевозки угля, строительных и лесных грузов. Внедрение данной технологии обеспечит дальнейшее развитие транспортной логистики в сторону контейнеризации перевозок и реализацию концепции «от двери до двери». Перспективный сервис по перевозке мелких партий грузов в среднетоннажных контейнерах способствует привлечению дополнительных объёмов грузов на железнодорожный транспорт, а также оптимизации временных и финансовых затрат на всех стадиях перевозочного процесса.

Беседовала Анна Якушева

Придали ускорение

28 января на станции Шушары специалисты Октябрьской дирекции по управлению терминально-складским комплексом впервые применили сцепное устройство Piggyback. Оно позволяет сократить время грузовых операций с контрейлерами в шесть раз.

фото: Октябрьская ДМ

Новинка представляет собой прямоугольную основу, которая крепится на спредере ричстакера, и четыре жёстких щупа. Piggyback захватывает грузовую корзину с установленной на ней автотехникой и перемещает её на землю. Если раньше погрузка и выгрузка проводились с помощью траверсы – грузозахватного приспособления, представляющего собой горизонтальную балку с вертикальными опорами, и четырёх гибких строп, которые работники закрепляли вручную, то теперь операция почти автоматизирована. Это значит, что водителю не приходится выходить из кабины. Других рабочих рук не требуется: щупы хоть сами по себе и не гнутся, но подвижны у основания – водитель может их сдвигать и раздвигать в зависимости от габаритов груза. В результате время погрузки-разгрузки контрейлерной платформы сократилось с 60 до 10 минут.

Мария Трошина

Федеральная пассажирская компания внедряет новые технологии организации перевозок

Алексей Жигунов, первый заместитель генерального директора АО «ФПК»

– Алексей Владимирович, из-за пандемии пассажирский комплекс работает в особых условиях. Принёс ли прошедший год позитивные изменения?
– В 2021 году АО «ФПК» перевезено более 81 млн пассажиров. Рост к уровню 2020 года составил 37,6%. Позитивная тенденция продолжилась и в 2022 году: в январе рост количества перевезённых пассажиров к январю 2021-го составил 26,2%. Положительная динамика, связанная с увеличением объёма перевозок, обусловлена корректировкой ограничительных мер со стороны регионов. Постепенно жители возвращаются к привычному ритму жизни и всё чаще отправляются в поездки по работе и в путешествия.

– Какими действиями планируете закреплять результат и совершенствовать работу? Как бы вы определили приоритетные задачи в этом направлении на текущий год?
– Специалисты АО «ФПК» ищут эффективные решения для сохранения и развития транспортной доступности, формирования привлекательных предложений для пассажиров. Для компании приоритетные задачи в данном направлении – это расширение полигона двухэтажных поездов, развитие туристических перевозок, применение новых подходов к развитию маршрутной сети.

– Расскажите подробнее об этих подходах.
– Мы придерживаемся принципов повышения операционной эффективности на основе совершенствования технологии организации курсирования поездов. В 2022 году планируется реализовать технологию увязки поездов в «четверной» общий оборот (один подвижной состав обслуживает четыре направления. – Ред.). Это позволяет компании экономить значительные средства. Так, с 25 февраля в общем обороте будут следовать поезда № 49/50 Самара – Москва, № 51/52 Пенза – Москва, № 25/26 Ижевск – Москва и № 65/66 Тольятти – Москва.
Одним из эффективных инструментов развития маршрутной сети является и организация курсирования многогруппных поездов (они формируются из вагонов, которые следуют от разных станций в составе одного поезда и прицепляются в пути следования. – Ред.). При таком подходе в полном объёме сохраняется транспортная доступность населения и достигается максимальный экономический эффект путём сокращения эксплуатационных расходов. В текущем году планируется проработать вопрос назначения 14 многогруппных поездов, например многогруппного поезда № 62/61 Москва – Владивосток с группой вагонов Самара – Владивосток, двухгруппного поезда № 78/77 Санкт-Петербург – Сыктывкар/Воркута и других. Всего в 2022 году предусмотрено курсирование 152 пар многогруппных поездов.

Беседовал Игнат Вьюгин

Гибридную систему управления движением внедряют на МЦК

Андрей Кузьмин, начальник отдела автоматизации станционных технологических процессов АО «НИИАС»

– В декабре 2021 года на участке Черкизово – Лефортово – Андроновка МЦК введена в эксплуатацию гибридная система управления движением поездов (ГСУД), позволяющая снижать интервалы попутного следования между поездами до трёх минут. Когда планируете внедрить эту систему на других участках МЦК?
– На МЦК с 2016 года внедряются системы интервального регулирования движения поездов по бессветофорной технологии с подвижными блок-участками на базе тональных рельсовых цепей (АБТЦ-МШ). Они показали эффективность и адаптированность к изменению интервала с шести до четырёх минут. Дальнейшее его сокращение приводило к необходимости модернизации инфраструктуры. ГСУД на основе цифрового радиоканала позволила, не прерывая движения, уменьшить интервалы попутного следования поездов. На опытном участке ГСУД прошла испытания и подтвердила возможность организации движения поездов в попутном направлении в трёхминутном графике. В этом году полигон внедрения гибридной системы будет расширен. Завершить работы планируем в 2023 году.

– В чём преимущество гибридной системы управления движением поездов?
– В составе ГСУД функционирует Центр радиоблокировки (РБЦ), который обрабатывает информацию как от систем микропроцессорной централизации и автоблокировки, так и от систем безопасности подвижного состава. Формирует для них дополнительный режим, позволяющий организовать движение в зоне защитного блок-участка, тем самым увеличивая скорость их движения на жёлтый и красно-жёлтый показания АЛС, и как следствие, сближать поезда. РБЦ по цифровым системам технологической радиосвязи получает оперативные данные о координатах каждого поезда и передаёт информацию для построения безопасной кривой торможения. За счёт этого достигается сокращение интервала попутного следования поездов. При сокращении интервалов одновременно разрабатывается беспилотный режим управления подвижным составом из-за сокращения времени на реакцию машиниста.

– Возможно применить этот опыт на сети РЖД?
– Этот опыт позволит тиражировать гибридную систему управления на участки сети с интенсивным движением поездов, особенно в пригородных зонах.

Беседовала
Надежда Кожухова

Управление рисками станет прозрачным

Искусственный интеллект присмотрит за соблюдением правил безопасности движения
В 2021 году специалисты Центра технологических информационных систем (ЦТИС) АО «ВНИИЖТ» в рамках развития цифровой платформы «Доверенная среда локомотивного комплекса» разработали интеллектуальную подсистему управления рисками в работе локомотивных бригад эксплуатационного комплекса ОАО «РЖД».

фото: Архив / ИД «Гудок»

Как рассказал «Гудку» директор ЦТИС Олег Харин, разработка подсистемы началась в ходе исполнения плана НТР ОАО «РЖД» в 2018 году: сотрудники ЦТИС разработали основанную на алгоритмах искусственного интеллекта прогнозную модель расчёта вероятности нарушений безопасности движения локомотивными бригадами.

Тогда же были разработаны и утверждены Сергеем Кобзевым (на тот момент заместителем генерального директора – главным инженером ОАО «РЖД») технические требования к самой подсистеме управления рисками.

Затем прогнозная модель была «обучена» и протестирована на исторических данных всех информационных систем ОАО «РЖД» за 2018 и 2019 годы, а в 2020-м внедрена на цифровой платформе «Доверенная среда локомотивного комплекса». В прошлом году корректность работы прогнозной модели подтверждена данными, поступающими в непрерывном режиме.

Используя данные всех АСУ локомотивного комплекса, подсистема оценивает полный спектр показателей производственной деятельности машинистов, рассчитывает вероятность совершения грубых нарушений безопасности и оперативно, с момента появления негативных событий, относит нарушителей либо к группе риска, либо к профилактической группе, а затем автоматически исключает их оттуда после успешного выполнения машинистами мероприятий, назначенных системой. Использование подсистемы возможно и для бригад моторвагонного и специального подвижного состава.

Согласно разработанной сотрудниками ЦТИС методике, в группу риска попадают работники, допустившие грубые нарушения безопасности движения, выявленные машинистами-инструкторами или техниками при расшифровке скоростемерных лент. В профилактические группы попадают допустившие повторные однотипные нарушения в течение месяца или имеющие какие-либо отклонения от норм по одному или нескольким направлениям производственной деятельности. Эта методика с апреля 2021 года проходит пилотные испытания в депо Лоста, Саратов, Смоленск и Туапсе.

Подсистема делает прозрачным процесс управления рисками и позволяет контролировать эффективность выполнения мероприятий по снижению числа нарушений безопасности движения. Она также позволяет визуализировать результаты работы предиктивной модели, рейтинг дирекций, депо, колонн машинистов-инструкторов, личные карточки машинистов и другие аналитические данные, которые могут использоваться для принятия решений.

Начальник отдела разработки информационных систем ЦТИС, один из инициаторов разработки и авторов методики формирования групп риска и профилактических группы Сергей Якимов рассказал «Гудку», что сейчас назначенные машинистам мероприятия формируются в дневнике учёта выполнения мероприятий, который выдаётся машинистам на руки для регистрации ответственными их выполнения. По его словам, введение системы в действие произойдёт с запланированной на 2022 год интеграцией «Доверенной среды локомотивного комплекса» с мобильным приложением «Личный кабинет машиниста», а также разработкой аналогичного приложения для командно-инструкторского состава депо. Их применение на сети позволит перейти на безбумажную технологию и исключить человеческий фактор в ор-

ганизации профилактической работы с локомотивными бригадами в области безопасности движения поездов.

Марк Львов

Ранняя диагностика

Завершены испытания системы прескриптивной аналитики

В начале февраля специалисты научного информационно-аналитического центра (НИАЦ) АО «ВНИИЖТ» завершили предварительные испытания и доработку системы прескриптивной диагностики электропоезда ЭС2Г «Ласточка». Система создаётся совместно с другими научными организациями по заказу ОАО «РЖД». Она обеспечит раннее обнаружение процессов развития возможных неполадок и поиск предотказных состояний. Полномасштабные испытания системы планируются в этом году.

фото: Иван Шаповалов / Пресс-служба ОАО «РЖД»

Как рассказала «Гудку» начальник отдела комплексных инновационных проектов НИАЦа Вероника Фёдорова, в первой декаде февраля этого года специалисты центра завершили предварительные ходовые испытания, доработку алгоритмов и оборудования системы прескриптивной диагностики электропоезда ЭС2Г «Ласточка». Испытания системы проводились с июля 2021 года. В сентябре 2021 года после проведения стендовых испытаний специалисты центра установили тестовую версию оборудования на одном из поездов, эксплуатируемых на МЦК, для получения первых экспериментальных данных. Данные с установленных на поезде датчиков записывались в непрерывном режиме.

Разработка системы ведётся по заказу ОАО «РЖД» в рамках работ по автоматизации поезда ЭС2Г «Ласточка» до максимально возможного уровня GoA4 (предполагает полностью автономную работу, без присутствия машиниста в поезде, управление автоматизированными поездами дистанционно осуществляет машинист-оператор. – Ред.).

В проекте также участвуют специалисты АО «НИИАС», АНО «Сколково», НПО САУТ и ООО «Уральские локомотивы».

По словам Вероники Фёдоровой, система предназначена для установки на электропоезд ЭС2Г «Ласточка» с асинхронным тяговым приводом и представляет собой программно-аппаратный комплекс мониторинга и диагностики технического состояния всех основных систем и агрегатов электропоезда. Система позволяет контролировать динамические показатели хода и имеет функцию выдачи машинисту-оператору информации, необходимой для принятия решений разного рода при эксплуатации электропоездов. В её основе – цифровой двойник, обучаемый с помощью нейронной сети. Он обеспечит раннее обнаружение развития процессов возможных дефектов и неполадок, а также поиск предотказных состояний на стадии их формирования. Внедрение системы позволит повысить уровень безопасности движения при эксплуатации электропоезда за счёт прогнозного подхода к оценке состояния его узлов и агрегатов. Она также позволит увеличить достоверность диагноза технического состояния оборудования и подсистем электропоезда и прогноз их ресурса (безаварийной работы. – Ред.). С помощью данных, полученных от системы диагностики, можно будет оценивать контроль качества выполнения ремонтных работ, прогнозировать снижение затрат, связанных с возможными авариями и простоями поезда. В течение 2022 года запланированы полномасштабные испытания доработанной версии системы на новом поезде ЭС2Г «Ласточка».

Марк Львов

На пути к предиктивной диагностике

Александр Чечельницкий, заместитель начальника Дирекции диагностики и мониторинга инфраструктуры

Диагностика и мониторинг состояния инфраструктуры на сети РЖД в последние годы активно развиваются, становясь основой обеспечения безопасности движения поездов и планирования ремонтно-строительных работ.

Оперативный контроль и мониторинг за состоянием пути, земляного полотна и искусственных сооружений проводится дистанциями пути и инженерных сооружений. Эксплуатантами эти работы выполняются в основном визуально. А вот глубокое обследование, детальная всесторонняя диагностика ведётся силами нашей дирекции.

Мостовые испытательные станции проводят периодические обследования мостов по целому ряду отражающих их надёжность параметров с применением большого числа приборов. Земляное полотно обследуют инженерно-геологические базы. Делается оценка отклонений геометрических параметров земляного полотна, проводятся геологические и геодезические исследования и выдаются рекомендации по условиям эксплуатации объектов для обеспечения безопасности движения поездов и прохода пассажиров, обязательные для эксплуатирующих организаций.

В последние годы мы активно развиваем направление диагностики и мониторинга, использующее мобильные диагностические комплексы (ДК). Видеокамеры высокого разрешения передают обзорное и подвагонное видео. Мы определяем в автоматизированном режиме все неисправности пути и земполотна, которые может визуально выявить работник дистанции при проведении натурного осмотра, а оценку геометрических параметров неисправностей автоматика проводит точнее человека. Дефекты скрепления, шпал, рельсов, отступления в содержании балластной призмы, водоотводных сооружений и полосы отвода – всё попадает в поле зрения видеоконтроля.

Лазерные установки ДК ведут пространственное сканирование местности, собирая данные о крутизне откосов насыпей, выемок, состоянии габаритов сооружений. Фиксируется любой новый объект у пути – упавшее дерево или горный обвал, изменивший рельеф местности. Георадарные комплексы ДК передают информацию о размерах и водонасыщенности грунтов, слагающих земляное полотно, позволяя оценить текущее состояние и тренды развития отступлений.

Оценка деформативности земполотна ведётся специальным нагрузочным поездом, воздействующим с разной осевой нагрузкой на путь и с помощью лазерной системы фиксирующим деформации в различных точках конструкции.

Обработка собираемой информации частично оцифрована. Существующие программные продукты ведут предварительный анализ потока данных, выбирая места, где показатели выходят за рамки заложенных нормативных границ или отличаются от картины предыдущего сканирования. Потенциально опасные объекты передаются на рассмотрение оператору, который выносит окончательный вердикт: представляют замеченные изменения угрозу для инфраструктуры или нет. В планах – дальнейшая автоматизация процесса.

Цель нашего развития – переход к предиктивной диагностике, предупреждающей о проблеме до её проявления.

Сеть вызывает «Нейроэксперта»

Олег Суслов, руководитель проекта, технический эксперт научного центра «Путевая инфраструктура и взаимодействие колесо – рельс» (ЦПРК) АО «ВНИИЖТ»

фото: Tvema.ru

Путевое хозяйство является одним из наиболее дорогих активов, и вопросы организации управления техническим обслуживанием железнодорожного пути стоят очень остро. Поэтому разработка цифрового двойника является приоритетной задачей для путейской науки.

Предиктивные подходы позволяют организовать техническое обслуживание пути, ориентированное на безотказность, в основу которого положено понятие «вероятность появления отказов», что делает возможным переход инфраструктурного комплекса к осуществлению бизнес-процессов по управлению состоянием пути на основе анализа его эксплуатационной надёжности и возможных рисков.

Цифровой двойник пути должен содержать в себе элементы технологии Big Data в виде массивов диагностических данных, поступающих в режиме онлайн с мобильных, ручных и стационарных средств диагностики, массив паспортных данных об устройстве пути, а также на-

бор моделей, способных эти массивы и данные преобразовать в матрицы «состояние-действие», пригодные для принятия организационно-технических решений по управлению путевым комплексом, начиная от уровня линейных предприятий и заканчивая сетевыми задачами. Именно такие модели и разрабатываются сейчас специалистами ВНИИЖТа.

Специалистами института разрабатывается программный комплекс для оценки стоимости жизненного цикла объектов инфраструктуры «Нейроэксперт». Программный комплекс позволит в режиме реального времени осуществлять предиктивную аналитику работы пути, прогнозировать объём и стоимость ремонтных работ и оценивать качество их проведения. Работы над комплексом начались в 2018 году, и сейчас пройден определённый этап: были разработаны алгоритмы выполнения прогнозных расчётов и осуществлена их программная реализация, проведены первичные верификационные и валидационные исследования разработанного программного обеспечения, показавшие удовлетворительные результаты.

ВНИИЖТ участвует в двух крупных проектах: «Колесо – рельс», который призван снизить воздействие на путь, и «2,5 млрд тонн», который направлен на увеличение ресурса инфраструктуры. В 2022 году мы планируем сделать так, чтобы «Нейроэксперт» мог работать уже на общесетевом уровне, для чего должна быть реализована возможность получения данных из сетевых систем мониторинга: базы данных головной ЕК АСУ-И, включая модуль данных диагностики СДМИ, базы системы «УРРАН», данных мониторинга подвижного состава типа «ПАУК» и другие.

К концу года предполагаем на основе данных получить прогнозные модели для сетевого уровня и сделать расчёт по деградации пути по показаниям этих систем. Затем эта интеллектуальная система может быть интегрирована в цифровой двойник инфраструктуры с дальнейшим его дооснащением модулем принятия решений. И в будущем это будет эффективный инструмент по принятию технически и экономически эффективных решений по обслуживанию пути и формированию нормативной базы в рамках проектов «Колесо – рельс» и «2,5 млрд тонн».

Насыпь покажет себя со всех сторон

3 февраля на Северной дороге ввели в эксплуатацию первый на дороге трёхканальный георадарный комплекс для пешеходной съёмки земляного полотна.

фото: Владимир Шемелин

«ОКО-3» – георадарный комплекс, размещающийся на дефектоскопной тележке, позволяет проводить эффективный мониторинг состояния балластной призмы и подстилающего основания, выявлять дефекты основной площадки земляного полотна, в том числе при обследовании потенциально опасных и деформирующихся участков, а также контролировать качество ремонта пути.

Комплекс оснащён защищённым ноутбуком с программным обеспечением, позволяющим вести запись измерений в режиме реального времени. В результате обработки полученных данных строятся трёхмерные модели балластной призмы.
«Новое оборудование позволит проводить синхронное обследование насыпи тремя антенными блоками сразу с трёх сторон – по обоим плечам балластной призмы и по оси пути, в то

время как одноканальный георадар «ОКО-2», который мы применяем уже не первый год, позволяет обследовать за один проход только один конструктивный элемент земляного полотна», – рассказал заместитель начальника инженерно-геологической базы Ярославского центра диагностики и мониторинга устройств инфраструктуры Вадим Шемелин.

«ОКО-3» будет применяться прежде всего на малодеятельных участках СЖД протяжённостью менее 10 км, для обследования которых раньше приходилось привлекать диагностический комплекс инфраструктуры «ЭРА», размещаемый в железнодорожном вагоне.

«ЭРА» – мобильное средство диагностики, которое решает целый ряд задач, и использовать его на малодеятельных участках нерационально. Теперь мы начнём обследовать такие участки с помощью нового георадара, а комплекс «ЭРА» задействуем исключительно на участках с интенсивным движением», – пояснил Вадим Шемелин.

Николай Порецкий

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЗАГРУЗКИ И ВЫГРУЗКИ СНЕГОУБОРОЧНЫХ ПОЕЗДОВ

РЕПЯХ А.Ю., ОАО «Российские железные дороги», Западно-Сибирский учебный центр профессиональных квалификаций Западно-Сибирской железной дороги, Новосибирское подразделение, преподаватель, МАНАКОВ А.Л., Сибирский государственный университет путей сообщения, докт. техн. наук, ПАНК Р.В., Сибирский государственный университет путей сообщения, канд. техн. наук

Возросшие требования к специальному железнодорожному подвижному составу, обусловленные ростом показателей выгрузки для снегоуборочных машин, снижением норм расхода горючесмазочных материалов, повышением качества очистки пути, диктуют необходимость не только повышать уровень и степень механизации, но и подниматься на следующую ступень — автоматизацию.

Эксплуатируемая сегодня в России снегоуборочная техника не соответствует требованиям XXI в., вследствие чего показатели работы машин и предприятий в целом низкие. Наиболее распространенными путевыми снегоуборочными машинами цикличного действия являются поезда ПСС-1К и типа СМ (СМ-2М, СМ-2Б, СМ-7Н, СМ-5 и др.) [1]. Они предназначены для уборки снега и льда на станционных путях, стрелочных переводах, в горловинах станций зимой и для уборки засорителя летом.

Цикл работы этих машин, применяемых на станциях со скоростью движения до 10 км/ч, состоит из следующих операций:

забор снега с пути;

погрузка и накопление в промежуточных полувагонах;

транспортирование;

выгрузка в установленных местах (затем цикл повторяется).

Основные достоинства данной техники — высокое качество очистки пути и вывоз материала за пределы станции.

Наработка снегопоездов рассчитывается в кубометрах убранного снега, что диктует необходимость точного его учета [2]. Некорректный учет может повлиять на периодичность проведения технического обслуживания и ремонта.

Новая серия машин для обслуживания пути (ПСС-1К) была запущена в 2012 г. Верещагинским путевым ремонтно-механическим заводом «Ремпутьмаш» [3]. Самоходный снегоуборочный поезд состоит из головной машины, одного или нескольких полувагонов, концевого полувагона, оснащенного разгрузочным устройством, и тягово-энергетической секции. Из штатных систем на поезд устанавливается система камер, а в качестве дополнительной — автоматизированная система контроля работы специального подвижного состава (АС КР СПС) [4], которая обеспечивает регистрацию таких параметров, как количество выгрузок, место и продолжительность работ, объем убранного снега, температура наружного воздуха [5].

Рис. 1. Шкаф АС КР СПС

Автоматизация системы заключается в регистрации технологических параметров и передаче данных в автоматизированную систему управления процессами эксплуатации и обслуживания специального подвижного состава (АСУ СПС) через спутниковую навигацию ГЛОНАСС/GPS. Система выполнена в виде монтажного шкафа (рис. 1) с индикаторами, датчиками, кабелями и антенной.

На верхних перекрытиях боковых стенок полувагонов установлена система камер (рис. 2), транслирующих изображение на монитор машиниста в режиме реального времени, что позволяет отслеживать технологические процессы загрузки и выгрузки материала, максимально используя полезный объем полувагона. Благодаря камерам появилась также возможность не включать в состав бригады человека для управления полувагонами и разгрузочным устройством.

В составе АС КР СПС имеются ультразвуковые датчики, которые рассчитывают объемы вырезанного снега. Производством оборудования занимаются специалисты Сибирского государственного университета путей сообщения по заказу АО «ВНИИЖТ». Сопоставляя поперечный профиль материала на транспортерной ленте и скорость ее перемещения, с высокой точностью определяют объем вырезанного снега [6]. До внедрения данной системы наработку рассчи-

Рис. 2. Система камер на поезде ПСС-1К

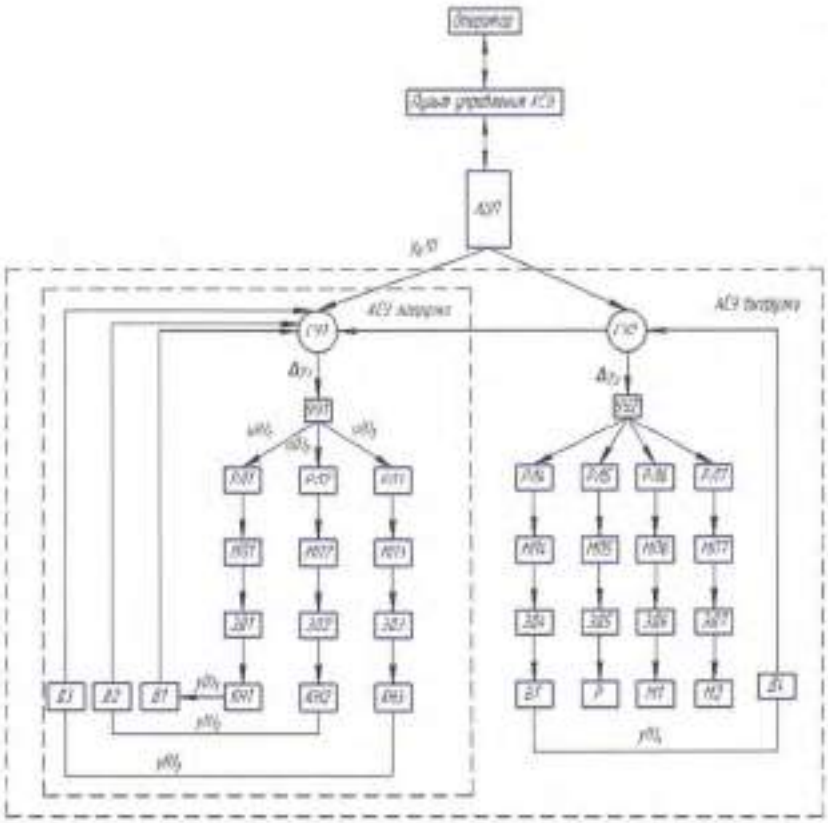


Рис. 3. Структурная схема АСУ снегоуборочного поезда СМ-2:
АЦП — аналогово-цифровой преобразователь; СУ1, СУ2 — сравнивающие устройства; УУ1, УУ2 — усиливающие устройства; РЛ1-РЛ7 — электромагнитные реле; МП1-МП7 — магнитные пускатели; ЭД1-ЭД7 — электродвигатели; КН1-КН3 — конвейеры-накопители первого, второго и заднего полувагонов соответственно; ВТ — выбросной транспортер; Р — рыхлитель; М1, М2 — металоискатели; $y0(t)$ — заданная высота снега; $y0_1$ — $y0_2$ — текущая высота снега на конвейерах и транспортере; Δy — разность величин; $u0_1$ — $u0_2$ — управляющие воздействия

тывали на глаз, а данные вносили в АСУ СПС со слов машиниста. При сравнении данных расхождение в объемах составило от 2 до 15 раз («человеческий фактор» завышал наработку, что лишний раз подтверждает актуальность данной темы) [7].

