

ISSN 0005-2329

АВТОМАТИКА  
СВЯЗЬ  
ИНФОРМАТИКА

АСИ

ЖУРНАЛ ИЗДАЁТСЯ С 1923 ГОДА

В НОМЕРЕ:

СИЛА,  
ОБЪЕДИНИЮЩАЯ  
КОЛЛЕКТИВЫ

стр. 2

ЭТАЛОННОЕ  
ПРЕДПРИЯТИЕ.  
ОПЫТ ЛУЧШИХ

стр. 19

2 (2024) ФЕВРАЛЬ



Ежемесячный научно-теоретический  
и производственно-технический журнал  
ОАО «Российские железные дороги»



# ЧЕЛОВЕК ДЕЛА

■ Указом Президента РФ медалью ордена «За заслуги перед отечеством II степени» награжден начальник участка производства Комсомольского РЦС Хабаровской дирекции связи Михаил Николаевич Фокин. Награду он получил из рук В.В. Путина на IV Железнодорожном съезде, который прошел в Москве в декабре.

Михаил Николаевич родился в Приморском крае. В школе любимыми предметами были математика и физика, поэтому дальнейшую жизнь он решил связать с техникой, в том числе с радиоэлектроникой. Он самостоятельно обратился в Горинскую дистанцию сигнализации и связи, откуда его по целевому направлению направили на учебу в Хабаровский техникум железнодорожного транспорта. В 1993 г. по окончании техникума он пришел на работу в дистанцию электромонтером связи. В сферу его деятельности входило обслуживание радиостанций, устройств парковой связи и др. Михаил Николаевич с благодарностью вспоминает первого наставника – старшего электромеханика Юрия Фёдоровича Наумова, благодаря которому он быстро адаптировался в коллективе и освоил основные навыки профессии.

Через пару лет М.Н. Фокин стал электромехаником, а в 1997 г. его назначили начальником участка. Помимо радиосвязи пришлось осваивать средства и системы проводной связи, с чем он успешно справился. Тогда Горинская дистанция в процессе реорганизации вошла в состав Комсомольской дистанции сигнализации и связи. С разделением хозяйств в 2006 г. образовалось новое структурное подразделение – Комсомольский региональный центр связи, где Михаил Николаевич трудится до сих пор. В 2001 г. без отрыва от производства он закончил Дальневосточный государственный университет путей сообщения и получил специальность инженера-электрика.

В подчинении М.Н. Фокина находятся более 50 человек. Участок Байкало-Амурской магистрали Солони – Хальгасо, протяженностью около 450 км, обслуживают четыре линейные ремонтно-восстановительные бригады. Кроме этого, работает лаборатория по проверке измерительных приборов и средств индивидуальной защиты и КРП.

При непосредственном участии Михаила Николаевича велись строительство и ввод в эксплуатацию новых железнодорожных станций: Холони, Пиль, Катама, Дуки. На этих объектах осуществлялся монтаж мультисервисных мультиплексоров СМК-30, установка электропитания УЭПС-2, производились также проверочные и монтажные работы магистрального кабеля, удлинение горловин станций. Выполнен монтаж технологического оборудования на 15 объектах дуплексной радиосвязи, что обеспечило более высокое качество радиосвязи. Модернизирован участок Талиджак – Эбгунь с системой громкоговорящего оповещения. Взамен морально устаревших усилителей установлены усилители УТ-100, что многократно увеличило надежность и качество системы громкоговорящего оповещения.

В прошлом году коллектив участка принял активное участие в строительстве второго пути между станциями Болен и Мони. Причем на этом перегоне находится перевал, движение поездов по которому в сторону Комсомольска-на-Амуре осуществляется толкачами. Ввод в действие второго пути значительно повысил пропускную способность данного участка. Ведется строительство второго пути на участках Солони – Нильды – Дуссе-Алины, а также Дуссе-Алинского тоннеля.



Интенсивное развитие БАМа, новые стройки, монтаж и ввод оборудования и коммуникаций накладывают на эксплуатационный штат регионального центра дополнительные обязанности. От грамотного планирования работ зависит своевременность и качество их выполнения. Михаилу Николаевичу удается распределять трудовые ресурсы производственного участка между строительством, вводом новых устройств и ежедневной эксплуатационной деятельностью без понижения качества предоставляемых услуг связи.

Работа на БАМе имеет свои особенности. Так, только на участке в 200 км для устранения неисправностей устройств или их периодической проверки есть возможность подъехать на служебном автомобиле, остальные участки находятся в труднодоступных местах, до которых обслуживающий персонал может добраться только на проходящем поезде по специальному разрешению. Близость тайги вносит корректизы и в правила по технике безопасности, где предусмотрена инструкция о действиях персонала при встрече с медведем. Правда, Михаил Николаевич признает, что почти за 30-летний период своей деятельности ему, к счастью, ни разу не пришлось применять эти знания.

Коллеги отзываются о М.Н. Фокине как о спокойном и очень ответственном человеке. Руководство всегда может положиться на него в любых вопросах. Как начальник участка он грамотно и оперативно решает сложные производственные задачи, при этом умеет найти подход к каждому работнику.

Михаил Николаевич не раз замещал заместителя начальника РЦС, успешно справляясь с задачами и этого уровня. Однако ему комфортно в своей должности начальника участка, так как любит работать «руками», видеть плоды своего труда. Каждая пущенная станция, введенное вновь или модернизированное оборудование приносят истинное удовлетворение от работы. Про таких как М.Н. Фокин говорят – человек дела! За время трудовой деятельности он был отмечен благодарностями Министра путей сообщения и Министра транспорта РФ, именными часами президента ОАО «РЖД», имеет звание «Лучший по профессии» и др.

У Михаила Николаевича большая семья: два сына и дочь, есть даже внучка. Несмотря на производственную занятость, он всегда находит время для близких.

Поздравляем М.Н. Фокина с государственной наградой, желаем дальнейших успехов в трудовой деятельности на благо компании и страны!

НАЗИМОВА С.А.

## СОДЕРЖАНИЕ

### Слово руководителю

Черногаев С.И.

### СИЛА, ОБЪЕДИНЯЮЩАЯ КОЛЛЕКТИВЫ

СТР. 2



### Новая техника и технология

Татиевский С.А., Пензев П.В., Минаков Д.Е., Минаков Е.Ю.

Аэродинамическое воздействие высокоскоростных поездов на напольное оборудование устройств ЖАТ ..... 6

Денисов А.А., Штолль А.А.

Система интервального регулирования для железнодорожных линий промышленного назначения ..... 12

Кукушкин С.С., Кудюкин В.В., Хакиев З.Б., Белов А.Н.

Перспективы развития методов позиционирования поездов на основе волоконно-оптических измерений ..... 14

### Бережливое производство

Сиделев П.С.

### ЭТАЛОННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ. ОПЫТ ЛУЧШИХ

СТР. 19



Вавкин К.Ю.

Совершенствование процессов продолжается ..... 22

### Обмен опытом

Наумова Д.В.

Актуальные вопросы напольного оборудования ЖАТ ..... 24

Горбунов И.В.

### РАЦИОНАЛИЗАЦИЯ ПОМОГАЕТ В РАБОТЕ

СТР. 27



### Страницы истории

Топилина В.С.

Оптический телеграф – основа развития связи ..... 32

### Информация

Гранты для молодых ученых ..... 34

В мире цифровых технологий ..... 36

### За рубежом

Новости ..... 38

Назимова С.А.

Человек дела ..... 2 стр. обл.

Наумова Д.В.

День пассажирской логистики ..... 3 стр. обл.

На 1-й стр. обложки: перегон Умёт-Камышинский – Петров Вал  
Приволжской дороги (фото Антилова Д.А.)

АВТОМАТИКА  
СВЯЗЬ  
ИНФОРМАТИКА

АСИ

2 (2024)  
ФЕВРАЛЬ

Ежемесячный  
научно-теоретический  
и производственно-  
технический журнал  
ОАО «Российские  
железные дороги»

РД

ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ  
С 1923 ГОДА

Журнал включен в базы  
данных Российского индекса  
научного цитирования  
(РИНЦ) и Russian Science  
Citation Index (RSCI)  
на платформе Web of Science

Решением Президиума  
ВАК Минобрнауки России  
от 27 января 2016 г.  
журнал «Автоматика, связь,  
информатика» включен  
в Перечень ведущих  
рецензируемых научных  
изданий

Использование и любое  
воспроизведение на  
страницах интернет-сайтов,  
печатных изданий  
материалов, опубликованных  
в журнале, разрешается  
только с письменного  
согласия редакции

Мнение редакции может  
не совпадать с точкой  
зрения авторов

Журнал зарегистрирован  
в Федеральной службе  
по надзору за соблюдением  
законодательства  
в сфере массовых  
коммуникаций и охране  
культурного наследия

Свидетельство о регистрации  
ПИ № ФС77-21833  
от 07.09.05

© Москва  
«Автоматика, связь,  
информатика»  
2024



ЧЕРНОГАЕВ

Сергей Иванович,

председатель Российской профессионального союза железнодорожников и транспортных строителей, Москва, Россия

# СИЛА, ОБЪЕДИНЯЮЩАЯ КОЛЛЕКТИВЫ

Железная дорога объединяет предприятия, различные по своей специфике и формам собственности. Несомненно одно, самая большая ценность всех предприятий железнодорожной отрасли – это наши люди, наши коллективы. Именно профсоюз – та сила, которая объединяет коллективы и представляет их интересы. Это связующий канал в системе «государство – работодатель – работник».

Сегодня РОСПРОФЖЕЛ объединяет более 3,3 тыс. организаций, действующих в ОАО «РЖД», дочерних и зависимых обществах, а также метрополитенах и организациях транспортного строительства.

Первичные профсоюзные организации действуют в 78 субъектах РФ и объединяют более 1,2 тыс. членов профсоюза.

Уровень профсоюзного членства в РОСПРОФЖЕЛ среди работников и студентов составляет 93 %. Это наиболее высокий уровень профсоюзного членства из всех организаций Федерации независимых профсоюзов России.

В прошлом году заработная плата железнодорожников была проиндексирована три раза. Первая индексация состоялась 1 марта (на 2,63 %), вторая – 1 октября (на 3 %). Третья внеочередная индексация произошла 1 ноября (на 2,12 %).

С 1 января 2024 г. минимальный размер материальной помощи к отпуску в ОАО «РЖД» повышен до 25 % месячной тарифной ставки (должностного оклада) работника.

При этом РОСПРОФЖЕЛ и ОАО «РЖД» договорились, что компания ежегодно с учетом своего финансово-экономического положения будет рассматривать вопрос о повышении материальной помощи на 5 % с постепенным доведением выплаты до 50 % месячной тарифной ставки.

Коллективный договор ОАО «РЖД» на 2023–2025 гг. является одним из лучших в стране. Документом закреплены уже традиционные базовые социальные гарантии и льготы, в том числе индексация заработной платы, медицинская помощь, санаторно-курортное оздоровление, право воспользоваться бесплатным проездом. Кроме того, компания взяла на себя и новые обязательства: поддерживать волонтерское движение, содействовать популяризации трудовых династий, оказывать содействие Советам молодежи.

Первый год действия обновленного Коллективного договора показал его актуальность и значи-

мость. Обе стороны Коллективного договора стараются минимизировать влияние внешнеэкономической ситуации на благосостояние работников.

Подписано Отраслевое соглашение по учреждениям образования, подведомственным Федеральному агентству железнодорожного транспорта, на 2023–2025 гг.

Оно распространяется на восемь университетских комплексов, включая 48 подразделений среднего профессионального образования.

Все основные гарантии, компенсации и льготы, предоставляемые сегодня работникам, неработающим пенсионерам и членам их семей сохранены.

В документ также внесены пункты по таким вопросам, как информирование работников об условиях и охране труда на рабочих местах; содействие вакцинации и ревакцинации работников; мотивация здорового образа жизни, занятия физической культурой и спортом; развитие молодежного досуга; поддержка волонтерского движения; патриотическое и духовно-нравственное воспитание молодежи с учетом традиционных культурных и семейных ценностей.

Впервые подписан Коллективный договор ФГУП «Железные дороги Новороссии» на 2023–2024 гг. За его основу взяты нормы Отраслевого соглашения по организациям железнодорожного транспорта и Коллективный договор ОАО «РЖД».



Во время IV Железнодорожного съезда



Участники спортивных игр «Мы вместе»

Появилось новое преимущество для пассажиров – членов РОСПРОФЖЕЛ. С 1 января 2024 г. они получат дополнительные баллы «РЖД Бонус» в размере 15 % от совершенных поездок в поездах АО «ФПК». При регистрации в программе лояльности члены профсоюза получат приветственные 1000 баллов. Для этого необходимо указать номер электронного профсоюзного билета. Надеемся, что такая возможность будет востребована, интересна нашим членам и станет отличным стимулом для новых путешествий поездами дальнего следования.

Отдельно стоит отметить большую работу по улучшению условий труда и быта железнодорожников. Обустраиваются санитарно-бытовые помещения, обновляется парк служебно-технических вагонов, подвижного состава. Растет число культурно-массовых мероприятий. Все больше создается физкультурно-оздоровительных клубов на предприятиях. Это очень востребовано. Профсоюз активно подключился к организации физкультурно-спортивных комплексов на предприятиях БАМа.

Есть немало положительных примеров реализации предложений и инициатив профсоюза. Так, мы подняли вопрос по обеспечению зимними видами средств индивидуальной защиты (СИЗ) работников, командированных в регионы с низкими температурами. В результате были утверждены «Рекомендации по обеспечению требований к условиям труда работников ОАО «РЖД» при работах в особых температурных условиях в холодный период года». В этом документе указано, что обеспечение СИЗ командированных работников закреплено за принимающей стороной.

Еще один пример: в июне состоялась приемочная комиссия нового электропоезда 2ЭС8/3ЭС8, в котором по предложениям профсоюза применен стационарный санитарный модуль с накопительным баком. С учетом наших предложений разработаны новые технические требования по усилению конструкции кабин локомотивов, чтобы в случае столкновений тягового подвижного состава с автотранспортными средствами локомотивная бригада была более защищена.

Необходимо сказать и об инициативе РОСПРОФЖЕЛа, которая улучшает финансовое благополучие железнодорожников. Так, с прошлого года работники освобождены от уплаты НДФЛ (13 %) при получении бесплатного питания от работодателя при выполнении аварийно-восстановительных работ, ликвидации



На экскурсии проекта «Узнай свою страну»

последствий ЧС, реконструкции и ремонте объектов инфраструктуры, а также очистке путей и стрелочных переводов при ликвидации снежных заносов.

Для усиления кадрового потенциала в ОАО «РЖД» принято важное решение, касающееся работников подразделений, расположенных в границах Дальневосточной дороги. Оно распространяется на тех, кто трудится в районах Крайнего Севера или приравненных к ним местностях, южных районах Дальнего Востока. С 1 октября 2023 г. северная надбавка к заработной плате в максимальном размере выплачивается с первого дня работы без учета стажа.

На наш взгляд, сейчас очень важно сделать следующий шаг, чтобы это правило распространялось на всех работников, которые трудятся в районах Крайнего Севера.

Подобных примеров решения насущных вопросов работников компании очень много. Хочу подчеркнуть, что результативная совместная работа профсоюза и руководителей компаний снимает многие социальные вопросы и ни одна инициатива РОСПРОФЖЕЛа не остается без внимания работодателя.

В части обеспечения железнодорожников новой спецодеждой и специальной обувью план поставки прошлого года выполнен. По информации с мест, укомплектованность зимними видами СИЗ составляет 100 %. Центральной дирекцией закупок и снабжения в 2023 г. была организована опережающая поставка спецодежды и спецобуви по заявкам филиалов компании согласно плану следующего года, что позволило обеспечить их своевременную выдачу железнодорожникам в январе 2024 г.

Совместно с работодателем рассмотрены итоги опытных испытаний сигнальной одежды с использованием тканей, окрашенных в цвета повышенной видимости. Все показатели получили положительную оценку. Целесообразность внедрения сигнальной экипировки подтверждается значительным повышением уровня безопасности работников. Поставки новой сигнальной одежды начнутся с 2025 г.

Профсоюз вместе с работодателями оказывает поддержку железнодорожникам – участникам СВО и членам их семей. С первых дней участия железнодорожников в СВО были приняты решения о дополнительных выплатах, их обеспечении оздоровительными путевками, бытовым топливом. Оперативно внесены необходимые изменения в порядок уплаты пенсионных взносов, а также страховых сумм



Изготовление маскировочных сетей волонтерами



На Кубке по хоккею с шайбой

по заключенным договорам страхования от потери профессиональной трудоспособности.

После пандемии коронавируса наши медицинские учреждения получили запрос от железнодорожников не только на медицинскую помощь, но еще и на психологическую поддержку.

В августе 2023 г. медики открыли круглосуточную горячую линию психологической помощи для железнодорожников и членов их семей. На нее уже поступило более 2 тыс. звонков, а общее время консультаций составило свыше 500 тыс. часов.

За два года волонтеры-доноры провели множество адресных акций помощи военным госпиталям и др., для которых собрали более 4,5 т крови.

РОСПРОФЖЕЛ выступил генеральным партнером пятого всероссийского интеллект-форума «Профсоюзы. XXI век». Форум является площадкой для всестороннего обмена профсоюзным опытом и новыми практиками профсоюзной работы.

Участники сессий обсуждали прогноз и риски развития современного профсоюзного движения с учетом влияния происходящих экономических изменений, делились практическим опытом в области информационной и мотивационной работы. Большое внимание было уделено вопросу цифровизации в профсоюзах.

К слову о цифровизации. Теперь стать членом РОСПРОФЖЕЛ можно не только по письменному заявлению в профком, но и дистанционно – с помощью официального сайта [rosprofzhel.ru](http://rosprofzhel.ru). В прошлом году на сайте реализован новый сервис «Вступить в профсоюз», который позволяет не только в режиме онлайн стать членом профсоюза, но и получить необходимую информацию о профсоюзной организации предприятия, на котором трудится работник, и контактную информацию для общения с председателем профкома.

В сентябре прошлого года в Москве прошел первый Всероссийский форум трудящихся женщин. В рамках него состоялось обсуждение актуальных вопросов, связанных с женским движением в профсоюзах. Участницы форума сформулировали важные рекомендации и предложения для обеспечения равных возможностей и защиты прав трудящихся женщин в России.

РОСПРОФЖЕЛ на форуме был отмечен премией «Мягкая сила», как организация, ведущая системную работу по защите прав трудящихся женщин.

В Кисловодске состоялись II железнодорожные спортивные игры РОСПРОФЖЕЛ «Мы вместе». В соревнованиях приняли участие победители узловых и дорожных этапов, а также сборные из Белоруссии и Армении. Атлеты соревновались в легкой атлетике, плавании, эстафетах ГТО, гонках на дронах, керлинге и силовом многоборье. Победителями в командном зачете стали работники Московской дороги, Московского метрополитена и Восточно-Сибирской дороги.

В очередной раз прошло любимое и ожидаемое железнодорожниками состязание – Кубок ОАО «РЖД» и РОСПРОФЖЕЛА по хоккею с шайбой. На него традиционно съезжаются коллективы практически со всех магистралей, чтобы в бескомпромиссной борьбе выявить сильнейших.

Порядка 1,5 тыс. детей железнодорожников стали участниками проекта «Узнай свою страну». Во время новогодних каникул профсоюз при поддержке ОАО «РЖД» организовал для них путешествия в Москву, Санкт-Петербург и Сочи.

Проект «Узнай свою страну» входит в программу РОСПРОФЖЕЛ для детей и молодежи «Время молодых». За последние два года проект вышел за рамки экскурсионной программы. Он стал полноценным зимним лагерем. При этом сохранена цель проекта – знакомство с историей и культурой страны.

В РОСПРОФЖЕЛ 2024 год объявлен Годом общественного контроля и культуры безопасности на производстве.

РОСПРОФЖЕЛ способствует развитию и совершенствованию системы общественного контроля на производстве (работают комиссии, проводятся мотивирующие конкурсы и др.) и культуры безопасности труда.

Стоит отметить, что в РОСПРОФЖЕЛ налажена система общественного контроля, которая нацелена на предупреждение и недопущение происшествий на производстве. Данный опыт не раз демонстрировался на уровне Ространснадзора и признавался эффективным.

В непростое для страны время общественный контроль жизненно необходим. Бдительность каждого из нас поможет уберечь от непредвиденных обстоятельств.

В текущем году общественные инспекторы полностью перейдут на работу в мобильном приложении «Мобильный общественный инспектор». Впереди использование специальной программы и для уполномоченных.

номоченных по охране труда. Нужна максимальная активность уполномоченных и общественных инспекторов.

РОСПРОФЖЕЛ в третий раз явился организатором корпоративного социального онлайн-проекта «Аксиома ответственности». Его ключевая задача – укрепить культуру безопасности в ОАО «РЖД».

В конкурсе семь номинаций, большая часть участников – уполномоченные по охране труда и общественные инспекторы по безопасности движения, председатели первичных профсоюзных организаций и цеховых комитетов, профгруппорги.

В 2023 г. проект объединил 26,4 тыс. человек со всей сети. Было подано около 36 тыс. конкурсных работ. Жюри определило 50 лучших участников.

В связи с началом переговоров по заключению нового Генерального соглашения между общероссийскими объединениями профсоюзов, общероссийскими объединениями работодателей и Правительством РФ на 2024–2026 гг., РОСПРОФЖЕЛ направил свои предложения в Федерацию независимых профсоюзов России.

Профсоюз предлагает включить в Генеральное соглашение нормы, направленные на сохранение организаций и их коллективов, защиту трудовых прав работников, поддержание уровня доходов граждан, в том числе в условиях беспрецедентных политico-экономических санкций недружественных стран и при возникновении пандемий различного происхождения.

В условиях проведения СВО предложено рассматривать и принимать решения, направленные на социально-экономическую защиту граждан – участников СВО и членов их семей, реализацию дополнительных мер поддержки.

В целях повышения доходов и уровня жизни работников сформулированы предложения по установлению размера месячной тарифной ставки, должностного оклада работнику не ниже минимального размера оплаты труда, принятого на федеральном

уровне и проведении индексации заработной платы не реже одного раза в год. Предложено устанавливать дополнительные выплаты работникам на территории субъектов (отдельных районов субъектов) РФ в условиях террористической опасности и иных угроз жизни и здоровью.

Профсоюз считает, что в Генеральном соглашении должны быть отражены нормы по сохранению государственного регулирования цен на коммунальные услуги, бытовое топливо, электроэнергию, медикаменты, социально значимые товары и услуги; в полном объеме реализованы меры государственной поддержки медицинских работников, независимо от подчиненности медицинских учреждений.

Для защиты социально-экономических и социальных прав трудящихся районов Крайнего Севера и приравненных к ним местностей предлагается разработать Программу развития и поддержки территорий Байкало-Амурской магистрали в части строительства доступного жилья, современных школ и детских садов, автомобильных дорог и мостов; привлечения квалифицированных «узких» специалистов здравоохранения и обеспечения районных больниц, поликлиник современным диагностическим оборудованием.

Кроме того, следует разработать и реализовать меры по повышению доступности медицинских услуг и качества оказываемой медицинской помощи населению северных регионов, в том числе в части обеспечения гарантии проведения медицинских обследований, связанных с трудовой деятельностью, в том числе путем внедрения в систему здравоохранения субъектов РФ передвижных консультативно-диагностических центров.

Для закрепления работников в районах Крайнего Севера, приравненных к ним местностях и в южных районах Восточной Сибири и Дальнего Востока предложено установить на законодательном уровне процентные надбавки к заработной плате с первого дня работы без ограничения по возрасту и сроку проживания в этих районах.

## СОЗДАЕМ ЦИФРОВОЕ БУДУЩЕЕ

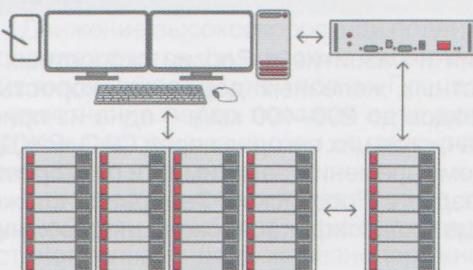
### Считаем «цифры»



Москва, ул. Лётчика Бабушкина, вл. 1, стр. 2  
Тел.: +7 (495) 901-15-20  
[www.1520signal.ru](http://www.1520signal.ru)

1520  
ДИВИЗИОН ЖАТ

Движением поездов управляет система микропроцессорной централизации разработки и производства Дивизиона ЖАТ



# АЭРОДИНАМИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ ПОЕЗДОВ НА НАПОЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ УСТРОЙСТВ ЖАТ



**ТАТИЕВСКИЙ**  
Станислав Александрович,  
ОАО «РЖД», Проектно-  
конструкторское бюро по  
инфраструктуре, отделение  
автоматики и телемеханики,  
технолог первой категории,  
Москва, Россия



**ПЕНЗЕВ**  
Пётр Васильевич,  
ОАО «ЭЛТЕЗА», Армавир-  
ский электромеханический  
 завод, главный инженер,  
 г. Армавир, Россия



**МИНАКОВ**  
Денис Евгеньевич,  
Российская открытая  
академия транспорта (МИИТ),  
доцент, канд. техн. наук,  
Москва, Россия



**МИНАКОВ**  
Евгений Юрьевич,  
Российская открытая  
академия транспорта (МИИТ),  
ведущий научный сотрудник,  
главный инженер проекта,  
канд. техн. наук,  
г. Воронеж, Россия

**Ключевые слова:** высокоскоростная железнодорожная магистраль, аэродинамическое воздействие, ветровая нагрузка, электропривод стрелочный, светофор, скоростное и высокоскоростное движение поездов, расчет поперечных усилий

**Аннотация.** Скорость движения поездов с каждым годом существенно возрастает, в результате чего время нахождения в пути сокращается, что значительно улучшает транспортное обслуживание пассажиров. Согласно Стратегии развития железнодорожного транспорта России к 2030 г. общая протяженность линий со скоростями более 160 км/ч составит почти 11 тыс. км. Планируется модернизировать и построить восемь основных направлений новых железнодорожных линий со скоростями движения до 200 км/ч. В рамках федерального проекта «Развитие высокоскоростных железнодорожных магистралей» предусмотрена реализация мероприятий по строительству ВСЖМ-1 Санкт-Петербург – Москва со скоростями движения до 400 км/ч.

■ Организация и развитие в России скоростных и высокоскоростных железных дорог со скоростью движения поездов до 200–400 км/ч – одна из приоритетных задач, стоящих сегодня перед ОАО «РЖД».

К настоящему времени в зависимости от скорости движения поездов в Российской Федерации сложилась следующая классификация железнодорожных линий:

обычные (традиционные) железные дороги (скорость движения до 160 км/ч);

скоростные железные дороги (скорость движения от 161 до 200 км/ч);

высокоскоростные железные дороги (скорость движения выше 200 км/ч).

Прохождение скоростных и высокоскоростных составов подвергает любую конструкцию, расположенную около рельсовых путей, воздействию бегущей

волны с переменным давлением и «всасыванием». Процесс вытеснения и уплотнения перед поездом воздушной среды сопровождается изменением ее плотности и давления. Величина воздействия главным образом зависит от следующих факторов: квадрата скорости движения поезда; аэродинамической формы поезда в основном лобовой части и межвагонных перекрытий; формы конструкции оборудования ЖАТ и его расположения (особенно от расстояния между транспортным средством и оборудованием ЖАТ).

Первые отечественные разработки по вопросам аэродинамического воздействия специалисты Национально-исследовательского института железнодорожного транспорта (АО «ВНИИЖТ») сделали на основе анализа результатов исследований аэродинамики скоростного пассажирского поезда с локомотивной тягой (ЧС200М) и электропоезда ЭР200, проведенных

в 70-е гг. прошлого века. В Японии, Франции, Германии, Испании и других странах введение высокоскоростного движения сопровождалось исследованием параметров знакопеременной воздушной головной волны поезда, получившей название нестационарной аэродинамики. На железных дорогах России такие исследования провели ученые АО «ВНИИЖТ» в процессе подготовки к вводу в постоянную эксплуатацию высокоскоростного электропоезда «Сапсан» на линии Санкт-Петербург – Москва.

Проект высокоскоростной железной дороги между Москвой и Санкт-Петербургом протяженностью 664 км, реализованный ОАО «РЖД», успешно эксплуатируется с 2009 г. со скоростями движения поездов «Сапсан» до 250 км/ч. Помимо этого на линии между Москвой и Нижним Новгородом протяженностью 406 км эксплуатируются поезда «Ласточка» и «Сапсан» со скоростями до 200 км/ч. С момента начала коммерческой эксплуатации поездами «Сапсан» перевезены более 14 млн пассажиров, из них между Санкт-Петербургом и Москвой – более 11 млн, между Москвой и Нижним Новгородом – порядка 3 млн.

Развитие скоростного и высокоскоростного сообщения влечет изменения железнодорожной инфраструктуры, которая должна повысить надежность работы и обеспечить безопасность движения. В связи с этим возникла острая необходимость проведения технического перевооружения хозяйства автоматики и телемеханики с целью приведения устройств ЖАТ в соответствии с предъявляемыми современными требованиями по повышению скоростей движения поездов до 200 км/ч и выше (до 400 км/ч) на основе достижений науки, производства и технологий.

В последние годы авторы неоднократно обращались к теме организации скоростного и высокоскоростного движения поездов. Но это в большей степени касалось конструкторско-технологической документации, где описывались сами технические средства, условия их эксплуатации и обслуживания. В данной статье авторы ознакомят читателей с новыми аспектами аэродинамического воздействия высокоскоростных поездов на напольное оборудование устройств ЖАТ и вариантами их реализации.

При скоростях движения поезда до 160 км/ч при проведении аэродинамических расчетов напольного оборудования СЦБ (светофоров, заградительных брусьев переездных автошлагбаумов, рельейныхшкафов и др.) определяющими являются нагрузки, вызванные климатическими факторами, например

ветровой нагрузкой. Но при движении поездов со скоростью выше 160 км/ч преимущественными становятся возмущения, вызванные аэродинамическими процессами от прохода подвижного состава. Штормовой ветер в порыве может достигать скорости 50 м/с, а поезд, движущийся со скоростью 250 км/ч, способен создавать перемещение воздушного потока со скоростью 69 м/с, 300 км/ч – 83 м/с, а 400 км/ч – уже почти 110 м/с. К примеру, при скорости близкой к 70 м/с (250 км/ч) взлетает самолет.

Удельное давление на поверхность любого предмета, оказавшегося в зоне ветрового воздействия, определяется по формуле [1]

$$g = 0,5 \cdot V^2 \cdot \rho, \quad (1)$$

где  $g$  – удельное давление воздушного потока от ветровой нагрузки, кгс/м<sup>2</sup>;

$V$  – скорость воздушного потока, м/с;

$\rho$  – плотность воздуха,  $\rho = 0,12625 \text{ кгс} \cdot \text{с}^{-2}/\text{м}^4$ .

Если при скорости ветра  $V = 100 \text{ км}/\text{ч}$  удельное давление составляет  $\rho = 63,13 \text{ кгс}/\text{м}^2$ , то при скорости  $V = 200 \text{ км}/\text{ч}$  удельное давление уже увеличится до  $\rho = 195 \text{ кгс}/\text{м}^2$ , при скорости  $V = 250 \text{ км}/\text{ч}$  возрастет до  $\rho = 395 \text{ кгс}/\text{м}^2$ , а при скорости  $V = 400 \text{ км}/\text{ч}$  составит  $\rho = 780 \text{ кгс}/\text{м}^2$  (увеличится более чем в 10 раз).

Фоновый щит проходного четырехзначного светофора, к примеру, имеет площадь  $S = 0,96 \text{ м}^2$ , площадь крышки стрелочного электропривода  $S = 0,300 \text{ м}^2$ , площадь откидного кожуха электропривода  $S = 0,11 \text{ м}^2$ . Нетрудно подсчитать, какое усилие воспринимается откидным кожухом электропривода, крышкой электропривода, светофором и другим напольным оборудованием в условиях ветрового воздействия от прохода поезда. Не будем приводить конкретные примеры, но в реальных условиях эксплуатации имелись случаи, когда при проходе поезда срывало кожух электропривода, срывало крышку электропривода ВСП-150, которая не была закреплена дополнительными болтами, и даже были случаи заваливания мачтовых светофоров.

На рис. 1 приведен график зависимости удельного давления воздушного потока на стоящий предмет от его скорости.

Учитывая эти результаты, при организации скоростного и высокоскоростного движения поездов очень важно провести оценку состояния напольного оборудования ЖАТ и разработать конструкцию, позволяющую выдерживать эти скорости без повреждений.

Движение высокоскоростной подвижной единицы сопровождается физическим явлением формирования головной воздушной волны. Процесс вытеснения и уплотнения перед поездом воздушной среды сопровождается изменением ее плотности и давления (рис. 2).

Характер изменения давления в головной воздушной волне наиболее четко проявляется на стенке, установленной вдоль железнодорожного пути. При прохождении электропоезда у стенки она испытывает знакопеременный импульс. Область избыточного давления  $P_+$  возникает на расстоянии 15–20 м от головной части электропоезда и, достигнув амплитудного значения в сечении лобовой части, резко сменяется на разрежение  $P_-$ . Область разрежения  $P_-$  распространяется к хвостовой части тяговой единицы. Далее пограничный слой поезда характеризуется турбулентным потоком, имеющим более

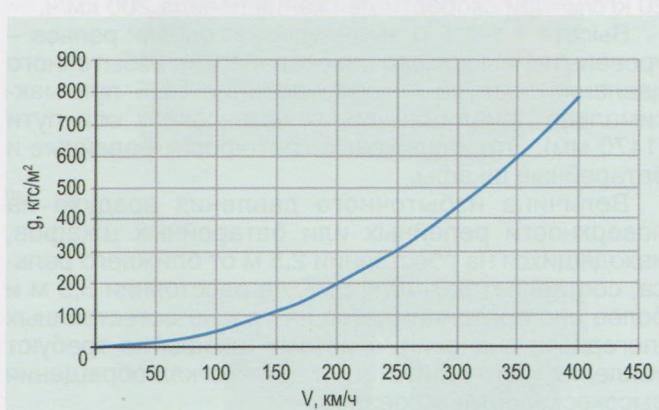


РИС. 1

выраженную тенденцию к разрежению, т.е. подсосу, особенно в хвостовой области поезда. Амплитудные значения турбулентного потока и хвостовой волны меньше значений головной волны.

Условно область взаимодействия движущегося поезда и воздушной среды можно разделить на три зоны с различными аэродинамическими свойствами.

В первой, лобовой зоне, движущийся поезд вызывает большое ускорение воздушной массы, которое является причиной головной волны сжатия. Из-за свойства неразрывности воздушной среды сразу за волной сжатия следует волна разрежения. При больших скоростях движущегося поезда амплитуды этих волн могут достигать больших величин.

На рис. 3 показан характер изменения ветровой нагрузки при прохождении поезда со скоростью 200 км/ч в зоне его лобовой части.

Во второй, боковой зоне, ускорение воздушной массы определяется вязкостным трением воздуха о стенки состава. Известно, что по причине прилипания скорость частиц воздуха, непосредственно прилегающих к стенке, всегда равна скорости стенки. Таким образом, за счет вязкости движущийся поезд тянет за собой определенную массу воздуха. При этом у движущейся стенки формируется пограничный слой, в котором скорость воздуха изменяется от скорости поезда (на стенке) до нуля на границе пограничного слоя. При достаточно высоких скоростях пограничный слой обычно турбулентный.

На рис. 4 показан характер изменения ветровой нагрузки в зависимости от удаленности от боковой поверхности подвижного состава.

В третьей, хвостовой зоне, в кильватере поезда из-за той же вязкости уничтожается энергия потока воздушной массы, созданного силами давления и трения. В этой зоне порой далеко позади поезда наблюдается высокая скорость перемещения воздушных масс.

При организации высокоскоростного движения поездов на участке Москва – Санкт-Петербург перед учеными была поставлена задача – провести оценку аэродинамической устойчивости напольных устройств СЦБ при движении поездов со скоростями до 300 км/ч и обеспечение их надежной работы. Особенными условиями является тот факт, что на этом участке протяженностью 664 км уже имеется напольное оборудование, обеспечивающее эксплуатационную работу поездов со скоростями до 200 км/ч.

В рамках подготовки к эксплуатации высокоскоростных поездов «Сапсан» учеными РОАТ РУТ (МИИТ) совместно с ПГУПС в 2007–2009 гг. были проведены исследования по определению величины фактического воздействия аэродинамического давления воздушной массы на устройства ЖАТ при проходе скоростных поездов [1, 2]. Особый вклад в эту работу внес руководитель стрелочной лаборатории кафедры «Железнодорожный путь» ПГУПС, лауреат Государственной премии СССР В.И. Абросимов.

Полученные при исследованиях результаты позволили составить диаграмму распределения аэродинамического давления на устройства ЖАТ при проходе скоростного поезда ЭР200 со скоростью 200 км/ч (рис. 5).

Анализируя полученную диаграмму можно сделать следующие выводы.

Наибольшая величина избыточного давления

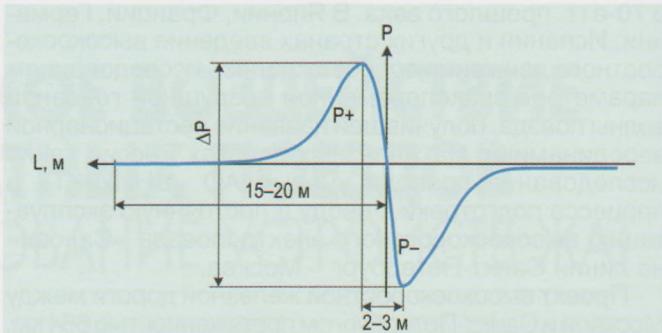


РИС. 2

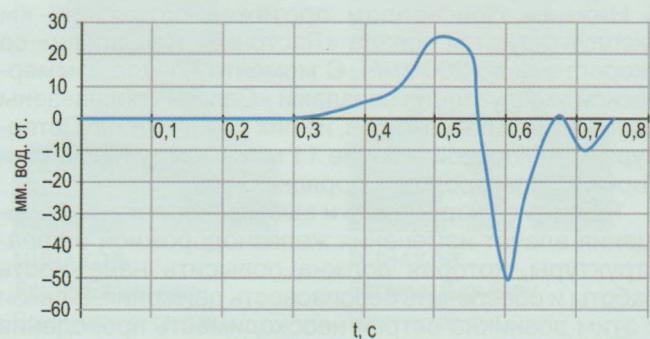


РИС. 3

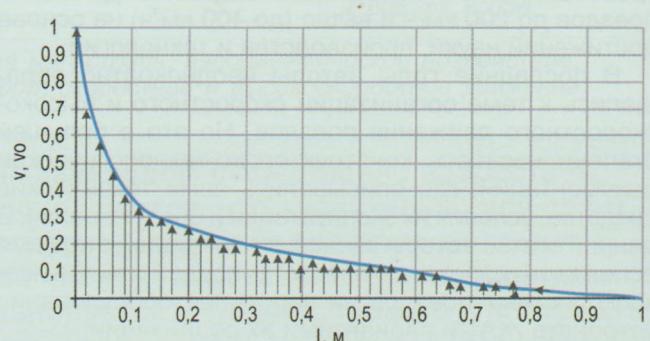


РИС. 4

воздуха реализуется в зоне последней трети состава и на высоте уровня автосцепки подвижного состава (1,0–1,6 м выше уровня головки рельса) и достигает 20 кгс/м<sup>2</sup> при скорости движения поезда 200 км/ч.

Высота 1,1–1,5 м выше уровня головки рельса – уровень наивысшей точки воздействия избыточного давления воздуха на оборудование СЦБ при максимально приближенной их установке к оси пути (1470 мм). Это карликовые светофоры, релейные и батарейные шкафы.

Величина избыточного давления воздуха на поверхности релейных или батарейных шкафов, находящихся на расстоянии 2,5 м от ближнего рельса, составляет 8,5–10 кгс/м<sup>2</sup>, на расстоянии 3,5 м и более оно воспринимается на уровне естественных (погодных) значений, а потому шкафы не требуют усиления при эксплуатации на участках обращения высокоскоростных поездов.

Кабельные муфты, путевые и трансформаторные ящики, дроссель-трансформаторы, устанавливае-

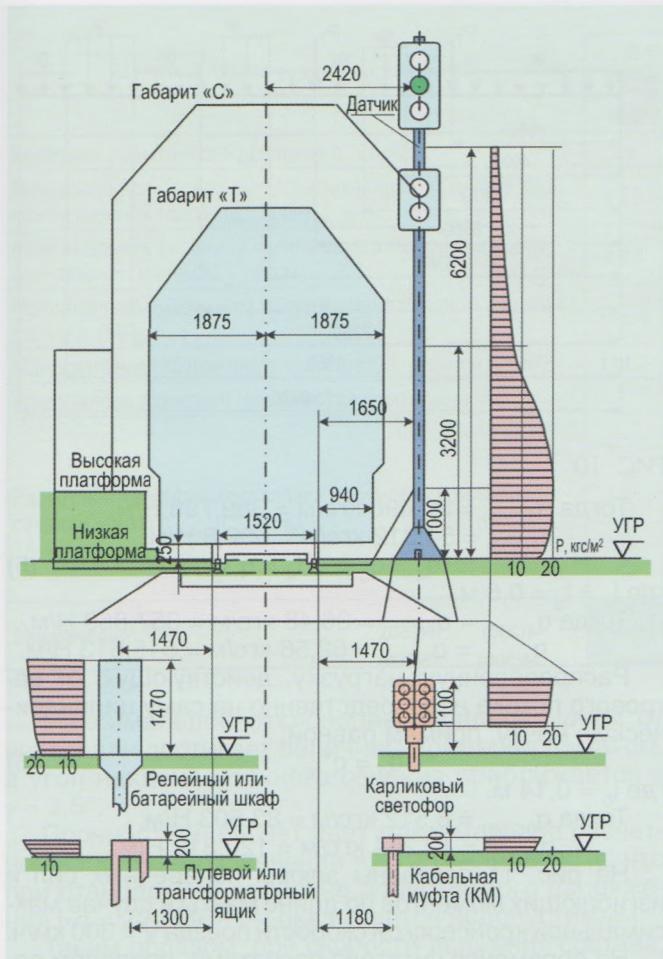


РИС. 5

мые вблизи пути (минимальное расстояние не менее 1180 мм) воспринимают избыточное давление воздуха не более 18 кгс/м<sup>2</sup>, что в итоге приводит к суммарным усилиям, значительно более низким, чем их прочностные ограничения. В связи с этим кабельные муфты, путевые и трансформаторные ящики, дроссель-трансформаторы, устанавливаемые вблизи пути, не требуют дополнительного усиления при эксплуатации на участках обращения высокоскоростных поездов.

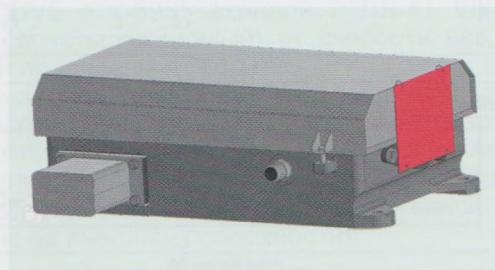


РИС. 6

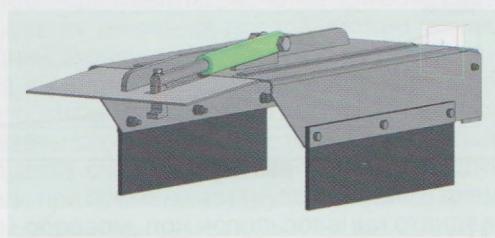


РИС. 7

Под поездом относительная скорость воздуха по всей длине состава в средней части между дном вагона и верхним слоем балластной призмы примерно равна 0,3V состава. Очевидно, что это создает значительное динамическое давление воздуха на оборудование СЦБ, находящееся под движущимся составом, величина которого при скорости 250 км/ч может достигать величины более 3000 Н/м<sup>2</sup> (именно с такой максимально разрешенной скоростью движется поезд «Сапсан» на участке Москва – Санкт-Петербург). Устройства ЖАТ (внешние замыкатели, стрелочная гарнитура, рельсовые соединители и перемычки, стрелочные электроприводы), устанавливаемые в этой зоне, по допустимым прочностным свойствам значительно превышают усилия, возникающие при эксплуатации на участках обращения высокоскоростных поездов, а потому дополнительного усиления не требуют. Однако крышки, кожухи и прочие устройства требуют надежного их закрепления.

Учитывая изложенное, сегодня напольные устройства ЖАТ для установки на участках скоростного и высокоскоростного движения (включая стрелочные электроприводы, стрелочную гарнитуру, рельсовые соединители, кабельные муфты и другое оборудование СЦБ, а также защитные кожухи, крышки и откидные технологические заслонки, устанавливаемые в зоне аэродинамического воздействия от проходящего подвижного состава) выпускаются в конструктивном исполнении надежно зафиксированными. На рис. 6–8 приведены примеры надежной фиксации устройств ЖАТ от аэродинамического воздействия от проходящего подвижного состава (электропривод ПС-236Н(К) и откидной кожух к нему, фундаменты ФТС (а) и ФВС (б) для мачтовых светофоров с глубоким погружением).

Чтобы оценить влияние аэродинамического воздействия на устройства ЖАТ, предлагаем вместе с читателями провести математическое моделирование и расчет аэродинамического воздействия, а также теоретическую оценку механической устойчивости оборудования СЦБ от аэродинамического воздействия при прохождении высокоскоростного состава на примере оценки прочностных свойств аэродинамической устойчивости мачтовых све-



РИС. 8

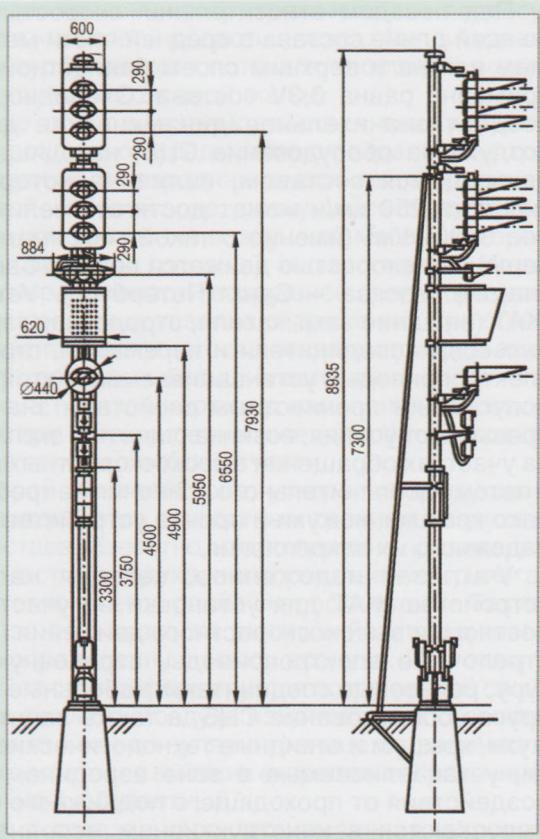


РИС. 9

тофоров при эксплуатации на участках движения высокоскоростных поездов.