В настоящее время на полигоне Западно-Сибирской дороги еще курсируют снегоуборочные поезда 1960-х гг. выпуска, которые уже давно морально и физически устарели, а дополнительно установленные системы осуществляют лишь мониторинг параметров, так как управление рабочими органами для них недоступно.

Рис. 4. Место установки датчика на концевом полувагоне для деактивации режима загрузки

В современных условиях необходима разработка АСУ на специальный железнодорожный подвижной состав, способных повысить производительность старой техники и улучшить показатели современной, исключить «человеческий фактор» при использовании машин.

Предлагается разработать АСУ полувагонами, которая позволит автоматизировать процессы загрузки и выгрузки поездов, и следовательно, сократить численность бригады на одного человека. С внедрением системы на снегоуборочном поезде СМ-2 можно исключить машиниста в концевом полувагоне, а на поезде ПСС-1К — машиниста в головной машине (при движении с работой машинист и помощник головной машины СМ-2 управляют крыльями, питателем, льдоскалывающим устройством, дизель-генераторной установкой, а третий человек в концевом полувагоне отвечает только за наполнение полувагонов и выгрузку, как второй машинист в ПСС-1К). Прототип предлагаемой системы может быть реализован на базе аналогово-цифрового преобразователя Arduino.

За основу взята принципиальная электрическая схема поезда СМ-2М, в которой электродвигатели рабочих органов включаются через магнитные пускатели. Для замыкания силовой цепи необходимо подать напряжение на его управляющие контакты [8]. Цепи управления соединены с кнопками «Включение» и «Выключение», которыми пока управляет человек. Целесообразно передать управление системе автоматики.

На рис. 3 представлена структурная схема предлагаемой АСУ снегоуборочного поезда СМ-2.

Максимальная высота снега на выбросном конвейере и транспортере-накопителе промежуточного полувагона регламентирована заводом-изготовителем и составляет 500 и 2400 мм соответственно [9]. Поэтому в разрабатываемой АСУ определен управляемый параметр $y(t)$ — высота погруженного в полувагоны снега.

В соответствии со структурной схемой управляющим органом является электромагнитное реле с магнитным пускателем, измерительным устройством — датчик движения, задающим устройством — аналогового-цифровой преобразователь. Для реализации логики управления конвейерами выбран принцип управления по отклонению: сначала измеряется управляемая величина $y(t)$ (высота снега), затем она сравнивается с заданной $y0(t)$, и при наличии разности вырабатывается управляющее воздействие $u(t)$ (напряжение на реле) [10].

Для достижения максимального коэффициента использования вместимости полувагонов необходимо ступенчато перемещать материал. Поэтому при поступлении сигнала с датчика (Д) АЦП через СУ и УУ подает напряжение на реле, активируя конвейер, и сохраняет его в течение 7 с. Заданное время перемещения материала не вызывает неоправданных включений электродвигателей.

При работе машины в режиме загрузки материал поступает на конвейер-накопитель первого промежуточного полувагона (КН1). При достижении максимальной высоты снега 2400 мм обработанный и усиленный соответствующими устройствами сигнал $y(t)_1$ преобразуется в напряжение $u(t)_1$, подаваемое на электромагнитное реле РЛ1. Реле заменяют кнопки пуска и остановки рабочих органов.

В свою очередь, силовые контакты магнитного пускателя МП1 замыкаются, запускается электродвигатель ЭД1 и конвейер-накопитель первого промежуточного полувагона (КН1) протягивает материал в заднюю часть поезда. Соответствующим образом система будет в автоматическом режиме перемещать материал в оставшиеся полувагоны. Сигналом для деактивации режима загрузки может послужить как установка количества срабатываний датчика КН3 на программном уровне, так и установка дополнительного датчика перед рыхлителем (рис. 4).

На рис. 5 показан принцип работы АСУ в режиме загрузки.

Следующим технологическим процессом после накопления материала является его выгрузка. Система продолжает работать аналогично, однако оператор должен перевести АСУ в режим выгрузки, активировав разгрузочное устройство. На снегоуборочном поезде СМ-2 имеются два варианта исполнения разгрузочного устройства: стационарное (рыхлитель, метатели, стационарный транспортер) и выдвижное (рыхлитель, поворотный выбросной транспортер) [1]. На снегоуборочном поезде ПСС-1К — один вариант разгрузочного устройства (рыхлитель, выбросной ротор, направляющая воронка), не нарушающий габарит подвижного состава, поэтому система рассматривается только для машин со стационарным разгрузочным устройством.

В данном режиме на поезде СМ-2М система активирует сначала рыхлитель с метателями, затем выбросной транспортер, а в конце — конвейеры-накопители (см. рис. 3). При выгрузке необходимо следить за дозированием материала, поступающего на ленточный выбросной транспортер, так как при перегрузке происходит отказ устройства в целом. Подачу материала к разгрузочному устройству отслеживает датчик Д4, установленный над выбросным транспортером, который сообщен с СУ1 системы загрузки для управления конвейерами полувагонов. В результате материал перемещается к выбросному транспортеру порционно, не превышая установленного параметра высоты 500 мм. По окончании выгрузки машинист, убедившись визуально в полном завершении технологического процесса, отключает систему.

АСУ также применима для поезда ПСС-1К, так как технологический процесс остается тем же.

Данная система позволит не только сократить численность бригады, но и повысить коэффициент использования вместимости полувагонов, сократить время работы машины на станции, увеличить объем убранного снега, уменьшив влияние «человеческого фактора».

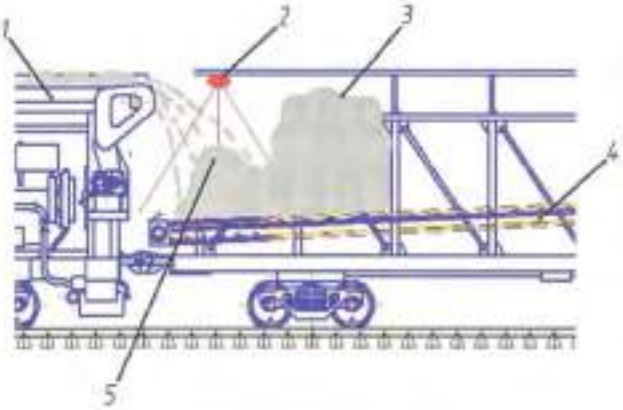


Рис. 5. Работа АСУ в режиме загрузки:
1 — транспортер головной машины; 2 — датчик движения; 3 — высота загруженного снега, при которой срабатывает датчик; 4 — конвейер-накопитель; 5 — зона действия датчика

Список источников

1. Снегоборьба на железных дорогах // Инновационный дайджест: портал. URL: http://www.rzd-expo.ru/history/snegoborba (дата обращения 05.05.2021).

2. Положение о системе планово-предупредительного ремонта специального железнодорожного подвижного состава и механизмов инфраструктурного комплекса открытого акционерного общества «Российские железные дороги»: Распоряжение от 14.03.2014 № 659р (в ред. от 13.06.2017). Доступ через СПС «КонсультантПлюс» (дата обращения 15.06.2021).

3. Плюснин О. От простого ремонта – к выпуску современной путевой техники // Комсомольская правда. Пермь. 2014. URL: https://www.perm.kp.ru/daily/26296/3174422/ (дата обращения 05.05.2021).

4. Поезд самоходный снегоуборочный ПСС-1К. Руководство по эксплуатации. К.: ОАО КЗ «Ремпутьмаш», 2013. 147 с.

5. Автоматизированная система контроля за работой специального подвижного состава: презентация // НИАЦ АО «ВНИИЖТ»: официальный сайт. 2018. 24 с. URL: prezentacia-a-s-kzgp (дата обращения 05.05.2021).

6. Матвеев А. Снег любит счет // Транссиб: электронная газета. 2019. № 03 (21 января). URL: https://www.gudok.ru/zdr/180/?archive=49064 (дата обращения 05.05.2021).

7. Абрамов А.Д., Кочетков А.С., Семенов М.А. Оптимизация работы снегоуборочной техники на основе автоматизированного мониторинга // Путь и путевое хозяйство. 2021. № 4. С. 37—40.

8. Теслин В.Г. Путевые струги, снегоочистители, уборочные машины: учебник. М.: Транспорт, 1986. 232 с.

9. Поезд снегоуборочный СМ-2. Техническое описание и инструкция по эксплуатации 0154.00.000 ТО / МПС СССР. Главное управление пути. ПТКБ. М.: Транспорт, 1985. 144 с.

10. Пронин А.И., Щелкунов Е.Б. Теория автоматического управления: учеб. пособие. 2-е изд., доп. Комсомольск-на-Амуре: КнАГТУ, 2015. 108 с.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЗАГРУЗКИ И ВЫГРУЗКИ СНЕГОУБОРОЧНЫХ ПОЕЗДОВ

Ключевые слова: железнодорожные снегоуборочные поезда, автоматизированная система управления.

Ерохх Алексей Юрьевич — преподаватель, Новосибирское подразделение, Западно-Сибирский учебный центр профессиональных квалификаций Западно-Сибирской железной дороги. Новосибирск, Россия. E-mail: erpyakh.alex06@yandex.ru. SPIN-код: 3964-6673.

Маняков Алексей Леонидович — профессор, ректор, Сибирский государственный университет путей сообщения. Новосибирск, Россия. E-mail: manakov005@mail.ru. SPIN-код: 7786-1871.

Плюк Римма Вячеславовна — преподаватель, доцент, Сибирский государственный университет путей сообщения. Новосибирск, Россия. E-mail: rimmapuk@mail.ru. SPIN-код: 2644-7175.

Аннотация. В статье обозначена эксплуатационная проблема снегоуборочной техники, рассмотрены установленные на ней автоматизированные системы. Предложена автоматизированная система управления снегоуборочного поезда в режимах загрузки и выгрузки.

AUTOMATED CONTROL SYSTEM FOR LOADING AND UNLOADING SNOW BRUSH TRAINS

Keywords: railway snow brush trains, automated control system.

Ерохх Алексей — lecturer, Novosibirsk subdivision, West Siberian training Center for professional qualifications of the West Siberian railway. Novosibirsk, Russia. E-mail: erpyakh.alex06@yandex.ru. SPIN-code: 3964-6673.

Manakov Alexey — Professor, Rector, Siberian Transport University. Novosibirsk, Russia. E-mail: manakov005@mail.ru. SPIN-code: 7786-1871.

Pyuk Rimma Vyacheslavovna — lecturer, associate professor, Siberian State Transport University. Novosibirsk, Russia. E-mail: rimmapuk@mail.ru. SPIN-code: 2644-7175.

Abstract. The article poses the operational problem of snow removal equipment, considers the automated systems installed on them. An automated control system for a snow brush train in loading and unloading modes is proposed.

ОАО «ЭЛТЕЗА» ВНЕДРЯЕТ НОВЫЙ ВИД ОБСЛУЖИВАНИЯ

В прошлом году ОАО «ЭЛТЕЗА» заключило договор с ОАО «РЖД» на оказание услуг по содержанию в работоспособном состоянии системы теплового контроля подвижного состава на ходу поезда СТК КТСМ. На начальном этапе на внешнее управление перейдут комплексы, которые эксплуатируются на Московской, Северной, Приволжской, Куйбышевской, Северо-Кавказской и Свердловской дорогах.

Для организации эффективного управления системой обеспечения работоспособности СТК КТСМ, начиная от текущей эксплуатации до всех видов ремонта, в октябре прошлого года в ОАО «ЭЛТЕЗА» на базе Лосиноостровского и Камышловского филиалов были созданы две Дирекции по техническому обслуживанию устройств ЖАТ.

В состав Дирекции Лосиноостровского филиала вошли линейные специалисты по техническому обслуживанию устройств КТСМ, эксплуатирующихся на Московской и Северной дорогах. В нее также включено подразделение «Саратов». В функции его сотрудников входит контроль субподрядных организаций, занимающихся обслуживанием этих технических средств на Приволжской, Куйбышевской и Северо-Кавказской дорогах. В состав Дирекции Камышловского филиала вошли специалисты, обслуживающие КТСМ на Свердловской дороге. Каждую дорогу курирует заместитель руководителя дирекции.

В штат дирекций введена должность руководителя обособленного подразделения. В качестве представителя ОАО «ЭЛТЕЗА» он взаимодействует во всех регионах с линейными предприятиями ОАО «РЖД»: дистанциями СЦБ и дистанциями инфраструктуры.

Кроме того, руководитель обособленного подразделения возглавляет работу линейных бригад, состоящих из старших электромехаников, электромехаников и электроников СТК КТСМ. Большинство этих специалистов ранее работали на линейных предприятиях хозяйства автоматики и телемеханики и имеют опыт эксплуатации этих устройств. Тем не менее, все они с использованием дистанционных технологий прошли подготовку и аттестацию на знание ПТЭ и теперь пополнили штат ОАО «ЭЛТЕЗА». Сегодня штат дирекций укомплектован на 86 %.

В каждой из них в Москве и Тюмени организованы диспетчерско-распорядительные группы. В их функции входит контроль выполнения графика технического обслуживания, контроль движения автотранспорта, ведение удаленного мониторинга за работоспособностью устройств КТСМ, организация устранения предотказов, взаимодействие с дистанциями СЦБ по всем вопросам обеспечения работоспособности устройств КТСМ.

В настоящее время на техническое обслуживание ОАО «ЭЛТЕЗА» приняты более 2400 тыс. комплексов КТСМ – это около 40 % их общего количества. В текущем году на аутсорсинг дополнительно будут переданы свыше 2100 комплексов КТСМ на пяти дорогах: Октябрьской, Горьковской, Южно-Уральской, Юго-Восточной и Западно-Сибирской. Предполагается, что в 2023 г. на внешнем управлении будет около 5900 комплексов. В перспективе этот вид обслуживания коснется СТК КТСМ всех дорог.

В планах ОАО «ЭЛТЕЗА» – структурные изменения в Департаменте по реализации программ строительства и ремонтно-сервисному обслуживанию. Соответственно, потребуется укрупнение Дирекций по техническому обслуживанию устройств ЖАТ. Благодаря этому в компании рассчитывают обеспечить содержание КТСМ на должном уровне и их надежную работу. Предполагается создание единой системы мониторинга и диагностики устройств КТСМ, что позволит не только повысить оперативность устранения предотказных ситуаций, но и перейти на обслуживание по состоянию.

Планируется расширение спектра услуг по видам обслуживаемых устройств ЖАТ. В настоящее время ОАО «ЭЛТЕЗА» предоставляет комплекс услуг по строительству и ремонтно-сервисному обслуживанию. Дальнейшее развитие Дирекций дает возможность создать базу для организации сопровождения всех видов устройств ЖАТ в течение жизненного цикла.

ЭЛТЕЗА
Объединенные Электротехнические Заводы

129343, Москва, ул. Сибиряковская, д. 5
Тел.: +7 (499) 266-69-96
E-mail: elteza@elteza.ru,
www.elteza.ru

ПАНОВ
Сергей Андреевич,
ООО «НПП «Югпромавтоматизация», заместитель директора, г. Ростов-на-Дону, Россия

РАЗВИТИЕ СТДМ УСТРОЙСТВ СЦБ

В соответствии с протоколом заседания секции «Автоматика и телемеханика» НТС ОАО «РЖД» от 28.01.2021 предприятию «Югпромавтоматизация» было поручено подготовить предложения по изменению технологии обслуживания устройств СЦБ при внедрении СТДМ и применению технологии интернета вещей, материалы по диагностике и мониторингу горочных устройств, предусмотреть создание паспорта СТДМ и др. В статье рассказывается о реализации этих решений.

Для минимизации затрат на выполнение операций при внедрении систем технической диагностики и мониторинга целесообразно изменить существующую технологию обслуживания устройств СЦБ. В апреле прошлого года компанией были подготовлены и направлены в Управление автоматики и телемеханики ЦДИ соответствующие предложения. Суть предложений показана в таблице. Был выделен ряд работ, для которых, по нашему мнению, возможно увеличение периодичности или перевод на обслуживание по состоянию.

Однако для того, чтобы предложенные изменения технологии не снижали коэффициент готовности устройств ЖАТ, необходимо доработать функционал СТДМ в части выдачи сообщений по устройствам, для которых длительное время невозможно провести измерения (длительная занятость/свободность рельсовой цепи, невозможность измерения сопротивления изоляции при некоторых состояниях устройств ЖАТ).

Кроме того, следует разработать нормативную документацию, устанавливающую порядок действий при получении диагностического сообщения от СТДМ, а также технологическую документацию по периодическому сравнению измерений, выполняемых СТДМ и штатными приборами.

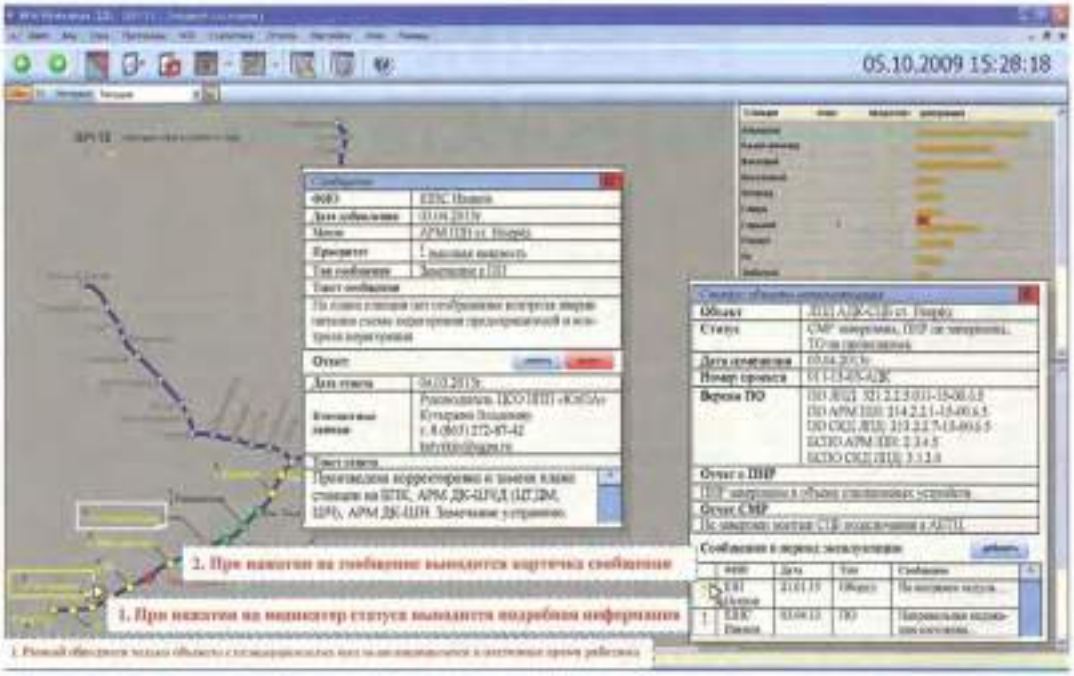
В настоящее время ведется увязка СТДМ с системой ЕК АСУИ, которая решит ряд глобальных задач, в том числе обеспечит автоматизацию процесса определения выполнения графиковых работ (24 работы). Это должно привести к резкому сокращению спама в результате качественного проведения технического обслуживания и повышения технологической дисциплины (контроль выполненного графика на всех устройствах).

В адрес ПКБ И предприятием были подготовлены и направлены материалы для разработки технических требований по диагностике и мониторингу технического состояния систем горочной автоматики. В дополнение к существующим требованиям также были подготовлены предложения, касающиеся особенностей диагностирования горочных устройств, таких как вагонные замедлители, индуктивно-проводные датчики, радиотехнические датчики, радиолокационные индикаторы скорости и др.

Разработка вагонного замедлителя со встроенным датчиком давления, обеспечивающим встроенную диагностику, расширит перечень формируемых диагнозов для вагонных замедли-

Таблица

Вид устройства и наименование работ	Периодичность по 3166р	Предлагаемая периодичность
Измерение напряжения на путевых реле РЦ (кроме ТРЦ) на станции	От 1 раза в мес. до 1 раза в квартал	1 раз в год
То же на перегоне	От 1 раза в квартал до 1 раза в год	1 раз в два года
Измерение напряжения на обмотках путевого реле и на входе путевого приемника	От 1 раза в квартал до 1 раза в год	1 раз в два года
Измерение остаточного напряжения при шунтовом режиме РЦ	От 2 раз в год до 1 раза в два года	1 раз в два года
Измерение сопротивления изоляции кабельных линий по отношению к земле с минимальным отключением монтажа	От 2 раз в год до 1 раза в год	1 раз в 3 года
Измерение на станциях сопротивления изоляции монтажа с кабелем, не контролируемых сигнализатором заземления	1 раз в квартал	1 раз в 3 года
Измерение тока или напряжения на контрольном реле УКСПС, КГУ	1 раз в год	1 раз в 3 года
Измерение напряжения питания приемников и генераторов РЦ тональной частоты	После регулировки напряжения питания, после замены питающего трансформатора	По состоянию
Измерение напряжения на кодовом трансформаторе передающих устройств АЛС числового кода РЦ ТЧ	После замены кодового трансформатора, монтажа	По состоянию
Измерение кодового тока локомотивной сигнализации и временных параметров кодов АЛС в РЦ	После замены приборов кодирования	По состоянию



телей и позволит выявлять отклонение параметров усилия нажатия от норм содержания, ослабление креплений шин и замазученность колес.

Среди предложений по расширению перечня контролируемых параметров устройств СЦБ за счет применения технологии интернета вещей стоит отметить контроль в ходе выполнения технического обслуживания рельсовых цепей напольных устройств. Так, было бы возможно определять наличие переходных сопротивлений в болтовых и паечных соединениях. Применение беспроводных технологий позволит расширить перечень таких автоматизированных работ по ТО, как измерение параметров стрелочного перевода непосредственно на «поле» (напряжение, токи и контроль прижатия остряка), измерение напряжения на лампах светофоров и тока в цепи светодиодных светооптических систем, а также измерение параметров в путевых коробках рельсовых цепей и др.

Для реализации этих задач нужно определить перечень разрешенных беспроводных сетей, которые могут применяться для технологии интернета вещей.

В качестве примера можно привести проект по оснащению СТДМ железных дорог Индии. В рамках этого проекта специалисты компании активно развивают технологии беспроводной передачи данных (модули сбора данных на основе беспроводных технологий Wi-Fi и 3G/4G), что позволило контролировать напряжение многих цепей как в релейном помещении, так и в напольных устройствах. За счет этого в системе появились диагнозы, сигнализирующие о потере контакта в болтовых и паечных соединениях.

Перегонные устройства СТДМ АДК-СЦБ позволяют контролировать все параметры, которые измеряются при проведении технического обслуживания релейных шкафов, переездов, УКСПС и др.: сопротивление изоляции монтажа и жил кабеля, напряжение переменного тока тональной частоты, напряжение постоянного и переменного токов, кодовые сигналы АЛСН и дискретные сигналы. Это позволяет исключить нахождение электромеханика на этих устройствах для периодических измерений, а также формировать системе такие диагнозы как:

нарушение зависимостей показания светофора;

несоответствие показания проходного светофора кодам АЛС;

несоответствие принимаемого кода состоянию реле Ж и З.

В рамках создания сетевого центра технической диагностики и мониторинга сейчас разрабатываются технические решения по передаче на унифицированные серверы АПК-ДК (СТДМ) информации об инцидентах (результат обработки диагностических ситуаций инженерами по мониторингу дороги). Стоит отметить, что с 2007 г. для всех систем ТДМ утверждены технические решения по унифицированному взаимодействию. Компания «Югпромавтоматизация» готова осуществлять передачу информации в данном формате, а также реализовать любой из предложенных форматов.

В ближайшее время Управление автоматики и телемеханики предусматривает создание паспорта СТДМ и его постоянное ведение на всех стадиях жизненного цикла объектов ЖАТ с передачей данных в сетевой мониторинг.

В 2013 г. были утверждены технические решения по реализации в СТДМ АДК-СЦБ функции «Статус объекта автоматизации». Этот функционал позволяет отслеживать информацию об объекте, о проекте, версии ПО, завершении стадий СМР, ПНР и проведении сервисного обслуживания. Функционал аккумулирует проблемы и замечания на всех стадиях жизненного цикла, а также предоставляет перечень огражденных объектов и задач.

Функционал по статусу объекта автоматизации в ПО КЗМ центра мониторинга показан на рисунке.

К сожалению, этот функционал не пользуется популярностью, что ограничивает его информативность и применение. Мы предлагаем рассмотреть возможность использования данного функционала в качестве паспорта СТДМ.

Стрелки встали на ролики

Испытания опытного образца системы роликовых устройств для стрелочных переводов отечественного производства начались 10 февраля в Ярославль-Главный дистанции пути Северной дирекции инфраструктуры.

фото: Ирина Штольба / ИД «Гудок»

Роликовые устройства на стрелочных переводах – ноу-хау последнего десятилетия. Четыре ролика, установленные на стрелочный перевод, облегчают ход остряков во время перевода стрелки.

На Северной дороге роликовые устройства впервые протестировали в 2017 году – это были модели чешского производства, их не стали приобретать для постоянной эксплуатации.