На рис. 9 приведена конструкция типового шестизначного входного мачтового светофора типа Л-69FСПУБ XIX-8935 на металлической мачте с указанием скорости, маршрутным указателем, пригласительным сигналом и трансформаторными ящиками.

Произведем расчет поперечных усилий и изгибающих моментов, возникающих вдоль оси мачты шестизначного входного светофора (см. рис. 8) [3, 4] при крейсерской скорости движения поезда ( $V = 250$  км/ч и  $V = 300$  км/ч).

Рассмотрим квазистатическую упругую задачу изгиба мачты светофора (трубы) в плоскости при воздействии указанных нагрузок. Расчетная схема (математическая модель) приведена на рис. 10.

Парусность элементов конструкции светофора будем учитывать следующим образом: элементы 1 и 3, имеющие сравнительно небольшую площадь, будут передавать на несущую балку сосредоточенные усилия:

$$P_1 = \pi d^2 q^* / 4, \quad (2)$$

где  $d = 0,44$  м,  $q^*_{250} = 60,8$  кгс/м<sup>2</sup>,  $q^*_{300} = 87,6$  кгс/м<sup>2</sup>.

Тогда  $P_{1(250)} = 9,24$  кгс = 90,644 Н,

$$P_{1(300)} = 13,313$$
 кгс = 130,6 Н;

$$P_3 = S_3 \cdot q^*, \quad (3)$$

где  $S_3 = 0,884 \cdot 0,220$  м<sup>2</sup>.

Тогда  $P_{3(250)} = 11,824$  кгс = 115,997 Н,

$$P_{3(300)} = 17,036$$
 кгс = 167,128 Н,

а элементы 2, 4 и 5, имеющие бо́льшую площадь, будут передавать усилия в виде распределенной по длине оси балки нагрузки интенсивностей:

$$q_2 = q^* l_2, \quad (4)$$

где  $l_2 = 0,62$  м.

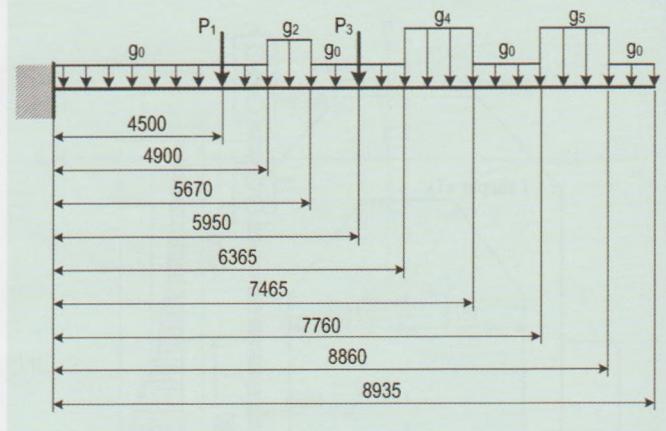


РИС. 10

$$\text{Тогда } q_{2(250)} = 37,696 \text{ кгс/м} = 369,798 \text{ Н/м}, \\ q_{2(300)} = 54,312 \text{ кгс/м} = 532,8 \text{ Н/м}, \\ q_4 = q_5 = q^* l_4 = q^* l_5, \quad (5)$$

где  $l_4 = l_5 = 0,6$  м.

$$\text{Тогда } q_{4(250)} = q_{5(250)} = 36,48 \text{ кгс/м} = 357,869 \text{ Н/м}, \\ q_{4(300)} = q_{5(300)} = 52,56 \text{ кгс/м} = 515,613 \text{ Н/м}.$$

Распределенную нагрузку, действующую от ветрового потока непосредственно на саму цилиндрическую мачту, примем равной:

$$q_0 = q^* l_0, \quad (6)$$

где  $l_0 = 0,14$  м.

$$\text{Тогда } q_{0(250)} = 8,512 \text{ кгс/м} = 83,503 \text{ Н/м}, \\ q_{0(300)} = 12,264 \text{ кгс/м} = 120,310 \text{ Н/м}.$$

На рис. 11 показаны эпюры поперечных сил и изгибающих моментов по длине мачты в случае максимальной крейсерской скорости поезда  $V = 300$  км/ч.

Не обременяя читателя расчетами, приведем результаты полученных расчетным путем данных.

Максимальное поперечное (резывающее) усилие в корневом сечении мачты составило  $F_m = 2560$  Н, т.е. примерно  $F_m = 260$  кгс.

Максимальный изгибающий момент в корневом сечении равен  $M_u = 14683,48$  Нм, т.е. около  $M_u = 1,5$  тм.

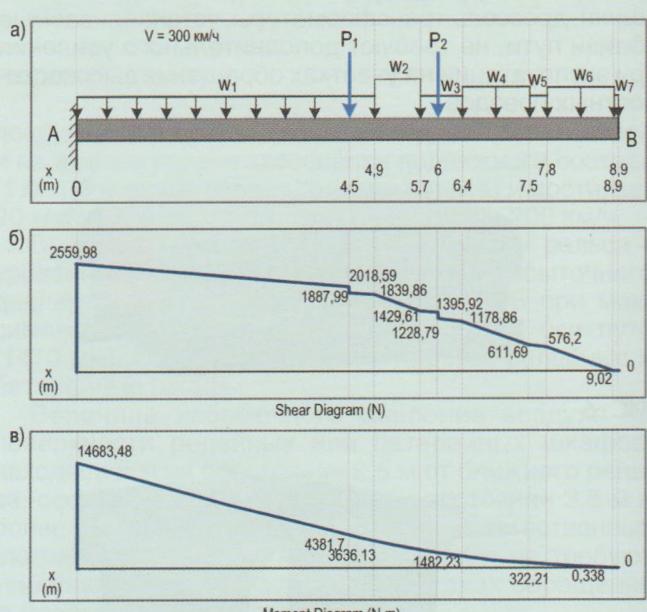


РИС. 11

Расчетный параметр (единицы измерения)	Величина параметра в зависимости от типа светофора									
	Л-69ФСПУБ XIX-8935 (входной)					ЛЯ-41 VIII-7700 (проходной четырехзначный)				
	Скорости движения поезда V (км/ч)									
	160	200	250	300	350	160	200	250	300	350
Величина избыточного давления $q$ (кгс/м <sup>2</sup> )	25	39	60,8	87,6	119,3	25	39	60,8	87,6	119,3
Максимальное поперечное (реззывающее) усилие в корневом сечении мачты $Q_{max}$ (кН)	0,73	1,14	1,78	2,56	3,48	0,44	0,69	1,08	1,54	2,09
Максимальная величина изгибающего момента в корневом сечении мачты $M_{max}$ (кНм)	4,19	6,5	10,2	14,7	20	2,24	3,5	5,4	7,6	10,4
Максимальное расчетное напряжение в опасном сечении мачты $\sigma$ (МПа)	74,04	115,5	180,4	259,9	353,8	40	62,4	97,5	136,8	186,2
Максимальное упругое отклонение вершины мачты $\Delta$ (мм)	114,1	178	280	400	544	46,8	73	114	160	218
Угол наклона торцевого (верхнего) сечения мачты $\phi$ (°)	1	1,56	2,4	3,5	4,76	0,48	0,75	1,17	1,65	2,25
	2,7	1,73	1,11	0,77	0,566	5	3,2	2,05	1,46	1,074
Расчетный коэффициент запаса прочности при типовом сечении мачты $\eta_{расч}$ ( $\eta_{расч} \geq \gamma_f$ )	Достаточно	Достаточно	Недостаточно	Недостаточно	Недостаточно	Достаточно	Достаточно	Достаточно	Достаточно	Недостаточно
<b>Заключение</b>	<b>Эксплуатация возможна</b>	<b>Эксплуатация недопустима</b>	<b>Эксплуатация возможна</b>			<b>Эксплуатация недопустима</b>				

Максимальное отклонение вершины мачты от вертикали достигает величины примерно  $\Delta = 40$  см, а угол наклона верхнего сечения приближается к  $\gamma = 3,5^\circ$ .

Прочностной расчет дает максимальное расчетное напряжение в сечении  $\sigma_p = 259905,290$  кПа, что при стандартной величине допускаемого напряжения  $[\sigma] = 200$  МПа [4] оказывается недопустимым.

Таким образом, при скорости движения состава, составляющей предельную величину 300 км/ч, стандартный размер поперечного сечения мачты оказывается непригодным.

Инженерное решение проблемы может заключаться в использовании трубы с более толстой стенкой. Расчетами и результатами проведенных испытаний [1, 3] рекомендовано конструкцию светофора выполнять из трубы толщиной стенки равной 8 мм при сохранении внешнего диаметра мачты неизменным.

Другим решением проблемы может быть полный отказ от мачтовых светофоров.

Результаты расчетов зависимости силовых параметров конструкции мачтовых светофоров (Л-69ФСПУБ XIX-8935 входной и ЛЯ-41 VIII-7700 проходной четырехзначный) от скорости ветровой нагрузки приведены в таблице.

Анализ полученных расчетным путем данных усиленного варианта мачты светофоров позволяет установить следующее. Исходя из допускаемого напряжения в  $[\sigma] = 200$  МПа, определим коэффициент запаса прочности для самой напряженной точки трубы (на ее внешней поверхности):

$$\eta_p = [\sigma] / \sigma_p. \quad (7)$$

Сравнивая результаты расчетов при обеих крейсерских скоростях движения поезда, можно установить, что средний эксплуатационный запас прочности оказывается в районе  $\eta = 2$ . Данная величина является экономически целесообразной по причине возможного и нежелательного удорожания стоимости производства светофора за счет увеличения массы расходуемого материала при применении трубы большего диаметра.

Таким образом, при использовании стандартного

линзового светофора в условиях эксплуатации высокоскоростного подвижного состава его конструкция нуждается в модификации, заключающейся в замене несущей мачты диаметром 140 мм и толщиной стенки 4 мм на мачту диаметром 140 мм при толщине стенки 8 мм. Возможны также другие пути усиления конструкции, в частности за счет укрепления нижней трети мачты ребрами жесткости, жесткими вставками, а также дополнительными выносными силовыми элементами. Однако это не является рациональным и только усложняет конструкцию и удорожает изделие в целом.

Коэффициент надежности по ветровой нагрузке  $\gamma_f$  следует принимать равным не менее  $\gamma_f \geq 1,4$  [1, 5]. С учетом важности конструкции по обеспечению безопасности движения поездов рекомендуется принимать при проектировании напольных устройств ЖАТ коэффициент надежности не менее [1]

$$\gamma_f \geq 1,4 + 1. \quad (8)$$

Мачтовые светофоры на мостиках и консолях с усиленными мачтами проходили опытную эксплуатацию на станции Бологое Октябрьской дороги. Изделия приняты в постоянную эксплуатацию и рекомендованы для применения на сети дорог ОАО «РЖД».

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Отчет по научно-исследовательской работе «Проведение прочностных расчетов и расчетов на аэродинамическую устойчивость напольного оборудования СЦБ от воздействия высокоскоростных поездов» [Текст] / Научн. рук. Минаков Е.Ю. М. утв. 29.08.2007. Протокол №16. РГО-ТУПС, 2007. – 84 с.
2. ГОСТ 9238-2013 Габариты железнодорожного подвижного состава и приближения строений.
3. Горелик А.В. Методы обеспечения безопасности перевода, замыкания и контроля положения стрелок. Монография / А.В. Горелик, Д.Е. Минаков. – Москва: РУТ (МИИТ). 2021. – 142с.
4. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин / И.И. Артоболевский – М.: Наука. 1988. – 640 с.
5. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\* (с Изменениями № 1, 2, 3).

# СИСТЕМА ИНТЕРВАЛЬНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ЛИНИЙ ПРОМЫШЛЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ



**ДЕНИСОВ**  
Александр Александрович,  
АО «ЮНИКОМПЕКС»,  
заместитель генерального  
директора, Москва, Россия



**ШТОЛЬ**  
Анна Александровна,  
Санкт-Петербургский государственный  
электротехнический  
университет «ЛЭТИ», маги-  
странт программы «Управление  
цифровыми трансформациями»,  
Санкт-Петербург, Россия

В настоящее время на железнодорожных путях общего пользования ведутся активные работы по повышению пропускной способности в связи с увеличением объема перевозок и изменением цепочек логистических поставок. Немалую часть товарооборота составляют полезные ископаемые (газоконденсат, никель, титан, уголь и др.), а задача вывоза их от мест добычи и переработки до основных железнодорожных магистралей ложится на добывающие предприятия. Крупные добывающие предприятия владеют железнодорожными линиями протяженностью до 650 км, пролегающими в суровых климатических условиях (зона многолетней мерзлоты, экстремально низкие температуры, сильные ветры и высокий снежный покров) и имеют ряд других факторов, затрудняющих или делающих невозможным внедрение и эксплуатацию классических средств интервального регулирования и безопасности движения на основе рельсовых цепей. Зачастую автоматизация на таких линиях либо полностью отсутствует, либо крайне низка, что в любом случае затрудняет или делает невозможным ведение сквозных технологических процессов в управлении движением и перевозками.

■ Для повышения пропускной способности частных железнодорожных линий специалистами АО «ЮНИКОМПЕКС» разработана Система интервального регулирования на базе радиоканала СИР «Звено». Основными факторами, учтываемыми при разработке, стали: минимальное время на развертывание системы (по сравнению с аналогами), простота обслуживания и эксплуатации, масштабируемость, отсутствие или минимальное количество напольной аппаратуры (особенно на перегонах).

Основной задачей Системы является обеспечение пропуска по необорудованному средствами автоматики перегону двух и более грузовых поездов в попутном направлении и обеспечение безопасности их движения. Это достигается за счет размещения оборудования на локомотивах (ССПС) и раздельных пунктах.

Оборудование, располагаемое на раздельных пунктах, представляет собой информационно-управляющую подсистему с распределенной архитектурой. Такая архитектура позволяет легко масштабировать полигон работы Системы в случае строительства дополнительных раздельных пунктов

или их расконсервации, а также в случае сокращения их количества.

В состав оборудования информационно-управляющей подсистемы входит вычислительное оборудование, оборудование связи и АРМ ДСП. Подсистема обеспечивает:

мониторинг поездной обстановки на всей желез-



Локомотивный бортовой комплекс с дисплеем машиниста



Хвостовой модуль и его установка на автосцепку вагона

нодорожной линии на основании данных, получаемых с подвижного состава;

обмен данными с локомотивным бортовым оборудованием и с соседними раздельными пунктами для обеспечения отправки поездов на перегон, его проследования и прибытия на следующий раздельный пункт с безусловным обеспечением безопасности движения поездов.

Оборудование связи информационно-управляющей подсистемы предназначено для обеспечения связи с локомотивным оборудованием по каналу связи 160 МГц и каналам связи между раздельными пунктами. При этом основной обмен между раздельными пунктами осуществляется по каналам связи владельца инфраструктуры (например, ВОЛС, РРС, GSM, LTE, VSAT и др.).

АРМ ДСП обеспечивает согласование направления движения по прилегающим к раздельному пункту перегонам, формирование команд на отправление и прибытие поездов, отображение в реальном времени местоположения поездов на перегоне и раздельных пунктах.

Локомотивный бортовой комплекс БК реализован на базе локомотивной системы безопасности «Борт» разработки и производства ООО «Транстелесофт».

Бортовой комплекс в увязке с хвостовым модулем, устанавливаемым на автосцепку последнего вагона, реализует следующие основные функции:

определение местоположения «головы» и последнего вагона поезда;

расчет безопасного интервала следования до «хвоста» впередиидущего поезда;

остановку поезда в случае нарушения границы безопасного интервала следования, несанкционированного увеличения допустимого расстояния между хвостовым вагоном и локомотивом поезда (нарушением целостности поезда), превышения допустимой скорости движения;

проверку и подтверждение от информационно-управляющей подсистемы ответственных команд;

вывод локомотивной бригаде информации о местоположении впередиидущего и идущего следом поездов.

Хвостовой модуль имеет компактные размеры и относительно небольшую массу (4,5 кг). Магнитные крепления в сочетании с кронштейном обеспечивают быструю его установку/снятие и надежное крепление в автосцепке, а применение металлического троса, пропускаемого через технологические отверстия автосцепки, предотвращает его утерю.

Хвостовой модуль рассчитан на эксплуатацию в диапазоне температур от -55 до +50 °C. Питание хвостового модуля осуществляется от встроенной батареи с расчетным сроком беспрерывной работы около 155 суток, что составляет порядка двух лет эксплуатации. После чего элементы питания требуют замены.

Система интервального регулирования была апробирована в рамках опытного пробега, проходившего на железнодорожной линии, расположенной на полуострове Ямал. В ходе пробега выполнялись отправки с разъезда пары поездов различной составности (от 18 до 48 вагонов) на необорудованный перегон, их пропуск по нему и прием на соседний разъезд. Также выполнялись проверки реакции Системы в случае нарушения безопасного интервала следования между поездами и несанкционированного увеличения расстояния между «головой» впередиидущего поезда и его последним вагоном. В обоих случаях Система произвела остановку следующего вторым поездом. Кроме того, проводились проверки работы Системы в ситуациях, связанных с выполнением различных технологических операций, таких как маневровые работы, вытягивание составов с перегона и др. Все проверки были успешно пройдены.

Помимо основных функций Система позволяет накапливать и хранить различные данные, которые могут быть использованы в анализе параметров состояния инфраструктуры. Например, данные о времени хода поездов, их местоположении, длине и массе могут быть использованы в определении фактических значений показателей воздействия подвижного состава на железнодорожный путь. Такие данные в совокупности с данными о динамике развития неисправностей железнодорожного пути могут лежать в основу построения математических моделей по прогнозированию возникновения неисправностей. Прогноз особенно актуален для железнодорожных линий, расположенных в зоне многолетнемерзлых грунтов.

В ближайших планах проведение адаптации Системы для двухпутных участков и максимальной допустимой скорости движения 90 км/ч.



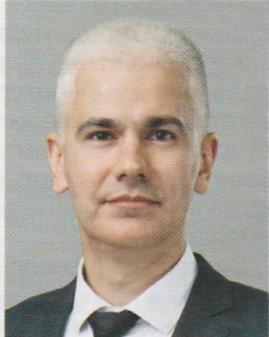
123112, г. Москва, вн.тер.г. муниципальный округ Пресненский,  
наб. Пресненская, д. 12, помещ. 2/75  
Тел.: +7 (495) 136-64-63  
E-mail: [info@unicomplex.ru](mailto:info@unicomplex.ru)  
[www.unicomplex.ru](http://www.unicomplex.ru)

# ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МЕТОДОВ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ПОЕЗДОВ НА ОСНОВЕ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ



**КУКУШКИН**  
Сергей Сергеевич,

АО «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте», Центр роботизации технологических процессов, главный научный сотрудник отдела научно-исследовательской работы, д-р техн. наук, профессор, заслуженный изобретатель РСФСР, Москва, Россия



**КУДЮКИН**  
Владимир Валерьевич,

АО «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте», заместитель генерального директора, Москва, Россия



**ХАКИЕВ**  
Зелимхан Багауддинович,  
АО «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте», Центр роботизации технологических процессов, заместитель начальника, канд. техн. наук, Москва, Россия



**БЕЛОВ**  
Алексей Николаевич,

АО «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте», Центр роботизации технологических процессов, ведущий научный сотрудник отдела технологического обеспечения и робототехники, канд. техн. наук, Москва, Россия

**Ключевые слова:** позиционирование поездов, интервальная система обеспечения безопасности, рефлектометрия, волновая теория сейсмоакустических воздействий, помехозащищенность, точность и достоверность оценок

**Аннотация.** В статье рассмотрены современные технологии позиционирования поездов, позволяющие определять их местоположение, целостность, скорость и направление движения. На основе проведенного анализа показаны ограниченные возможности существующих методов и обоснована необходимость использования новых резервов для решения актуальных задач обеспечения безопасности железнодорожного движения. Предложено дополнение к методам и технологиям позиционирования поездов на основе волоконно-оптических измерений с использованием волоконно-оптического кабеля, проложенного вдоль железнодорожного пути и используемого в качестве распределенного чувствительного элемента. Проведенные исследования относятся к оптическим сигналам, формируемым рефлектометром, а также к разработанным методам и технологиям повышения помехозащищенности волоконно-оптических измерений. Показаны новые возможности совершенствования распределенных волоконно-оптических измерений и обеспечения выполнения требований, предъявляемых к безопасности движения.

■ При оказании транспортно-логистических услуг ОАО «РЖД» сталкивается с потребностью создания дополнительного резерва пропускных и перевозочных способностей железнодорожной инфраструктуры для обеспечения заявляемого потока грузовых и пассажирских перевозок, обладающего постоянной тенденцией роста [1]. Одна из таких возможностей заключается в переходе на инновационную технологию интервального регулирования движения, когда допустимое расстояние между движущимися подвижными составами соответствует тройному значению тормозного пути следующего поезда [1].

Для перехода на эту технологию необходимо иметь высокоточную и достоверную информацию о позиционировании подвижного состава (ПС). Существующие методы, относящиеся к получению такого вида информации, были ограничены применением сигналов глобальной навигационной спутниковой системы (ГНСС), систем инерциальной навигации, колесной, а также визуальной, радарной и лидарной одометрии. Каждый из перечисленных источников информации обладает не только преимуществами, но и недостатками [2].

Наиболее совершенная система позиционирования

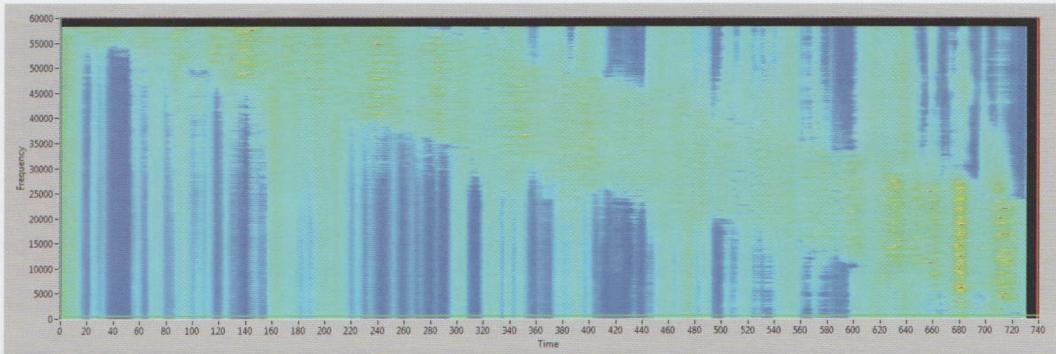


РИС. 1

ПС на основе сигналов ГНСС имеет некоторые ограничения. Так, из-за высокого уровня электромагнитных помех не обеспечен одновременный прием сигналов от шести и более навигационных космических аппаратов (НКА); невозможно получение навигационной информации в тоннелях; неудовлетворительные показатели точности и достоверности данных в условиях плотной застройки железнодорожной и примыкающей к ней городской инфраструктуры, при экранировании приема сигналов мостами, эстакадами и другими инженерными сооружениями. В результате не обеспечивается не только требуемая точность определения длины и целостности ПС, но и расстояния до объектов пути и инфраструктуры, а также идентификация пути, на котором находится состав. Многие из перечисленных недостатков обусловлены специфическими особенностями спутниковых навигационных систем.

Сегодня возникает необходимость поиска новых методов и разработке на их основе инновационных технологий, применение которых позволит обеспечить получение навигационных параметров ПС с требуемыми показателями точности, достоверности и надежности их позиционирования. Решение такой задачи может быть основано на применении рефлектометрии, когда волоконно-оптический кабель, проложенный на определенном расстоянии от пути и на заданной глубине, используется в качестве распределенного чувствительного элемента (ЧЭ) [3–7].

Проведенные теоретические и экспериментальные исследования показывают [3–5], что использование распределенных волоконно-оптических датчиков (ВОД), обладающих высокой чувствительностью к сейсмоакустическим воздействиям, является одним из перспективных направлений развития автоматизированных систем мониторинга (АСМ) различного назначения. Их преимущество заключается в возможности замены тысячи точечных извещателей, датчиков и сенсоров (далее датчиков), благодаря чему становится реализуемой идея расширения показателей глобальности позиционирования ПС и организации различных видов мониторинга. Это может быть контроль технического состояния (ТС) поездов, рельсов, железнодорожной инфраструктуры, основу которого составляет использование наземных источников информации.

Ранее это направление не рассматривалось, а понятие о «глобальности» мониторинга было связано с применением космических средств. В настоящее время в ОАО «РЖД» проложено более 40 тыс. км волоконно-оптических кабелей (ВОК), поэтому создаваемая на основе распределенных волоконно-оптических датчиков автоматизированная система мониторинга железнодорожного транспорта приобретает черты глобальной системы. Она может составить основу

наземной расширенной АСМ более высокого уровня, когда полученные данные могут быть использованы для прогнозирования и предотвращения нештатных и аварийных ситуаций, а также природных и техногенных катастроф. Последняя задача становится все более актуальной в связи с быстрым изменением климата и ростом угроз диверсий.

Особенность АСМ заключается в том, что разработанные методы и технологии можно использовать по двойному назначению (для передачи информации на большие расстояния и сбора результатов от точечных датчиков; для осуществления распределенных измерений на расстоянии до 50 км при работе с одним рефлектометром).

Сложность реализации новых идей, основанных на рефлектометрии, связана с большим числом недостатков при реализации распределенных методов волоконно-оптических измерений (ВОИ). Основным недостатком является крайне низкая помехозащищенность получаемых измерений. Об этом, например, свидетельствует когнитивная (знаниепорождающая) графика сигналов, формируемая рефлектометром [5].

Основополагающие принципы ее формирования проиллюстрированы на рис. 1, где представлено изменение исходного сигнала рефлектометра при воздействии, оказываемом проходящим электропоездом. Основу построения когнитивной графики составляет большое число используемых данных ВОИ (более 1250 отсчетов в секунду). При этом каждое ее временное сечение, называемое рефлекограммой, представленное в виде временной последовательности откликов ВОД на сейсмоакустическое воздействие, воспринимается как одна реализация измерения длины движущегося железнодорожного подвижного состава. Таких значений много, и они в условиях помех представляют собой случайные величины (СВ), совокупность которых образует статистическую выборку. При этом неопределенность результатов ВОИ становится чрезвычайно большой по отношению к допустимым значениям.

Научная задача в новой постановке заключается в уменьшении этой неопределенности. Кроме того, необходимо учитывать, что традиционные методы решения, составляющие основу борьбы с помехами в условиях большого числа воздействий на ВОД, оказываются малоэффективными. Об этом свидетельствует применение методов обработки результатов, которые реализованы в наиболее известной системе распределенных волоконно-оптических измерений «Анаконда» [6, 7].

Расширить возможности ВОИ может предлагаемая система обработки сигнала, выдаваемого рефлектометром, при использовании прикладных методов обработки формируемых им сигналов [3–5]. Тот же сигнал рефлектометра в виде когнитивной графики

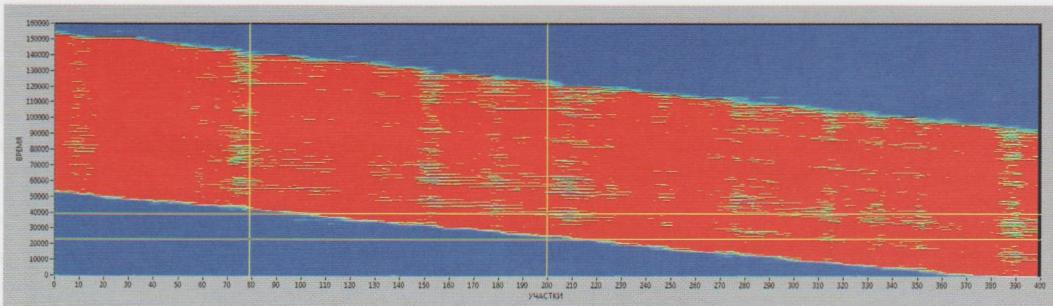


РИС. 2

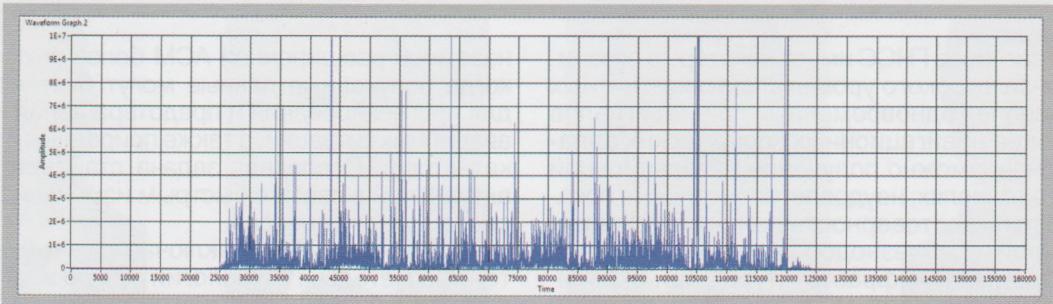


РИС. 3

после дополнительной его обработки с использованием разработанного метода аддитивной нелинейной фильтрации (АНФ) представлен на рис. 2. Рефлектограмма сигнала, которая получена при использовании метода АНФ, приведена на рис. 3. Из сравнения когнитивных графиков (см. рис. 1, 2) следует, что в результате применения алгоритмов АНФ существенно повышаются показатели помехозащищенности волоконно-оптических измерений.

В результате дополнительной обработки формируемого рефлектометром сигнала значительно повышаются соотношения сигнал/шум и сигнал/помеха. Это приводит к увеличению других показателей эффективности ВОИ, включая устойчивость, точность и достоверность информации. Такая возможность обеспечена использованием новых прикладных методов математической обработки сигналов, формируемых при волоконно-оптических измерениях [3-5, 8-10].

Известно, что классическая метрология и предлагаемые ею методы обработки экспериментальных данных измерений, в том числе и используемой фильтрации, составляющие основу изобретения [6], ориентированы только на один источник информации о контролируемом объекте. Применительно к обсуждаемой теме это могут быть данные измерений, получаемые от одной колесной пары. Однако при позиционировании подвижного состава на основе распределенного ВОД их много. При этом каждая из колесных пар ПС при взаимодействии с рельсом становится дополнительным источником сейсмоакустических воздействий на волоконно-

оптический датчик. Поэтому необходимо считаться с волновой теорией таких воздействий на чувствительный элемент, которым является ВОК.

Однако в такой трактовке научная задача повышения эффективности измерений никогда ранее не ставилась. Существующие методы обработки в этом случае не приводят к желаемому результату, поэтому необходимы дополнительные нетрадиционные технические решения. Например, значительное усиление одной из составляющих формируемой групповой волны воздействий на чувствительный элемент в виде ВОК [3-5].

Проведенные исследования показали, что такое решение просто реализовать, разрешив существующие проблемы ВОИ. Примером может служить Система контроля местоположения поездов [7]. Для экспериментальных исследований вдоль железнодорожного пути проложили ВОК, оболочку которого механически соединили с прутом заземления элемента инфраструктуры, имеющего точную геодезическую привязку к контролируемому участку пути.

Полученный эффект показывают иллюстрации когнитивного графика (рис. 4) и рефлектограммы (рис. 5). В результате применения такого простого технического решения мощность одной из составляющих групповой волны усиливалась по отношению к другим в тысячи раз. При этом факт ее появления в групповой волне оказывается связанным с геодезической привязкой к объектам инфраструктуры железной дороги (в рассматриваемом случае с опорами контактной сети [7]). Результаты ВОИ оказываются

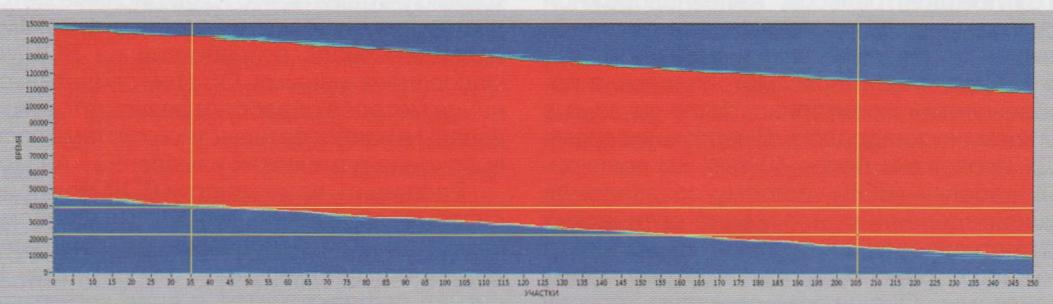


РИС. 4

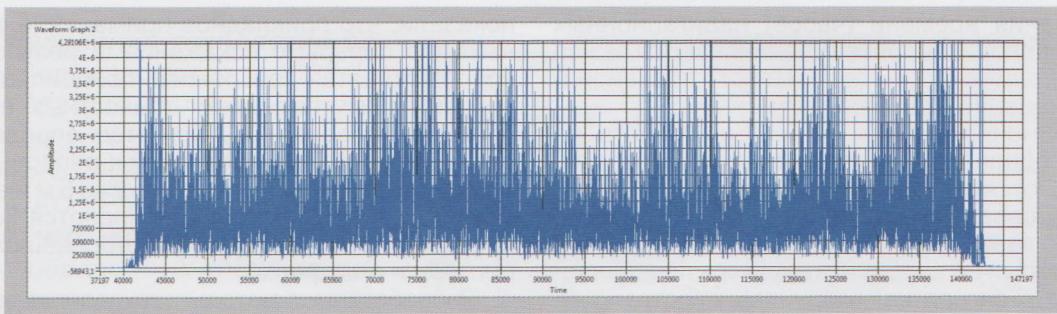


РИС. 5

привязанными к реперным точкам цифровой карты железнодорожного пути. Также появляется возможность для комплексирования данных ВОИ и цифровой карты железнодорожного пути, чего ранее не было.

Кроме этого, по-новому решается актуальная задача, связанная с определением местоположения головы и хвоста поезда. О высоком качестве ее разрешения свидетельствуют графики, построенные на основе измерений (рис. 6). Таким образом, получаемые данные волоконно-оптических измерений приобрели еще одно ценное свойство, позволяющее определить место проявления события, которое связано с обеспечением безопасности движения поездов. Проведенные экспериментальные исследования показали, что была достигнута существенно лучшая точность позиционирования по сравнению с вариантом решения аналогичных задач на основе сигналов СРНС ГЛОНАСС.

Перспективы развития методов и технологий позиционирования связаны с комплексированием данных, получаемых от различных источников информации. В результате проведенных теоретических и экспериментальных исследований появилась система распределенных волоконно-оптических измерений. Она обладает требуемыми показателями точности, достоверности и надежности получения данных о местоположении и целостности ПС, его скорости и направлении движения. Однако необходимо совершенствовать и существующие технологии использования сигналов навигационных космических аппаратов для разрешения проблем позиционирования поездов, а также для обеспечения решения задач глобального мониторинга, составляющих основу прогнозирования и предупреждения о надвигающихся природных катализмах и техногенных катастрофах.

Для совершенствования существующей АСМ предполагается в центрах мониторинга и на железнодорожных станциях размещать не только корректирующие станции, обеспечивающие реализацию дифференциального режима позиционирования ПС [2], но и псевдоспутники в виде наземных управляемых

навигационных станций (НУНС), установленные в четырех и более наземных пунктах [11].

Такими пунктами могут быть железнодорожные станции с разветвленной сетью путей. Это позволит дополнить уже существующее навигационное поле, создаваемое навигационными космическими аппаратами. Для уменьшения производственных затрат они могут оснащаться генераторами частот и времени, которые по стабильности существенно уступают аналогам, размещенным на НКА. Но такое упрощение технических решений предполагает, что коррекция частот и времени НУНС будет выполняться как можно чаще за счет наземных измерений длины ПС с использованием лазерных дальномеров и отестированных на их основе распределенных ВОД. Кроме того, метрологическая аттестация может быть проведена и на основе принципа действия интерферометрии и эффекта Саньяка с использованием точечных волоконно-оптических датчиков, которые могут выполнять наиболее точный подсчет количества колесных пар проходящего состава. При этом данные позиционирования, которые получают с помощью чувствительного элемента ВОК, используют для уменьшения интервалов времени между операциями по коррекции времени псевдоспутников и НКА.

В настоящее время основу коррекции времени навигационных космических аппаратов составляют лазерные дальномеры [12]. Такая технология требует привлечения большего количества средств измерений. Использование лазерных дальномеров предполагается наряду с существующими средствами радиотехнических и оптических измерений расстояний от опорных точек на Земле до НКА. Путем комплексирования данных осуществляется контроль точности измерений, получаемых различными средствами, и определяются величины систематических погрешностей, которые вызваны расхождением времени атомных стандартов частоты НКА. Такой контроль из-за его сложности проводится эпизодически, например, раз в полгода. Интервалы времени между очередными дорогостоящими операциями

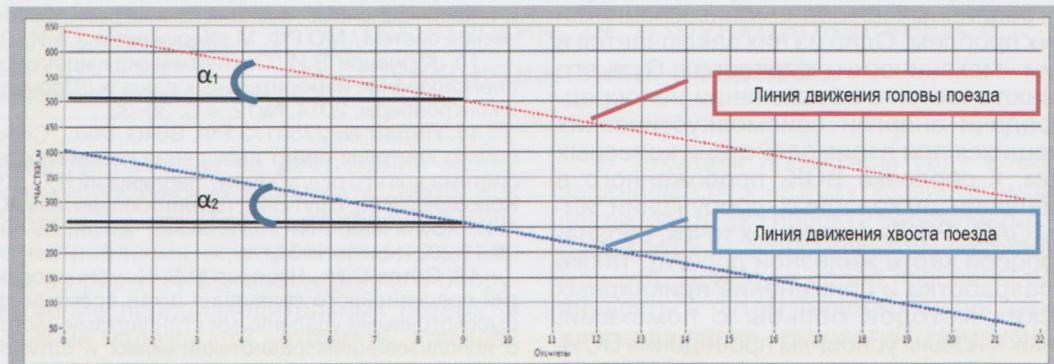


РИС. 6

корректирования времени (часов) навигационных космических аппаратов только увеличиваются. Из-за этого показатели точности спутникового позиционирования постепенно ухудшаются.

Для позиционирования подвижных средств на основе распределенного волоконно-оптического датчика применяются также лазерные технологии измерений. Они проводятся с использованием лазерного излучения, но лазерный поток света распространяется в ВОК, который не вносит искажений в передаваемый оптический сигнал, как воздушное пространство Земли. Интервал времени между измерениями с использованием распределенных ВОД определяется показателями интенсивности железнодорожного движения, которые быстро возрастают. Поэтому коррекция времени может проводиться чаще.

Кроме того, без особой сложности могут быть реализованы дополнительные технологии лазерных измерений, например, длины электропоездов на прямолинейных участках железнодорожного пути, когда источник лазерного излучения будет находиться в голове поезда, а отражатель – в хвосте. Для сравнения результатов измерений длины с методом, который реализуют на основе спутниковых радионавигационных систем, источник лазерного излучения и отражатель должны быть расположены в местах приема сигналов НКА. Такой прием позволит не только повысить точность определения местоположения, скорости и целостности ПС, но и будет способствовать метрологической аттестации, создаваемой на дороге системы ВОИ.

При этом, ОАО «РЖД» становится не только потребителем навигационной информации СРНС ГЛОНАСС, а также превращается в активного участника повышения точностных характеристик и достоверности навигационных данных, которыми могут пользоваться другие потребители. Повышение показателей точности, достоверности и надежности спутниковых навигационных систем будет реализовано, в том числе, и в интересах других ведомств, а не только для удовлетворения внутренних потребностей ОАО «РЖД».

Самая сложная проблема при реализации технологии волоконно-оптических измерений заключается в повышении помехозащищенности результатов ВОИ. Она требует учета специфических условий проведения измерений. Также необходимо найти наиболее подходящие проблемно-ориентированные нетрадиционные научно-методические и технические решения.

Таким образом, в статье обоснована необходимость учета и полезного использования волновой теории сейсмоакустических воздействий на ВОК, который проложен вдоль железнодорожного пути и является чувствительным элементом распределенного ВОД.

Показано, что решение этой задачи ориентировано на поиск различных нетрадиционных решений существующих проблем. Одно из них заключается в использовании «механических маркеров». Суть его применения заключается в обеспечении непосредственной передачи энергии сейсмоакустических волн, появляющихся при взаимодействии колесных пар с рельсом, к оболочке ВОК, проложенного в местах размещения инженерных сооружений инфраструктуры ОАО «РЖД» (реперных точек, обозначенных в цифровой карте железной дороги). Также необходима разработка и применение прикладных математических методов борьбы с помехами, адаптированных к новым условиям проведения ВОИ.

Проведенные экспериментальные исследования

показали, что прикладное применение разработанных мер борьбы с искажениями результатов ВОИ сопровождается появлением принципиально новых условий для повышения точностных показателей позиционирования ПС. При этом определяется местоположение ПС с привязкой к реперным точкам с абсолютной погрешностью не хуже 5 м и его скорость с точностью  $\pm 5$  км/ч, обеспечивается контроль целостности поезда (отсутствие оторвавшихся вагонов, цистерн и платформ).

Разработанные методы и технология распределенных ВОИ создают предпосылки для реализации следующих инновационных технологий в области навигационных определений: комплексирования различных источников измерений, методы реализации которых существенно обогащены в результате проведенных в ОАО «РЖД» теоретических и экспериментальных исследований; повышения помехозащищенности результатов ВОИ при обработке сигналов, формируемых на выходе рефлектометра, на основе совершенствования прикладных математических методов.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Долгий А.И. Условия перехода на сокращенный интервал движения на МЦК в рамках цифровой трансформации // Железнодорожный транспорт. 2020. № 11. С. 12–16.
2. Иванов В.Ф., Попов И.А. Высокоточная система позиционирования железнодорожного подвижного состава // Труды АО «НИИАС» : сборник статей. М.: Типография АО «Т8 Издательские Технологии», 2021. Вып. 11, Т. 2. С. 179–189.
3. Кудюкин В.В. Особенности применения волоконно-оптической сенсорики для систем мониторинга на железнодорожном транспорте // Вестник Уральского государственного университета путей сообщения. 2023. № 2 (58). С. 77–83.
4. Кудюкин В.В., Кузнецов В.И., Хатламаджян А.Е. Программно-аппаратный комплекс волоконно-оптической сенсорики для систем мониторинга на железнодорожном транспорте // Труды АО «НИИАС» : сборник статей. М.: Типография АО «Т8 Издательские Технологии», 2021. Вып. 11, Т. 2. С. 59–64.
5. Кукушкин С.С., Кудюкин В.В., Белов А.Н. Инновационные технологии обеспечения безопасности движения на основе оптоволоконной сенсорики // Автоматика, связь, информатика. 2021. № 11. С. 43–46. DOI: 10.34649/AT.2021.11.11.010
6. Патент № 2659913 РФ, B61L 25/02. Система контроля местоположения поезда / Болотов П.В, Воробьев В.В., Воронин В.А., Ермаков Е.В., Кононенко А.С., Маркевич М.В., Миронов В.С., Розенберг И.Н., Соловьева А.М., Талалаев Д.В.; патентообладатель АО «НИИАС». № 2017129877; заявл. 24.08.2017; опубл. 04.07.2018; Бюл. № 19.
7. Патент № 2727438 РФ, B61L 25/02. Система контроля местоположения поездов / Долгий А.И., Кудюкин В.В., Кукушкин С.С., Кузнецов В.И., Розенберг Е.Н., Розенберг И.Н.; патентообладатель АО «НИИАС». № 2019138981; заявл. 02.12.2019; опубл. 21.07.2020; Бюл. № 21.
8. Патент № 2705770 РФ, G08B 13/00. Способ оперативно-технической охраны рубежей объектов и границ / Кукушкин С.С., Кузнецов В.И., патентообладатель Кукушкин С.С. № 2018119750; заявл. 29.05.2018; опубл. 11.11.2019; Бюл. № 33.
9. Кукушкин С.С., Гладков И.А., Чаплинский В.С. Методы и информационные технологии контроля состояния динамических систем / МО РФ. М.: Хоружевский А.И., 2008. 327 с.
10. Кузнецов В.И. Статистическая идентификация. Комплексирование измерительных данных //Промышленные АСУ и контроллеры. 2014, №12. – С. 30–33.
11. Патент № 2759173 РФ, B64G 1/002. Способ навигационного контроля орбит выведения космических аппаратов и система для его реализации / Чаплинский В.С., Кукушкин С.С., Коновалов В.П., Прут В.И.; патентообладатель АО «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева». № 2021108447; заявл. 30.03.2021; опубл. 09.11.2021; Бюл. № 31.
12. Зотов С.М., Чурилов Н.С. Комбинированная технология прецизионного сравнения шкал времени, формируемых высокоточными удаленными стандартами частоты и времени с использованием радиотехнических и оптических средств измерений // Двойные технологии. 2022. № 1 (98). С. 2–6.

Итоги внедрения технологий бережливого производства за 2023 г. и задачи на 2024 г. были рассмотрены в конце прошлого года. Заместитель генерального директора – главный инженер ОАО «РЖД» А.М. Храмцов напомнил, что завершающийся год был годом образцовых предприятий.

Мероприятие началось с награждения победителей Конкурса проектов бережливого производства в разных номинациях: лучшие функциональный и мультифункциональный проекты, рабочее место, карта потока создания ценности, образцовое предприятие, функциональный филиал и железная дорога.

Среди победителей два призовых места завоевали представители хозяйств автоматики и телемеханики и связи.

Первое место в номинации «Лучшее образцовое предприятие» заняла Волховстроевская дистанция СЦБ Октябрьской ДИ.