Система роликовых устройств, которая проходит испытания сейчас, разработана по заказу СЖД местным производителем – ООО «КТК» из Рыбинска Ярославской области.
«С 2019 года при содействии Торгово-промышленной палаты Ярославской области мы начали сотрудничать с предприятиями малого и среднего бизнеса в плане импортозамещения. Разработка роликовых устройств – первый практический результат этой работы», – рассказал заместитель главного инженера Северной дороги Игорь Пантюшин.

На большинстве стрелочных переводов остряки при переводе стрелки скользят по подушкам башмаков, а при использовании роликовой системы они приподнимаются над башмаками, перекатываются по роликам и вновь опускаются на подушку башмаков, создавая надёжную опору для проходящего по стрелочному переводу поезда. Трение скольжения по башмаку меняется на трение качения по ролику, что уменьшает нагрузку на электропривод стрелочного перевода, избавляет от необходимости до двух раз в сутки смазывать башмаки и уменьшает вред природе от стекающей в грунт смазки.

Разработанная в Рыбинске роликовая система в несколько раз дешевле зарубежных аналогов и отличается от них более совершенным принципом работы, так как разработчик исключил риски внезапного заклинивания и быстрого износа роликов.

Испытания на СЖД продлятся до 10 августа. За это время будет дана оценка работы опытного образца в различных погодных условиях, внесены необходимые корректировки.

Елена Солондаева
Ярославль

Перевод стрелок исключается

В Южно-Уральской дирекции управления движением разработано устройство запирания стрелочного перевода. Оно предотвращает несанкционированное переключение стрелки, исключая случайный заезд подвижного состава на ограждённый путь. «Устройство запирания стрелочного перевода» признано полезной моделью, и 14 февраля её авторы – Дмитрий Панов и Василий Бубневич – получили патент.

Существуют различные устройства обслуживания рельсовых стрелочных переводов. В данном случае изобретателями рассматривалось устройство запирания, то есть жёсткое фиксирование остряка стрелочного перевода для исключения его передвижения даже при случайном переключении стрелки удалённым устройством диспетчерской централизации. «Наиболее близким аналогом по цели и технической сущности, выбранным за прототип, является устройство, известное как скоба для крепления остряка к рамному рельсу, – рассказывает инженер отдела грузовой и коммерческой работы Челябинского АФТО, до недавнего времени работник Дирекции управления движением Дмитрий Панов. – Скоба применяется как временное крепление остряка стрелочного перевода к рельсу и не предназначена для его запирания на время проведения технического регламента на ограждённом пути, находящимся за этой железнодорожной стрелкой. Это и является её недостатком».

До разработки нового устройства дежурный по парку и оператор соответствующего пучка горки выводили стрелочный перевод, ограждающий путь осмотра, в положение, исключающее заезд на него подвижного состава. На рукоятку индивидуального перевода навешивался красный предупредительный колпачок. Дежурный по сортировочной горке давал команду составителю поездов установить на ограждённый путь два тормозных башмака. Такой способ не может исключить заезд подвижного состава на ограждённый путь, поскольку имеется влияние на ситуацию человеческого фактора.

Установка разработанного устройства запирания теперь осуществляется приёмщиком поездов по устранению коммерческих неисправностей. После визуального осмотра и определения положения стрелки оно устанавливается снизу рельса и с внутренней стороны колеи так, чтобы его крюк зацепился за остряк стрелочного перевода. После этого со стороны междупутья затягивается гайка, которая находится внутри защитного корпуса, до плотного прижатия накладного фиксатора к рельсу. Результатом является жёсткое запирание остряка стрелочного перевода и, как следствие, исключение случайного переключения стрелки с помощью любых устройств. Техническое решение обеспечивает повышение безопасности людей, высвобождает от участия в ограждении пути составителя поезда и маневрового локомотива. При этом сокращаются время ожидания и время простоя вагонов.

Евгения Машинистова

УДК 621.31, 621.38
DOI: 10.34649/AT.2022.2.2.002

СЕМИПРОВОДНАЯ СХЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ

ЭДИХ
Денис Александрович,
ООО «СтройЖелДорПроект», главный специалист отдела автоматики и телемеханики, Москва, Россия

ДЕМИДОВ
Евгений Вадимович,
Институт «Гипротранссигналсвязь» – филиал АО «Росжелдорпроект», ведущий инженер отдела автоматики и телемеханики, Санкт-Петербург, Россия

Ключевые слова: *проектирование систем СЦБ, семипроводная схема управления электроприводом, электропривод СП-6МГ, электродвигатель ЭМСУ-СПМ*

Аннотация. В статье представлена новая схема управления стрелочным электроприводом. Рассмотрены основные преимущества при ее применении. Приведена схема макета выключения стрелки из зависимости.

В настоящее время на сети дорог ОАО «РЖД» активно внедряются стрелочные электроприводы СП-6МГ с автопереключателем, построенным на магнитоуправляемых герметизированных контактах, с электродвигателем ЭМСУ-СПМ. В составе электродвигателя применяются полупроводниковые элементы, выход из строя которых может вызвать ложный контроль стрелки. Совершенствование схем управления СП-6МГ и ЭМСУ-СПМ заключается в разделении рабочей и контрольной цепей управления стрелкой. С этой целью сотрудники ПГУПС разработали технические решения, предусматривающие применение дополнительно двух (трех) выносных реле. Однако при использовании этой схемы в реальных условиях могут возникнуть трудности во время замены электродвигателей и электроприводов.

Предлагается семипроводная схема управления стрелочным электроприводом, которая показана на рис. 1. Управляющая цепь схемы идентична управляющей цепи пятипроводной схемы управления, выполненной по типовому альбому 410803-ТМП (МРЦН-10, альбом 4) [1]. Изменения коснулись контрольной и рабочей цепей. Отличия схемы от типового варианта в альбоме выделены красным цветом.

Схема построена на реле первого класса надежности. Из нее исключено контрольное реле ОК типа КМ-3000, содержащее поляризованный якорь второго класса надежности. В ней физически разделены контрольная и рабочая цепи. Благодаря разным вариантам исполнения схемы ее можно применять как на стативе свободного монтажа (в системах ЭЦ-12-13 и аналогичных), так и в блоке управления стрелкой ПСТ-7. При этом возможно управление одиночными и спаренными стрелками, оснащенными электроприводами СП-6М(К) и СП-6МГ с любыми электродвигателями переменного тока: МСА, МСТ, ЭМСУ-СП, ЭМСУ-СПМ. Возможна реализация магистрального управления стрелками.

Особенность схемы заключается в том, что повреждения любых ее элементов или ошибочное подключение напольной части схемы управления стрелочным электроприводом приводят к защитному отказу. Важно, что при этом полностью исключается появление ложного контроля.

Для управления требуются три рабочих и четыре контрольных провода. Рабочая цепь новой схемы управления с помощью проводов Л1, Л2 и Л3 подключается непосредственно к электродвигателю ЭМСУ. Жилы напольного кабеля рабочей цепи при необходимости можно дублировать. Путем изменения полярности напряжения в Л1 и Л2 меняется направление вращения ЭМСУ. В качестве пусковых стрелочных реле ППС и НПС взамен реле типа НМПШ и ПМПУШ третьего поколения в ней применены реле типа СП2-325/325 и 5С-1200/450 пятого поколения.

Контрольная цепь состоит из четырех линейных проводов: Л4, Л5, Л6, Л7, которые не дуб-

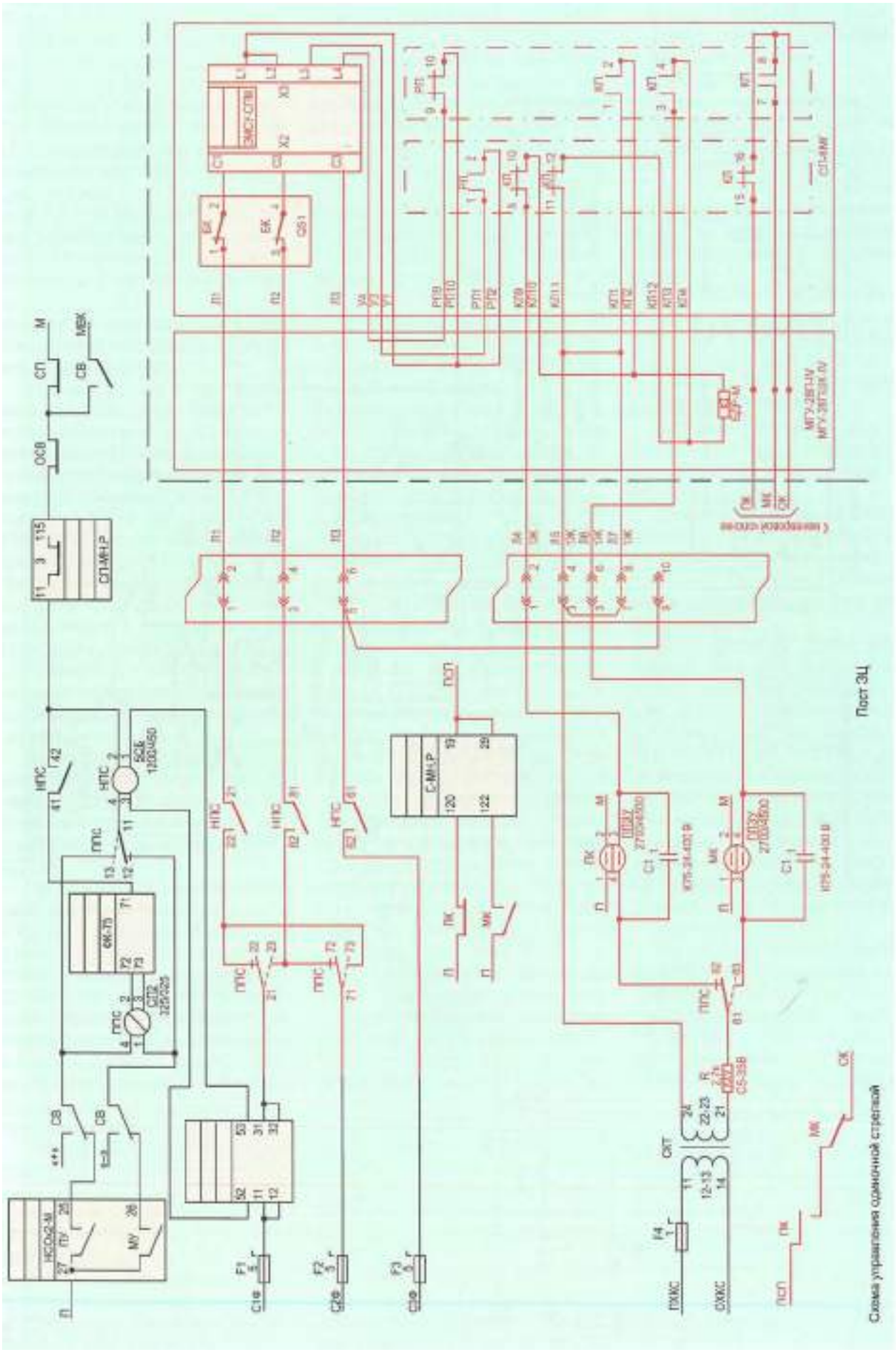


РИС. 1

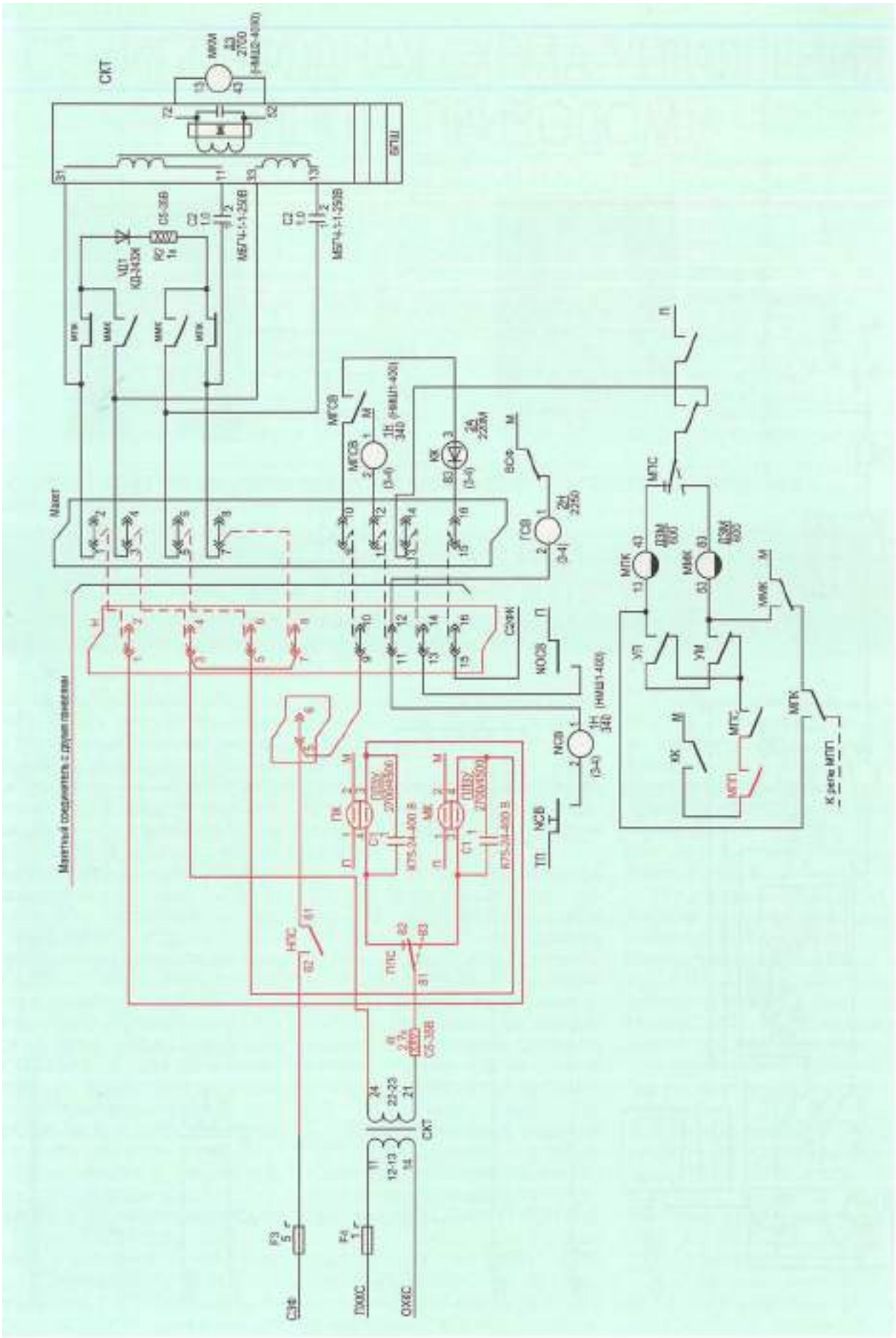

СКТ
Макет
Магнитный соединитель с другим панелями
К реле МТП

РИС. 2

лируются. С помощью провода Л7 организована цепь контроля неправильного монтажа жил на поле, когда одна жила ошибочно подключается вместо другой, т.е. происходит скрещивание жил. При отсутствии Л7, если блок БДР подключен неправильно (развернут) или произошло скрещивание жил Л4 и Л5 (Л6 и Л5), реле ПК или МК встанет под ток при условии, что стрелка находится в плюсовом или минусовом положении. При протекании тока по Л7 происходит закорачивание обмотки контрольного реле. Оно обесточивается, фиксируя нарушение работы схемы.

Взамен общего контрольного реле ОК типа КМШ-3000, используемого в классической пятипроводной схеме управления, применены раздельные контрольные реле плюсового и минусового контроля ПК и МК типа ПЛЗУ 2700/4500. Диапазон напряжения срабатывания этих реле 19,2–32 В. При работе схемы поляризованное реле ППС своим контактом подключает к линии одно из этих реле, последовательно подключенных к блоку БДР-М. В результате образуется схема с однополупериодным выпрямлением переменного тока.

Благодаря этой схеме контроля исключено получение ложного контроля как при перепутывании линейных проводов, так и при ошибочном подключении блока БДР-М.

Параллельно контрольным реле включены конденсаторы С1 и С2 типа К75-24-400В емкостью 1 мкФ. Таким образом удается избежать зуммирования якоря реле. Стабильная работа контрольных реле обеспечивается за счет наличия на этом реле, подключенном в данный момент к линии, постоянной составляющей напряжения. Ее величина больше напряжения срабатывания этого реле.

Как показали исследования, в случае использования в семипроводной схеме жил одного кабеля при напряжении на контрольном реле 30,9; 26,4; 21,5 В дальность управления составляет 0,1; 3,5; 7,0 км, а емкость между жилами – 0,01; 0,35; 0,7 мкФ соответственно.

Поскольку дальность управления может достигать 7 км, в некоторых случаях можно отказаться от схем с магистральным питанием. Кроме того, есть возможность увеличения дальности управления при сохранении работоспособности схемы. Однако авторы считают, что в этом нет необходимости.

В существующей пятипроводной схеме управления при длине кабеля более 500–600 м требуется дублирование всех пяти жил Л1–Л5. При ее замене на семипроводную, например в рамках модернизации существующих электроприводов, освободившиеся при демонтаже дублирующие жилы Л4 и Л5 целесообразно использовать в новой схеме в качестве Л6, Л7. Ее особенность в том, что провода Л4–Л7 являются контрольными и не требуют дублирования. В остальных случаях нужна укладка нового кабеля с необходимым количеством жил.

Схема макета выключения стрелки из зависимости (рис. 2) выполнена с учетом указания ГТСС 1247/1963 [2]. Изменения, отличающие ее от типовой схемы, выделены красным цветом.

Контакт противоповторного реле МПП схемы макета из цепи питания контрольных реле МПК и ММК, которая формируется при нажатии кнопки выключения стрелки, перенесен в цепь питания этих реле, которая формируется при изменении контроля положения остряков стрелки. Эта цепь образуется при нажатии кнопки перевода стрелки в плюсовое или минусовое положение. Благодаря этому исключается некорректное обесточивание реле МПК или ММК при установке стрелки на макет. Такая ситуация возможна в случае передержки дежурным по станции кнопки выбора стрелки СВ. Если дежурный длительное время держит нажатой кнопку СВ, после срабатывания реле контроля МПК или ММК макета, а затем выключения реле МПП реле МПК или ММК обесточивается.

Таким образом, семипроводная схема управления электроприводом имеет следующие преимущества:

возможность управления электроприводом как с классическим автопереключателем, так и с автопереключателем на основе магнитоуправляемых герметизированных контактов;

возможность подключения на существующий макет;

использование в контрольной цепи в качестве стрелочных контрольных реле ПК и МК типа КМШ-3000 более надежных реле типа ПЛЗУ (см. рис. 1);

защиту контрольной цепи от ошибочного подключения жил на линии, от короткого замыкания жил и неправильного подключения блока БДР-М;

увеличенную дальность управления электроприводом при центральном питании (до 7 км в лабораторных условиях при использовании жил одного кабеля или разных кабелей);

различные варианты исполнения: в виде блока и в виде схемы для размещения на стативе свободного монтажа.

Семипроводная схема успешно прошла лабораторные испытания и в прошлом году была согласована ПКБ И. Получено разрешение на ее применение на сети дорог ОАО «РЖД».

Разработанная схема может применяться и в микропроцессорных системах электрической централизации с релейным интерфейсом управления стрелками: ЭЦ-ЕМ, МПЦ-ЭЛ, МПЦ-И и др. В этом случае контрольная, рабочая и управляющая цепи остаются без изменений. Ее отличие от описанной схемы заключается в замене стрелочных рукояток (кнопок) интерфейсными реле перевода стрелки в плюсовое или минусовое положение.

По мнению авторов, наиболее целесообразно оснащение семипроводной схемой новых стрелочных электроприводов СП-6МГ при реконструкции ЭЦ станций, оборудованных МПЦ с релейным интерфейсом управления стрелками.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Типовые материалы для проектирования 410803-ТМП. Схемы маршрутной релейной централизации МРЦН-10. Альбом 4 / Гипротрансигналсвязь : утв. письмом ЦШ ОАО «РЖД» от 09.12.2008 № ЦШТех 12/155. СПб., 2008. 52 с.

2. Указание ГТСС 1247/1963. Дополнение № 2 к Указанию 1934. Схемы управления электроприводом СП-6МГ с электродвигателем ЭМСУ-СПМ. – СПб. 2019. – 6 с.

КЛЕНОВ
Андрей Викторович,
ОАО «РЖД», Октябрьская дирекция инфраструктуры, начальник службы автоматики и телемеханики, Санкт-Петербург, Россия

НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ С МРМ

С 2018 г. ведется разработка технологии обслуживания устройств СЦБ с применением мобильных рабочих мест МРМ. С 2020 г. на полигоне Октябрьской дороги эксплуатируются 103 комплекта МРМ. В соответствии с комплексной программой внедрения в прошлом году были поставлены 696 единиц, в текущем году планируется приобретение еще 799 мобильных рабочих мест.

Применение мобильных устройств в хозяйстве автоматики и телемеханики обеспечивает оптимизацию производственных процессов управления техническим содержанием устройств ЖАТ.

На сегодняшний день реализованная функциональность позволяет автоматически формировать инциденты по ненормативным результатам измерений, фиксировать неисправности с фотоизображениями в ходе осмотров и работ по графику ТО, контролировать производственную дисциплину по данным о местоположении штата в ПК ГИП, а также фиксировать выполнение рабочих заданий и результаты измерений вручную или в автоматическом режиме от мультиметра. Кроме того, благодаря устройству возможно оперативно получать подробную информацию о выявленных неисправностях на участке обслуживания и находить по геокоординатам ближайшие устройства ЖАТ, просматривать технические характеристики устройств, историю неисправностей, выполненных работ и результатов измерений.

В ближайшее время для МРМ-Ш будут разработаны дополнительные функции, которые обеспечат получение разрешения и учет выполнения рабочих заданий по выключению/включению устройств ЖАТ; отображение информации о запланированных «окнах» для выполнения работ по выключению устройств ЖАТ; отображение поездного положения; учет работ по расследованию сбоев АЛС и САУТ, а также отображение интегральных показателей по выполнению ТО, выявленным инцидентам, местоположению эксплуатационного штата.

В соответствии с технологией работы с МРМ применяется измерительный модуль Эталон-Ш для измерения по 170 технологическим картам электрических параметров (светофоров, маршрутных указателей, стрелочных электроприводов, электрических рельсовыхе цепей, аппаратуры ЖАТ (при замене), проверки зависимостей, АПС, УЗП, устройств заграждения, сигнализации на пешеходных переходах, системы счета осей и др.).

Анализ эксплуатации МРМ-Ш за период с мая 2020 г. по сентябрь 2021 г. показал, что дистанциями СЦБ выполнены около 90 тыс. рабочих заданий и созданы более 21 тыс. инцидентов с добавлением почти 6 тыс. фотоснимков.

Дополнительно в ЕК АСУИ-Ш проведен анализ выполнения рабочих заданий за девять месяцев прошлого года. Число выполненных заданий с МРМ (ст. Подсолнечная – 4288 рабочих заданий) превышает выполнение с ручным вводом (ст. Спирово – 1859 заданий) почти в 3 раза.

Таким образом, подтверждается целесообразность внедрения МРМ-Ш в дистанциях СЦБ. Появляется возможность учета выполненных работ, суточного планирования, проведения предсменных инструктажей, ввода выявленных инцидентов с фото/видео фиксацией, оперативного оповещения о выявленных неис-

Эксплуатация МРМ

Подключение Эталон-Ш

правностях, контроля производственной дисциплины по данным о местоположении сотрудников дистанции на геосхеме участка.

Среди предложений по доработке возможностей МРМ стоит отметить добавление таких функций, как:

удаление созданных инцидентов из приложения МРМ, в том числе нескольких инцидентов в рамках выполнения единого технологического процесса;

создание рабочих заданий по технологическим картам хозяйства автоматики и телемеханики, в том числе плановых, внеплановых, вспомогательных;

просмотр КЗ «Мониторинг», технической документации (схемного плана, кабельной сети, схем устройств);

создание, просмотр и корректировка суточных, недельных и месячных планов дистанции;

отображение местоположения эксплуатационного штата Московской дистанции СЦБ на геосхеме участка;

создание инцидентов (в том числе массовое упрощенное создание) в рамках генеральных, комиссионных и линейных осмотров;

создание инцидентов на смежные службы.

Кроме того, предлагается дополнить возможности ЕК АСУИ-Ш с МРМ функцией контроля соответствия станции закрытия рабочего задания и фактического местоположения электромеханика, чтобы находясь на одной станции, электромеханик не мог закрыть рабочее задание по другой станции.

Совместно с мобильными рабочими местами на полигоне Октябрьской дороги используется 93 комплекта универсального измерительного модуля Эталон-Ш.

Выполнение измерений с помощью прибора Эталон-Ш на полигоне Октябрьской дороги позволяет создавать информационную платформу для перехода на безбумажную технологию в части автоматизированного формирования электронных учетных форм в процессе выполнения работ. После ввода и утверждения нормалей по ряду видов измерений в электронные журналы АСУ-Ш-2 проводятся испытания автоматической проверки выполнения норм и автоматического создания инцидентов в случае их невыполнения.

На участках без систем диагностики и мониторинга технических средств появляется возможность осуществлять контроль выполнения графика технического обслуживания, мониторинг технических параметров устройств с передачей данных в Центр диагностики и мониторинга. Но для корректной работы необходимо своевременное обновление и адаптация программного обеспечения системы.

Использование прибора Эталон-Ш позволяет измерять напряжение в рельсовых цепях, на лампах светофоров, на электродвигателях стрелочных электроприводов (в графике эта работа отсутствует, измерения выполняются раз в восемь лет при замене двигателя). В настоящий момент реализовано измерение тока кодирования при наложении шунта.

В приборе есть функция измерения интервала кодов АЛСН (измерение выполняется только при поиске неисправности), однако регистрация измерений в МРМ не предусмотрена. Ток в электрической цепи можно измерить, только включив Эталон-Ш непосредственно в эту цепь, т.е. разорвав ее. Невозможно измерить ток кодирования, сопротивление изоляции жил кабеля.