Третьего места в номинации «Лучшее рабочее место по системе 5С» удостоено рабочее место инженера технического отдела Свердловского РЦС Екатеринбургской НС.

Всего в 2023 г. реализовано 2173 проекта бережливого производства, при этом улучшено 1285 процессов. Суммарный годовой экономический эффект от их внедрения превысил прошлогодний на 15 % и составил 2,4 млрд руб.

Особую эффективность показали мультифункциональные проекты, поэтому 2024 г. главный инженер компании объявил годом образцовых узлов. При этом А.М. Храмцов отметил, что важно учитывать не только положительные результаты улучшений, но и анализировать и оцифровывать отрицательный опыт. В процессе внедрения проектов бережливого производства необходимо избегать формального подхода, сохранять и перепрофилировать персонал, создавать более качественные и комфортные условия труда.



СИДЕЛЕВ  
Павел Сергеевич,  
ОАО «РЖД», Центральная дирекция  
инфраструктуры, Управление  
автоматики и телемеханики,  
главный инженер, Москва, Россия

## ЭТАЛОННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ. ОПЫТ ЛУЧШИХ

В хозяйстве автоматики и телемеханики по итогам прошлого года экономия от проектов бережливого производства составила более 105 млн руб. Всего реализовано 176 проектов, из которых 70 % внедрены путем тиражирования новых технологий, 24 % функциональных и 6 % мультифункциональных проектов.

■ Все проекты направлены на достижение экономических и технологических эффектов, таких как экономия средств на приобретение оборудования, сокращение потребления электроэнергии, организация работы по ремонту высвобождаемого оборудования, снижение непроизводительных потерь, а также повышение надежности устройств. Улучшен 21 технологический процесс.

В текущем проектном году в соответствии с заданием ОАО «РЖД» хозяйством запланировано реализовать 223 проекта бережливого производства с прогнозным экономическим эффектом более 111 млн руб. При этом более половины проектов будут внедряться путем тиражирования зарекомендовавших себя ранее технологий. Намечено улучшить 32 процесса.

Завершившийся год был годом образцового предприятия. Отрадно, что по его итогам первое место в номинации «Лучшее образцовое предприятие» заняла Волховстроевская дистанция СЦБ Октябрьской дирекции инфраструктуры. Работники дистанции приняли участие в проекте в качестве пилотного структурного подразделения по приведению предприятия к эталонному состоянию, основываясь на принципах бережливого производства.

Для выполнения поставленной задачи была образована рабочая группа с участием руководителей и специалистов Управления автоматики и телемеханики, Октябрьской дирекции инфраструктуры и Волховстроевской дистанции СЦБ. Основываясь на утвержденной ОАО «РЖД» методике, проведено ранжирование основных процессов дистанции и разработана матрица выбора потоков.

На основе анализа деятельности хозяйства за предыдущий период и возникающих потерь при обслуживании устройств СЦБ было принято решение акцентировать внимание на процессах ремонта аппаратуры железнодорожной автоматики и телемеханики. С помощью диаграммы Парето выполнено сравнение процессов ремонта по количеству аппаратуры и временными затратам на ремонт за год. Диаграмма показала, что наибольшие затраты выпадают на «Процесс ремонта и проверки реле типа РЭЛ», который и был выбран в качестве улучшаемого.

В результате выявленных проблемных вопросов в улучшаемом потоке определены измеримые цели по сокращению времени протекания процесса на 41,5 % и снижению количества возвратов реле после ремонта на 10 %. Для их достижения рабочей группой были разработаны мероприятия по улучшению процесса и устраниению основных потерь.

На основании суточного плана электромеханик по ведению учета аппаратуры выдает со склада (ТОФ) количество приборов, запланированных на день. Проведены мероприятия по исключению регулировщика из процесса выпуска реле, теперь



А.М. Храмцов (слева) вручает диплом главному инженеру Волховстроевской дистанции СЦБ М.С. Семёнову за победу в номинации «Лучшее образцовое предприятие»

выпуск организован «в одно лицо» приемщиком. Этап застопорки крепежных болтов проводится после регулировки контактной системы. Совмещены этапы измерения сопротивления изоляции и измерения сопротивления обмоток реле. В результате изменений общее время цикла технологического процесса ремонта реле РЭЛ в КИПе Волховстрой сократилось с 205,6 мин до 120,3 мин.

При этом было применено несколько инструментов улучшения.

Для описания перемещений работников при работе «в два лица» и «в одно лицо» сформирована диаграмма спагетти. Применение данной методики позволило зафиксировать проблемы при перемещении работников и техники в процессе выполнения ремонта. На их основе были разработаны новые, более оптимальные маршруты.

Применена методика решения локальных проблем 8D.

Кроме этого, были использованы методы бережливого производства, такие как: принцип «первым



Хранение конденсаторов по принципу FIFO (а); визуализация мест хранения (б); применение принципа Канбан (в)

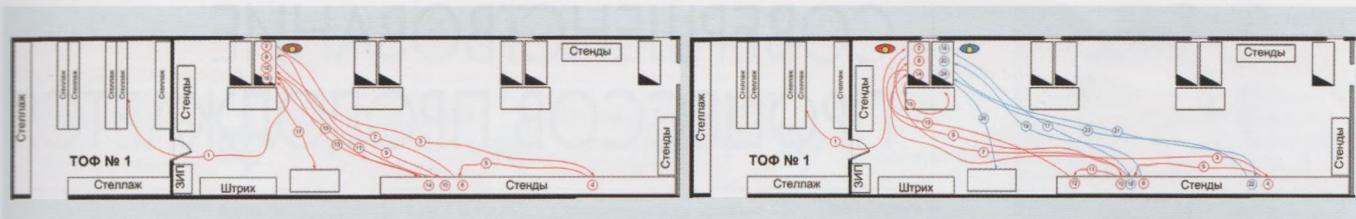


Диаграмма спагетти для перемещений работников до и после улучшения



Улучшение условий труда с применением инструментов бережливого производства работников станций Бабаево (слева) и Волховстрой

вшел – первым вышел» (FIFO) для использования, в первую очередь, конденсаторов более раннего года выпуска; в КИПах визуализированы рабочие места, журналы, технологические карты, запасные части, стеллажи, проходы, проезды, места хранения; для анализа запасов по всем типам запчастей и контроля количества обменного фонда применен принцип Канбан; разработаны стандарты для всех рабочих мест по системе 5С, а также создана стандартная операционная карта технического обслуживания реле РЭЛ и проведены хронометражные наблюдения в улучшаемом потоке.

Для повышения квалификации работников по методологии TWI выстроена система наставничества и внутрипроизводственного обучения. При этом были определены критерии выбора наставников, сформирован план обучения персонала и составлена схема рабочего процесса для обучения.

В процессе реализации проекта проводилась оценка качества трудовой деятельности сотрудников РТУ. По ее результатам средняя оценка по семи критериям составила 64,54 балла, что считается удовлетворительным показателем. После реализации всех мероприятий проекта также были улучшены балловые показатели по критериям: руководство, служебная карьера, социальные гарантии и блага.

В прошлом году была проведена работа по улучшению условий труда в ремонтно-технологических участках станций Бабаево и Волховстрой. Благодаря применению инструментов бережливого производства обновлены рабочие места, места хранения аппаратуры, запасных частей и обменного фонда.

На текущий год Управлением автоматики и теле-

механики выделены средства на улучшение условий труда работников Волховстроевской дистанции для закупки специализированных рабочих мест в РТУ и стендов для проверки аппаратуры ЖАТ.

Проведенная комплексная работа в Волховстроевской дистанции СЦБ позволила достичь высокого уровня развития предприятия в части применения инструментов бережливого производства и набрать 41 из максимально возможных 42 баллов при начальной оценке в 10 баллов. По всем направлениям набран максимальный балл 3, за исключением направления «Охват потоков проектами». Для повышения балла по данному направлению в дистанции будет продолжена работа по совершенствованию потоков создания продукта. Запланировано открытие следующего проекта в потоке «Процесс ремонта электроприводов СП-6М в условиях цеха по ремонту металлоемкого оборудования».

Учитывая положительный опыт внедрения данной технологии, в хозяйстве автоматики и телемеханики поставлены задачи по формированию методических материалов с результатами работы пилотного подразделения и подробным его описанием. Кроме этого, запланировано тиражирование проекта улучшения процесса ремонта и проверки реле РЭЛ на всех ремонтно-технологических участках сети, а также внедрение системы приведения к эталонному состоянию дистанций СЦБ, специализирующихся на ремонте.

Хочется отметить, что полученные результаты доказывают эффективность применения технологий бережливого производства в деятельности хозяйства автоматики и телемеханики. Весь опыт совершенствования процессов внимательно изучается, а на его основе выбираются лучшие проекты для тиражирования на всей сети.



БАВКИН

Константин Юрьевич,  
ОАО «РЖД», Центральная  
станция связи, служба тех-  
нологического обеспечения  
и промышленной безопас-  
ности, ведущий инженер,  
Москва, Россия

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПРОДОЛЖАЕТСЯ

Дирекциями связи за прошлый год реализовано 143 проекта бережливого производства, среди которых 64 новых функциональных и мультифункциональных, 79 – тиражируемых. Внедрение улучшений в производственные процессы позволило достичь экономии более 11 млн руб., что на 23 % больше запланированного показателя. Наиболее высоких результатов добились проектные команды Ярославской, Московской и Иркутской дирекций связи, получившие экономический эффект от 1,2 до 1,5 млн руб.

■ На постоянной основе в дирекциях связи функционируют проектные офисы, а в региональных центрах связи – оперативные рабочие группы (ОРГ), которые реализуют функциональные проекты в рамках предприятий, а также участвуют в мультифункциональных проектах (МФП). В прошлом году экономический эффект для ЦСС только от реализации МФП увеличился на 68 % по сравнению с предыдущим годом и составил 4,9 млн руб.

В ежегодном конкурсе ОАО «РЖД» по бережливому производству активное участие принимают проектные команды и работники ЦСС. Конкурс проводится в несколько этапов. На первом этапе региональные центры связи формируют заявки и направляют их в проектный офис дирекции связи. Здесь конкурсные работы распределяются по номинациям: лучшие функциональный проект, рабочее место по системе 5С, образцовое предприятие, мультифункциональный проект, карта потока создания ценности.

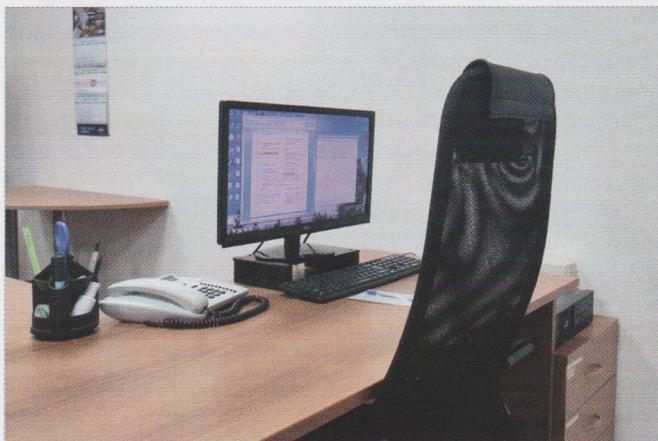
В номинации «Лучшее рабочее место по системе 5С» в прошлом году от дирекций связи участвовали 20 проектов. По итогам конкурса почетное третье место занял проект инженера Свердловского регионального центра связи О.В. Пшеничниковой «Рабочее место инженера технического отдела».

В процессе его реализации были определены предметы для перемещения в «зону красных бирок» на 30 суток. Не востребованные за этот срок некоторые вещи были утилизированы. Кроме того, были применены средства визуального управления, что позволило организовать удобное расположение необходимых для работы предметов и технических средств, а также составлен график уборки рабочего места.

После реализации проекта на рабочем месте инженера находится минимум предметов и техники, а часть инвентаря расположена в легкодоступных местах хранения и имеет маркировку, что повышает эффективность труда и не отвлекает от выполнения производственных задач.

Для тиражирования опыта снято видео с подробным описанием применения системы 5С для организации рабочего места инженера технического отдела.

В конкурсе на звание «Лучший функциональный проект» приняли участие все дирекции связи. Среди номинантов победителем стал проект Красноярской дирекции связи «Оптимизация процессов эксплуатации серверной станции для продления срока ее использования».

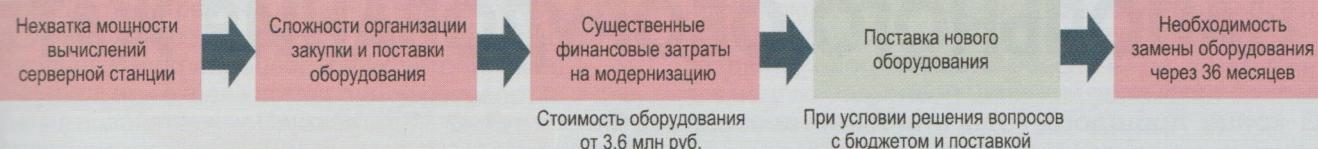


Рабочее место инженера технического отдела



Награждение О.В. Пшеничниковой за проект «Рабочее место инженера технического отдела»

## ДО реализации проекта



## ПОСЛЕ реализации проекта



## Оптимизация процессов эксплуатации серверной станции

В команду проекта вошли ведущий инженер технического отдела Д.А. Михалап, ведущий технолог С.О. Лазин, эксперт отдела экономики и финансов А.А. Мацурко. Ими был проведен анализ работы серверной станции и условий ее эксплуатации, используемых схем электропитания, теплового пакета центральных процессоров. В ходе проекта использовались такие инструменты бережливого производства, как OEE (Overall Equipment Effectiveness) – полная эффективность оборудования, JIT (Just In Time) – точно вовремя, Poka-Yoke – защита от ошибки, SMED – быстрая переналадка.

По результатам анализа и после установки типовых нагрузок на серверную станцию выполнен процесс андервольтинга (динамическое изменение напряжения) кристаллов центральных процессоров с шагом 10 мВ для установки предельной и стабильной границы при стрессовой нагрузке 110 % по всем ядрам. Андервольтинг позволил увеличить

производительность центрального процессора на 18 % от базовых паспортных характеристик за счет полного исключения тротлинга, т.е. снижения частот процессоров и пропускания тактов вычислений, а также снижения производительности во время длительных нагрузок.

Путем скальпирования (разделение текстолитовой подложки центрального процессора и теплораспределительной пластины) был удален заводской термопрофиль между кристаллом процессора и теплораспределительной крышкой. Вместо него был установлен термопрофиль на основе сплава жидкого металла (liquid metal). Это позволило понизить рабочие температуры и температуру нагрузки на 4 °C. За счет этого при годовом цикле работы под нагрузкой 24/7 достигается значительное уменьшение деградации межслойных соединений и самих кремниевых ядер, что увеличивает жизненный цикл процессора и серверной станции в целом.

В результате улучшения появилась возможность дополнительно нагружать вычислительные мощности серверной станции без потери ее эксплуатационных характеристик. В совокупности с комплексным подходом к оптимизации процессов это позволяет увеличить срок использования серверной станции на тот же процентный потенциал запаса вычислительной мощности, сократив при этом внутренние процессы деградации компонентов. Годовой экономический эффект от внедрения этого проекта составил более 350 тыс. руб.

При рассмотрении результатов проекта отмечено, что функциональные наработки и апробированный принцип к подходу оптимизации процессов эксплуатации серверных станций могут быть успешно использованы при выявлении оборудования методом предварительного тестирования, определении потенциальных показателей пиковых нагрузок и продлении сроков эксплуатации.

Деятельность по применению инструментов бережливого производства для улучшения условий труда и оптимизации производственных процессов в филиале будет продолжена. На текущий год запланировано улучшить 121 процесс и такое же количество реализуемых проектов бережливого производства с общим экономическим эффектом в 10,4 млн руб.



Рабочая группа проекта по оптимизации серверной станции: А.А. Мацурко (слева), Д.А. Михалап (в центре), С.О. Лазин

# АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ НАПОЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ЖАТ

В конце прошлого года в Москве состоялось заседание секции «Автоматика и телемеханика» Научно-технического совета ОАО «РЖД» по теме «Разработка, производство и эксплуатация напольного оборудования железнодорожной автоматики и телемеханики». В нем приняли участие руководители и специалисты Управления автоматики и телемеханики ЦДИ, ПКБ И, представители служб автоматики и телемеханики дорог, а также разработчики напольного оборудования.

■ Заседание было разбито по тематикам докладов на пять блоков.

В своем докладе начальник отдела производства и комплектации Управления автоматики и телемеханики **Д.А. Трухачёв** представил анализ отказов технических средств ЖАТ, произошедших по вине заводов-изготовителей и их распределение по каждому предприятию. Он отметил, что общее количество зафиксированных отказов в автоматизированной системе КАС АНТ снизилось на 19 % по сравнению с 2022 г. При этом продукция, поставляемая на объекты инфраструктуры и оказавшаяся в зоне риска, требует принятия необходимых мер по повышению качества изделий.

Главный инженер отделения автоматики и телемеханики ПКБ И **А.В. Новиков** обратил внимание на роль нормативного обеспечения при разработке, производстве и эксплуатации напольного оборудования.

Проектно-конструкторское бюро по инфраструктуре является головной организацией по обеспечению хозяйства автоматики и телемеханики всей нормативной и технической документацией. В прошлом году отделение автоматики и телемеханики ПКБ И подошло к завершению разработки и актуализации 434 документов, в том числе стандарта отрасли 08.021-2015 «Устройства железнодорожной автоматики и телемеханики. Порядок разработки, испытаний и постановки на производство».

На основе опыта в стандарт внесены уточнения требований к процессам и этапам разработки, испытаний и постановки на производство средств ЖАТ. В частности, актуализированы ссылки на обновленные государственные стандарты и нормативные документы ОАО «РЖД», дополнены требования по вопросам функциональной безопасности и др.

Процесс постановки продукта на производство начинается с разработки технических требований. ПКБ И ведет весь их перечень, своевременно их актуализирует и разрабатывает с учетом требований технологической независимости. Итогом постановки новой продукции становится формирование всей нормативно-технической и технологической документации, по которой в дальнейшем будет проходить ее обслуживание.

Основополагающий документ, который ежегодно актуализируется в ПКБ И, – это классификатор про-

изводственных операций. На сегодняшний день в нем более 3 тыс. производственных операций. Исходя из этого классификатора, на основании представленной изготовителями эксплуатационной и ремонтной документации формируется план разработки и актуализации карт технологического процесса (КТП) и технико-нормировочных карт (ТНК).

Важным этапом является постоянный мониторинг и аналитика отказов. Для этого в ПКБ И разработана методика рейтинговой оценки предприятий-изготовителей и предприятий-поставщиков продукции ЖАТ. Составляются различного рода аналитические отчеты, формируется рейтинговая оценка предприятий. По результатам этой оценки готовится и реализуется план проведения комплексных технических аудитов предприятий.

О применении нового оборудования ЖАТ при проектировании напольных устройств доложил главный инженер института «Гипротранссыгналсвязь» – филиала АО «Росжелдорпроект» **М.А. Блёскин**. Проблематика выбора устройств часто связана с тем, что нет критерии выбора оборудования, отсутствует информация о снятии с производства устаревших вариантов, а также о порядке применения нового оборудования на разных стадиях реализации проекта. Нередко оборудование разных производителей несовместимо друг с другом. Для решения данных вопросов были предложены следующие варианты:

сформировать и поддерживать в актуальном состоянии Перечень оборудования, разрешенного к применению в проектной деятельности, расширив номенклатуру ЦДИ-73 и увеличив частоту актуализации приказа;

новое оборудование внедрять комплексно; опытную эксплуатацию проводить в тех условиях и с теми схемотехническими решениями, которые будут применяться при постоянной эксплуатации;

исключить случаи принятия решения как о снятии оборудования с производства, так и о применении его при проектировании без согласования с Управлением автоматики и телемеханики.

Первый блок касался вопросов повышения надежности напольного оборудования, включая его резервирование, совершенствование и диагностику. При этом большое внимание было уделено импортозамещению. Разработаны соответствующая

заседание секции «Автоматика и телемеханика»  
Научно-технического совета ОАО «РЖД»  
разработка, производство и эксплуатация напольного оборудования  
железнодорожной автоматики и телемеханики»

14 ноября 2023 г.

РЖД



программа и карты рисков. В своих докладах разработчики рассказали о том, какая работа ведется в этих направлениях. Так, речь шла о повышении надежности стрелочного винтового электропривода УВП, электродвигателей ЭМСУ, перспективных напольных микропроцессорных устройствах.

Начальник отдела организации разработок и внедрения новой техники ОАО «ЭЛТЕЗА» **А.В. Карташев** представил новый релейный шкаф в антивандальном исполнении. Шкаф имеет увеличенную толщину металла, датчики открытия дверей, сирену, устройства автономного огнетушащего аэрозоля. В блоках, датчиках импульсов, путевых приемниках и генераторах тональных рельсовых цепей комплектующие импортного производства заменены на аналогичные производства России, Китая и Белоруссии.

В компании ведется разработка нового полимерного шкафа с усиленным антакоррозионным покрытием, стойким к различным агрессивным средам и ультрафиолету. После прохождения предварительных ( заводских) испытаний планируется проведение его подконтрольной эксплуатации на Северо-Кавказской дороге на участке с неблагоприятным климатом (вдоль морского побережья).

Темой второго блока вопросов было малообслуживаемое оборудование. По словам главного инженера Управления автоматики и телемеханики **П.С. Сиделева**, такое оборудование будет в первую очередь востребовано на тех участках, где реализуется технология обслуживания по состоянию.

Главный инженер службы автоматики и телемеханики Западно-Сибирской дирекции инфраструктуры **В.В. Лаптев** рассказал о реализуемых в службе мероприятиях для стабилизации работы рельсовых цепей и уменьшения влияния на устройства коммутационных перенапряжений. Среди них замена дроссель-трансформаторов на ДТ-1МГ1-450, а также установка линейных заземлителей уравнивающего междупутного соединителя. В итоге снизилось количество сбоев АЛС и отказов из-за асимметрии в рельсовой цепи и выхода из строя дроссель-трансформаторов, наблюдается равномерное растекание обратного тягового тока и снижение потенциала рельсовой цепи относительно земли.

Докладчик предложил рассмотреть возможность тиражирования схемы заземления межпутных соединителей с электротягой переменного тока на индивидуальные заземлители с разработкой технических решений для установления единого порядка.



Во время заседания

В рамках увеличивающихся весовых норм и длин поездов при проведении ремонта верхнего строения пути, когда движение организовывается по одному пути с минимальными интервалами и максимальными весами, имеется необходимость создания программного обеспечения для расчета элементов рельсовой цепи для пропуска обратного тягового тока.

Было предложено также разработать автоматизированную программу для расчета канализации обратного тягового тока, пропускной способности элементов рельсовой цепи с учетом веса поезда, типа локомотива, межпоеездного интервала и профиля пути.

Технический директор ЗАО Концерн «ТРАНСМАШ» **А.А. Коротовских** сообщил об особенностях конструкции инновационного вагонного замедлителя Т-2020 и рассказал о реализации функции определения скорости отцепа на датчиках счета осей.

Замедлитель имеет несколько существенных конструктивных особенностей, облегчающих его обслуживание. Монолитное железобетонное основание обеспечивает стабильное положение замедлителя в отличие от деревянного бруса. Применение новейших конструкторских решений упрощает регулировку замедлителя и обеспечивает возможность автоматического контроля его параметров. В новой установке сокращено количество болтовых соединений. Отсутствует необходимость периодического смазывания осей и трущихся деталей. Возможность установки комплекса встроенных датчиков позволяет проводить самодиагностику для выявления предотказного состояния, а благодаря низкопрофильной конструкции одну модель замедлителя можно применять на разных тормозных позициях.

В рамках третьего блока спикеры обсуждали снижение рисков при разработке и постановке продукции на производство.

Начальник отдела систем интервального регулирования движения поездов ПКБ И **А.С. Белов** отметил, что случаи выхода из строя оборудования в 2022 г., приведшие к опасным отказам, показали наличие некоторых пробелов в нормативных документах в части отсутствия контроля за испытанием оборудования на функциональную безопасность и выполнением ее требований.

Специалисты отделения автоматики и телемеханики пересмотрели соответствующую нормативную документацию и внесли изменения. В СТО было введено понятие головного испытательного центра, в функции которого входит проведение испытаний на функциональную безопасность.

В следующем блоке поднимались вопросы создания системы технического обслуживания и ремонта новых устройств.

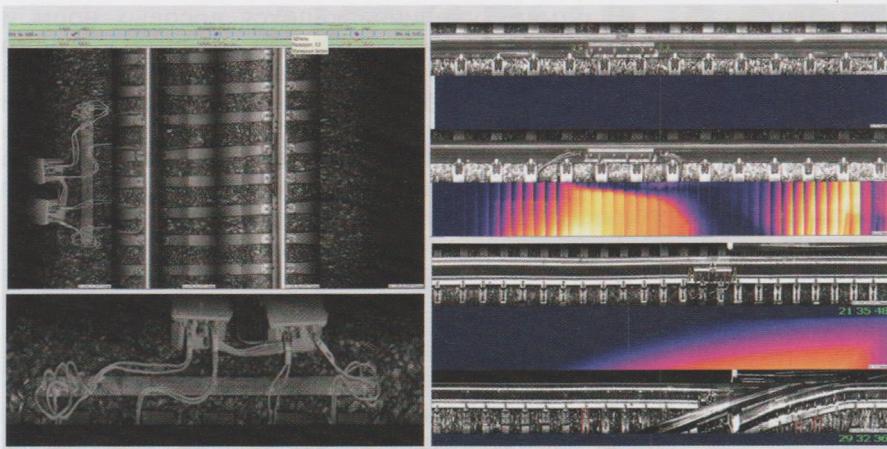
Темой доклада заместителя заведующего ОНИЛ «АТО ДМ» ПГУПС **С.А. Куренкова** стало обслуживание и ремонт напольных устройств по срабатыванию.

Для того, чтобы перевести устройства на обслуживание по такой технологии, необходимо решить следующие задачи:

определить системы, ведущие подсчет (ДЦ, СТДМ и др.);

разработать типовые алгоритмы подсчета срабатываний;

внедрить алгоритмы подсчета.



Примеры видео- и тепловизионного контроля на мобильных средствах диагностики инфраструктуры

Кроме того, потребуется корректировка нормативной документации в части определения критерии замены по числу срабатываний и системы для расчета сроков замены, а также разработка методики перехода на ТОиР по числу срабатываний (для устройств и аппаратуры в эксплуатации).

Необходимо внести изменения в документацию по разработке интеграционных решений для получения данных о числе срабатываний и системы аппроксимации числа срабатываний для определения даты замен. Для обоснования перехода на число срабатываний будет использован анализ всего массива данных АСУ и СТДМ для оценки влияния сроков замены на надежность.

Начальник службы автоматики и телемеханики Октябрьской ДИ **В.Е. Никатов** рассказал об изменении технологии обслуживания напольных устройств с помощью видео- и тепловизионного контроля. Разработка и реализация диагностики напольных устройств СЦБ такими средствами ведется в хозяйстве с 2021 г. На Октябрьской дороге ими оборудовано несколько мобильных диагностических комплексов.

Установленные видеокамеры осуществляют регистрацию видеонформации высокого разрешения о состоянии устройств ЖАТ (от торца до торца шпалы), определяют наличие и оценивают состояние основных и дублирующих соединителей (обрыв прядей троса, отсутствие гаек на штепселе, отсутствие отверстия в рельсе, нахождение троса в грунте).



Примеры деталей и качество получаемых поверхностей, изготавливаемых методом ЛГМ

Они также позволяют определить наличие и состояние дроссельной перемычки (обрыв прядей троса полный/частичный, отсутствие гаек на штепселе, нахождение троса в грунте). Кроме этого, камеры оценивают расстояние от торцевой части датчика УКСПС до внутренней грани головки рельса внутри колеи и расстояние подключения шлейфов САУТ-ЦМ.

Функциональные возможности тепловизионных камер включают контроль нагрева дроссельных перемычек и элементов обратной тяговой сети. Они также используются для наработки информационной базы несоответствий.

В прошлом году введен в действие Классификатор отступлений от норм содержания элементов путевых устройств железнодорожной автоматики и телемеханики для обработки и анализа информации, получаемой в результате работы автоматизированных систем видеонаблюдения, установленных на мобильных средствах диагностики.

Заключительный блок касался стрелочных переводов, замыкающих устройств и стрелочных электроприводов.

Спикеры обсуждали стрелочный перевод для ВСМ, методы обеспечения надежности и функциональной безопасности стрелочных переводов пологих марок крестовин, возможности аппаратно-программного комплекса управления пологой стрелкой и др.

В своем докладе начальник конструкторского отдела института «Гипротранссигналсвязь» – филиала АО «Росжелдорпроект» **А.Е. Кулешов** обозначил перспективы развития существующих стрелочных гарнитур. При этом усовершенствование типовых стрелочных гарнитур может происходить путем применения шарнирных соединений с антифрикционным покрытием или деталей, изготавливаемых методом литья по газифицированным моделям (сережки, кронштейны, основания, упоры, кляммеры, ведущие планки).

Литье по газифицируемым моделям – это способ получения отливок, использующий модель, изготовленную из материала, который газифицируется при заливке расплавленного металла в литейную форму.

Преимуществами такого способа являются: современный метод производства, высокая точность изделий, хорошее качество поверхностей создаваемых деталей, большая производительность в условиях серийного производства, повышение технологичности изготовления, сокращение трудозатрат на производство, а также снижение до минимума количества отходов производства и защита окружающей среды.

Кроме того, докладчик рассказал про модернизацию внешнего замыкателя ВЗК-2 для крестовин с непрерывной поверхностью катания для высокоскоростного движения с целью устранения причин «заваливания» сердечника.

НТС прошел в конструктивной обстановке. Участники активно задавали вопросы, высказывали мнения и предложения во время обсуждений.

**НАУМОВА Д.В.**



**ГОРБУНОВ**  
Игорь Владимирович,  
ОАО «РЖД», Центральная  
станция связи, Калининградская  
дирекция связи, электромеханик,  
г. Калининград, Россия

## РАЦИОНАЛИЗАЦИЯ ПОМОГАЕТ В РАБОТЕ

В Калининградской дирекции связи электромеханик И.В. Горбунов трудится около 15 лет. В 2016 г. без отрыва от производства получил высшее образование. Активно занимается рационализаторской деятельностью. Более 30 его рабочих предложений введено в эксплуатацию. Предлагаем читателям ознакомиться с публикуемой подборкой предложений этого автора.

### ТЕСТЕР ДЛЯ ПРОВЕРКИ РЕЛЬСОВЫХ ДАТЧИКОВ РД-1М

■ В процессе эксплуатации системы идентификации подвижного состава САИ ПС «Пальма» нередко приходится менять рельсовые датчики РД-1М из-за отказа или повреждения питающего кабеля, который от вибраций переламывается. Некоторые из датчиков удается восстановить. Однако стенды и специальные приборы для проверки отремонтированных датчиков отсутствуют. Поэтому приходится проверять их работоспособность в полевых условиях при замене других отказавших датчиков.

Значения основных параметров строго регламентированы и имеют очень небольшие допуски:

Напряжение питания постоянного тока, В ..... 12,6–16

Потребляемый ток в режиме ожидания, мА	120–160
Длительность импульса при проходе колеса, мс	4±0,5
Уровень тока в питающем кабеле при проходе колеса, мА	35±5
Допустимое расстояние от поверхности катания рельса до верхней поверхности датчика, мм	41–49
Сопротивление изоляции в нормальных условиях, МОм, не менее	200

При их отклонении от нормы может произойти отказ или сбой в работе.

Для проверки работоспособности рельсового датчика можно изготовить тестер, которым можно измерять текущий ток, длительность импульса, ток

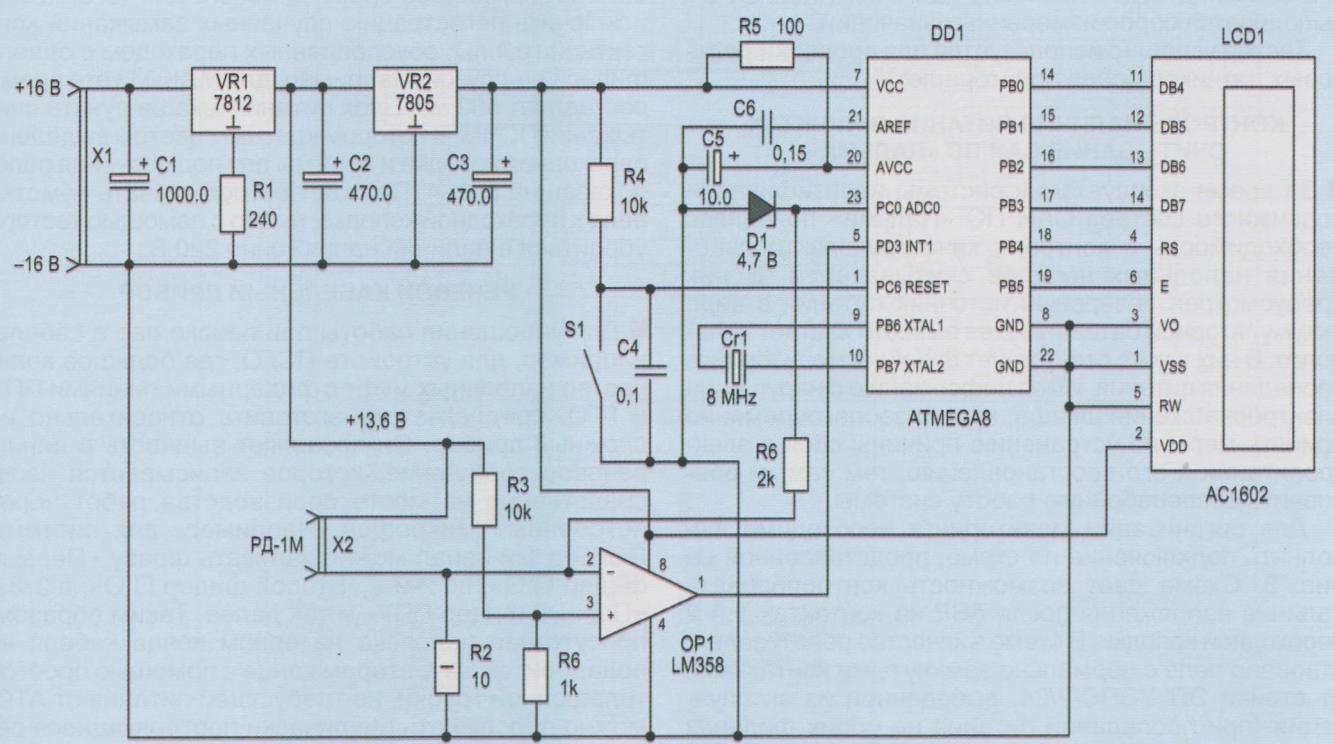


РИС. 1



РИС. 2

при проходе колеса, а также отследить ложные срабатывания. Основываясь на измеренных данных, можно судить о правильной работе датчиков.

Тестер представляет собой измерительное устройство на микроконтроллере ATMEGA8 с довольно высокой точностью измерения (эталонами при настройке были измерительные приборы, проходящие поверку в метрологическом центре). Программное обеспечение написано в Flowcode – графической среде разработки для программирования микроконтроллеров AVR.

Схема тестера представлена на рис. 1, его внешний вид – на рис. 2. При подключении датчика к разъему X2 и подаче питания на разъем X1 на индикаторе отобразится ток в режиме ожидания, обозначенный как Istb. Затем, если пронести над датчиком металлический предмет на расстоянии 1–2 см, на дисплее отобразится длительность импульса – dlit. Для измерения тока при проходе колеса необходимо еще раз пронести металлический предмет над датчиком, его значение будет показано как Iimp. Кнопкой S1 выполняется сброс измеренных значений.

Тестер успешно используется для проверки рельсовых датчиков более полутора лет.

#### КОНТРОЛЬ НАЛИЧИЯ ПИТАНИЯ В ПУНКТАХ СЧИТЫВАНИЯ САИ ПС «ПАЛЬМА»

■ За время эксплуатации системы идентификации подвижного состава САИ ПС «Пальма» появилась необходимость в контроле качества электроснабжения напольных шкафов считывателей. В них предусмотрен резервный источник питания в виде аккумуляторной батареи, но ее емкости хватает недолго. В них также отсутствует функция мониторинга пропадания питания. Имея информацию о нарушении электроснабжения шкафа, можно заблаговременно принять меры по устранению причины сбоя в электропитании и его восстановлению, тем самым обеспечить бесперебойную работу системы.

Для организации мониторинга необходимо выполнить подключение по схеме, представленной на рис. 3. Схема дает возможность контролировать наличие напряжения после АВР на контактах 1 и 2 переходной колодки. В схеме в качестве реле K задействовано реле с нормально замкнутыми контактами от стойки ЭП УЭПС-2/24, выведенной из эксплуатации (при пропадании питания на обоих фидерах контакты реле замыкаются). Можно использовать любое другое маломощное реле.

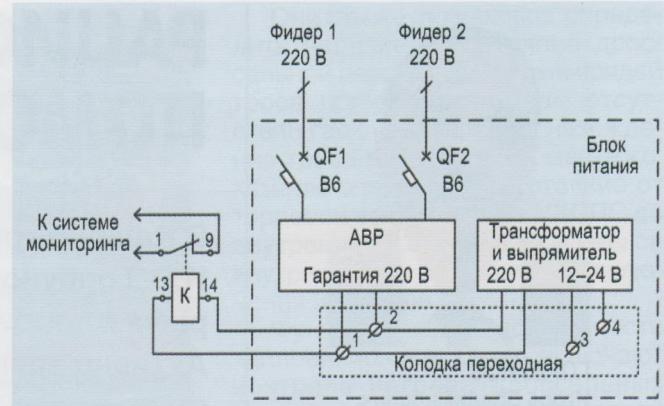


РИС. 3

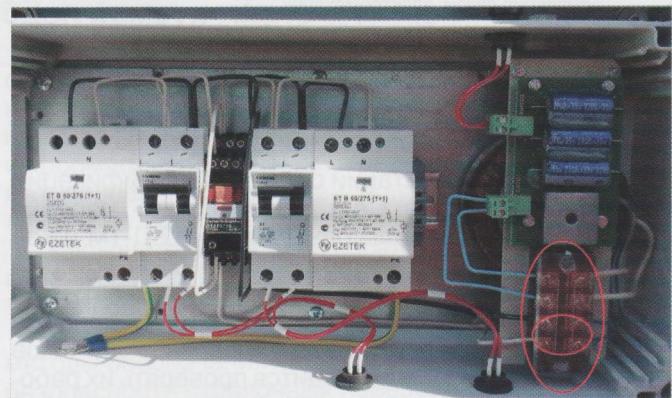


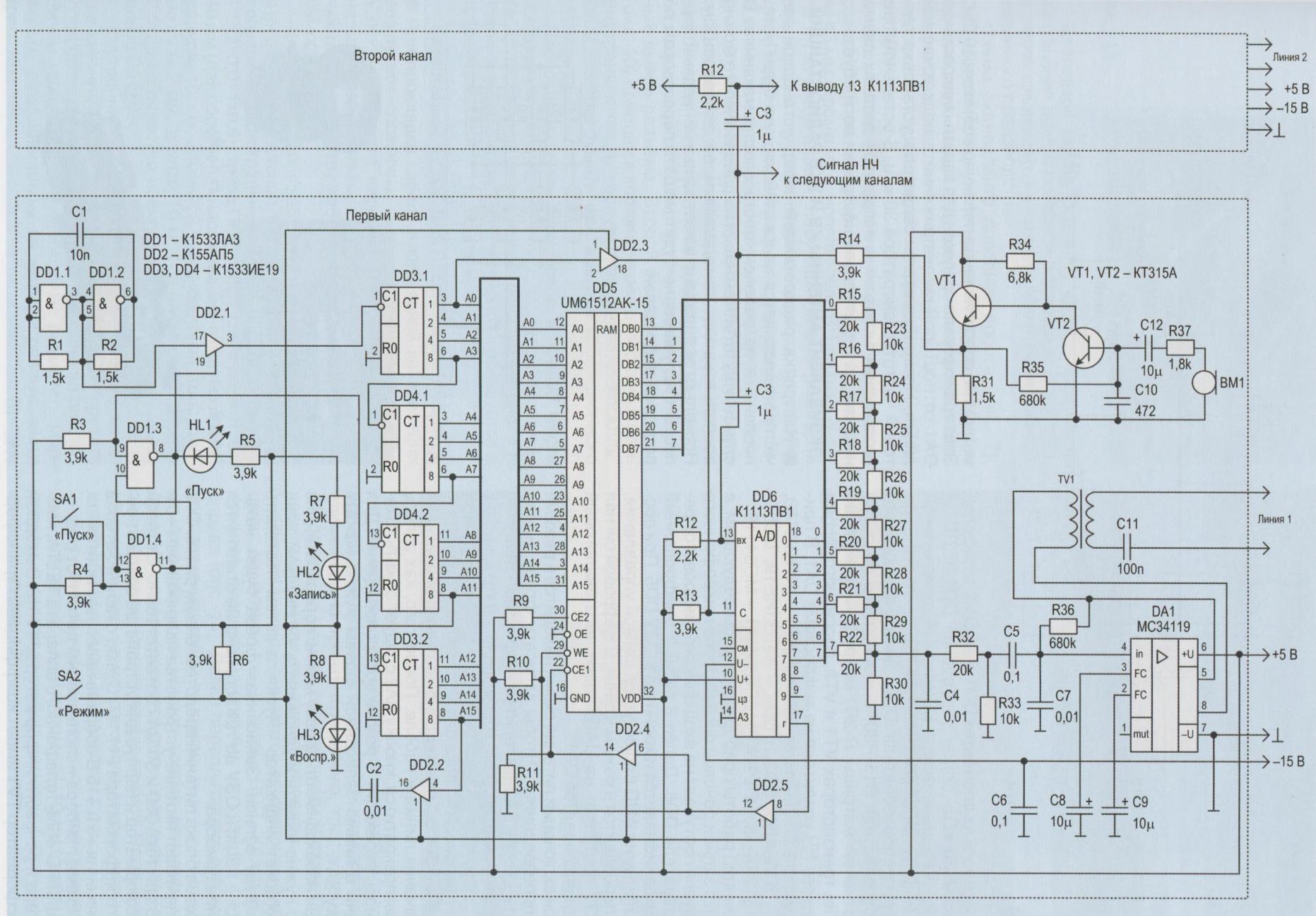
РИС. 4

Систему мониторинга можно использовать разную (МДК-М3, СМОПС и др.), но главное, чтобы она была способна работать с сухими контактами. В настройках системы мониторинга нужно установить максимальное время дребезга для того, чтобы исключить регистрацию случайных замыканий контактной группы, обусловленных переходом с одного фидера на другой. Например, для МДК-М3 это время составляет 500 мс. Блок питания шкафа пункта считывания ПСЧМ, в котором красным цветом выделена переходная колодка и клеммы для подключения реле, показан на рис. 4. Прежде чем подключать обмотку реле к переходной колодке, нужно с помощью тестера убедиться в наличии напряжения 220 В.

#### РЕЧЕВОЙ КАБЕЛЬНЫЙ ПРИБОР

■ Для упрощения работы при поиске пар в кабеле, например, для устройств ПСГО, где большое количество напольных муфт с фидерными линиями ППУ и ГГО, предлагается изготовить относительно не сложный прибор. Он позволяет выдавать в линию речевое сообщение, которое записывается непосредственно на месте производства работ через встроенный микрофон. Например, для системы ПСГО в 1-й канал можно записать фразу «Первый фидер ГГО», во 2-й – «Второй фидер ГГО», в 3-й – «Первый фидер ППУ» и так далее. Таким образом, присутствие человека на одном конце кабеля не понадобится, а на втором конце с помощью простой телефонной трубки, не требующей питания от АТС, можно прослушать циклически повторяющиеся речевые сообщения.

Схема устройства (рис. 5) состоит из генератора,



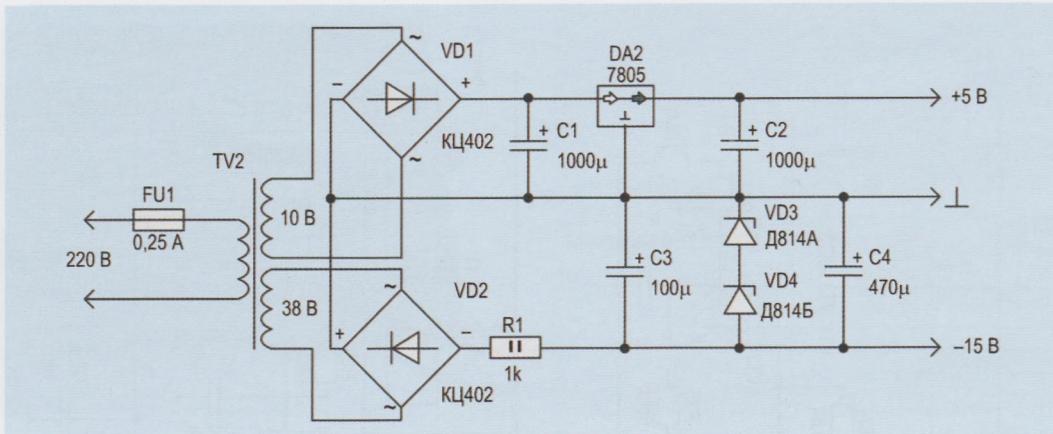


РИС. 6

построенного на элементах DD1.1 и DD1.2 с тактовой частотой 30 кГц, схемы управления DD1.3, DD1.4 и DD2, счетчиков адреса DD3 и DD4, оперативной памяти ОЗУ DD5 емкостью 64 Кб, аналого-цифрового преобразователя DD6, цифро-аналогового преобразователя R15-R30, выполненного по схеме резистивной матрицы R-2R, микрофонного усилителя на транзисторах VT1 и VT2, пассивного ФНЧ и выходного НЧ усилителя на микросхеме DA1. В приборе использованы микросхемы: DD1 – K1533ЛА3, DD2 – K155АП5, DD3 и DD4 – K1533ИЕ19, DD5 – UM61512АК-15, DD6 – K1113ПВ1, DA1 – MC34119.