Предлагается дополнить функционал прибора измерением тока кодирования бесконтактным способом, намагниченности с применением встроенного магнитометра, сопротивления изоляции жил кабеля, а также добавлением режима фиксации «всплесков» тока.

Кроме того, необходимо увеличить скорость измерений напряжения и тока кодирования тональных рельсовых цепей.

Для продления срока эксплуатации МРМ и измерительных приборов Эталон-Ш, удобства проведения измерений и транспортировки устройств, предлагается использовать защитные чехлы, образцы которых в настоящее время проходят опытные испытания в дистанциях СЦБ.

Защитные чехлы для приборов

ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ МРМ-Ш

СОЛДАТЕНКОВ Евгений Геннадьевич,
ОАО «РЖД», Восточно-Сибирская дирекция инфраструктуры, начальник службы автоматики и телемеханики,
г. Иркутск, Россия

Для повышения контроля за соблюдением дисциплины при выполнении графика технологического процесса эксплуатационным штатом в границах Иркутск-Сортировочной дистанции СЦБ в рамках пилотного проекта в 2020 г. внедрена подсистема «Мобильное рабочее место Единой корпоративной автоматизированной системы управления инфраструктурой хозяйства автоматики и телемеханики» (МРМ ЕК АСУИ-Ш).

Иркутск-Сортировочная дистанция СЦБ получила в опытную эксплуатацию 104 комплекта МРМ на базе промышленного смартфона MIG C55. В прошлом году в соответствии с Комплексной программой внедрения МРМ были приобретены еще 596 устройств.На сегодняшний день устройствами МРМ-Ш, обеспечены 75 механиков и 28 старших электромехаников.

Устройства обеспечены SIM-картами PORC с доступом в корпоративную сеть ОАО «РЖД», имеют прикладное ПО МРМ ЕК АСУИ.

Для организации внедрения технологии применения МРМ-Ш в границах дистанции СЦБ была создана рабочая группа, первоочередной задачей которой являлась адаптация МРМ-Ш для работы хозяйства с учетом его специфики и местных условий. Кроме того, один комплект устройства находится в лаборатории автоматики и телемеханики Восточно-Сибирской ДИ для тестирования нового ПО.

Эталон-Ш

Актуальной задачей для технологии МРМ является ее интеграция с системой диагностики ТДМ, где возможно группировать диагностические инциденты по системным повторам предотказных ситуаций различного оборудования ЖАТ.

МРМ-Ш позволяет автоматизировать технологические процессы, выполняемые линейным персоналом (электромеханиками, старшими электромеханиками) и руководителями дистанций СЦБ. В его функционал входит выполнение рабочих заданий и графика осмотра объектов ЖАТ, измерение параметров измерительными модулями Эталон-Ш, создание рабочих заданий на выполнение внеплановых работ, модуль инструктажа (СДО).

При помощи МРМ электромеханики имеют возможность создавать оперативные инциденты в процессе осмотра устройств ЖАТ с прикреплением фото неисправностей, а также завершать рабочие задания с добавлением фотоотчетов, благодаря чему повысилось качество производственного процесса.

Устройство включает в себя следующие модули: поиска отказов и предотказов; расследования сбоев в работе АЛС и САУТ; учета замены приборов; включения и выключения устройств ЖАТ; ознакомления с организационными документами; справочной информации, а также проверки и корректировки данных по действующим устройствам железнодорожной автоматики и телемеханики.

Сравнительный анализ сопоставимых по оснащенности станций Тайшет (1632 инцидента) и Иркутск-Сортировочный (4067 инцидентов) по сформированным инцидентам за 8 месяцев 2021 г. показывает, что при ручном

вводе количество инцидентов в разы меньше. Таким образом, внедрение мобильных рабочих мест в дистанции СЦБ дало положительный технологический эффект в объективности оценки технического состояния устройств ЖАТ. Это подтверждает увеличение объема фиксируемых инцидентов, созданных с МРМ (более 48 тыс.).

Говоря о достоинствах МРМ-Ш, стоит сказать и о недостатках устройства, с которыми столкнулись работники в процессе его эксплуатации. При планировании по МРМ отсутствует возможность просмотра всех созданных суточных планов на неделю, а также месячного планирования при изменении суточных планов и оперативного редактирования годовых работ ТО; невозможно корректировать проект (черновик) суточного плана, отправлять суточный план (активный) на доработку, вести недельный план при просмотре суточного. С МРМ старших электромехаников нет возможности формировать и создавать рабочие задания, активировать и закрывать план.

При формировании инцидентов и работе с ними выявлены следующие проблемы: МРМ не позволяет устранять сразу несколько инцидентов; невозможно создавать инциденты в адрес предприятий смежных хозяйств; отсутствует привязка инцидентов к актам КМО, линейным осмотрам и графику технологического процесса. Кроме того, необходимо рассмотреть техническую возможность интеграции устройства МРМ с тепловизором при проведении графика технологического процесса для фиксации и контроля устранения инцидентов при проверке температурных режимов аппаратуры ЖАТ.

При периодическом обновлении системы на мобильных рабочих местах происходит сброс учетных данных пользователя, что приводит к потере на МРМ информации об активах (километр, станция, перегон и др.).

Необходимо рассмотреть возможность корректировки ПО МРМ в части блокировки действий эксплуатационного штата на программном уровне при создании рабочих заданий, выполнение которых требуется производить с обязательным выключением устройств СЦБ, для исключения случаев выполнения соответствующих работ без выключения.

Для повышения эффективности работы стоит доработать функционал голосового ввода в МРМ (по фразам: создать инцидент, рабочее задание, вид неисправности и др.). Привязка к устройству должна нивелироваться по GPS/ГЛОНАСС-позиционированию и суженному выбору конкретных устройств согласно местоположению. Особенно это актуально в зимний период, когда линейным электромеханикам требуется работать в МРМ, не прикасаясь к клавиатуре руками.

На дороге географически имеются места, не покрываемые региональными операторами мобильной сети. Отсутствие качественной мобильной связи приводит к задержке выполнения работы по передаче инцидентов с МРМ в ЕК АСУИ. В связи с этим стоит рассмотреть возможность использования в границах Восточно-Сибирской дороги SIM-карт сторонних мобильных операторов. Предлагается установить на корпоративных SIM-картах безлимитный трафик интернета, поскольку предоставляемого (3 ГБ) зачастую бывает недостаточно.

При устранении инцидентов с подтверждающими фотоматериалами (фотоотчеты по устранению) зафиксированы случаи медленной работы операционной системы (зависание), что приводит к длительному выполнению данных операций (поэтому часто эксплуатационный штат не пользуется этой функцией).

Мобильное устройство имеет корпус, не защищенный от механического воздействия (что неизбежно при выполнении графика технологического процесса). Необходимо обеспечить данные устройства МРМ (смартфоны) ударопрочным защитным чехлом и защитным стеклом на экран, либо рассмотреть возможность замены устройства на промышленный смартфон с улучшенными характеристиками (водонепроницаемость, пылезащищенность, противоударность, увеличенная емкость аккумулятора).

Для совместной работы с МРМ-Ш предполагается применять универсальный измерительный модуль Эталон-Ш, заменяющий ряд измерительных приборов (вольтметр-амперметр, мультиметр и др).

Прибор предназначен для измерения сигналов, их интеллектуальной обработки и управления полученными данными при помощи собственного программного обеспечения на базе ОС Android.

Функционал модуля включает интеграцию выполненных результатов измерений в информационную среду хозяйства автоматики и телемеханики с привязкой к конкретным устройствам ЖАТ, а также систематизацию результатов измерения и обеспечение оперативного доступа к ним на всех уровнях хозяйства.

Эффективность применения модуля заключается в снижении трудоемкости и переходе на электронный документооборот, автоматизированное заполнение журналов электромеханика СЦБ данными о результатах электрических измерений на устройствах ЖАТ.

Среди предложений по расширению функционала модуля можно выделить: добавление в ЕК АСУИ позиции по измерению напряжения обогрева контактов электропривода, возможность измерения напряжения согласно рабочим заданиям, информации о месте измерения. Кроме того, предлагается обеспечить привязку измерений при внесенных нормативных значениях в автоматизированные системы ЖАТ, а также выгрузку результатов измерений напряжений на генераторе, путевом приемнике, фильтре при тональных рельсовых цепях в ЕК АСУИ.

В настоящий момент проводится работа над адаптацией полученных измерительных модулей Эталон-Ш в совокупности с МРМ. Для организации метрологического обслуживания измерительных модулей Эталон-Ш в Восточно-Сибирском центре метрологии прибор был внесен в справочник типов АРМ Метролога, направлены письма с полным пакетом документов для поверки/калибровки модулей Эталон-Ш. На данный момент в центре метрологии ведется подготовка к обслуживанию данных модулей.

НЕУМОИН Владимир Александрович,
Нижегородское отделение АО «ВНИИЖТ», отдел развития, проектирования, научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, начальник отдела, г. Нижний Новгород, Россия

СИСТЕМА ОПОВЕЩЕНИЯ ПЕРСОНАЛА О ПРИБЛИЖЕНИИ ПОЕЗДА СОП-02

В п. 4.18 «Инструкции по размещению, установке и эксплуатации средств автоматического контроля технического состояния подвижного состава на ходу поезда» № ЦВ-ЦШ-453 от 30.12.1996 г. сказано, что «Помещение для постового оборудования средств контроля оснащается схемой оповестительной сигнализации о приближении поезда к месту размещения перегонного оборудования и охранной сигнализацией. На участках с автоблокировкой управление схемой оповестительной сигнализации производится от путевого реле рельсовой цепи». П. 2.4.8 «Положения по организации системы контроля технического состояния подвижного состава в пути следования», утвержденного распоряжением ОАО «РЖД» № 1902р от 14.08.2014 г. , обязывает выполнять требование: «Проектом должна предусматриваться установка оповестительной сигнализации о приближении поезда к постовому оборудованию средств контроля и охранной сигнализации». В целях выполнения указанных требований специалисты Нижегородского отделения АО «ВНИИЖТ» в 2005–2006 гг. разработали и с 2007 г. успешно реализуют систему оповещения персонала о приближении поезда СОП-01.

Система СОП-01 обнаруживает подвижную единицу, приближающуюся к месту проведения работ на двухпутном участке, и предупреждает об этом персонал не менее, чем за 50 с до его прохода мимо места расположения системы.

В настоящее время установкой оснащены более 1500 постов контроля приборов безопасности КТСМ-01.

В качестве источника информации СОП-01 использует рельсовые цепи или датчик петлевой бесконтактный (ДПБ-01), разработанный также в Нижегородском отделении АО «ВНИИЖТ» в 2003 г.

Схема работы СОП-01 представлена на рис. 1. При заходе поезда в зону контроля $ДПБ_3$ при движении поезда в четном направлении ($ДПБ_4$ при движении поезда в нечетном направлении) световое информационное табло (СИТ) генерирует световую и звуковую информацию о приближении поезда, которая будет действовать до нажатия кнопки «Подтверждение» на блоке обработки информации (БОИ) или прохождения поезда через $ДПБ_2$ при движении поезда в четном направлении ($ДПБ_5$ при движении поезда в нечетном направлении). Если на контролируемом участке организовано движение в неправильном направлении, то соответственно генерируется информация о приближении поезда при срабатывании $ДПБ_1$ ($ДПБ_6$).

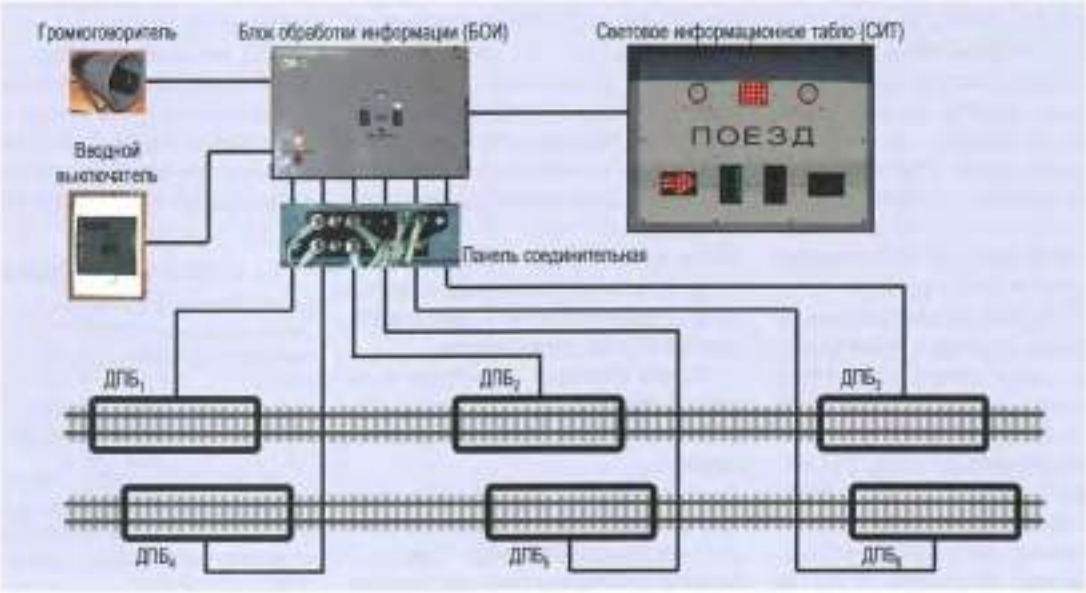


РИС. 1

Таблица

Элемент установки	СОП-01		СОП-02	
	Характеристики			
	Размер (ВхШхГ), мм, не более	Вес кг, не более	Размер (ВхШхГ), мм, не более	Вес кг, не более
Блок обработки информации	210x350x100	8	44x430x390	6
Световое информационное табло	450x550x150	16	450x550x150	16
Вводной выключатель	180x120x90	1	отсутствует	
Панель соединительная	200x320x65	1	отсутствует	
Громкоговоритель	Ø241x287	2,5	конструктивно встроен в табло	
Комплект соединительных кабелей		5		5

СОП-01 ставится в местах установки приборов безопасности КТСМ-02, которые находятся в специальных перегонных помещениях. БОИ, громкоговоритель, вводной выключатель, соединительная панель устанавливаются внутри перегонного помещения, а СИТ – на наружной стенке. Для защиты от осадков и в рамках реализации антивандального исполнения СИТ оборудован крышкой, которая открывается на время проведения регламентных работ эксплуатационным персоналом.

С 2017 г. организовано внедрение нового прибора безопасности КТСМ-03. В отличие от КТСМ-02 новому прибору не требуется перегонное помещение, он монтируется в отдельно стоящем шкафу, входящем в комплектацию КТСМ-03. В целях обеспечения оповещения персонала, проводящего работы на диагностическом средстве КТСМ-03, о приближении поезда Центральная дирекция инфраструктуры – филиал ОАО «РЖД» обратилась в АО «ВНИИЖТ» с предложением провести модификацию СОП-01 для обеспечения его работы в местах установки КТСМ-03.

Нижегородское отделение АО «ВНИИЖТ» в рамках выполнения требуемых работ организовало разработку новой системы оповещения персонала о приближении поезда СОП-02. В отличие от СОП-01 данная установка обладает следующими функциональными возможностями.

СОП-02 имеет три основных варианта комплектации в зависимости от установки:

в отдельно стоящем шкафу уличного исполнения на перегоне в месте установки средства автоматического контроля технического состояния подвижного состава и/или месте проведения работ на железнодорожных путях;

внутри шкафа управления средства автоматического контроля технического состояния подвижного состава;

внутри поста (модуля) средства автоматического контроля технического состояния подвижного состава.

СОП-02 контролирует движение поездов на однопутном, двухпутном, трехпутном или четырехпутном участках (СОП-01 может контролировать движение поездов только на двухпутном участке).

Система имеет различные комплектации в зависимости от применяемого способа определения приближения поезда: полностью автономная система (используются петлевые бесконтактные датчики) или подключение различных видов автоблокировки для различного числа путей.

В СОП-02 количество запоминаемых событий увеличено до 2048 (СОП-01 «помнил» только 256 событий). Уменьшены размеры и вес установки.

В таблице приведены сравнительные характеристики комплектности установок СОП-01 и СОП-02. В настоящее время в Нижегородском отделении ведется работа по уменьшению веса блока

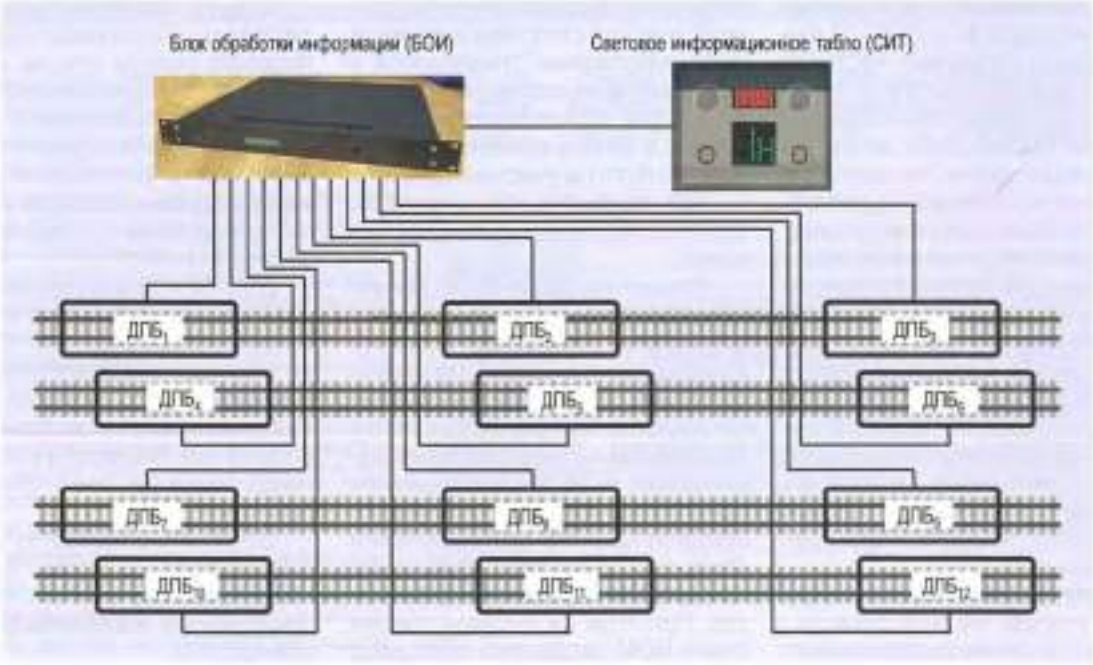


РИС. 2

светового информационного табло для СОП-02.

Схема работы СОП-02 приведена на рис. 2. Принцип получения информации о приближающемся поезде и оповещения персонала об этом аналогичен схеме работы СОП-01. Исключением является только количество обслуживаемых путей (четыре в СОП-02 и два в СОП-01), а также места расположения блока БОИ и кнопки «Подтверждение» (в отдельно стоящем шкафу, в шкафу прибора КТСМ-03 или внутри перегонного помещения).

СОП-02 имеет три режима нормальной работы: спящий, ожидания и наличия поезда. Также имеется режим неисправности.

Спящий режим. При закрытой крышке табло СОП-02 находится в спящем режиме. При этом постоянно осуществляется контроль наличия поездов на участке, запись событий в память регистратора не ведется, а световые, звуковые и речевые сообщения отключены. На передней панели блока БОИ индицируются текущие дата, время и свободность/занятость путей участка контроля.

При открытии крышки табло в зависимости от поездной ситуации на контролируемом участке СОП-02 переходит в соответствующий режим (режим ожидания или режим наличия поезда). Дата и время открытия крышки табло фиксируются встроенным регистратором.

Режим ожидания поезда. При отсутствии поезда с периодичностью один раз в 15 с СОП-02 выдает тональный сигнал частотой 300 Гц и длительностью 1–1,5 с, информирующий персонал об исправности системы и отсутствии поезда на участке контроля (возможно производство работ). Световое табло при этом погашено, звуковые и речевые сигналы отключены. На передней панели блока БОИ индицируются текущие дата, время и свободность путей участка контроля. Пропадание контрольного тонального сигнала говорит о неработоспособности системы СОП-02, и при наличии поезда на участке приближения персонал должен немедленно покинуть зону производства работ.

Режим наличия поезда. При заходе поезда на контролируемый участок схема вырабатывает световую, звуковую и речевую информацию о пути и направлении движения приближающегося поезда, оповещая персонал об опасности дальнейшего проведения работ на путях.

На информационном табло начинает мигать один из индикаторов направления движения поезда на участке приближения (стрелка), а также появляется информация, по какому пути приближается поезд (буква «Н» или «Ч»).

Звучат сирены в течение 2 с (одна) + 2 с (другая) с перерывом 5 с. На блоке БОИ зажигается индикатор занятости соответствующего пути 1, 2, 3 или 4.

Включается речевое сообщение о приближающемся поезде и его направлении. Речевое сообщение длительностью 5 с повторяется каждые 9 с в перерывах звучания сирен.

Регистратор автоматически делает запись во внутреннюю память о дате, времени захода поезда на участок контроля, номере пути и направлении движения поезда.

Для подтверждения принятой информации о приближении поезда персонал должен нажать кнопку «Подтверждение». Это событие также фиксируется регистратором во внутренней памяти системы. После этого сирены отключаются, а световое и речевое информирование остаются активными.

Информирующие световые и речевые сигналы подаются до тех пор, пока поезд не выйдет из зоны контроля СОП-02. При освобождении поездом контролируемого участка световое и речевое информирование отключается и автоматически переходит в режим ожидания. Регистратор делает запись о дате и времени освобождения пути на участке контроля.

При закрытии крышки табло СОП-02 переходит в спящий режим.

Режим неисправности. Встроенная система самодиагностики СОП-02 позволяет выявлять неисправности цепей петлевых датчиков, нарушения в подаче питания, критические отклонения температуры в месте размещения блока БОИ и его внутренние неисправности. По результатам самодиагностики при выявлении каких-либо неисправностей система переходит в режим неисправности. При этом на лицевой панели блока БОИ загорается светодиод «Неисправность», и на дисплей выводится код соответствующей ошибки.

В случае, если при этом система находится в режиме ожидания поезда (открыта крышка табло), включаются сирены, извещающие персонал, работающий на путях, о неисправности СОП-02 и потери достоверности ее информации. Регистратор делает запись о дате, времени и коде выявленной неисправности.

Учитывая, что для СОП-02 не требуется перегонного помещения, систему можно использовать не только при выполнении регламентных работ по обслуживанию средств автоматического контроля технического состояния подвижного состава, но и при проведении практически любых работ на перегоне (обслуживание железнодорожного пути, средств электрификации и др.).

В рамках повышения эффективности функционирования СОП-02, а также учитывая необходимость проведения строительно-монтажных работ при укладке петель ДПБ-01 (длина петли – 4,5м, глубина залегания – 250 ±50 мм от нижней кромки рельса), специалисты Нижегородского отделения АО «ВНИИЖТ» разрабатывают новый петлевой бесконтактный датчик ДПБ-02. Данное устройство позволит также определить скорость движения подвижного средства, расстояние до места установки СОП-02 и ориентировочное время его прохода.

ДПБ-02 предлагается монтировать непосредственно на подошве рельса или на шпалах. Такое положение исключит вероятность повреждения петель при проведении выправочно-подбивочных и рихтовочных работ железнодорожного пути и облегчит его установку и техническое обслуживание.

ДПБ-02 можно будет использовать не только в качестве источника информации для СОП-02, но и при организации работы железнодорожного переезда, устанавливать перед искусственными сооружениями или станциями, перед подъездными путями предприятий и др.

Закончить разработку ДПБ-02 планируется в этом году и с 2023 г. начать его поставку на предприятия железнодорожного транспорта.

УДК 621.396.721
DOI: 10.34649/AT.2022.2.2.003

ПРОГРАММНО-КОНФИГУРИРУЕМОЕ РАДИО – БУДУЩЕЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ РАДИОСВЯЗИ

РОЕНКОВ
Дмитрий Николаевич,
Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, кафедра «Электрическая связь», доцент, канд. техн. наук, Санкт-Петербург, Россия

КОРОТЧЕНКО
Владислав Дмитриевич,
Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, кафедра «Электрическая связь», студент 5 курса, Санкт-Петербург, Россия

ЛЕВЧЕНКО
Светлана Александровна,
Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, кафедра «Электрическая связь», студент 5 курса, Санкт-Петербург, Россия

Ключевые слова: *радиосвязь, программно-конфигурируемое радио, GNU Radio, USRP B200, технологическая железнодорожная радиосвязь*

Аннотация. **Сети технологической железнодорожной радиосвязи требуют модернизации, осуществление которой затруднено главным образом из-за невозможности одновременной замены всех радиостанций и использования в работе различных поколений аппаратуры. Возможным решением этой проблемы может стать разработка системы, построенной на основе программно-конфигурируемого радио (software defined radio – SDR).**

Система связи, построенная на принципе SDR, позволит использовать в работе технические средства радиосвязи всех поколений без потери функциональных возможностей сети. Кроме того, она даст возможность программно реализовать в одном устройстве различные функции (изменение типа модуляции, алгоритма обработки сигнала и выходной мощности), выполнявшиеся ранее отдельными аппаратными средствами. Программная реализация функций по обработке сигналов и программное управление обеспечат кардинальное повышение функциональных возможностей радиостанций путем поддержки работы в различных диапазонах и стандартах связи, включая перспективные [1].

При использовании SDR в целях унификации оборудования железнодорожной радиосвязи [2] нет необходимости в замене антенн, антенно-согласующих устройств, распорядительных станций и другого периферийного оборудования, используемого сегодня радиостанциями РС-46МЦ, РВС-1 и др. [3–6].

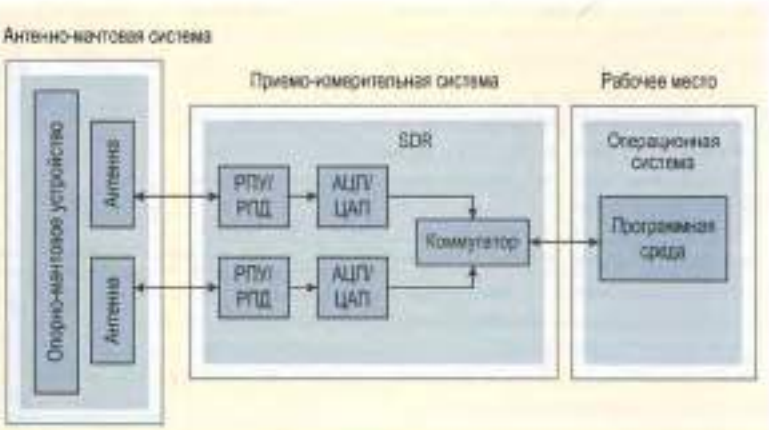


РИС. 1

РИС. 2

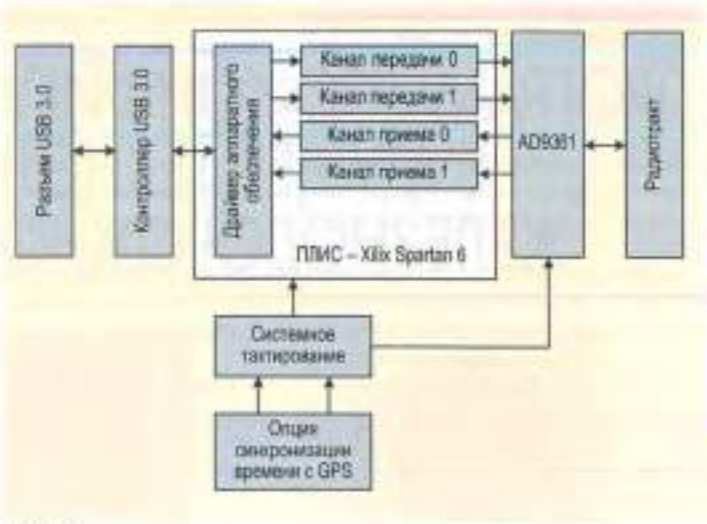


РИС. 3

Для оценки целесообразности замены эксплуатируемых радиостанций на системы, построенные на основе программно-конфигурируемого радио, были проведены теоретическое и экспериментальные исследования с принятием технических решений. При этом сформированы основные требования к физической платформе программно-конфигурируемого радио, накладываемые спецификой технологической железнодорожной радиосвязи.

Эти требования предусматривают возможность внесения изменений в ПО платформы, наличие специализированного программного обеспечения для ПК и драйверов, диапазона принимаемых частот от 2,13 МГц до 5 ГГц, ширины рабочего диапазона одновременно анализируемых частот от 50 МГц, независимых приемного и передающего трактов, а также поддержки синхронизации по опорному сигналу [7].

Было принято решение использовать SDR с программно-управляемой аппаратной частью, не зависящей от рабочей частоты, вида модуляции и ширины канала. Функциональная схема такой радиостанции представлена на рис. 1.

В результате анализа доступного оборудования было выбрано устройство USRP B200 [8], плата которого приведена на рис. 2, а блок-схема внутренней архитектуры – на рис. 3.

Диапазон работы устройства USRP B200 составляет от 70 до 6000 МГц. Для применения в сетях железнодорожной радиосвязи диапазона 2,13 МГц используется конвертер, позволяющий перенести сигнал в рабочий диапазон устройства. Дополнительно разрабатывается решение, основанное на улучшении программного обеспечения платформы путем реализации режима прямого преобразования.

Прототип радиостанции на основе SDR представлен на рис. 4. На схеме приняты следующие условные обозначения: 1 – антенна; 2 – плата USRP B200; 3 – пульт управления каналами коммутатора; 4 – коммутатор; 5 – конвертер для повышения/понижения частоты сигнала; 6 – персональный компьютер для работы программной среды.

Реализация алгоритма работы SDR выполнена в программной среде GNU Radio. Проект системы состоит из двух файлов формата «.grc», представляющих собой набор связанных визуальных блоков с возможностью настройки их параметров для работы приемника и передатчика. Названия блоков и выполняемые ими функции приведены в таблице.

Работа блоков задается программно. При этом GNU Radio генерирует выходной файл, представляющий собой код на языке Python, который может быть открыт, исполнен или модифицирован в любой интегрированной среде, поддерживающей необходимые библиотеки.

Алгоритм функционирования SDR в режиме приема заключается в следующем. Принятый антенной сигнал попадает на малошумящий усилитель и блок предварительной полосовой фильтрации. Аналого-цифровой преобразователь осуществляет дискретизацию и квантование. Далее происходит понижающее преобразование с помощью фильтрации и децимации. Последующая цифровая обработка сигнала выполняется на компьютере.

Обработанный программируемой логической интегральной схемой поток данных поступает из блока UHD USRP Sink в блок Rational Resampler, представляющий собой подпрограмму, моделирующую цифровой фильтр, где при необходимости изменяется частота дискретизации. Блок FM Demod осуществляет частотную демодуляцию, после чего производится

РИС. 4

Таблица

Название и обозначение блока	Описание
Общие блоки	
Настройки Options Title: Not titled yet Output Language: Python Generate Options: QT GUI Realtime Scheduling: On	Блок настройки программы: Title – установка заголовка Output Language – установка языка программирования Generate options – определение типа сгенерированного кода (графический и неграфический) Realtime Scheduling – анализ и тестирование алгоритма для работы в реальном времени
Переменная с графическим интерфейсом QT GUI Range Id: fun_gain Label: GAIN Default Value: 10 Start: 0 Stop: 600 Step: 1	Блок создания переменной с выбором элемента управления (идентификатор служит именем переменной): Id – идентификатор Label – название параметра Default Value – значение по умолчанию Start – начальное значение Stop – конечное значение Step – шаг изменения значения
Параметр Parameter Id: audio_output Label: Audio Output Device Type: String Value: Short ID: O	Блок представления параметра, не зависящего от любых переменных: Id – идентификатор Label – название параметра Type – тип данных параметра Value – присвоенное значение переменной Short ID – сокращенный идентификатор
Переменная Variable Id: samp_rate Value: 2M	Блок создания и хранения переменной: Id – идентификатор, с помощью которого переменная используется в других блоках Value – значение переменной
Умножение на постоянную Multiply Const Constant: 100 m	Блок регулирования мощности звукового сигнала (умножает входной поток значений на скалярную или векторную постоянную): Constant – значение постоянной
Пересчет дискретизированного сигнала (RR фильтр) Rational Resampler Interpolation: 1 Decimation: 10 Taps: Fractional BW: 0	Блок изменения частоты дискретизации (изменяется от 1 до 10): Interpolation – коэффициент интерполяции Decimation – коэффициент децимации Taps – дополнительные коэффициенты фильтра Fractional BW – дробное значение частичной полосы пропускания на конечной частоте
Приемник для отображения сигналов в частотной области QT GUI Frequency Sink Name: Спектр п... того сигнала FFT Size: 1.024k Normalize Window Power: True Center Frequency (Hz): 104.1M Bandwidth (Hz): 2M	Блок визуализации спектрограммы (отображает сигналы в частотной области): Name – название FFT Size – число выборок для быстрого преобразования Фурье Normalize Window Power – использование оконных функций для улучшения визуализации спектра Center Frequency – центральная частота входящего сигнала Bandwidth – полоса пропускания сигнала
Приемник для отображения сигналов во временной области QT GUI Time Sink Name: Демодул... ный сигнал Number of Points: 1.024k Sample Rate: 48k Autoscale: Yes	Блок отображения сигналов во временной области: Name – название Number of Points – число выборок отображаемых входящих данных Sample Rate – частота дискретизации Autoscale – автомасштабирование
Файл «на прием»	
Источник информации USRP UHD: USRP Source Device Arguments: Wed Bridge Sync: PC Clock or Next PPS Samp rate (Sps): 2M Ch0: Center Freq (Hz): 104.1M Ch0: AGC: Default Ch0: Gain Value: 10 Ch0: Antenna: TX/RX Ch0: Bandwidth (Hz): 500k	Программа передачи радиосигнала с приемника на ПК: Device Argument – аргумент идентификации, передаваемый источнику USRP Sync – синхронизация, используемая для синхронизации с часами ПК или внешним сигналом Sample Rate – частота дискретизации Ch0: Center Freq – центральная частота Ch0: AGC – автоматическая регулировка усиления Ch0: Gain Value – значение коэффициента усиления Ch0: Antenna – выбор выхода USRP для антенны Ch0: Bandwidth – полоса пропускания

Таблица. *Окончание*

Название и обозначение блока	Описание
ФМ демодулятор	Блок выполняет демодуляцию принятого радиосигнала (преобразует комплексный сигнал с частотной модуляцией в цифровой сигнал): Channel Rate – частота дискретизации базовой полосы FM Audio Decimation – коэффициент децимации (для понижения частоты дискретизации до 48 кГц) Deviation – максимальное отклонение частоты Audio Pass – полоса пропускания звукового фильтра нижних частот Audio Stop – частота среза фильтра нижних частот звука Gain – значение коэффициента усиления аудиовыхода Tau – постоянная времени ослабления
Аудиоприемник	Устройство воспроизведения звука: Sample Rate – частота дискретизации Device Name – выбор устройства для воспроизведения звука
Файл «на передачу»	
Аудиоисточник	Устройство приема звука (микрофон): Sample Rate – частота дискретизации
ФМ модулятор	Блок выполняет частотную модуляцию принятого звукового сигнала, преобразует цифровой сигнал в комплексный сигнал с частотной модуляцией: Audio Rate – частота дискретизации аудиопотока Quadrature Rate – частота дискретизации выходного потока Tau – постоянная времени ослабления Max Deviation – максимальное отклонение частоты Preemphasis High Corner Freq – максимальная частота для ослабления (при –1 данный параметр не задействован)
Приемник информации USRP	Программа передачи радиосигнала с ПК на передатчик USRP: Sync – синхронизация (используется для синхронизации с часами ПК или внешним сигналом) Sample Rate – частота дискретизации Ch0: Center Freq – центральная частота Ch0: Gain Value – значение коэффициента усиления Ch0: Antenna – выбор выхода USRP для антенны Ch0: Bandwidth – полоса пропускания

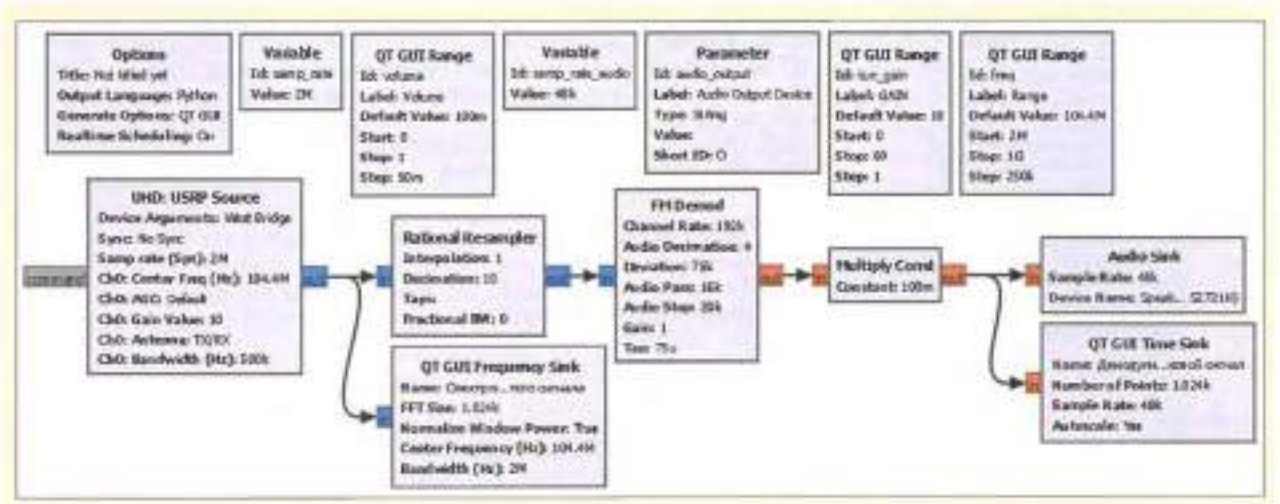


РИС. 5

регулировка громкости и сигнал попадает на звуковую карту ПК и далее на средство воспроизведения звука. Формализованные схемы управления USRP B200 в программной среде GNU Radio (файлы «на прием» и «на передачу») представлены на рис. 5 и 6.

Полученные при этом графики спектра радиосигнала и речевого звукового сигнала, принятого на частоте 154 МГц и обработанного в программной среде GNU Radio, приведены на рис. 7.

Для подключения к SDR антенн различных диа-

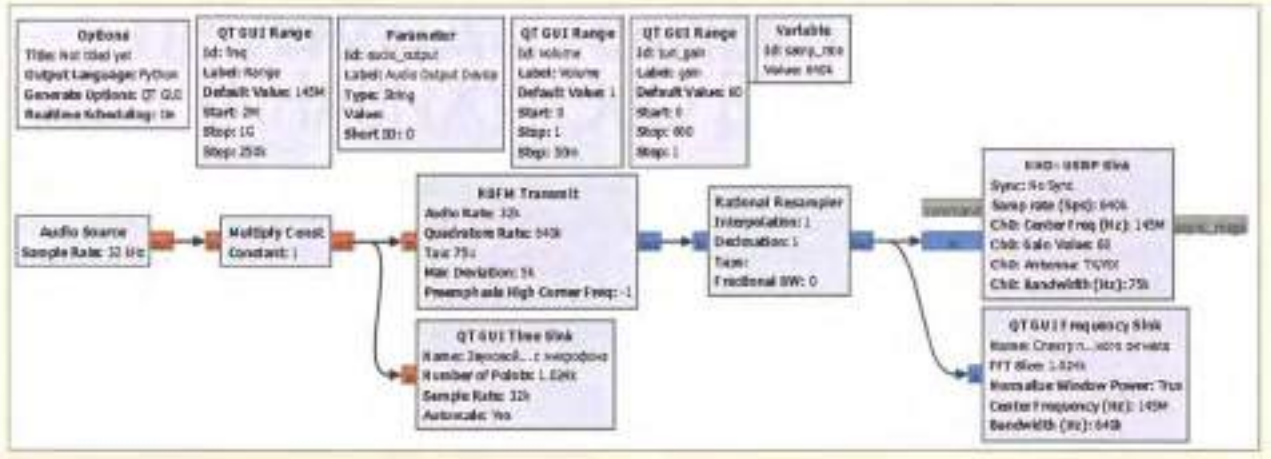


РИС. 6

пазонов частот в рамках исследовательской работы был создан антенный коммутатор, состоящий из нескольких разъемов и устройства переключения на необходимую антенну для приема/передачи сигнала.

В заключение отметим, что исследования с эквивалентами антенн диапазонов железнодорожной радиосвязи 2,13 и 150 МГц были проведены в лабораторных условиях. Они подтвердили возможность применения SDR для организации радиосвязи на железных дорогах.

Поскольку технологическая железнодорожная радиосвязь также организуется в диапазонах систем GSM-R и TETRA [9, 10], то в дальнейшем намечено проведение оценки возможности применения устройства в этих диапазонах с решением задачи дистанционного переключения между несколькими антеннами. Кроме того, планируется осуществить дополнительные исследования на предприятиях ОАО «РЖД» с использованием штатных антенн диапазона

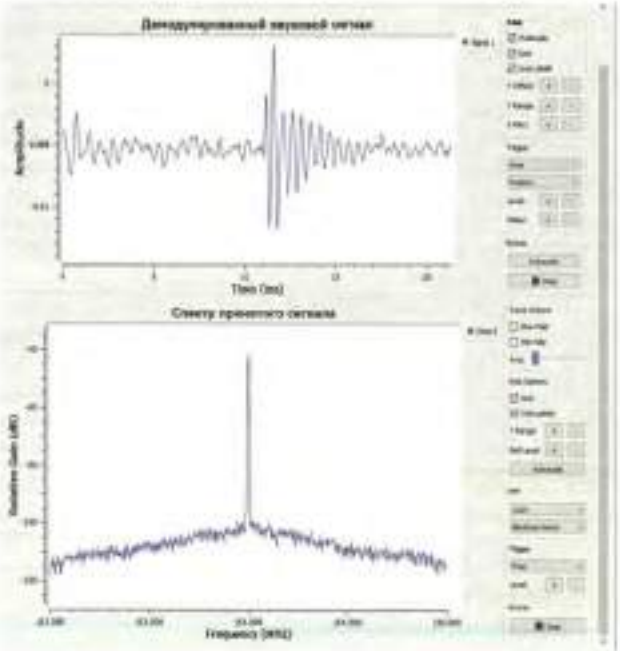


РИС. 7

160 МГц (АЛ1/160/НАСК-5/160) и повторить подобные исследования в реальных условиях эксплуатации. Благодаря этому можно будет сделать окончательный вывод о целесообразности внедрения предложенных технических решений.

При получении положительного опыта эксплуатации устройства станет возможным переход на данную технологию построения средств радиосвязи. Это позволит значительно снизить капитальные затраты на организацию сетей железнодорожной радиосвязи и эксплуатационные расходы на их содержание.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Фокин Г.А. Технологии программно-конфигурируемого радио : учебное пособие. М.: Горячая линия – Телеком, 2019. 316 с.

2. Коротченко В.Д., Левченко С.А., Роенков Д.Н. Перспективы и особенности внедрения когнитивного радио на железнодорожном транспорте // СПБНТОРЭС : труды ежегодной НТК. 2020. № 1 (75). С. 202–204.

3. Горелов Г.В., Роенков Д.Н., Юркин Ю.В. Системы связи с подвижными объектами : учебное пособие. М.: УМЦ ЖДТ, 2014. 335 с.

4. Роенков Д.Н., Коренной Г.О. Методические указания по организации и расчету сетей ПРС // Автоматика, связь, информатика. 2014. № 6. С. 18–20.

5. Роенков Д.Н., Коренной Г.О. Методические указания по организации и расчету сетей ПРС // Автоматика, связь, информатика. 2014. № 7. С. 11–15.

6. Роенков Д.Н. Антенны диапазона гектометровых волн // Автоматика, связь, информатика. 2011. № 5. С. 16–19.

7. Коротченко В.Д., Левченко С.А., Роенков Д.Н. Перспективы унификации поездной радиосвязи за счет применения программно-конфигурируемого радио // СПБНТОРЭС : труды ежегодной НТК. 2020. № 1 (76). 2021. С. 228–230.

8. Руководство пользователя USRPTM B200, USRPTM B210, USRPTM B200-mini, USRPTM B200-mini-i, USRPTM B205-mini-i [Электронный ресурс]. URL: https://sotemgroup.ru/uploads/files/USRP%20B200%2C%20B210%2C%20B200mini%20Manuals.pdf (дата обращения 17.06.2021).

9. ГОСТ 33973-2016. Железнодорожная электросвязь. Поездная радиосвязь. Технические требования и методы контроля. Введ. 01.09.2017. Изм. 01.09.2019. М.: Стандартинформ, 2019. 33 с.

10. Плеханов П.А., Роенков Д.Н. Цифровые системы подвижной связи на железнодорожном транспорте. СПб.: ПГУПС, 2020. 41 с.

ПРОЕКТ, ОПЕРЕДИВШИЙ ВРЕМЯ

ХРЯЩЕВ Игорь Львович,
ОАО «РЖД», Центральная станция связи, Ярославская дирекция связи, начальник, г. Ярославль, Россия

ЖИВАГА Андрей Юрьевич,
ОАО «РЖД», Центральная станция связи, Ярославская дирекция связи, главный инженер, г. Ярославль, Россия

КУРЯЕВ Игорь Викторович,
ОАО «РЖД», Центральная станция связи, Екатеринбургская дирекция связи, начальник, г. Екатеринбург, Россия

ОВЧИННИКОВ Максим Дмитриевич,
ОАО «РЖД», Центральная станция связи, Екатеринбургская дирекция связи, технический отдел, начальник, г. Екатеринбург, Россия

О Великом Северном железнодорожном пути впервые заговорили еще в 1928 г. Он должен был связать заполярные регионы страны с Центральной Россией и Северо-Западом. В 1950-е гг. прошлого века этот крайне тяжелый и дорогостоящий проект Трансполярной магистрали был законсервирован и фактически превратился в «мертвую дорогу». Сегодня этот мегапроект России переживает второе рождение.

По замыслу разработчиков проекта железнодорожные пути должны были тянуться от берегов Баренцева моря восточнее Архангельска до побережья Охотского моря и Чукотки. За счет развития транспортной инфраструктуры предполагалось решить комплекс таких важных задач, как обеспечение удобной связи с северными портами, укрепление обороны арктических рубежей и активное освоение заполярных территорий с их богатыми недрами и суровым климатом.

В 1937 г. началось строительство железной дороги Котлас – Воркута. Основной силой стройки были заключенные ГУЛАГа, которые оказались в роли людей, от чьего труда зависело будущее магистрали.

Рабочее движение поездов было открыто в декабре 1941 г. в разгар войны. В 1942 г. началось движение поездов на линии Вельск – Котлас – Печора.

Война заставила пересмотреть приоритеты. В 1942 г. вражеский флот осуществил операцию «Вундерланд» в Карском море для недопущения прохода конвоев союзников в Баренцево море с востока Северным морским путем и разрушения советской портовой инфраструктуры. Кроме того, был атакован и едва не уничтожен немцами порт Диксон.

В 1947 г. Совет Министров СССР выпустил постановление о строительстве в Обской губе в районе мыса Каменный нового порта и поселка, которые должны были быть соединены новой железнодорожной линией с уже существующей Печорской железной дорогой. Речь шла о строительстве дороги протяженностью примерно в 500 км.

Позже обнаружилось, что акватория Обской губы слишком мелководна для океанских судов, и углубить ее невозможно из-за природных особенностей дна. Полностью отказываться от проекта не стали. Место строительства порта было перенесено в Игарку. В связи с этим проект превратился в магистраль Чум – Салехард – Коротчаево – Игарка протяженностью 1,5 тыс. км.

На первом участке этой линии от станции Чум до станции Лабытнанги рабочее движение поездов открылось в декабре 1948 г. Строительство участка Салехард – Игарка началось в марте 1949 г. с двух сторон одновременно.

Технический проект предполагал пропускную способность в шесть пар поездов в сутки. При этих условиях дорога смогла бы перевозить в год по одному миллиону тонн грузов в обе стороны. В проекте были приняты простейшие решения. Малые мосты и трубы в основном предусматривались деревянные, на больших реках – на бетонных опорах с металлическими пролетными строениями. Станции проектировались с минимальным путевым развитием, жилые и производственные здания – в основной массе деревянные. Путь укладывался старогодними рельсами. Эксплуатационный штат был минимальным, а обеспечение его жильем намечалось с использованием построек, возведенных для нужд строительства.

Связь строителей с управлениями поддерживалась сначала по радио, а затем по столбовой телефонно-телеграфной линии,

протянутой от Салехарда до Игарки вдоль будущей трассы.

Предполагалось, что сквозное движение до Игарки откроется в конце 1954 г., а в постоянную эксплуатацию линию сдадут спустя три года. Однако после пуска участка Салехард – Надым выяснилось, что возить по новой дороге некого и нечего. Строительство поддерживала лишь никем не отмененная директива Сталина, и как только вождя не стало, постановлением Совета Министров СССР от 25 марта 1953 г. оно было прекращено. За считанные месяцы дорога обезлюдела. Заключенных вывезли на Урал, техника была заброшена. Все было списано, кроме телефонной линии, доставшейся Министерству связи.

В период руководства страной Н.С. Хрущева проект закрылся окончательно, был признан бессмысленной тратой денег и сил. Только участок Чум – Лабытнанги вошел в состав Северной железной дороги, а остальная магистраль была заброшена.

Когда в 1966 г. было открыто гигантское Уренгойское газовое месторождение, его первооткрыватели, сейсморазведчики и буровики использовали в качестве жилых и хозяйственных помещений объекты, оставшиеся от строительства Трансполярной магистрали. Выяснилось, что намеченный «бессмысленным проектом» маршрут проходил ровно там, где это и было необходимо с точки зрения перспектив развития страны.

Однако запустить магистраль уже не представлялось возможным. Нужно было все начинать сначала. Северный широтный ход должен был протянуться на 707 км от Обской до Коротчаево.

Следует отметить, что судьбы отдельных участков дороги очень различаются. Головной участок Чум – Лабытнанги действует с 1955 г. Полностью готовая линия Салехард – Надым была брошена и не восстанавливалась. До начала 90-х гг. прошлого века по линии на дрезине ездили связисты, обслуживающие существующую телеграфно-телефонную линию. С восточного участка дороги рельсы были сняты для нужд Норильского комбината. В 2003 г. в постоянную эксплуатацию был введен участок Коротчаево – Новый Уренгой.

А на участке Надым – Новый Уренгой была построена для нужд газовой промышленности так называемая межпромысловая изолированная железная дорога длиной около 240 км. Прокладывая ее, строители максимально использовали земляное полотно и частично рельсы прежней дороги.

Со временем интенсивное развитие нефтегазовой промышленности этого региона, необходимость освоения новых территорий Севера привели к тому, что руководство страны вновь задумалось о воссоздании этой стальной магистрали.

В 2000 г. проект решили возродить. Тогда же было озвучено предложение соединить Свердловскую и Северную железные дороги по маршруту Салехард – Надым – Новый Уренгой. В 2006 г. было создано ОАО «Корпорация Урал промышленный – Урал Полярный» (ныне АО «Корпорация развития»), одним из приоритетных проектов которого стал СШХ.

В 2007 г. участки СШХ были включены в подпрограмму «Железнодорожный транспорт» Федеральной целевой программы «Развитие транспортной системы России (2010–2015 гг.)», а в 2008 г. – в «Стратегию развития железнодорожного транспорта до 2030 г.».

В 2011 г. стартовало строительство моста через реку Надым, его автомобильную часть открыли в 2015 г.