Принцип работы прибора состоит в следующем: в режиме записи речевой сигнал после микрофонного усилителя поступает на вход аналого-цифрового преобразователя DD6. Далее 8-битный оцифрованный сигнал записывается и хранится в ОЗУ DD5. При воспроизведении АЦП блокируется схемой управления, ОЗУ переводится в режим чтения, и цифровой сигнал от ОЗУ поступает на ЦАП, после чего аналоговый сигнал усиливается DA1.

При включении питания схема находится в режиме «Воспроизведение». Чтобы записать фразу, нужно нажать кнопку SA2 (загорится индикатор «Запись») и, не отпуская ее, кратковременно нажать кнопку SA1 (загорится индикатор «Пуск»). Запись фразы будет происходить, пока светится индикатор «Пуск», в течение 3–4 с. Этого вполне хватает для описания назначения линии в кабеле. После того, как запись фразы прекратится, кнопку SA2 следует отжать. Схема вновь переходит в режим воспроизведения. Для выдачи в линию записанной фразы нужно нажать кнопку SA1.

При необходимости фразу можно переписать. Для этого нужно нажать и удерживать кнопку SA2, пока не погаснет индикатор «Пуск», а затем повторить процедуру записи. Записанная фраза будет находиться в памяти ОЗУ до тех пор, пока не отключится питание прибора.

Схема блока питания представлена на рис. 6. Она обеспечивает питание устройства напряжением +5 и -15 В при токе 300 и 50 мА соответственно. Сетевой трансформатор и корпус для устройства взяты от речевого информатора РИ-1М. Схема стабилизаторов напряжения +5 и -15 В собрана на весенном монтаже.

В схеме прибора использованы детали от радиостанции РС-46М, телефонного аппарата TELTA, компьютера и речевого информатора РИ-1М. Выходной трансформатор TV1 имеет коэффициент трансфор-

мации 1/4, сопротивление первичной обмотки 10 Ом. Этот трансформатор нужен для защиты микросхемы DA1 от посторонних напряжений в подключаемой линии. Настройка схемы сводится к установке тактовой частоты генератора 30 кГц. В остальном при правильном монтаже и исправных деталях схема никакой дополнительной настройки не требует.

#### ЭКВИВАЛЕНТ АНТЕННЫ КВ И УКВ РАДИОСТАНЦИЙ

■ Настройка радиостанций перед установкой зачастую выполняется не на станции, где будет установлена, а на рабочем месте электромеханика. В случае отсутствия антенны на рабочем месте можно воспользоваться самодельным ее эквивалентом. Поскольку эквивалент имеет цельный медный корпус, ВЧ излучения не будут мешать переговорам по поездной радиосвязи.

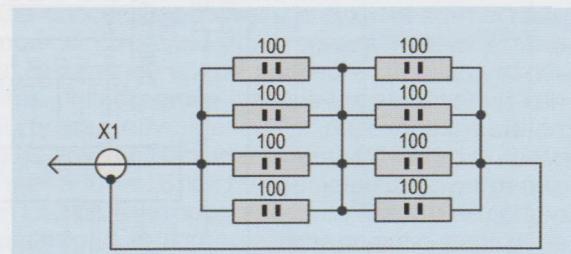


РИС. 7



РИС. 8



РИС. 9



РИС. 10



РИС. 11

Благодаря такому решению удалось исключить заполнение эфира поездной радиосвязи помехами, а также сэкономить на приобретении эквивалентов серийного производства.

Схема эквивалента довольно проста (рис. 7). Она состоит из 8 двухваттных резисторов по 100 Ом каждый, включенных параллельно-последовательно. Мощность эквивалента составляет 8–10 Вт, что вполне достаточно для настройки радиостанций РС-46МЦ и РЛСМ-10.

Для эквивалента применен корпус старого полосового фильтра, который имеет диаметр 25 мм, длину 45 мм. Кроме того, использован ВЧ-разъем N-типа и латунная шайба, наружный диаметр которой совпадает с внутренним диаметром корпуса фильтра. Лишняя часть ВЧ-разъема отрезана (рис. 8). К его тыльной стороне припаяна латунная шайба (рис. 9). Резисторы размещены плотно друг к другу. Для изоляции выводов резисторов от латунной шайбы с одной стороны на вывод надета стеклотекстолитовая шайба, а затем припаян центральный вывод разъема. Второй вывод от резисторов (рис. 10) припаян к корпусу через отверстие в нем. Внутренняя часть корпуса изолирована несколькими слоями бумаги или другого изоляционного материала.

После помещения резисторов в корпус места соединения латунной шайбы с корпусом пропаяны по кругу. Эквивалент в сборе показан на рис. 11. Такой эквивалент антенны успешно используется в течение двух лет.

#### КАБЕЛЬНЫЙ ЧУЛОК ДЛЯ ПРОКЛАДКИ КАБЕЛЯ

■ При прокладке кабеля в кабельной канализации возникают сложности с его креплением к прутку УЗК. Для захвата кабелей можно применять так называемый кабельный чулок. Такие «чулки» различаются по диаметру кабеля. Сделать его несложно самостоятельно.

Для изготовления кабельного чулка понадобится: отрезок кабеля длиной 100 см (в данном случае использован магистральный кабель МКБАШп 7x4x1,2 + 5x2x0,9+1x0,9); труба ППР с наружным диаметром 40 мм (для облегчения насаживания чулка на кабель) длиной 10 см; стальной оцинкованный трос диаметром 2 мм, длиной 10 м; 120 шурупов по дереву 2,5x25 (количество зависит от длины чулка, здесь длина 60 см).

Внутренний диаметр трубы ППР немного меньше диаметра кабеля, поэтому с него нужно срезать полиэтиленовую изоляцию, как показано на рис. 12. Затем трубу и кабель необходимо разметить маркером, разделив длину на четыре равные части (рис. 13).

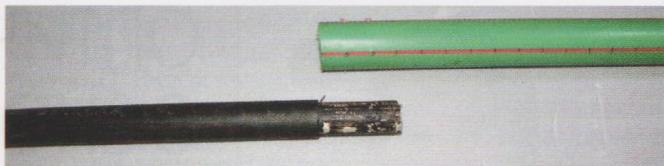


РИС. 12

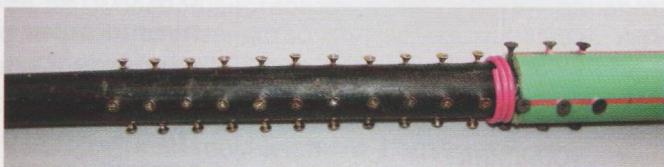


РИС. 13

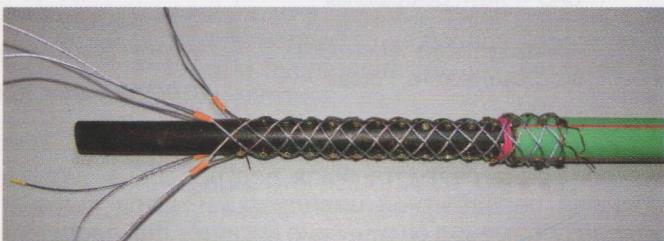


РИС. 14

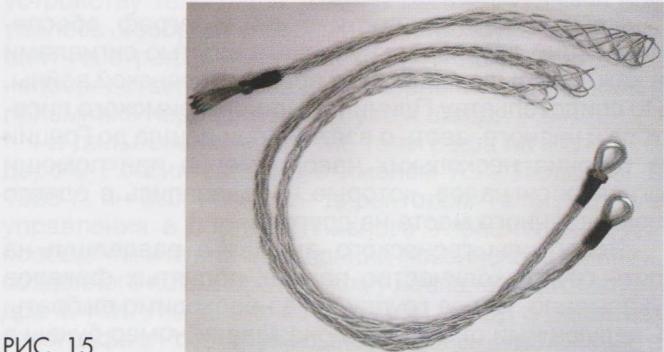


РИС. 15



РИС. 16

Для вкручивания шурупов с шагом 2 см следует воспользоваться шуруповертом, так как кабель имеет алюминиевую броню. Кроме того, трос тоже нужно разделить на четыре равные части и разрезать по частям, затем каждую согнуть пополам.

Намотка чулка начинается со стороны наибольшего диаметра, т.е. с трубы ППР. Каждый трос ложится серединой (сгибом) на крайние шурупы справа (рис. 14). Далее переплетаются все восемь тросов между собой по кругу.

Из оставшихся концов тросов делается петля (рис. 15) и запрессовывается стальной трубкой (можно залить оловом, надев медную трубку). Острые концы убираются под термоусадочную трубку, чтобы при использовании чулка не наколоть руки.

Полученный кабельный чулок можно использовать для кабелей диаметром 5/10 мм от диаметра оправы, на которую он был намотан. Готовый чулок показан на рис. 16.



**ТОПИЛИНА**  
Вера Сергеевна,  
ОАО «РЖД», Центральная  
станция связи, инспектор по  
производственно-техническим  
вопросам, Москва, Россия

# ОПТИЧЕСКИЙ ТЕЛЕГРАФ – ОСНОВА РАЗВИТИЯ СВЯЗИ

Эта статья является продолжением начатой в этом году публикации об истории развития средств связи в нашей стране и в компании ОАО «РЖД». В предыдущем номере было уделено внимание развитию электромагнитного телеграфа, но его предшественник – оптический телеграф был практически обойден стороной. В данной статье прежде всего отдадим должное оптическому телеграфу – одной из старейших технологий передачи информации на большие расстояния, которая стала важной ступенью в переходе к эпохе электромагнитного телеграфа.

■ Профессия связиста была востребована уже во времена первобытной цивилизации. Первобытный человек применял оптические сигналы для передачи информации на большие расстояния, используя огонь или дым костра.

Первый в истории оптический телеграф, обеспечивающий двухканальную связь с пятью сигналами в каждом, был известен со времен Троянской войны. По свидетельству Плиния Старшего, римского писателя и ученого, весть о взятии Трои дошла до Греции в течение нескольких часов именно при помощи огневых сигналов, которые передавались с одного возвышенного места на другое.

Все буквы греческого алфавита разделили на пять групп: количество первых поднятых факелов указывало, какую группу букв необходимо выбрать. Следующими факелами показывали номер буквы в этой группе. Так составляли слова.

Шло время, и в 1793–1794 гг. французский механик Клод Шапп сконструировал линию оптического телеграфа, которая представляла собой цепочку башен с шестами и подвижными планками, названных изобретателем «семафорами». При помощи шнуров и блоков подвижные планки могли принимать 196 различных положений и таким образом изображать буквы и слова, которые наблюдал сигналист на соседней башне при помощи «зрительной» трубы. Для передачи одного знака требовалось около 2 мин. При этом использовалась разработанная Шаппом система кодировки сигналов, с помощью которой зашифровывались буквы, цифры, слова. Закодированные тексты передавались от исходной башни к конечной. Такая система была широко распространена в Европе.

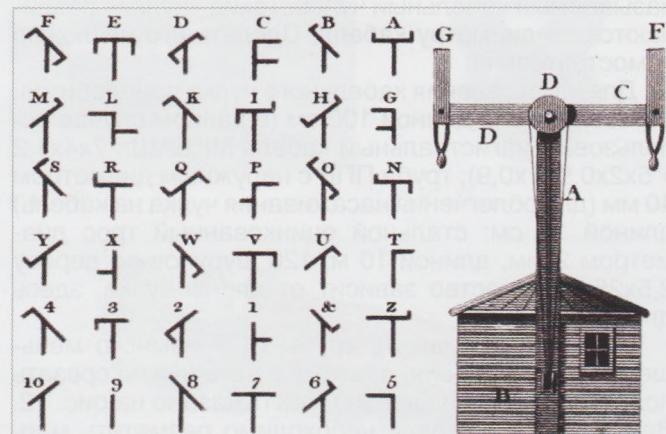
В это же время русский ученый И.П. Кулибин разработал свою версию оптического телеграфа, добавив фонари с отражателем света, что позволяло передавать информацию в ночное время и в плохую погоду. Однако его изобретение не нашло применения.

Первая линия оптического телеграфа протяженностью 60 км в России была построена только в 1824 г. между Санкт-Петербургом и Шлиссельбургом (система генерал-майора П.А. Козена). Линия служила для передачи сообщений о движении судов по Неве и Ладожскому озеру. Тогда же был создан

особый телеграфический Комитет при Военном министерстве для рассмотрения предлагаемых к использованию в России оптических телеграфов. Он рассмотрел множество проектов русских и иностранных изобретателей с целью выбора подходящей системы.

Из всех проектов для постройки в России выбрали оптический телеграф французского инженера Жака Шато. В то время он работал у Клода Шаппа, много почерпнув из его разработок. В 1833 г. Жак Шато построил линию оптического телеграфа Зимний дворец – Кронштадт. Его изобретение конструктивно было проще, чем оптический телеграф Клода Шаппа. На семафорах использовалась одна Т-образная стрела из трех шарнирных штанг. Короткие концевые элементы имели противовесы. В системе были применены отражающие зеркала, а на всех подвижных деталях размещены фонари. Фигуры составлялись путем изменения положения штанг относительно друг друга. Так кодировались цифры, буквы и фразы.

Изобретателем был разработан особый дешифровочный словарь для составления депеш. Система позволяла принимать 196 положений, сообщения передавались в нескольких кодировках – служебной, гражданской и военной. Управление осуществлялось круглосуточно четырьмя операторами, которые регу-



Система кодировки сигналов и башня оптического телеграфа Клода Шаппа

лировали штанги с помощью лебедок и тросов. Все сигналы должны были заноситься в специальный журнал. Эта линия хорошо себя зарекомендовала, что послужило поводом для строительства телеграфных линий системы Шато по другим направлениям.

Услуги французского инженера недешево обошлись России: ему заплатили единовременно 120 тыс. руб. серебром, а также в период строительства оптического телеграфа выплачивали ежегодное жалование 12 тыс. руб. Кроме того, за обещание не делиться с другими странами примененным в России секретным кодом он потребовал выплачивать ему пожизненно 6 тыс. руб. каждый год.

Эксплуатация оптического телеграфа выявила его существенные недостатки: весьма дорогую стоимость и, главное, сильную зависимость от погодных условий. Свою актуальность оптический телеграф стал терять с внедрением электромагнитного телеграфа. В мае 1837 г. Комитет поручил П.Л. Шиллингу (другу А.С. Пушкина), который в 1832 г. изобрел электромагнитный телеграф, устроить телеграфное сообщение между Петергофом и Кронштадтом.

В основе технологии электромагнитного телеграфа Шиллинга находился эффект отклонения магнитной стрелки при взаимодействии с электромагнитным полем от электрических проводов. Для передачи одной буквы нажимали три или четыре клавиши одновременно. На принимающем аппарате проводники подсоединялись к электромагниту с висящей над ним магнитной стрелкой, которая поворачивалась, когда по проводу шел ток. Вместе со стрелкой поворачивался сигнальный кружок, черный с одной и белый с другой стороны. Шиллинг разработал специальный код, чтобы шести стрелок с сигнальными кружками хватало для передачи всех букв русского алфавита. За минуту по восьми проводам можно было передать десять знаков.

Для сооружения подводной линии между Петергофом и Кронштадтом был необходим хорошо изолированный кабель. Испытания образцов подводного кабеля с каучуковой изоляцией, созданного П.Л. Шиллингом, были успешны. Россия стала родиной создания изолированного кабеля. К сожалению, реализовать это предложение изобретатель не успел, так как 25 июля 1837 г. его не стало.

По всей России телеграфная связь начала развиваться одновременно со строительством железных

дорог. И с этими событиями тесно связано имя русского физика, академика Петербургской Академии наук Б.С. Якоби.

В 1845 г. вышел указ Николая I, который гласил: «...Электромагнитному телеграфу на Петербурго-Московской железной дороге – должно быть!...». Для этого Б.С. Якоби предстояло решить ряд сложных задач: усовершенствовать телеграфный аппарат; улучшить производство подземных проводов, изолированных и уложенных в стеклянные трубочки с резиновыми соединениями; создать изолирующую массу для стыков трубочек и др.

Строительство начали с подземной прокладки металлических проводов в берме полотна железной дороги. Предложение Б.С. Якоби использовать воздушные провода, уже широко применяющиеся за границей, не нашло поддержки. Главное Управление путей сообщения и публичных зданий настояло на «более верном средстве».

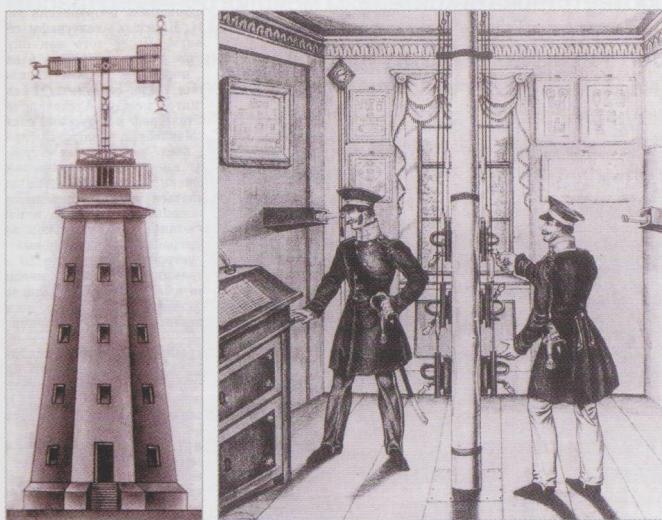
И на 600-верстной железнодорожной магистрали Санкт-Петербург – Москва провода уложили в деревянные желоба и залили асфальтом. Однако кустарный способ «изоляровки» не дал удовлетворительных результатов. Неудачи разочаровали академика, и в 1848 г. он попросил освободить его от работ по устройству телеграфа. Тем не менее, в 1850 г. ему удалось изобрести первый в мире буквопечатающий телеграфный аппарат синхронного действия с непосредственной (без расшифровки) индикацией в приемнике передаваемых букв и цифр.

В дальнейшем развитие телеграфа на железной дороге России связано с именем К.К. Людерса. В 1858 г. он был назначен директором Телеграфного управления в составе Главного Управления путей сообщения и публичных зданий Российской империи, созданного по императорскому изъявлению Александра II. К.К. Людерс внес большой вклад в развитие телеграфа в России. Им было сделано предложение о распределении «телеграфических станций» на линии Санкт-Петербург – Москва: «... необходимым устроить столько же телеграфических станций, сколько является таковых на железной дороге, а именно 33. Для каждой из них, кроме окончных в Санкт-Петербурге и Москве, потребно по два аппарата, полагая при одном аппарате 3 сигналиста, что при 8-ми часовых дежурствах в сутки потребуется для полного телеграфического действия 192 сигналиста...».

Под его руководством телеграфные линии соединили города по всей Центральной России. Кроме того, в 1869 г. была введена в действие Амурская телеграфная линия, в 1870 г. – телеграфная линия до Хабаровска, организована связь по подводному кабелю с Сахалином, проведен телеграф в Туркестанский край, в страны Скандинавии, а также Турцию и Грецию.

Наличие скоростных каналов передачи данных упрощало управление государственными органами власти, началось внедрение телеграфа для работы дипломатических представительств и полиции. В среднем донесение объемом в одну страницу А4 «проскачивало» из Европы в Санкт-Петербург за один час, что являлось для того времени необычайным результатом.

Следует отметить, что в 1865 г. Главное Управление путей сообщения и публичных зданий Российской империи было преобразовано в Министерство путей сообщения.



Организация линии оптического телеграфа Жака Шато

# ГРАНТЫ ДЛЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

**Конкурс на предоставление грантов ОАО «РЖД» для молодых ученых на проведение научных исследований, направленных на создание новой техники и технологий для применения на железнодорожном транспорте, стартовал в этом году.**

## ■ Направления для проведения фундаментальных, поисковых и прикладных научных исследований:

разработка и апробирование новых материалов с уникальными физическими свойствами, включая наноматериалы, композитные, полимерные, супергидрофобные, сверхпроводниковые и прочие материалы;

создание новых методов и средств неразрушающего контроля и систем диагностирования технического состояния объектов железнодорожной инфраструктуры и подвижного состава;

разработка новых технологий в области ресурсосбережения и рационального использования материально-технических ресурсов;

разработка технологии адаптивного и энергоэффективного управления тяговым приводом локомотивов, включая технологии энергоэффективного и безопасного вождения поездов повышенной массы и длины;

развитие технологий мониторинга инфраструктурных объектов железнодорожного транспорта и прилегающих территорий (в том числе для предупреждения чрезвычайных ситуаций и мониторинга хода строительного процесса) с использованием беспилотных летательных аппаратов;

развитие технологии автоматизации сортировочных и горочных процессов;

разработка устройств механизации, автоматизации и роботизации процессов, включая экзоскелеты и роботов-ассистентов;

разработка технологий обезвреживания промышленных отходов и ликвидации объектов накопленного экологического ущерба;

развитие технологии обеспечения безопасности движения поездов;

проведение исследований и разработок для обеспечения технологического суверенитета на железнодорожном транспорте.

## ■ Для участия в конкурсе претендентам необходимо направить заявку в Центр научно-технической информации и библиотек (далее – ЦНТИБ) в электронном виде, а также презентации своих проектов.

Объем презентации не должен превышать 15 слайдов, при этом в обязательном порядке в состав презентации должны быть включены отдельные слайды, содержащие следующую информацию:

сведения об участниках объемом не более 1 слайда на каждого участника (фотография, возраст, образование, основные достижения и др.);

суть решаемой проблемы с описанием ситуации на настоящий момент;

описание предлагаемого решения проблемы;

перечень результатов интеллектуальной деятельности;

предварительную смету расходов на проведение научной работы;

описание планируемых эффектов (экономического, социального, самостоятельного научного, управленческого) для ОАО «РЖД».

Дополнительно в презентацию могут быть включены слайды, отражающие суть предложения заявителя в виде трехмерной модели, подготовленной в системах автоматизированного проектирования.

## ■ Условия участия в конкурсе:

1. Соискатели Грантов, принимая участие в Конкурсе, соглашаются с условиями и порядком его проведения, изложенными в Положении о Конкурсе.

2. В Конкурсе могут принимать участие молодые ученые (коллективы молодых ученых), осуществляющие научные исследования, направленные на создание новой техники и технологий для применения на железнодорожном транспорте, а также фундаментальные исследования в области естественных наук: механика, компьютерные науки и информатика, физические науки, инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение, науки об атмосфере и климате.

3. Коллектив молодых ученых, выдвигаемый на соискание Гранта, может состоять не более чем из 5 человек. При этом все члены коллектива должны соответствовать критериям молодого ученого (работник организации высшего образования или научной организации, в год проведения конкурса имеющий (на момент подачи заявки) ученую степень кандидата наук в возрасте до 35 лет включительно, или ученую степень доктора наук в возрасте до 40 лет включительно, или являющийся аспирантом, исследователем, преподавателем образовательной организации высшего образования без ученой степени в возрасте до 30 лет включительно).

Не допускается включение в число соискателей Гранта лиц, осуществляющих в процессе реализации проектов только административные или организационные функции.

4. Научный руководитель может входить в коллектив соискателей при соответствии условиям пункта 3 настоящего положения.

5. Соискатели Грантов могут подавать заявки на Конкурс по одной или нескольким темам.

В соответствии с Распоряжением ОАО «РЖД» от 26 декабря 2023 г. № 3326/р «О конкурсе на предоставление грантов ОАО «РЖД» для молодых ученых на проведение научных исследований, направленных на создание новой техники и технологий для применения на железнодорожном транспорте» объявляется конкурс 2024 г.