В 2016 г. было принято решение о строительстве СШХ в рамках концессии. Соответствующее соглашение было подписано между правительством Ямало-Ненецким автономным округом и ОАО «РЖД».

В ноябре 2017 г. президент РФ В.В. Путин, выступая на III Железнодорожном съезде в Москве, отметил важность проекта СШХ. По его словам, новая магистраль сократит плечо доставки грузов в районы Западной Сибири, даст новый импульс развитию российской Арктики и Северного морского пути.

В соответствии с разработанной дорожной картой проект (рис. 1) включает в себя строительство линии Обская-2 – Салехард – Надым, двух крупных мостов через реки Обь и Надым (2,4 и 1,3 км соответственно), а также реконструкцию существующей трассы Надым – Пангоды – Новый Уренгой – Коротчаево (270 км) и железнодорожной станции Обская-2. Строительство будет проходить в сложных условиях вечной мерзлоты.

В ходе своего послания Федеральному собранию в апреле 2021 г. В.В. Путин подчеркнул, что Северный широтный ход – это магистраль, которая должна соединить полуостров Ямал с Уралом и северо-западом России. За счет этой трассы будет обеспечена транспортная связующая между портом Сабетта и Северным морским путем.

РИС. 1

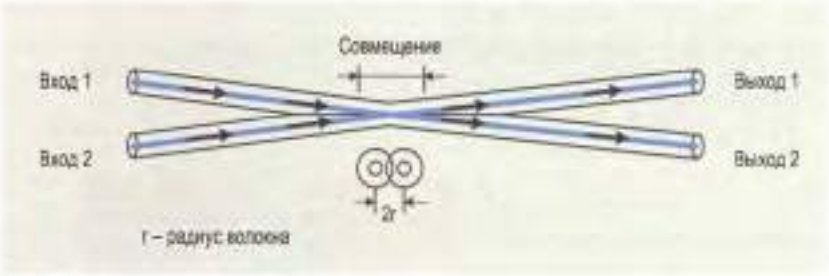


РИС. 2

Основными техническими решениями, применяющимися в этом проекте, станут «безлюдные технологии» и обеспечение высокого коэффициента готовности сетей связи.

На сегодняшний день утверждены и приняты всеми участниками концессионного соглашения единые технические требования к объектам железнодорожной инфраструктуры, применяемым на строящейся магистрали.

Касаемо устройств и сооружений технологической электросвязи, в проектной документации особое внимание уделено требуемому уровню их жизнестойкости, надежности (готовности), восстанавливаемости, ремонтопригодности, технической и технологической совместимости с объектами СШХ, а также низкой потребности в трудозатратах на их содержание и ремонт.

Для всех участков СШХ и подходов к нему предусматривается применение волоконно-оптической линии связи. Для обеспечения живучести сети связи запланировано ее геопространственное резервирование. Соединение по станции Лабытнанги сегментов рокадных участков сети связи двух дорог решит существующую проблему по обеспечению пространственного резервирования. Теперь трафик связи Свердловской дороги при повреждениях оптической магистрали на участке Новый Уренгой – Лабытнанги пойдет в обход, через Северную и Горьковскую дороги и наоборот – при нарушении трафика на участке от станции Котлас до границы Северной дороги, резервирование трафика будет обеспечено через Свердловскую и Горьковскую дороги. Резервирование обеспечит надежную и бесперебойную работу СШХ.

Применение технологии плотного мультиплексирования DWDM (не менее 16 каналов по верхнему уровню) и неплотного мультиплексирования CWDM (не менее 4 каналов по второму уровню) обеспечит требуемую пропускную способность 10 Гбит/с и 1 Гбит/с по верхнему и второму уровню соответственно. Кроме того, при использовании цифрового линейного тракта технологической связи ОАО «РЖД» будет возможна синхронная иерархия не ниже STM-16 по верхнему уровню и STM-4 по второму уровню. Этого достаточно для существующих и обеспечивает запас для проектируемых систем управления, контроля, безопасности и др.

Выбранное техническое решение полностью отвечает требованиям концепции построения сети ВСТСПД, реализуемой в том числе на полигонах Екатеринбургской и Ярославской дирекций связи.

Применение технологий перегонной связи, связи для организации аварийно-восстановительных работ по технологии GPON позволит отказаться от медножильных кабелей. Система доступа построена на основе классического способа в соответствии с рекомендацией ITU-TG.984.2 с использованием протокола взаимодействия GPON.

Пассивный доступ к оптической линии связи осуществляется в этом варианте ответвлением в пункт доступа определенной части мощности передаваемого по линии светового потока при циркуляции в ответвляемой части той же информации, что и в основной (транзитной) линии. Ответвление светового потока осуществляется с помощью сплиттера – пассивного устройства, функционирующего без электропитания.

Сплиттер обеспечивает разветвление светового потока на два или несколько направлений в различных соотношениях по мощности. Для организации телекоммуникационного доступа на перегоне используется волоконный сплиттер на два направления. Он состоит из двух оптических волокон со сближенными сердцевинами, что достигается путем растягивания волокон под воздействием соответствующей температуры. В результате создается волоконная структура, способная обмениваться световыми сигналами между ответвлениями.

Сигнал, поданный на вход 1 (рис. 2), распределяется между выходом 1 и выходом 2. При передаче в другом направлении сигналы, подаваемые поочередно на выход 1 и выход 2, поступают на вход 1. Сплиттер 1x2 размещается в корпусе диаметром около 3 мм. Выходы и входы сплиттера свариваются с подводящими сигнал волокнами.

Пункты доступа перегонной связи не имеют, как правило, источников электроэнергии, в связи с чем электропитание трансиверов и

РИС. 3

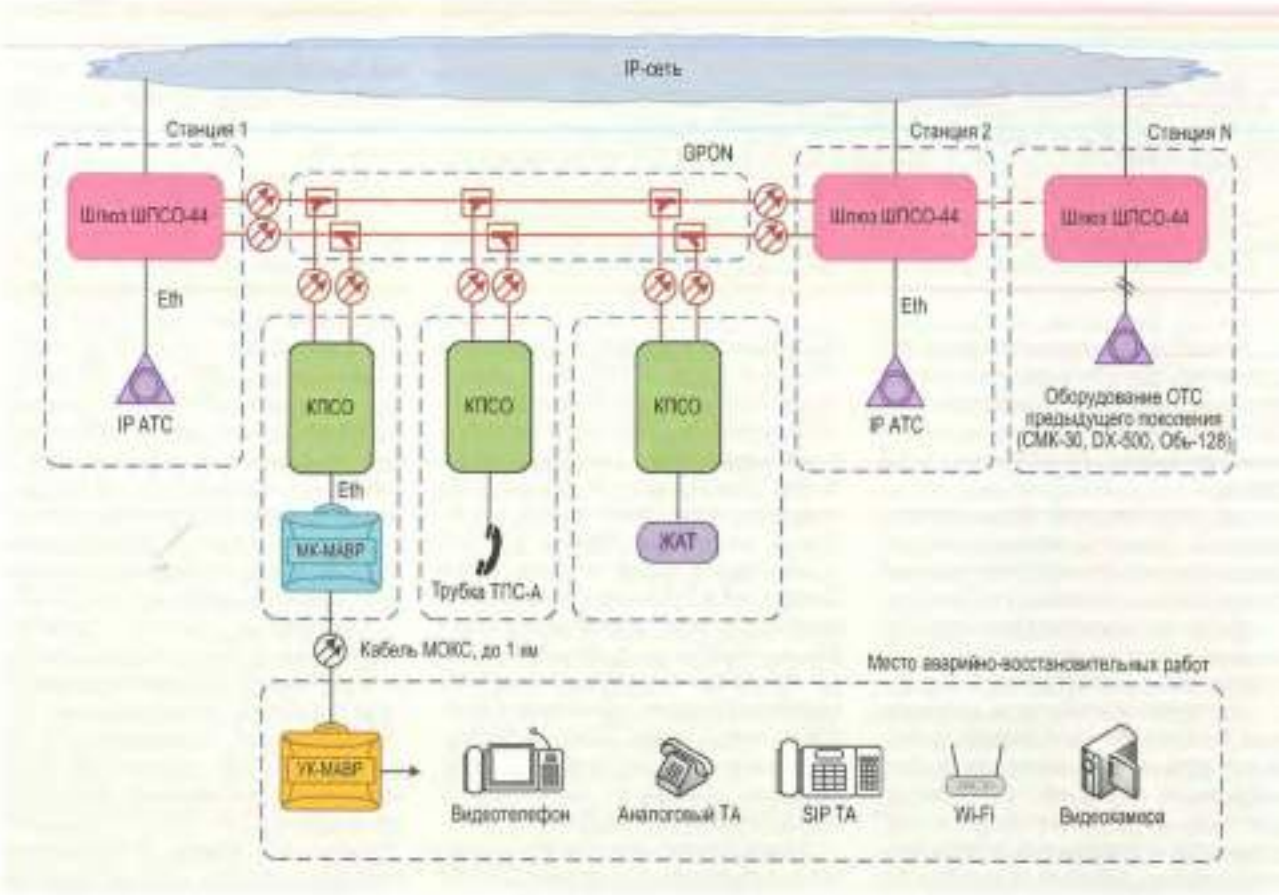


РИС. 4

коммутационных устройств должно осуществляться от источников питания носимых переговорно-вызывных устройств (ПВУ), емкость которых ограничена требованиями к их весу (не более 450 г). Продолжительность непрерывного применения устройства без подзаряда или замены аккумулятора составляет не менее 12 ч.

С помощью сплиттера из пункта доступа обеспечивается двухсторонняя связь только в одном направлении (в сторону станции А по первому волокну ВОЛС и в сторону станции Б по второму волокну).

При использовании одного волокна, например, для связи со станцией А, связь со станцией Б можно осуществить через станцию А по обходной цепи. Однако при обрыве ВОЛС, например, в точке Х, все пункты доступа, находящиеся между точкой «Х» и станцией Б, окажутся без связи. С учетом этого обстоятельства подобная система доступа организуется с применением двух волокон, связь по одному из которых осуществляется со станцией А, а по-другому – со станцией Б.

Станционное оборудование пассивного доступа к оптической линии организуется с использование шлюзов ШПСО.

Пункт доступа перегонной связи КПСО-1 изображен на рис. 3.

Структурная схема организации перегонной связи, связи с местом аварийно-восстановительных работ и передачи данных представлена на рис. 4.

Подвижной состав, обращающийся по участку, будет оборудован трехдиапазонными радиостанциями передачи речи и данных: стандарта DMR метрового (160 МГц) диапазона, спутниковой связи (2 ССС), аналоговой технологической радиосвязи гектометрового (2 МГц) диапазона, а также носимыми спутниковыми терминалами.

По мнению экспертов, Северный широтный ход станет триггером для экономики российских регионов, поскольку он стимулирует развитие смежных отраслей.

Реализация проекта станет необходимой связывающей железнодорожной инфраструктурой для Ямало-Ненецкого автономного округа с экономически развитыми регионами страны, которая фактически является безальтернативным наземным способом вывоза крупнотоннажных грузов из региона.

Проект позволит разгрузить инфраструктуру Свердловской железной дороги, направив грузы не «в обход» (южный маршрут), а по «прямой», одновременно увеличив объем транзита по Воркутинскому участку Северной дороги, разгрузив грузонапряженный участок Свеча – Маленьга. Фактическое сокращение пути составит более 700 км, сократив для грузов время в пути на 2–3 суток. По расчетам специалистов завершение строительства ожидается в 2027 г.

Стоит отметить, что проект Сталинской трансполярной магистрали задолго опередил свое время. Сегодня благодаря применению современных технологий в строительстве и эксплуатации он обретает вторую жизнь в рамках проекта Северного широтного хода. Это важный шаг к транспортному обеспечению работ по освоению богатейших месторождений Северного Урала. Проект сформирует стратегически важный транспортный полигон, дополняющий Транссибирскую магистраль с потенциалом выхода к Арктике.

УЛУЧШЕНИЕ РЕЖИМА РАБОТЫ ТЯГОВОЙ СЕТИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА С ОДНОСТОРОННИМ ПИТАНИЕМ

Л.А. ГЕРМАН,
Филиал Самарского государственного университета путей сообщения (СамГУПС) в Нижнем Новгороде,
профессор, доктор технических наук

А.А. КАРАБАНОВ,
ООО «НИИЭФА-ЭНЕРГО» (г. Санкт-Петербург),
директор проектно-конструкторского управления

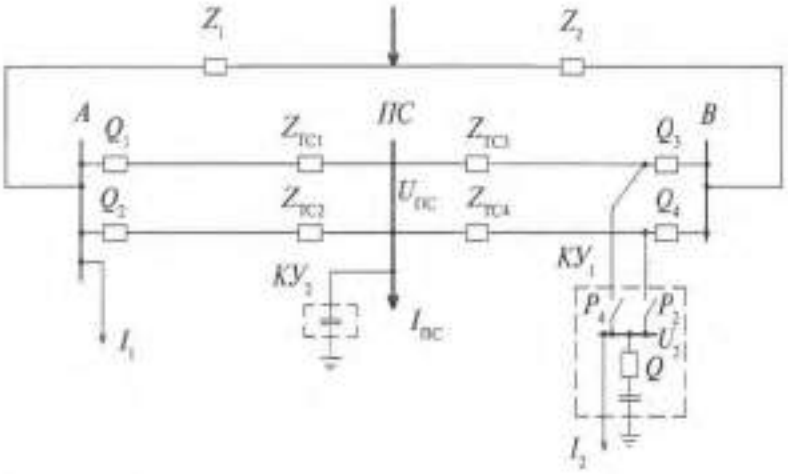
На отечественных железных дорогах, электрифицированных на переменном токе, преимущественно используется двустороннее питание, при котором контактная сеть между подстанциями запитывается одновременно от двух подстанций. В то же время 7–10 % межподстанционных зон работают с односторонним питанием, в основном из-за невозможности осуществить параллельную работу тяговых подстанций вследствие очень больших уравнительных токов, обусловленных схемой подключения сетей внешнего электроснабжения в данном регионе к смежным тяговым подстанциям. При односторонней схеме питания резко снижается напряжение в контактной сети, а следовательно, и пропускная способность электрифицированного участка, возрастают потери мощности, возникает много иных проблем. Существуют разные варианты улучшения режима работы тяговой сети с односторонним питанием. Наиболее распространенный из них – встречно-консольное питание с устройством нейтральной вставки у поста секционирования (ПС). Однако в случае организации на участке скоростного движения нейтральная вставка будет ограничивать скорость электроподвижного состава.

На Горьковской железной дороге проблема нормализации режима работы межподстанционной зоны при консольном питании тяговой сети системы 2×25 кВ была решена путем разработки и ввода в действие переключаемой фильтрокомпенсирующей установки (ФКУ) поперечной емкостной компенсации. Данная ФКУ, расположенная на подстанции, смежной с той, от которой питается консольный участок (консоль) тяговой сети, и подключенная к этому участку, успешно работает свыше семи лет, обеспечивая возможность выполнения заданного графика движения, в том числе при пропуске тяжеловесных поездов.

С 2016 г. на отечественных железных дорогах стали внедряться регулируемые компенсирующие установки – статические генераторы реактивной мощности (СГРМ) [1]. В настоящее время на постах секционирования размещено более 20 СГРМ. Как отмечено в [2] по поводу установок управляемой поперечной компенсации (УУПК), к которым относятся и СГРМ, «их основное преимущество – эффективное снижение потерь напряжения и мощности в контактной сети, позволяющее решать вопросы усиления пропускной способности участка железной дороги за счет сокращения интервалов попутного следования поездов. Перспектива использования УУПК – расшивка узких мест по уровню напряжения на ряде участков Восточного полигона без строительства тяговых подстанций, что на порядок снижает инвестиционные затраты».

Таким образом, в настоящее время существует реальная воз-

Схема замещения тяговой сети межподстанционной зоны на участке с односторонним питанием



можность улучшения режима напряжения в тяговой сети с вынужденным односторонним питанием путем использования регулируемых установок поперечной емкостной компенсации – переключаемых ФКУ или СГРМ.

Далее в статье установки поперечной емкостной компенсации в общем случае будем сокращенно именовать КУ (компенсирующая установка), а в тех местах, где важно указать тип установки, – приводить соответствующую этому типу аббревиатуру (ФКУ или СГРМ).

Покажем, что вариант включения КУ в конце консольного участка, как сделано на Горьковской дороге, является предпочтительным в сравнении с вариантом включения КУ на посту секционирования. Рассмотрим схему замещения тяговой сети межподстанционной зоны двухпутного участка переменного тока системы 25 кВ с односторонним питанием (см. **рисунок**), имеющего следующие параметры:

- длина участка – 50 км;
- расположение ПС – посередине межподстанционной зоны;
- полное сопротивление сети внешнего электроснабжения совместно с трансформатором тяговой подстанции – $Z_1 = Z_2 = 0{,}3 + j3$ Ом;
- сопротивление тяговой сети двухпутного участка с подвеской М95 + МФ100 – $Z_{TC1} = Z_{TC2} = Z_{TC3} = Z_{TC4} = 0{,}075 + j\,0{,}263$ Ом/км.

Выключатели Q_1 и Q_2 включены, а Q_3 и Q_4 – отключены. Компенсирующая установка $КУ_1$ подключена в конце консольного участка тяговой сети через пункт с разъединителями P_1 и P_2 и выключателем Q, а $КУ_2$ – на шины поста секционирования $ПС$.

С использованием программы РАСТ-05К [3] были выполнены расчеты для максимального и среднего режимов тяговой нагрузки (**табл. 1**). Распределенная нагрузка в тяговой сети была представлена эквивалентными токами питающей тяговой подстанции – I_1, конца консольного участка – I_2 и поста секционирования – $I_{ПС}$. В результате расчетов были определены мощность КУ, напряжения на питающей подстанции A – U_1, на посту секционирования – $U_{ПС}$ и в конце консольного участка у КУ – U_2.

Расчет мощности КУ. Основная задача выбора мощности КУ для участка с односторонним питанием – обеспечение допустимого режима напряжения (не менее 21 кВ, а для скоростных участков – не менее 24 кВ). Для СГРМ мощность определяется по формуле [1]

$$Q_{СГРМ} = (U_ж - U_{ф\,max})\,U_{СГРМ}/X_{вх}, \quad (1)$$

где $U_ж$ – желательное напряжение на токоприемнике; $U_{ф\,max}$ – фактическое напряжение на токоприемнике; $U_{СГРМ}$ – номинальное напряжение на СГРМ; $X_{вх}$ – входное сопротивление СГРМ.

СГРМ, как правило, размещают на ПС. Номинальное напряжение $U_{СГРМ}$ обычно устанавливают на уровне 26–28 кВ. Входное сопротивление $X_{вх}$ для системы 25 кВ при двустороннем питании составляет 6–8 Ом, а при одностороннем может быть принято равным 14 Ом. Для выполнения требований по допустимому напряжению 21 (24) кВ на грузонапряженных участках с двусторонней схемой питания обычно достаточно мощности СГРМ 5–7 Мвар. Однако при схеме с односторонним питанием мощность СГРМ для этой цели повышают до 10–12 Мвар. Сравнительные расчеты были выполнены для мощностей КУ в 4, 8,25 и 10 Мвар (**табл. 2**).

Напряжения в тяговой сети. При параметрах максимального режима (см. табл. 1) и отсутствии КУ напряжение в контактной

Таблица 1

Параметры тяговой нагрузки

Режим нагрузки	I_1, А	I_2, А	$I_{ПС}$, А
Максимальный	250	250	500
Средний	150	150	300

Таблица 2

Результаты расчета режимов тяговой сети

№ п/п	Режим нагрузки	Место включения КУ	$Q_{ку}$, Мвар	$U_у$, кВ	$U_р$, кВ	$U_{ш}$, кВ	ΔP, МВт
1	Максимальный	–	0	24,3	18,62	20,01	1,171
2		В конце консоли	8,25	25,56	22,8	22,73	0,855
3		На ПС	8,25	25,65	21,53	22,92	0,86
4		В конце консоли	10	25,89	24,17	23,45	0,839
5		На ПС	10	25,99	22,26	23,66	0,817
6	Средний	–	0	26,97	24,39	25,02	0,293
7		В конце консоли	4	27,26	25,32	25,63	0,254
8		На ПС	4	27,27	25,02	25,65	0,260

сети значительно снижается – до 18,62 кВ (см. строку 1 табл. 2).

При включении СГРМ мощностью 8,25 Мвар на ПС или в конце консольного участка минимальное напряжение в контактной сети повышается до нормированных значений – свыше 21 кВ (см. строки 2 и 3 табл. 2), причем во втором случае (при включении КУ в конце консоли) режим напряжения несколько лучший.

При разделении общей мощности КУ на две точки, т.е. при включении КУ на ПС и в конце консоли, режим напряжения станет еще лучше, но, естественно, возрастут капитальные затраты и расходы на обслуживание КУ.

Если увеличить мощность СГРМ, например до 10 Мвар, то напряжение в контактной сети повысится до 24–25 кВ (см. строки 4 и 5 табл. 2). Это свидетельствует о возможности увеличения пропускной способности участка с односторонним питанием тяговой сети за счет повышения мощности СГРМ. Расчеты показывают, что для увеличения пропускной способности такого участка при тяжеловесном движении мощность СГРМ должна быть повышена до 10–12 Мвар.

Для режима средних нагрузок уже при мощности КУ 4 Мвар обеспечивается режим напряжения 26–27 кВ в тяговой сети (см. строки 7 и 8 табл. 2).

Таким образом, сравнение вариантов размещения КУ показывает, во-первых, что с точки зрения уровня напряжения в тяговой сети они примерно одинаковы, во-вторых, что установки КУ вполне позволяют обеспечить требуемый режим напряжения при одностороннем питании.

Потери мощности в тяговой сети. В [4] при анализе односторонней схемы питания рассмотрено «правило 2/3», в соответствии с которым для оптимальной компенсации реактивной мощности в тяговой сети с односторонним питанием в целях снижения потерь активной мощности КУ должна располагаться от начала участка на расстоянии 2/3 его длины (назовем условно в точке 2/3) и иметь мощность в 2/3 от суммарной распределенной реактивной мощности участка. При вариантах размещения КУ в конце консольного участка и на посту секционирования с односторонним питанием, т.е. при удалении в обоих случаях КУ от вышеуказанной точки 2/3, эффект снижения потерь мощности по сравнению с оптимальным размещением КУ по «правилу 2/3», естественно, уменьшается, причем в обоих вариантах примерно на одинаковую величину. Так, если без КУ активные потери мощности согласно расчетам составляют 1,171 МВт, то при включении КУ в конце консольного участка ($КУ_1$ на рисунке) – 0,855 МВт, а при размещении КУ на ПС ($КУ_2$) – 0,860 МВт (см. строки 1, 2 и 3 табл. 2). Как видно, при первом варианте потери мощности снижаются на 26,98 %, а при втором – на 26,55 %.

Таким образом, сравнение вариантов размещения КУ показывает, что с точки зрения снижения потерь мощности в тяговой сети они тоже примерно одинаковы, однако с учетом обслуживания КУ более выгоден вариант ее размещения на тяговой подстанции, который, кроме всего прочего, обеспечивает и бо́льшую надежность КУ.

Отметим еще важный факт. К основным недостаткам существующих СГРМ относятся повышенные потери мощности преобразователя и высокая стоимость. Поэтому, на наш взгляд, целесообразно использовать разработанную совместно Нижего-

родским филиалом СамГУПС и ООО «НИИЭФА-ЭНЕРГО» модернизированную схему СГРМ, которая значительно (более чем в 2 раза) снижает потери мощности и стоимость [5]. При этом функциональные возможности модернизированных СГРМ практически не изменяются.

О постах секционирования на участках с односторонним питанием. В Своде правил (СП) 224.1326000.2014 «Тяговое электроснабжение железной дороги» указано, что «на участках с односторонним питанием посты секционирования не предусматривают». Это оправдано на участках со сравнительно небольшими нагрузками, т.е. там, где обеспечивается нормативный режим напряжения. Однако на грузонапряженных линиях с увеличением тяговой нагрузки необходимость в установке ПС возрастает.

Во-первых, в большинстве случаев при одностороннем питании для поддержания удовлетворительного режима напряжения уместно использовать встречно-консольное питание, что требует установки поста секционирования, даже в упрощенном виде, например на управляемых разъединителях.

Во-вторых, при наличии в тяговой сети с односторонним питанием установок поперечной емкостной компенсации в конце консольных участков ее схема практически ничем не отличается от обычной схемы с двусторонним питанием, так как включение КУ в конце консоли практически равнозначно переходу участка на двустороннее питание. Поэтому целесообразно иметь возможность на двухпутном участке в аварийном режиме отключать, как и в схеме с обычным двусторонним питанием, соответствующую «четвертушку» зоны, т.е. зону одного пути между ПС и тяговой подстанцией.

На наш взгляд, на участках с односторонним питанием нет смысла отказываться от постов секционирования, однако варианты их исполнения должны зависеть от категории железной дороги. Предлагаем на железных дорогах IV категории устанавливать упрощенные ПС с управляемыми разъединителями. На железных дорогах других категорий следует устанавливать ПС с выключателями (в том числе с выключателем в шине поста [1]), при этом в проекте указывать способ улучшения режима тяговой сети: применение встречно-консольной схемы питания с нейтральной вставкой или включение установки компенсации реактивной мощности в конце консольного участка.

Выводы.

1. Задача улучшения режима работы тяговой сети переменного тока с односторонним питанием может быть решена путем применения регулируемых установок поперечной емкостной компенсации: переключаемой ФКУ, созданной на Горьковской железной дороге, и СГРМ. При этом перспективно применение модернизированного варианта СГРМ – совместной разработки Нижегородского филиала СамГУПС и ООО «НИИЭФА-ЭНЕРГО» [5].

2. Сравнение вариантов включения регулируемых установок поперечной емкостной компенсации в конце консольного участка и на посту секционирования показало, что они дают практически одинаковый эффект как по уровню напряжения, так и по потерям мощности. Однако в связи с меньшими эксплуатационными расходами и более высокой надежностью предпочтительным является вариант включения установки в конце консольного участка (на тяговой подстанции). При этом нет необходимости монтировать нейтральную вставку на главных путях.

3. При включении установок поперечной емкостной компенсации в конце тяговой сети или при формировании встречно-консольной схемы электроснабжения с односторонним питанием следует проектировать посты секционирования контактной сети, что обеспечит возможность отключения поврежденного участка тяговой сети, т.е. лишь «четвертушки» межподстанционной зоны. На железных дорогах IV категории возможны ПС на управляемых разъединителях.

НИЖНИЙ НОВГОРОД – САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

Литература

1. *Герман Л.А.* Автоматизация электроснабжения тяговой сети переменного тока. Ч. 2. Режимная автоматика / Л.А.Герман, К.С.Субканвердиев, В.Л.Герман. – Н. Новгород : Изд-во СамГУПС в г. Нижний Новгород, 2020. – 192 с.

2. *Гапанович В.А.* Результаты внедрения научно-технических работ и задачи на 2017 г. / В.А.Гапанович // Железнодорожный транспорт. – 2017. – № 2. – С. 24–28.

3. *Герман Л.А.* Расчет типовых задач тягового электроснабжения переменного тока на ЭВМ / Л.А.Герман, Д.А.Морозов. – М. : Изд-во МИИТ, 2010. – 60 с.

4. *Герман Л.А.* Регулируемые установки емкостной компенсации в системах тягового электроснабжения железных дорог / Л.А.Герман, А.С.Серебряков. – М. : Учебно-метод. центр по образованию на ж.-д. трансп., 2015. – 316 с.

5. *Герман Л.А.* Повышение пропускной способности железной дороги с установкой компенсации реактивной мощности / Л.А.Герман // Вестн. ВНИИЖТ. – 2021. – Т. 80. – № 1. – С. 35–44.

КОРПОРАТИВНАЯ СИСТЕМА ОБМЕНА БЫСТРЫМИ СООБЩЕНИЯМИ

ШЛАПАК Анна Владимировна,
ОАО «РЖД», Проектно-конструкторское-технологическое бюро по системам информатизации – Центр цифровых технологий, ведущий технолог, Москва, Россия

ВРАЦКИЙ Андрей Валерьевич,
«eXpress», исполнительный директор, Москва, Россия

Неблагополучная эпидемиологическая обстановка заставила большинство компаний перевести своих сотрудников на дистанционный режим работы. В ОАО «РЖД» было организовано более 115 тыс. удаленных рабочих мест, что вызвало необходимость создания корпоративной системы мгновенного обмена сообщениями для оперативного общения между сотрудниками.

Департаментом информатизации были выставлены требования к Единой корпоративной системе мгновенного обмена сообщениями (ЕКС МОС). Она должна обеспечивать обмен информацией между корпоративными пользователями и внешними контрагентами, предоставлять удобный, безопасный и защищенный обмен информацией с пользователями внешних облачных (публичных) и корпоративных систем взаимодействия. Необходимо иметь высокую скорость обмена корпоративной бизнес-информацией для оперативности принятия решений и минимальные риски утечки информации за счет перемещения каналов обмена информацией из публичной сети Интернет в корпоративный контур ОАО «РЖД». Система должна обеспечивать коммуникации пользователей на мобильных устройствах и персональных компьютерах в формате текстовых сообщений, аудиозвонков и обмена файлами, а также позволять автоматизировать рабочие процессы внутри компании за счет использования чат-ботов для взаимодействия с информационными системами ОАО «РЖД».

Для создания Единой корпоративной системы мгновенного обмена сообщениями ОАО «РЖД» была выбрана защищенная корпоративная система коммуникаций eXpress, которая наиболее полно отвечала предъявляемым требованиям. Кроме того, это полностью отечественная разработка уже успешно использовалась в нескольких крупных российских компаниях. Одним из ключевых свойств этого мессенджера является единый клиент для публичного и корпоративного обмена сообщениями, что позволяет при необходимости общаться как с корпоративными, так и с некорпоративными пользователями. Система полностью замещает функционал известных мессенджеров, таких как Telegram, WhatsApp и им подобных. Доступны клиенты как для мобильных устройств на базе ОС iOS и Android, так и web-клиент для ПК на базе любой из операционных систем. Публичные серверы мессенджера eXpress находятся в России, корпоративные серверы установлены в Главном вычислительном центре ОАО «РЖД» и во всех ИВЦ. Все корпоративные серверы связаны между собой и с публичным сервером. Схема маршрутизации сообщений между пользователями представлена на рис. 1.

На этапе внедрения пилотным полигоном по тестированию ЕКС МОС были определены сотрудники подразделений аппарата управления, филиалов, структурных подразделений и центральных дирекций ОАО «РЖД». В системе реализовано два контура: выделенный для vip-пользователей (руководители аппарата управления, директоры, начальники структурных подразделений и их заместители, референты, советники, главные инженеры) и обычный для сотрудников ОАО «РЖД». Данное решение принято для исключения отправки сообщений или звонков от абонентов обычного контура в контур vip-пользователей.

Первоначально создание ЕКС МОС планировалось разбить на несколько этапов: развертывание пилотного полигона и его тестовая эксплуатация, обследование и проектирование, развертывание и настройка продуктивного полигона, ввод в постоянную эксплуатацию.

На этапе развертывания пилотного полигона численность пользователей составляла около 10 тыс. человек. Однако по мере ухудшения эпидемиологической обстановки на совещании штаба ИТ-блока ОАО «РЖД» в мае 2020 г. было принято решение о тиражировании мессенджера на дорогах. В связи с этим проектная команда столкнулась с некоторыми трудностями, так как изначально целевая архитектура была рассчитана только на пользователей, находя-

щихся в Москве, и обследование ИТ-инфраструктуры проводилось только в ГВЦ. Для тиражирования мессенджера на дорогах потребовалось дополнительное обследование, а также перекраивание целевой архитектуры с разбивкой на инсталляции: одна инсталляция для ГВЦ и 16 инсталляций для дорог. При этом нужно было учесть, что при переводе пользователей с пилотного полигона на продуктивный руководство и сотрудники подразделений аппарата управления ОАО «РЖД», филиалов, структурных подразделений и центральных дирекций компании так и останутся на своем сервере. У остальных пользователей при переводе на собственные корпоративные серверы дорог будут потеряны данные.

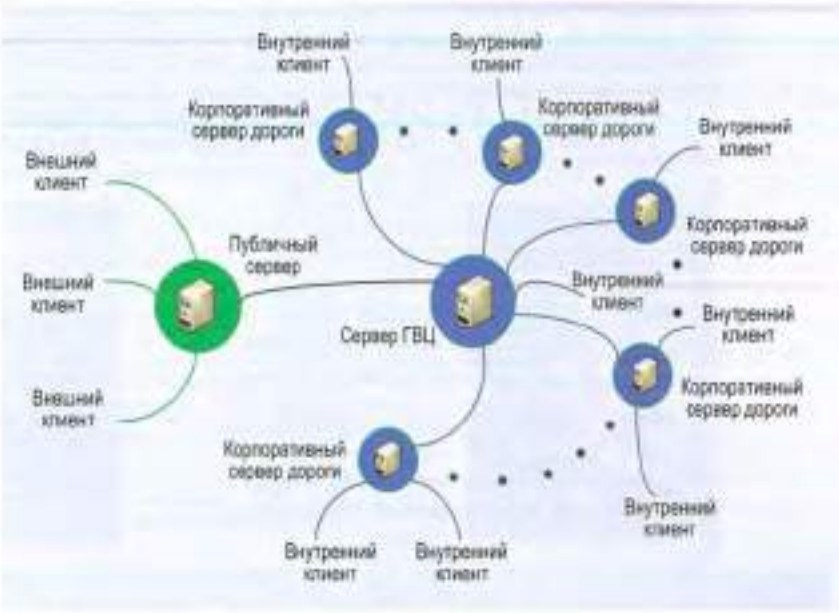


РИС. 1

Кроме этого, потребовалось решение проблемы взаимодействия между абонентами, находящимися в лесу oao.rzd и вне его (лес – определяет набор одного или нескольких доменов, использующих одну и ту же схему, конфигурацию и глобальный каталог).

Подключение работников компании к корпоративному серверу ЕКС МОС происходило с помощью синхронизации служб каталогов AD с AD LDS по основным идентификационным параметрам (ФИО, должность, телефон и др.). Поскольку пользователи вне леса oao.rzd имели свой AD, доступа к которому нет у администраторов ГВЦ, было принято решение создать в домене Active Directory структурного подразделения две клиентские группы: rzd-exmos-im и rzd-exmos-imv. В них включили пользователей для доступа в ЕКС МОС, настройки сетевого взаимодействия, скрипт синхронизации. После добавления администратором филиала абонентов в соответствующую группу (vip или обычный пользователь) производится автоматическая синхронизация, и они попадают на соответствующий сервер.

В первую очередь к ЕКС МОС подключили абонентов из леса oao.rzd. При этом перевод с пилотного полигона на продуктивный проходил в несколько этапов. Сначала переводили пользователей дорог на дорожные серверы (примерно по 5–6 дорог в день). Затем перевели работников подразделений аппарата управления, филиалов, структурных подразделений и центральных дирекций ОАО «РЖД».

ЕКС МОС поддерживает подключение из сети Интернет (на персональном компьютере или мобильном устройстве) и из сети СПД ОАО «РЖД» на рабочем компьютере, в том числе без доступа к Интернету. При этом устройства пользователей, которые подключаются через сеть Интернет, обслуживаются внешним контуром ЕКС МОС, а устройства, подключаемые через сеть СПД ОАО «РЖД», – внутренним контуром системы.

К системе быстрых сообщений могут подключаться абоненты, имеющие мобильные устройства с операционной системой Apple iOS 11 и выше (поколение iPhone SE, iPhone 6S и выше), а также ОС Google Android 5 и выше.

Технические характеристики мобильного устройства должны соответствовать следующим параметрам: процессор – ARM V7 и выше; частота процессора – 1 ГГц и выше; оперативная память – 1 Гб и выше; разрешение экрана – 800x480 пикс и выше.

Клиентская часть ЕКС МОС поддерживает устройства Apple iPad и iPadOS с операционной системой Apple iOS 11 и выше. Apple iPad и iPadOS должны принадлежать поколениям iPhone SE, iPhone 6S и выше.

Толстый клиент должен устанавливаться на персональный компьютер с ОС Windows 8, Linux Kernel 2.4, MacOS 10 или выше, а также поддерживать разрешение экрана не менее 1024x768 пикс.

Интерфейс для ЕКС МОС достаточно прост и понятен в использовании и во многом схож с привычными мессенджерами. Было реализовано четыре вида интерфейса: для пользователей Android, iOS, десктоп-клиента и web-приложения. Например, интерфейс для Android содержит следующие основные компоненты (рис. 2):

пиктограмму , которая присутствует только в окне «Чаты» приложения и предназначена для создания чатов и каналов;

список доступных чатов, который отображается в рабочей области окна «Чаты»;

групповые смешанные чаты, сгруппированные по признаку статуса участников, которые отображаются на вкладке «Все» в верхнем меню;

строку поиска , расположенную в шапке окна;

окно «Корпоративные чаты» .

Поиск осуществляется по следующим полям контактов: телефон, почта, дата рождения, домашний адрес, рабочий адрес, место работы (компания), должность.

В окне «Корпоративные чаты, каналы и боты» на вкладках «Чаты», «Каналы» и «Боты» содержатся списки открытых чатов, каналов и ботов сервера, на котором зарегистрирован пользователь. Пример открытых чатов сервера, на котором зарегистрирован пользователь, представлен на рис. 3. Пиктограмма на вкладках «Чаты» и «Каналы» предназначена для присоединения пользователя к чату.

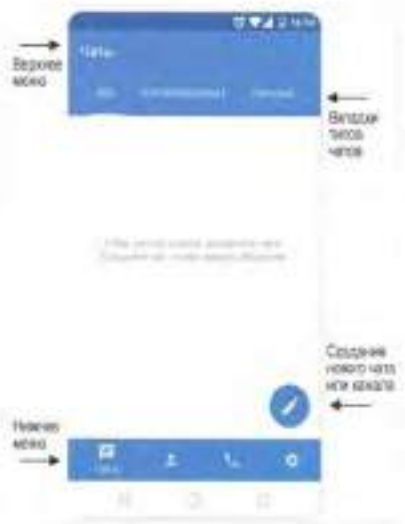


РИС. 2

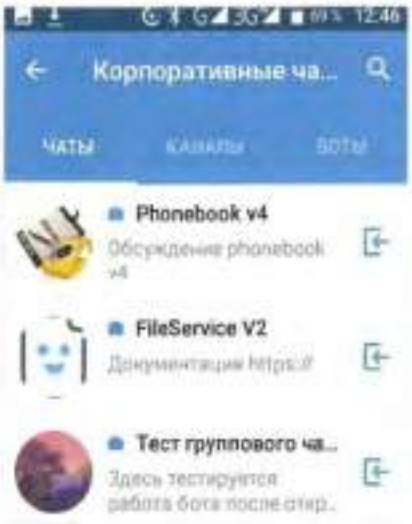


РИС. 3

При выборе нижнего пункта меню «Контакты» открывается окно, содержащее все личные и корпоративные контакты пользователя. Напротив каждого контакта располагается одна из пиктограмм, значения которых представлены в таблице.

Карточки контактов, не зарегистрированных в eXpress, и карточки комбинированных контактов отображаются на вкладке «Все».

При выборе пункта нижнего меню «Звонки» открывается окно, содержащее список входящих и исходящих звонков (вкладка «Все»). На вкладке «Пропущенные» содержится список пропущенных звонков. Пиктограмма напротив контакта предназначена для быстрого звонка.

Функционал, реализованный в Единой корпоративной системе мгновенного обмена сообщениями, позволяет сотрудникам компании обмениваться сообщениями (чтение, отправка, получение текстовых сообщений), изменять отправленное сообщение на стороне получателя и отображать факт его корректировки, передавать гипертекстовые ссылки, ссылки на другие чаты и текст, скопированный из других программ, информировать отправителей о статусе прочтения сообщений (дата и время получения/прочтения сообщения). Кроме этого, в системе можно осуществлять копирование, цитирование и пересылку сообщений, просмотр, архивирование и очистку истории переписки, поиск сообщений в чате, отправку, просмотр и сохранение загруженных файлов и медиа-контента (изображения, аудио/видео, документы, электронные таблицы, эмодзи, стикеры).

ЕКС МОС поддерживает вложение файла размером до 1 Гб; двухстороннюю голосовую связь пользователей и отправку голосовых сообщений; персональные, групповые чаты и каналы; специальные теги (#<название канала>, #<имя получателя>, @<дата встречи>, @<место встречи>); показ уведомлений о новых сообщениях/звонках в виде всплывающего сообщения в панели уведомлений (для десктоп-приложений); push-уведомления для оповещения о новых сообщениях; адресную книгу, содержащую контактные данные пользователей; поиск и фильтрацию контактов адресной книги по ФИО, должности, подразделению; отправку в сообщении контакта из адресной книги; подключение пользователя к ЕКС МОС одновременно с нескольких устройств; централизованное управление пользователем своими сессиями.

Пиктограмма	Раздел
	Приглашение в приложение пользователей, не зарегистрированных в eXpress
	Быстрое создание или переход в чат с личным контактом
	Быстрое создание или переход в чат с корпоративным контактом

В системе имеется возможность формирования доверенного канала, который обеспечивается взаимной аутентификацией объектов с помощью протокола TLS, при установлении соединения между сервером и мобильным устройством пользователя. В качестве прикладных протоколов передачи информации в ЕКС МОС используются протоколы HTTPS и WebSocket.

В целях безопасности и защиты криптографических ключей от третьих лиц используется сквозное шифрование. Поддерживается защищенное соединение при создании чата пользователями, зарегистрированными на одном корпоративном сервере, на разных корпоративных серверах, а также на корпоративном и региональном серверах.

В случае нестабильной работы сети реализованы механизмы компенсации, позволяющие работать в сетях с низким качеством. При потере соединения с сетью пользователям доступны следующие функции:

локальный просмотр списка контактов;

просмотр истории переписки;

полнотекстовый поиск по истории переписки, хранящейся локально на устройстве;

просмотр ранее принятых и отправленных файлов, копии которых содержатся на данном клиентском устройстве.

В свойствах чата предусмотрена наглядная сортировка участников чата в соответствии с серверами регистрации и маршрутизация сообщений, разработка и подключение чат-ботов.

Внедрение ЕКС МОС позволяет пользователям не только мгновенно обмениваться сообщениями, но и проводить онлайн-совещания с возможностью подключения к ним до 40 человек. При этом имеется возможность демонстрации экрана каждого участника, а также внесения правок в документы в режиме онлайн.

Единая корпоративная система мгновенного обмена сообщениями реализована с возможностью подключения до 250 тыс. пользователей. На сегодняшний день к ЕКС МОС подключено более 36 тыс. сотрудников ОАО «РЖД». Это самая масштабная и сложная инсталляция продукта класса «корпоративный мессенджер» не только в России, но и в Европе.

Центр научно-технической информации и библиотек
– филиал ОАО «РЖД»

Дифференцированное
Обеспечение
Руководства

15/2022

Операторы мультимодальных перевозок испытывают интеллектуальный поезд

Компании TX Logistik и Mercitalia Intermodal, входящие в группу Mercitalia в составе железных дорог Италии, запустили пилотный проект, в рамках которого испытывают поезд из грузовых вагонов, оборудованных инновационными датчиками и устройствами передачи данных. Проект рассчитан на 15 месяцев и завершится в начале 2023 г.

Для испытаний на грузовые вагоны установили бортовые датчики и телематические устройства разных изготовителей, в первую очередь Nexxiot (Швейцария) и PJM (Австрия), технические решения которых признаны наиболее инновационными и готовыми к выходу на рынок. Датчики контролируют, в частности, состояние тормозной системы во время движения поезда и позволяют определить точное местоположение вагона. Собранные данные будут использоваться для предупредительного технического обслуживания и совершенствования эксплуатационного процесса.

Операторам мультимодальных перевозок особенно важно выявлять ударные нагрузки. Бортовые датчики контролируют корректное положение шкворня тележки, состояние запорных механизмов и наличие груза.

Одна из важнейших задач проекта – объединение интеллектуальных вагонов в интеллектуальный поезд, в котором вагоны обмениваются информацией друг с другом и с локомотивом, что позволяет автоматически опробовать тормоза и контролировать динамику поезда во время движения.

В ходе выполнения пилотного проекта будут исследоваться возможности применения собираемых бортовыми датчиками данных. В

связи с этим к участию в проекте привлекают экспертов по управлению вагонными парками, информационным технологиям, анализу данных, машинному обучению и т. п.

Компания Nexxiot получила от фонда DiaMedCare 35 млн швейц. фр. в качестве финансовой поддержки долгосрочного производства датчиков Интернета вещей нового поколения Globehopper 2.0. Соглашение с DiaMedCare предусматривает поставку датчиков владельцам вагонов в рамках сервисных контрактов.

Датчики Globehopper 2.0 собирают исходные данные о местоположении и состоянии вагонов и затем передают их в системы компании Nexxiot. По сравнению с датчиками первого поколения они имеют более мощные источники питания и лучше адаптированы к условиям эксплуатации на железнодорожном транспорте.

В настоящее время датчиками компании Nexxiot оборудовано 45 тыс. грузовых вагонов и танк-контейнеров, к которым добавляется ежемесячно от 4000 до 5000 ед. Эти датчики с питанием от солнечной батареи позволяют оперативно контролировать местоположение вагонов и контейнеров, их загрузку, а также измерять ударные воздействия и температуру. Кроме того, в поставляемые Nexxiot бортовые модули могут быть интегрированы датчики сторонних изготовителей. Владельцы вагонов получают через систему компании Nexxiot (рис. 1) обработанную информацию от датчиков и из других источников (включая данные сопроводительных документов, сведения о погоде и т. п.), что позволяет, в частности, планировать техническое обслуживание вагонов по реальному пробегу и с учетом их фактического состояния

Рис. 1. Система Nexxiot

Автоматизированная система испытания тормозов австрийской компании PJM (рис. 2) по заявлению разработчика может сэкономить до 45 минут при подготовке грузового поезда длиной 500 м.

Система прошла всесторонние испытания на 200 вагонах SBB Cargo.

Рис. 2. Система PJM

«Система теперь доступна и приносит конкретные результаты для железнодорожных компаний, оказывая влияние на грузовые железнодорожные перевозки за счет повышения эффективности», – сказал генеральный директор PJM Гюнтер Петшиг. «Это больше не видение будущего, а функционирующая система железнодорожного транспорта здесь и сейчас».

Автоматизированная система проверки тормозов была разработана также компаниями PJM, SBB Cargo и Rail Cargo Austria.

Источники: zdmira.com, 10.12.2021
railway.supply (англ. яз.), 12.10.2021

Материалы мониторинга ЦНТИБ научно-технической литературы (18 источников)

1. ОМК внедрила автоматизированную систему для отслеживания жизненного цикла железнодорожных колес

Объединенная металлургическая компания (ОМК), производящая железнодорожные колеса для всех типов подвижного состава, в том числе единственная в России – для скоростного и высокоскоростного движения, в январе запустила на своем Выксунском заводе в Нижегородской области автоматизированную систему «Электронный инспектор». В ОМК рассчитывают, что использование системы, разработанной Объединением производителей железнодорожной техники совместно с РЖД, позволит отслеживать жизненный цикл желез-

нодорожных колес и защитит клиентов компании от контрафактной продукции.

Пользователи системы создают цифровые паспорта качества изделий с квалифицированной электронной подписью. Каждый паспорт поступает в единую базу данных, доступную всем участникам перевозочного процесса. Тем самым они смогут обезопасить себя от приобретения контрафакта.

Кроме того, в системе отражается информация о жизненном цикле изделия – например, статистика по пробегам, ремонтам, переточкам колесной продукции. Эти данные специалисты ОМК планируют использовать для оценки жизненного цикла своей продукции, особенно новых видов, чтобы в дальнейшем принимать решения по совершенствованию качества колес.

Выксунский завод ОМК стал первым предприятием, который интегрировал технологии «Электронного инспектора» в функционирующие внутренние электронные системы, встроив в уже отлаженный бизнес-процесс новые элементы для передачи данных. На предприятии несколько лет действует электронный документооборот с клиентами, поэтому специалисты завода и ранее заносили в систему заверенные электронной подписью сертификаты качества на продукцию.

«В систему «Электронный инспектор» заносим данные на всю колесную продукцию ОМК, которую делаем для стран Таможенного союза. По результатам эксплуатации системы в колесопрокатном производстве рассмотрим вопрос о целесообразности ее внедрения в депо нашей вагоноремонтной компании «ОМК Стальной путь», – отметил руководитель бизнес-единицы «ОМК Железнодорожные колеса» Алексей Долгов.

Источник: metalinfo.ru, 28.01.2022

2. Путь к новым инструкциям по движению поездов для цифровой железнодорожной эксплуатации (Германия)

В основе стратегии «Digitale Schiene Deutschland» (Цифровая железная дорога Германии) лежит развертывание постов цифровой централизации (DSTW) в сочетании с Европейской системой управления поездом ETCS по уровню 2 (ETCS Level 2). Полная замена старых структур открывает исторически уникальную возможность вместе с новым поколением систем управления и безопасности (LST) ввести новые операционные правила, которые больше не должны учитывать устаревшие проблемы, связанные со старыми технологиями. Это значительно снизит сложность и создаст современный удобный свод регламентирующих документов.

Источник: Deine Bahn. – 2021. – № 10. – S.12-18 (нем. яз.)

3. Ускорить внедрение цифровой автосцепки в Европе

Железные дороги Германии (DB) и ряд железнодорожных ассоциаций этой страны выступили с совместным обращением, в котором заявляют об объединении усилий по внедрению цифровой автосцепки DAC для грузового движения и призывают к политической поддержке этого процесса.

В обращении подчеркивается, что заявленная Евросоюзом цель передать на железные дороги 30% грузовых перевозок к 2030 г. в рамках декарбонизации неосуществима без инноваций на этом виде транспорта, ключевой из которых является переход в Европе от винтовой сцепки, эксплуатируемой почти в неизменном виде с XIX в., к автосцепке DAC.

Цифровая автосцепка, обеспечивающая также автосоединение воздуховодов, шин электропитания и передачи данных, способна автоматизировать и ускорить многие другие операции на железных дорогах, повысив при этом их безопасность. Кроме того, с ее появлением становится возможным массовый переход к электропневматическому тормозу

и контролю целостности грузового поезда бортовыми средствами. Это позволит внедрить системы управления движением поездов с подвижными блок-участками и повысить тем самым пропускную способность существующих линий на 10-15% по сравнению с современными технологиями.

В январе 2022 г. начались испытания грузового поезда из вагонов, оборудованных цифровой автосцепкой DAC, на нескольких европейских железных дорогах.

Источник: zdmira.com, 30.01.2022

4. Начата разработка беспроводного счетчика железнодорожных осей

В Нидерландах не за горами появление нового продукта – беспроводного счетчика осей, работающего в сети 5G. Менеджер инфраструктуры ProRail и новатор Rail Connect будут работать над этим продуктом в течение следующих трех лет.

По словам директора Rail Connect Яна-Вика Краненбурга, это может ускорить развертывание ERTMS на десять лет и сэкономить миллионы евро, сообщает железнодорожный журнал Railway Supply со ссылкой на RailFreight.

Разработка беспроводного счетчика осей – первая европейская разработка. «Если это удастся, это будет грандиозно, этого захотят все в Европе. Это ускоряет внедрение ERTMS на десять лет, а также обеспечивает экономию средств. Речь идет о миллионах евро».

Счетчики осей сами по себе не новы, новы, именно, беспроводные. «Новая ERTMS заменяет старую систему безопасности АТВ. В основе ERTMS лежит применение счетчиков осей. Счетчикам текущей оси требуется проводка для питания и передачи данных. Это означает, что для 20 тыс. счетчиков осей необходимо протянуть много кабелей. Придется много копать вдоль трассы, а много копать – это много времени и денег», – объясняет Краненбург.

На разработку беспроводных счетчиков осей уйдет три года. За это время предстоит еще много работы. «Сейчас мы вместе с ProRail составим спецификацию и ответим на вопрос: как можно использовать беспроводную связь для защиты поездов? Это очень важный этап, потому что он определяет, как в конечном итоге будет выглядеть продукт. Мы покажем, что это действительно работает и повышает безопасность на железнодорожном транспорте».

Источник: railway.supply, 27.01.2022

5. Тестирование алгоритмов оперативного управления на железнодорожно-техническом учебном и экспериментальном полигоне (ELVA) (Германия)

Инновационный метод оптимизации OptDis, разработанный в Институте транспортных наук Рейнско-Вестфальского технического университета Ахена (RWTH Aachen), предназначен для обнаружения и разрешения проблем, связанных с нарушением эксплуатационной деятельности при задержках в движении поездов, в режиме реального времени.

В статье представлен проект «Интегрированное управление железнодорожной эксплуатацией», финансируемый Германским научно-исследовательским обществом (DFG). В ходе проекта метод OptDis, интегрированный в программное обеспечение LUKS©, проверяется на практическую пригодность в учебно-испытательном центре железнодорожных технологий (ELVA) RWTH Aachen.

Источник: Deine Bahn. – 2021. – № 10. – S. 54-56 (нем. яз.)

6. Компания Network Rail проводит испытания новой цифровой системы мониторинга движений грунта (Великобритания)

Британская компания-оператор железнодорожных перевозок Network Rail в настоящее время тестирует новую систему мониторинга, которая, как ожидается, будет заблаговременно информировать о движении грунта особенно опасных с этой точки зрения участках железнодорожной сети Шотландии. Для проведения тестирования системы в общей сложности на 26 объектах железнодорожной сети были установлены специальные датчики для измерения уклона. Помимо этого в течение нескольких месяцев планируется установить еще 7 аналогичных объектов по всей стране, в том числе на главной линии Эдинбург-Глазго, ветке Ист-Килбрайд, между Абердином и Инвернессом и на линии до Кайл-оф-Лохалш.

Ожидается, что использование новой системы позволит снизить риск оползней и, таким образом, повысить общий уровень безопасности на железнодорожной сети за счет своевременного обнаружения движения грунта на склонах. Помимо этого, функционал системы предусматривает своевременное оповещение машинистов поездов о потенциальных проблемах, что даст им возможность принять решение о снижении скорости движения поезда или его полной остановке до того, как он окажется в зоне повышенной опасности.

Система отправляет уведомления в течение 2 минут после фиксации датчиками перемещения грунта. Она включает в себя 2 блока беспроводных датчиков уклона, как правило они размещаются на расстоянии 2,5 м друг от друга, центральный столб, регистрирующее устройство и камеры для мониторинга данных с датчиков. Датчики уклона фиксируют движение на склонах при его изменении более чем на 5 градусов, при этом соответствующее уведомление отправляется при помощи мобильной сети – таким образом, машинисты поездов информируются о потенциальной опасности. Питание системы осуществляется за счет солнечных панелей. При этом для обеспечения бесперебойной работы оборудования предусмотрен резервный источник питания – аккумуляторные батареи.

Источник: globalrailwayreview.com, 04.02.2022 (англ. яз.)

7. Итоги тестовой эксплуатации комплекса автоматического ультразвукового контроля поверхности катания колёсных пар

Комплекс ультразвукового контроля позволяет эффективно выявлять дефекты колёсных пар грузовых вагонов в автоматическом режиме. За год комплекс отбраковал около 560 колёсных пар с недопустимыми дефектами поверхности катания.

Итоги тестовой эксплуатации в 2021 году комплекса автоматического ультразвукового контроля поверхности катания колёсных пар, установленного на перегоне Молосковицы – Веймарн, были подведены на Октябрьской дороге 8 февраля 2022 года.

Ежесуточно на этом перегоне через пост контроля, установленный в направлении станции Лужская, проходят до 70 поездов.

Сканированию подвергаются в сутки 20 тыс. колёсных пар грузовых вагонов, следующих к этой станции. За 2021 год система в автоматическом режиме отбраковала около 560 колёсных пар с недопустимыми дефектами поверхности катания.

Она обнаружила 240 выщербин поверхности катания длиной более 50 мм, 165 ползунов колёсной пары более 1 мм, 76 случаев кольцевой выработки у основания гребня глубиной более 1 мм, 45 случаев навара на поверхности катания высотой более 1 мм, 34 выброса смазки на диск колеса. Эти дефекты были затем подтверждены при визуальном контроле осмотрщиков-ремонтников в парке прибытия.

Рис. 1 Комплекс автоматической напольной диагностики

Комплекс автоматической напольной диагностики (рис. 1) включает в себя блок с программным обеспечением и акустико-эмиссионные датчики, установленные на шейках рельсов через каждые 600 мм на участке железнодорожного пути на протяжении 12 м. Датчики ловят акустический сигнал высокой частоты, возникающий при работе поверхности катания, усиливают и оцифровывают его, проводят анализ и выдают заключение.

Эту инновационную систему разработал и запатентовал в 2019 году сотрудник ОЖД – начальник лаборатории неразрушающего контроля сервисного локомотивного депо Санкт-Петербург, кандидат технических наук Денис Фёдоров, защитивший в конце прошлого года докторскую диссертацию по управлению ресурсом и надёжностью подвижного состава.

Ценность изобретения в том, что определение дефектов поверхности катания колёсных пар – выщербин и ползунов – ведётся в автоматическом режиме, во время движения состава. Другой метод их выявления – только визуальный, во время остановки состава. На сегодняшний день достоверность автоматической диагностики составляет 85–90%.

Сейчас в планах учёного-железнодорожника объединить в одно устройство этот комплекс с ещё одной разработанной им системой, которая на участке Ижоры – Рыбацкое ведёт мониторинг внутреннего состояния буксовых узлов, закрытых для визуального осмотра.

Всего на сети установлено 17 таких комплексов. Пост в направлении станции Лужская был установлен первым, и именно на нём внедряются все усовершенствования.

Источник: ждграфия.рф, 09.02.2022

8. Совместный мониторинг состояния парка железнодорожного подвижного состава

Железнодорожные компании стремятся к большей производительности, качеству и эффективности эксплуатационной работы. Благодаря мощным алгоритмам цифровизация открывает возможности профилактического обслуживания на основе исчерпывающих данных о состоянии различных подсистем железнодорожного подвижного состава, собранных в ходе эксплуатации. В статье обсуждаются критерии проектирования инфраструктуры данных для независимого от производителя совместного мониторинга состояния (ССМ – Collaborative Condition Monitoring). Публикуется информация о проекте создания европейской облачной платформы GAIA-X, призванной снизить зависимость европейских компаний от облачных сервисов других стран. Подробно рассмотрена концепция GAIA-X и ее роль для ССМ.

Источник: Der Eisenbahningenieur. - 2021. - № 7. - S. 35-38 (нем. яз.)

9. Метропоезда постройки Stadler для Берлина оборудуют датчиками Интернета вещей

Компания Stadler подписала долгосрочное соглашение об оснащении до 606 вагонов метро Берлина датчиками Интернета вещей (IoT) с Brüel & Kjær Vibro – одним из ведущих поставщиков систем мониторинга состояния вращающихся машин. Вагоны оборудуют датчиками вибраций, которые установят на тележки вагонов для непрерывного контроля состояния подшипников, а также бортовыми устройствами периферийных вычислений для анализа получаемой от датчиков информации. При этом будет использована разработанная компанией технология мониторинга VCM-3. Стоимость контракта не раскрывается, но, по данным Brüel & Kjær Vibro, она может составить несколько миллионов евро.

В каждом вагоне будет своя система мониторинга, предоставляющая информацию для организации предупредительного технического обслуживания подшипников. Это позволит компании Stadler оптимизировать графики технического обслуживания вагонов, повысить их готовность и сократить эксплуатационные расходы.

Компания Stadler в 2020 г. выиграла тендер на поставку до 1500 вагонов для метрополитена Берлина. Твердый заказ включает 606 вагонов, контракт на поставку 376 из них будет подписан в 2022 г.

Германская компания Brüel & Kjær Vibro входит в состав японской группы NSK, поставляющей подшипники и другую машиностроительную продукцию для промышленности и транспорта.

Источник cfts.org.ua, 15.02.2022

10. «Виртуальная сцепка» поездов позволит увеличить пропускную способность Восточного полигона

Технология «виртуальной сцепки» грузовых поездов позволит увеличить пропускную способность Восточного полигона и сэкономит вложения в инфраструктуру, сообщил министр транспорта России Виталий Савелев.

Технология «виртуальной сцепки» применяется при вождении грузовых поездов. Между локомотивами по радиоканалу устанавливается соединение, по которому постоянно передаются данные между составами, в том числе о геопозиции и габаритах поезда. Идущий следом локомотив обрабатывает полученную информацию с ведущего и выбирает наиболее оптимальный режим работы.

«Очень многое делается на железной дороге... осваивают «виртуальные сцепки», когда по Wi-Fi два состава, а в перспективе и до пяти составов, могут идти плотно друг к другу с расстоянием менее 10 метров. И они могут провозную способность резко увеличивать. Это экономия средств. Огромное достижение, если мы внедрим эти процессы. В РЖД сейчас опробование уже идет серьезное. Это позволит экономить даже вложения в инфраструктуру», – заявил Савельев.

Он также привел пример с развитием Восточного полигона, в том числе организации перевозок на Байкало-Амурской магистрали. Так, по его словам, в 2021 году по Восточному полигону было перевезено 144 миллиона тонн груза, в 2022 году стоит задача увеличить показатель до 158 миллионов тонн, а к 2024 году – до 180 миллионов тонн.

В целом Савельев оценивает реализацию развития БАМа и Транссиба как сложную, но выполнимую задачу. По его оценке, РЖД «делают все возможное для его реализации», а Минтранс видит, что «результат есть».

Источник: 1prime.ru, 09.02.2022

11. Проект SensoDIMARIS – сенсорные технологии, мониторинг состояния в режиме реального времени

Цель проекта SensoDIMARIS состоит в том, чтобы плановое техническое обслуживание подвижного состава в сфере общественных региональных пассажирских перевозок дополнить обслуживанием по техническому состоянию и, таким образом, повысить общую эксплуатационную готовность подвижного состава. Как медленно развивающиеся, так и внезапно возникающие дефекты, которые не выявляются непосредственно встроенными датчиками подвижного состава, необходимо обнаруживать на ранней стадии. Нарушения могут возникать из-за непредсказуемых факторов, таких как влияние окружающей среды или изменения инфраструктуры. Для оптимального прогноза технического обслуживания данные, обрабатываемые в режиме онлайн, должны быть сопоставлены с данными сенсоров подвижного состава и данными GPS, оценены и подготовлены для цифрового мониторинга состояния. Цепочка процессов будет дополнена с помощью использования цифровых конечных устройств, таких как смарт-очки дополненной реальности. После успешных испытаний трамвайного вагона в повседневной эксплуатации преимущества данного подхода могут получить дальнейшее развитие в железнодорожной отрасли.

Источник: Eisenbahntechnische Rundschau. – 2021. – № 9. – S. 58-63 (нем. яз.)

12. РЖД предложила использовать индикаторы загрузки инфраструктуры для борьбы с пробками

РЖД предложила грузоотправителям создать индикаторы загрузки инфраструктуры для борьбы со сбоями в доставке грузов, которые вызывают озабоченность операторов. Этот механизм может стать альтернативой введению жестких ограничений на погрузку – таких, как конвенция, сообщили представители компании.

По их словам, в последний месяц существенное влияние на перевозки оказал рост заболеваемости работников железной дороги. «В начале февраля единовременно по всей сети на больничном находилось 15% от штатной численности локомотивных бригад. Наибольшая доля заболевших− на Северной, Октябрьской и Московской железных дорогах. На пике, который пришелся с 4 по 8 февраля, для обеспечения запланированного объема перевозок не хватало 25% локомотивных бригад. Именно это привело к значительному снижению объема перевозок грузов на северо-западном направлении»,−сообщили в РЖД.

За 15 дней февраля погрузка в направлении портов Северо-Запада сократилась на 15%, однако по всем остальным направлениям фиксируется рост. Например, увеличение погрузки в порты Азово-Черноморского бассейна выросла на 11,8%, в порты Дальнего Востока – на 5,2%.

По данным РЖД, на сегодняшний день на сети компании находится 724 груженых состава, отставленных от движения – это так называемые «брошенные» поезда, оставленные без локомотива на боковом пути станции более чем на 24 часа. Из них 160 составов оставлены на станциях по причинам, не зависящим от РЖД: из-за неприема груза грузополучателями, например, морскими портами из-за поломки выгрузочного оборудования либо по погодным условиям, погранпереходами в связи с неготовностью принять груз смежными иностранными перевозчиками, а также по техническим причинам.

Такая приостановка может быть частью технологического процесса и не влиять на сроки доставки груза. При этом вагоны и группы вагонов, которые стоят в технологической обработке и находятся в ожидании выполнения технологических операций, никак не могут быть включены в число брошенных. Так что, считают в РЖД, многие претензии операторов, по меньшей мере, преувеличены.

С тем, что ситуация не является катастрофической, согласны и эксперты. «Подобного

масштаба проблемы случались за последнее десятилетие не раз, например, по погодным и многим другим причинам. Конечно, ситуация сложная, на РЖД давят отовсюду, и РЖД пытается выполнить пожелания каждой из сторон. Но, к сожалению, любые их действия, любые идеи не станут преградой для того, чтобы, по традиции, все предъявляли претензии к РЖД»,– говорит генеральный директор агентства InfraNews Алексей Безбородов.

Как заявили в РЖД, уже в ближайшую декаду железнодорожники планируют восстановить ритмичность грузовых перевозок.

В перспективе для обеспечения максимальных объемов перевозок в сложных ситуациях предлагается внедрить индикаторы загрузки инфраструктуры, исходя из текущих пропускных способностей и фактической обстановки в железнодорожной сети. Подобные индикаторы могут быть использованы при согласовании заявок на перевозку.

При ухудшении ситуации с выгрузкой и перегрузке инфраструктуры РЖД не будет полностью ограничивать погрузку, а введет «желтый уровень», при котором совместно с грузоотправителем и грузополучателем будет определять максимальный объем груза, который может быть перевезен без нарушения сроков доставки. «А при наступлении «красного уровня» −решать: либо продолжать отправлять груз с возможностью увеличения срока доставки и временного отстоя в пути следования, либо ограничивать погрузку» – поясняет официальный телеграм-канал РЖД.

«Предложение очень интересное. Грузоотправители давно заинтересованы в оперативном информировании. Единственный вопрос−насколько это будет вписываться в правила недискриминационного доступа к сети железных дорог. Но как индикатив декадного и триадного планирования, эта идея очень удачна и заслуживает только одобрения. Дальше останется только смотреть, как она будет работать», – говорит президент Национального исследовательского центра перевозок и инфраструктуры Павел Иванкин.

Грузоотправители также в целом поддерживают идею, отмечая необходимость проработки деталей. Для подготовки итогового предложения создана рабочая группа с участием всех заинтересованных сторон. После проработки новый подход должен быть согласован с регуляторами.

Источник: iz.ru, 17.02.2022

13. Thales протестирует в Великобритании систему точного позиционирования поездов

Компания Thales в порядке эксперимента оснащает бортовыми устройствами своей системы точного позиционирования RTPS дизель-поезд серии GWR 150, предоставленный железной дорогой Great Western. Испытания проводятся при поддержке британского оператора инфраструктуры Network Rail. В состав устанавливаемого оборудования входят ряд сенсорных систем, сопоставляющих сигналы от разных датчиков с цифровой картой участка для непрерывного точного определения местоположения поезда. Цель эксперимента заключается в проверке системы и сборе данных в реальных условиях эксплуатации в течение не менее года. Поезд станет передвижной лабораторией, информация от которой будет постоянно поступать в центр обработки данных компании Thales в Чедле (Большой Манчестер, Англия).

RTPS работает совместно с действующей национальной системой локомотивной сигнализации TPWS, реализующей экстренное торможение поезда при проезде запрещающего сигнала или превышении разрешенной скорости. Новая бортовая система не требует наличия путевой инфраструктуры и фактически превращает весь путь в виртуальный шлейф. Это способствует повышению безопасности движения, обеспечению непрерывной связи и раннему предупреждению о приближении к запрещающему сигналу и местам проведения ремонтно-путевых работ.

Источник: zdmira.com, 31.01.2022

14. Стартап из США разработал автономный грузовой железнодорожный вагон с запасом хода до 960 км

В американском Сент-Луисе разработали автономный грузовой вагон с дальностью около 966 км, который можно использовать в стандартном железнодорожном сообщении. Вагон, названный TugVolt, создан технологическим стартапом Intramotev.

TugVolt использует аккумуляторно-электрические распределенные двигательные установки. Время зарядки с помощью быстрых зарядных устройств составляет 15-30 минут. Целевая валовая железнодорожная нагрузка (Gross Rail Load), по словам основателей стартапа, соответствует отраслевому стандарту. Устройство оборудовано пневматическими тормозами и стандартным сцеплением.

«В настоящее время доступны две конфигурации для операций – с платформой и хоппером», – отметил соучредитель и генеральный директор Intramotev Тимоти Лучини.

«Мы также ведем переговоры с потенциальными клиентами, которые были бы заинтересованы в конфигурациях закрытых вагонов и вагонов-цистерн», – отметил он.

Предполагается, что первые заявки на использование инновационных вагонов могут поступить от таких предприятий как шахты и горно-перерабатывающие предприятия, либо же сталелитейные заводы, которые нуждаются в перевозке грузов на сравнительно небольшие расстояния.

Intramotev основан в 2020 году предпринимателями Тимоти Лучини, Кори Васелем и Алексом Пайффером. Последние двое являются выходцами из корпорации Boeing. Всего на данный момент в стартапе работает 13 сотрудников.

Цель работы компании сейчас состоит в том, чтобы завершить коммерческий демонстрационный экземпляр во втором квартале 2022 года, после чего будет проведен ряд испытаний. По словам Лучини, Intramotev уже получил письмо о намерениях от потенциального заказчика TugVolt на 30 млн долл. США.

Источник: elektrovesti.net, 31.01.2022

15. В АО ДТУ введен в эксплуатацию инновационный модернизированный маневровый тепловоз ТЭМ14М

В АО «ДТУ» (входит в группу НТК) введен в эксплуатацию новый инновационный модернизированный маневровый тепловоз ТЭМ14М, способный вести составы с рекордным для маневровых машин весом в 10 тыс. т.

В августе 2019 г. машиностроительный холдинг «Синара – Транспортные Машины» (СТМ) представил на Международном железнодорожном салоне «ЭКСПО 1520» восьмиосный маневровый тепловоз ТЭМ14М, который развивает линейку тяжелых тепловозов для маневрово-вывозной работы. Вторая выпущенная производителем машина сегодня введена в эксплуатацию в АО «Дальтрансуголь».

Новый тепловоз окрашен в корпоративную цветовую гамму с изображениями логотипа НТК, но прекрасный внешний вид не является значительно усовершенствован по целому ряду параметров и превосходит тепловозы уже имеющиеся в парке предприятия.

Несомненным преимуществом тепловоза является возможность подачи составов, вес и длина которых превышают установленные нормы. Напомним, что на терминал прибывают инновационные вагоны, каждый из которых вмещает на 7 тонн угля больше, чем обычный вагон. Данное преимущество нового тепловоза поможет сократить время маневровых операций и увеличить перерабатывающую способность терминала даже без удлинения путей, ведь один ТЭМ14М может единовременно подать больше вагонов, что является абсолютным рекордом для маневровой техники.

«Сердцем» усовершенствованного локомотива стал дизель-генератор ДГ900Т, оснащенный отечественным двигателем нового поколения 6ДМ-185Т, созданным ООО «Уральский дизель-моторный завод» (УДМЗ, входит в СТМ). Заявленный срок службы дизеля – 40 лет, на 10 лет дольше, чем у предшественника ТЭМ14.

Начальник службы подвижного состава АО «Дальтрансуголь» Александр Петерс рассказал, что новый тепловоз соответствует всем современным требованиям промышленной и экологической безопасности. Благодаря двум установленным дизель-генераторам ТЭМ14М экономичнее использует топливо, а значит и маневровая работа становится более экологичной.

«Введение в эксплуатацию тепловоза ТЭМ14М не только создает дополнительные возможности для терминала, но и делает более комфортной работу персонала: удобное управление, климат-контроль, бытовой холодильник и микроволновая печь, комфортные кресла, регулируемые в разных позициях, стекла с обогревом, повышенная шумоизоляция», – отметил А. Петерс.

В кабине машиниста установлены системы видеорегистрации для контроля «мертвых» точек видимости, светодиодные светильники для местного освещения агрегатов, буферные фонари. Более того, поставщиком оказываются услуги по обучению и вводу машины в эксплуатацию, а также ее сопровождение в период гарантийного обслуживания.

Управлять новым тепловозом не сложнее, чем другими локомотивами АО «ДТУ», но работники, которые будут заниматься ремонтом и обслуживанием машины, в данный момент проходят обучающий курс под руководством представителей завода-изготовителя и торгового дома «Синара-транспортные машины».

Отдельно стоит отметить и улучшенную встроенную четырехколесную тележку (поворотное устройство, служащее для передачи веса кузова локомотива на путь), которая снижает воздействие на железнодорожный путь, делает ход транспорта более плавным и снижает износ гребней колесных пар, что позволит локомотиву служить дольше.

На сегодняшний день ТЭМ14М считается самым мощным маневровым тепловозом среди представленных российскими производителями, а в связи с планируемым увеличением мощности предприятия потребность в новых силачах-локомотивах в будущем будет только увеличиваться.

Источник: rzd-partner.ru, 27.01.2022

16. «КМТ» внедряет автоматизированные системы производства комплектующих для транспорта

Производственная фирма «КМТ», входящая в дивизион «Интерьеры и экстерьеры» ГК КСК, внедряет автоматизированные системы производства компонентов интерьера и экстерьера для транспорта. Предприятие ввело в эксплуатацию ультразвуковой моечный комплекс для подготовки изделий перед сварочным процессом.

Ультразвуковой моечный комплекс оснащен автоматизированной системой управления. Он состоит из трех специально оборудованных ванн объемом 700 литров и предназначен для обезжиривания и очистки металлических деталей перед сварочными работами.

Автоматизация моечного процесса позволяет осуществлять беспрепятственную промывку внутренней и наружной части детали, что существенно снижает вероятность возникновения пор на труднодоступных сварных швах и способствует повышению качества выпускаемой продукции. Новое оборудование отличается повышенным ресурсом эксплуатации и позволяет рационально распределить трудозатраты операторов.

В ультразвуковом комплексе обрабатываются детали подножек и алюминиевый профиль для сборки дверных полотен для электропоездов «Иволга 3.0» и вагонов метро российского производства.

Источник: metalinfo.ru, 04.02.2022

17. Систему мониторинга состояния железных дорог испытают сибирскими морозами

Для предотвращения нештатных ситуаций в холдинге «Швабе» госкорпорации «Ростех» разработали систему мониторинга подвижек грунта, деформации строительных конструкций и изменения температуры поверхностей крупных объектов. Система включает два волоконно-оптических датчика: температуры и деформации, которые укладываются в землю и анализируют проходящее через них излучение (в зависимости от степени деформации и изменения температуры сигналы меняются). Собранная сенсорами информация поступает на расположенный на ближайшей станции анализатор, который отслеживает масштабы изменений и определяет их источники.

Разработкой уже заинтересовались ОАО «РЖД», решившие до мая 2022 г. протестировать функционал системы на одном из участков Алтайской дистанции ЗСЖД (Западно-Сибирская железная дорога). После испытаний на железных дорогах «Ростех», по словам исполнительного директора госкорпорации Олега Евтушенко, предложит свою систему другим государственным и частным структурам, заинтересованным в предотвращении ЧС через непрерывный мониторинг дорог, мостов, тоннелей и плотин.

Источник: iot.ru, 18.02.2022

18. Беспилотные грузовые экипажи испытают на полигоне TTCI

Компания Parallel Systems – разработчик беспилотных рельсовых экипажей (рис. 1) с тяговыми аккумуляторами – получила грант в размере более 4,4 млн долл. от Министерства энергетики США (DOE) в рамках инициативы ARPA-E (Advanced Research Projects Agency-Energy), цель которой состоит в создании высокоэффективных технологий в области энергетики.

Рис. 1. Контейнер, смонтированный на «беспилотный грузовой экипаж» компании Parallel Systems

Грант выделен на тестирование экипажей на испытательном полигоне Центра транспортных технологий (TTCI) Ассоциации американских железных дорог (AAR). Испытания с

участием партнеров компании начнутся во втором квартале 2022 г. и продлятся 29 мес. При этом Национальная лаборатория возобновляемой энергии (NREL), входящая в состав DOE, совместно с железнодорожным инжиниринговым центром Университета Иллинойса проанализирует потенциальные преимущества и стратегию развертывания новой технологии, используя открытое программное обеспечение для моделирования железных дорог ALTRIOS.

Цель испытаний состоит в подтверждении трех заявленных преимуществ экипажей компании Parallel Systems – стабильность динамических характеристик, возможность объединяться в колонны с физическим контактом между экипажами и энергоэффективность.

Работу экипажей будут исследовать в разных условиях эксплуатации и оценивать в сравнении с традиционными железнодорожными вагонами.

Программа тестирования предусматривает также проверку предлагаемой Parallel Systems инновационной технологии формирования колонн из экипажей, включая исследование конструкции буферных упоров, логики управления и достигаемой при этом экономии энергии

Источник: zdmira.com, 16.02.2022