Форма заявки для участия в мероприятии размещена на сайте «РЖД/Карьерный портал» (<https://team.rzd.ru/students/grants>). Обращаем внимание, что в 2024 г. к рассмотрению принимаются заявки, заполненные по обновленной форме (в формах несколько листов А-Б, А-Л).

Заявки направлять в электронном виде в ЦНТИБ на один из адресов электронной почты: [trifonovaei@center.rzd.ru](mailto:trifonovaei@center.rzd.ru) или [kostikovik@center.rzd.ru](mailto:kostikovik@center.rzd.ru) (в сети Интернет и в корпоративной сети ОАО «РЖД»).

По вопросам участия в конкурсе обращаться в ЦНТИБ по телефону: 8 (499) 262-97-12 (Трифонова Елена Ивановна, Смирнова Виктория Эдуардовна, Костиков Игорь Константинович).

**Срок приема заявок – до 20 марта 2024 г.**

6. Планируемый срок завершения научной работы должен быть не позднее 1 декабря года, следующего за годом проведения Конкурса.

7. Для участия в Конкурсе необходимо направить в Центр научно-технической информации и библиотек заявку в соответствии с требованиями Положения о Конкурсе.

8. Заявки, поступившие с нарушением установленного срока подачи, неправильно оформленные, содержащие неполную или недостоверную информацию, а также не соответствующие условиям Конкурса, к участию в Конкурсе не допускаются.

9. Заявки не должны содержать сведений, составляющих государственную и иную охраняемую законом тайну, а также в отношении которых у соискателя есть обязательства по их неразглашению.

10. Не допускается подача заявки на Конкурс по темам, выдвинутым на соискание других грантов в период проведения Конкурса или ранее получивших финансирование, в том числе за счет средств ОАО «РЖД».

11. Не допускается подача заявки на Конкурс по теме, название и содержание которой совпадает с

названием и содержанием какой-либо темы, выполняемой или запланированной к выполнению по иным внутренним или внешним источникам финансирования организацией, в трудовых отношениях с которой находятся соискатели настоящего гранта.

12. Соискатель представляет на Конкурс подписанную заявку, в которой указывает, что:

он согласен на обработку персональных данных;

он согласен с условиями участия в Конкурсе;

он согласен, что материалы, представленные им в заявке, могут быть доступны третьим лицам;

заявленная тема научной работы ранее не получала финансирования за счет средств ОАО «РЖД» или иных источников;

в публикациях результатов научных исследований он будет ссылаться на финансовую поддержку в виде Гранта ОАО «РЖД».

Ежегодно финансируются не более пяти работ, занявших в конкурсе с 1-го по 5-е место. Размер Гранта составляет не более 2 млн руб. на каждую из победивших работ.

## СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ

### КОМПЛЕКС УСЛУГ НА ПРОТЯЖЕНИИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА



**ЭЛТ ЗА**  
ОБЪЕДИНЕННЫЕ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ ЗАВОДЫ

# В МИРЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

## ИНТЕГРАЦИЯ СИСТЕМ ЭТРАН И ГИС ЭПД

■ Формирование мультимодального транспортного пространства – ключевая мировая тенденция в области цифровизации логистического комплекса. О том, как реализуется в России проект по электронному оформлению мультимодальных перевозок в Государственной информационной системе электронных перевозочных документов (ГИС ЭПД) рассказал на форуме «Транспорт России» заместитель генерального директора ОАО «РЖД» Е.И. Чаркин.

Он отметил, что реализация единых платформенных решений и интеграция с ними участников транспортного рынка для эффективного обмена данными – важное направление развития информационных транспортных систем. В ОАО «РЖД» ему уделяется особое внимание. Решением, которое обеспечивает полный технологический цикл оформления перевозочных документов, является автоматизированная система централизованной подготовки и оформления перевозочных документов ЭТРАН нового поколения (АС ЭТРАН НП) ОАО «РЖД».

Интеграция систем ЭТРАН и ГИС ЭПД позволит оформлять мультимодальную перевозку железнодорожным и автомобильным транспортом в электронном виде.

Еще одним важным элементом в выстраивании мультимодальных грузоперевозок является взаимодействие с операторами морских терминалов. Компания «РЖД» активно работает над повышением эффективности взаимодействия с операторами морских терминалов. По словам Е.И. Чаркина, введена в эксплуатацию технология взаимодействия АС ЭТРАН с системой, обеспечивающей взаимодействие ОАО «РЖД» с владельцами железнодорожных путей необщего пользования (АСКМ ПНП), а также с автоматизированной системой управления оператора морского терминала по автоматизации ведения сменно-суточного планирования. Это обеспечило эффективное взаимодействие клиентов ОАО «РЖД» с операторами морских терминалов при перевалке груза в морском порту.

<https://rzddigital.ru/>

## ПРОЕКТ «РЖД МАРКЕТ»

■ Проект «РЖД Маркет» стал победителем национальной премии за достижения в области транспорта и транспортной инфраструктуры «Формула движения». Он признан лучшим решением в области цифровизации транспорта.

Церемония награждения состоялась в рамках форума «Транспорт России».

Жюри премии отметило вклад проекта в повышение качества и скорости транспортировки, удобство интерфейса, минимальное количество кликов от заказа до завершения оказания услуги, а также территориальный и демографический уровень охвата пользователей.

«РЖД Маркет» – автоматизированная информационная система электронной торговли, позволяющая предлагать, продавать и покупать товары с доставкой до конечного потребителя. Функционал

торговой площадки дает возможность провести все операции онлайн: от поиска и публикации предложений до заключения договора и отслеживания хода выполнения заказа, а также сравнить предложения различных поставщиков и получить эффективное транспортное решение от холдинга. Маркетплейс начал работу в октябре 2021 г. За это время привлечено более 2 тыс. пользователей, перевезено более 300 тыс. т грузов.

Премия «Формула движения» учреждена Общественным советом Министерства транспорта РФ в 2014 г. Она призвана содействовать развитию транспортной инфраструктуры, повышению уровня транспортных услуг, а также стимулированию государственных и коммерческих структур к решению значимых проблем транспортной сферы.

<https://rzddigital.ru/>

## ПУТЕШЕСТВЕННИКИ ВЫБИРАЮТ ТРЕВЕЛ-ПЛАТФОРМЫ

■ Собираясь на отдых или в командировку, туристы все чаще обращаются к онлайн-сервисам. В 2023 г. до 80% билетов на поезда пользователи покупали через цифровые каналы. Эксперты рынка, собравшиеся на конференции «Технологии и тренды развития агентского бизнеса в транспортной отрасли. Итоги года и перспективы», определили основные тренды развития отрасли в среднесрочной перспективе. Конференция была организована компанией «РЖД – Цифровые пассажирские решения» (входит в холдинг «РЖД-Технологии»).

Ее участниками стали специалисты компаний TravelTech-индустрии. Это уже третье мероприятие из цикла «Развитие цифровых проектов транспортной и туристической индустрии», которое проводит РЖД для турбизнеса. Дискуссионная площадка объединила руководителей и специалистов транспортных, туристических и технологических компаний, которые обсудили актуальные идеи и кейсы для разработки новых для рынка цифровых продуктов.

Участники дискуссии отметили увеличение спроса на мультимодальные перевозки, которые позволяют жителям отдаленных регионов быть более мобильными. Реализуется эта услуга через платформу «Инновационная мобильность» от «РЖД – Цифровые пассажирские решения».

Цифровые продукты набирают популярность у пассажиров, поэтому «РЖД – Цифровые пассажирские решения» ведет системную работу в этом направлении – от развития сайтов и мобильных приложений до внедрения новых технологичных решений. Компания запустила разные опции для пригородных направлений, в том числе возможность активации билетов с помощью NFC на поезда АО «Центральная пригородная пассажирская компания» и АО «Московско-Тверская пригородная пассажирская компания». Тревел-платформа РЖД поможет подобрать отель, экскурсию, санаторий с лечением и другие развлечения в одном месте.

<https://rzddigital.ru/>

## ПОБЫВАТЬ НА ВИРТУАЛЬНЫХ ЭКСКУРСИЯХ МОГУТ ВСЕ ЖЕЛАЮЩИЕ

■ Для тех, кто не смог посетить выставку-форум «Россия» на ВДНХ, теперь доступны виртуальные экскурсии. Об этом сообщает Telegram-канал «Телеграмма РЖД». Одна из экспозиций ОАО «РЖД», которую можно осмотреть онлайн, – двухэтажный вагон, представленный в мельчайших деталях. Первый двухэтажный поезд компания «РЖД» запустила в 2013 г. Он отправился по маршруту Москва – Адлер. Сейчас такие поезда курсируют на многих популярных направлениях.

На стенде РФСО «Локомотив» посетители узнают, в каком виде спорта можно попробовать себя на выставке.

Экскурсию по павильону Е, где расположен стенд ОАО «РЖД», проведут герои мультфильма «Фиксики». Также на стенде компании можно познакомиться с Витебским вокзалом, проверить свои навыки на тренажере машиниста электропоезда «Ласточка» и побывать на мультимедийной презентации о квантовых коммуникациях.

<https://rzddigital.ru/>

## ВЫРУЧКА КРУПНЕЙШИХ ИТ-КОМПАНИЙ ВЫРАСТЕТ В 2,5 РАЗА

■ Благодаря реализации нацпроекта «Экономика данных» ВВП России вырастет на 11,2 трлн руб. за счет технологий искусственного интеллекта (ИИ). Об этом вице-премьер РФ Д.Н. Чернышенко заявил на сессии отраслевого «Дня цифровизации» на выставке-форуме «Россия». По его словам, ожидается, что выручка 100 крупнейших ИТ-компаний страны увеличится в 2,5 раза – до 5,3 трлн руб.

«По поручению президента мы делаем шаг от «Цифровой экономики» к «Экономике данных» – новому сквозному национальному проекту. Гражданам будет доступно в 3,5 раза больше госуслуг в режиме онлайн. До 2030 г. будет поддержано не менее 1 тыс. ИТ-стартапов, создано порядка 2 тыс. решений и продуктов, а также подготовлено более 850 тыс. специалистов в сфере ИТ», – сказал Д.Н. Чернышенко.

Центральный элемент экономики данных – технологии ИИ. Национальная стратегия развития искусственного интеллекта была обновлена в прошлом году. Новым этапом станет переход к активному внедрению в экономику, производство проектов с использованием технологий ИИ. Важным фактором станет оперативное реагирование государства на проблемы граждан и запросы от бизнеса. Для этого по указу президента идет разработка единой цифровой платформы «ГосТех», на которой в ближайшие два года будет реализовано более 100 проектов, в том числе готовых сервисов и типовых решений для регионов.

Национальный проект «Экономика данных», рассчитанный до 2030 г., предполагает развитие систем связи, создание суворенной инфраструктуры для хранения и сбора данных, работу над технологиями квантовой коммуникации и шифрования. Технологическими партнерами и заказчиками нацпроекта «Экономика данных» являются крупнейшие российские компании, в том числе Российские железные дороги.

<https://rzddigital.ru/>

## ОНЛАЙН-КУРСЫ ДЛЯ СОТРУДНИКОВ РЖД

■ В системе дистанционного обучения РЖД (СДО) содержатся более 1,2 тыс. курсов по различным темам. В 2023 г. сотрудники компании прошли более 2 млн онлайн-курсов, одним из самых популярных стал курс «Основы деловой этики». Оперативно получить все эти данные теперь возможно благодаря новому сервису формирования отчетности СДО, рассказали в Департаменте управления персоналом (ЦКАДР).

Ранее данные отчетов выгружались лишь для части показателей и затем объединялись вручную. Сейчас формирование отчетов происходит автоматически в едином формате. Сервис обеспечивает высокую скорость их создания с учетом возможностей гибкой фильтрации в Инфо-системе управления персоналом. Отчеты содержат 18 показателей работы СДО. Доступ к ним имеют региональные менеджеры обучения, пояснили специалисты департамента.

На основании данных о том, как работники проходят обучение в СДО, новый сервис позволяет сотрудникам, отвечающим за развитие персонала, определять, какие курсы наиболее востребованы, как они распределены по целевым аудиториям (по профессиям, возрасту, предприятиям) и как их оценивают слушатели. Данная статистика используется при формировании тем для разработки новых обучающих курсов. Они создаются с помощью «Конструктора дистанционных курсов» силами внутренней команды разработки. Любой работник компании может стать разработчиком дистанционного курса в рамках проекта «Делимся опытом», для чего нужно подать заявку на участие в разделе «События» на Сервисном портале работника ОАО «РЖД».

Информация в разрезе подразделений и полигонов дорог позволяет тиражировать опыт лучших из них. Данные аналитической системы позволяют ежеквартально определять победителей конкурса на самого активного участника дистанционного обучения.

Дальнейшее развитие системы аналитики предполагает создание на цифровой платформе «Рабочее место руководителя» (РМР) панели с визуализацией показателей. Благодаря такому инструменту руководитель сможет на основании аналитических данных планировать мероприятия для развития своей команды. Инструмент для направления на дистанционные курсы доступен руководителям уже сегодня.

СДО РЖД позволяет организовать дистанционное обучение всех сотрудников компании. Любому работнику предоставлена возможность составления индивидуального плана развития, самостоятельного прохождения обучения в СДО, участия в открытых мастер-классах преподавателей Корпоративного университета РЖД.

Получить доступ к аналитической отчетности можно, подав заявку в АС ОЗ на роль «ЕК АСУТР\ Инфо-система управления персоналом (ИСУП)\Отчетность по СДО».

Развивать свою команду можно, подав заявку в АС ОЗ на роль «СДО. Модуль обучения. Региональный менеджер».

<https://rzddigital.ru/>

## БЕЛЬГИЯ

■ Компания Alstom получила первый заказ от бельгийского оператора железнодорожной сети Infrabel на поставку 50 балис с возможностью увеличения этого количества до 100 и их 20-летнее техническое обслуживание. Производство будет осуществляться на площадках в Виллербане (Франция) и Шарлеруа (Бельгия).

Усовершенствованная версия балис основана на технологии Alstom Onvia Balise. Она позволяет в упрощенном порядке передавать отдельные группы сигналов ERTMS в зависимости от уровня системы на подвижном составе и ситуации на путях.

Например, при контакте с поездом, оборудованном устройством ограниченного контроля ETCS уровня 1, балиса автономно выбирает нужное сообщение из 16 возможных и передает его поезду по каналу связи SIL4. Кроме того, балисы Alstom оснащены автоматической системой оповещения для защиты работников пути, которая самостоятельно передает поезду сообщения «Стоп» или «Вперед» в зависимости от присутствия рабочих на путях.

Балисы необходимы для передачи данных, позиционирования поездов и соблюдения требований Европейской системы управления железнодорожным движением (ERTMS).

Источник: [www.techzd.ru](http://www.techzd.ru)

## ДАНИЯ

■ Компания Alstom и Государственные железные дороги Дании (DSB) показали полноразмерный макет нового поезда IC5 Coradia Stream, изготовленный в рамках контракта на поставку 100 таких поездов и их техническое обслуживание в течение 15 лет. В салоне макета поезда размещены кресла, столики и другие элементы интерьера для оценки их функциональности потребителями услуг, персоналом DSB и другими заинтересованными лицами.



Все реализованные решения направлены на создание комфортных условий для отдыха или работы во время поездки. Это относится к столикам увеличенной площади, креслам с наклоняемыми спинками и подлокотниками, индивидуальным лампам для чтения, электрическим и USB-розеткам. В салонах IC5 предусмотрено больше информационных дисплеев по сравнению с эксплуатируемыми поездами.

В интерьере использованы традиционные для страны экологичные материалы, в частности отличающаяся износостойкостью обивочная ткань с высокой долей шерсти. При этом до 96 % использованных материалов пригодны для вторичной переработки. Вагоны отличаются низким полом во входной зоне, местами для велосипедов и колясок, а также увеличенной площадью для размещения багажа.

Поезда с 300 местами для сидения будут заменять подвижной состав, эксплуатируемый в высокоскоростных, междугородных и региональных сообщениях.

Источник: [www.alstom.com](http://www.alstom.com)

## КИТАЙ

■ В ноябре в Китае открылись две новые железнодорожные линии, которые стали частью проекта «Небесная дорога». Первая соединяет столицу самой юго-западной провинции Юньнань с Тибетом, вторая – административные центры провинций Сычуань и Цинхай.



Первый маршрут проходит от города Куньмин (провинция Юньнань) до Лхасы в Тибетском автономном районе КНР. Длина построенной однопутной колеи – 139 км. Скорость поезда на ней может достигать 140 км/ч, что позволяет добраться из одного города в другой за 1 ч 18 мин.

При строительстве возведено 20 тоннелей, 34 моста и виадука общей протяженностью более 100 км. Маршрут повысит связь территории проживания этнических меньшинств. Строительство ветки началось еще в декабре 2014 г.

Второй маршрут открылся на северо-западе Сычуани между Чэнду и городским округом Синин провинции Цинхай. Строительство магистрали стартовало в 2011 г. Длина – 206 км. Поезда могут достигать скорости 200 км/ч и преодолевать весь путь за 1 ч 26 мин.

Всего маршрут включает 10 станций, которые расположены на горном перевале на высоте более 2,5 тыс. м над уровнем моря. Ожидается, что линия поможет развитию туризма и смежных отраслей, поскольку она пересекает район с достопримечательностями.

Магистраль Куньмин – Лхаса входит в китайский проект «Пять железнодорожных дорог в Тибет» вместе с уже

действующей Цинхай-Тибетской, а также с еще строящимися Синьцзян-Тибетской, Сычуань-Тибетской и Ганьсу-Тибетской железными дорогами.

Источник: [www.gudok.ru](http://www.gudok.ru)

## США

■ Компания Intramotev получила грант от штата Мичиган для запуска в эксплуатацию грузовых вагонов TugVolt с тяговым электроприводом, получающим питание от аккумуляторных батарей. Предполагается, что для управления ими могут использоваться мобильные устройства. За основу берутся обычные грузовые вагоны, которые дооснащаются соответствующим оборудованием.



Планируется, что в конце 2023 г. первые три вагона поступят на одно из горнодобывающих предприятий штата Мичиган.

Intramotev разрабатывает программно-технические решения для дистанционно управляемых грузовых вагонов с автономным приводом. Кроме TugVolt, компанией создано решение ReVolt для накопления энергии торможения вагоном, находящимся в составе поезда. Ожидается, что разработки компании найдут применение на подъездных путях и изолированных линиях для технологических перевозок между шахтами и местами переработки, цехами предприятий, в портах, для решения проблем первой и последней мили. В перспективе предполагается возможность работы такого подвижного состава и на магистральных линиях.

Источник: [www.intramotev.com](http://www.intramotev.com)

## ИТАЛИЯ

■ Итальянский оператор железнодорожной инфраструктуры Rete Ferroviaria Italiana подписал контракт с консорциумом Irivac Due на проектирование и строительство второго участка высокоскоростной магистрали (BCM) Падуя – Верона. Новый высокоскоростной маршрут станет частью коридора Трансевропейской транспортной сети.

Irivac Due построит новую ветку железнодорожной сети протяженностью 6,2 км. Она пройдет от муниципалитета Альтавилла-Вичентина (область Венеция) до станции Виченца. Кроме того, будет обновлен участок уже существующей линии длиной 4,8 км, что позволит увеличить скорость движения пассажирских высокоскоростных и региональных поездов на маршруте Милан – Венеция. Изменение пассажирского движения позволит увеличить грузовые перевозки.

В ходе реализации проекта будут проведены работы по озеленению и перепланировке станции Виченца, а также построена остановка Виченца Фиера.

На магистрали будет развернута европейская система управления движением поездов ETCS второго уровня.

Источник: [www.gudok.ru](http://www.gudok.ru)

## ИНДИЯ

■ Индийская компания Rail Coach Factory (RCF) разработала и приступила к строительству первого в стране пассажирского вагона с отсеком для перевозки грузов.

Создание первого в стране пассажирско-грузового вагона взяла на себя компания RCF. Вагон двухэтажный, на первом будет размещено отделение для перевозки товаров весом до 6 т, на втором – 46 сидячих мест. Пассажирская зона будет оснащена кондиционером и прочими удобствами.

Прототип модели совмещенного вагона был представлен в августе.

В перспективе IR планируют вывести на национальную железнодорожную сеть два 20-вагонных поезда, сформированных из нового подвижного состава. Разработка вагона началась еще несколько лет назад, однако была отложена из-за пандемии.

Такая совмещенная технология распространена при перевозке грузов по воздуху. Нижний уровень самолета под пассажирским салоном используется не только для багажа, но и для транспортировки других грузов.

Источник: [www.gudok.ru](http://www.gudok.ru)

## ЮЖНАЯ КОРЕЯ

■ В Сеуле началась опытная эксплуатация вагона метро без сидений. Первый такой вагон поступил в эксплуатацию на самой загруженной 4-й линии метро столицы Южной Кореи.

В рамках переоборудования из салона было убрано 40 сидячих мест (осталось только 2), что повысило номинальную пассажировместимость вагона со 160 до 200 человек. Также были установлены дополнительные поручни и ручки.



В ходе годового пилотного проекта планируется заменить таким образом каждый четвертый или седьмой вагон поездов, выпущенных за последние 30 лет. Ожидается, что это позволит снизить уровень перегруженности поездов со 193 % до 153 %. По итогам планируется рассмотреть расширение эксплуатации таких вагонов на других линиях.

В то же время очевидцы отмечают, что уже были случаи, когда пассажиры, войдя в такой вагон, на следующей же остановке выходили, чтобы перейти в оборудованный сидениями.

Источник: [www.iz.ru](http://www.iz.ru)

## ЯПОНИЯ

■ JR Central разработала бортовую систему диагностики контактной сети для высокоскоростных поездов.

Как отмечает японский перевозчик, ее будут устанавливать на крышу поездов, курсирующих по линии Токайдо-синкансэн с эксплуатационной скоростью 285 км/ч. Ожидается, что полномасштабное внедрение технологии произойдет после того, как в 2027 г. на сети начнет работать радиосвязь миллиметрового диапазона. Посредством нее в центры техобслуживания должны будут передаваться данные о состоянии контактных проводов и опор. Ранее их состояние проверялось путем визуального осмотра в дневное время и с помощью диагностических поездов ночью.

Разработанная JR Central система состоит из двух модулей, включающих камеры линейного сканирования, лазерные сканеры и лампу ближнего инфракрасного света. Данные с устройств будут обрабатываться с помощью искусственного интеллекта на наличие дефектов. Предполагается, что камера может делать снимки высокого качества в любое время суток.

Источник: [www.rollingstockworld.ru](http://www.rollingstockworld.ru)

## ABSTRACTS

### Aerodynamic effect of high-speed trains on the floor equipment of railway automation and telemechanics devices

**STANISLAV A. TATIEVSKIY**, Design Bureau for Infrastructure – branch of JSC «Russian Railways», Department of Automation and Telemechanics, technologist, Moscow, Russia, [tatievskiy@center.rzd](mailto:tatievskiy@center.rzd)

**PYOTR V. PENZEV**, Chief Engineer of Armavir Electromechanical Plant – branch of JSC «ELTEZA», Armavir, Russia, [penzев@yandex.ru](mailto:penzев@yandex.ru)

**DENIS E. MINAKOV**, Associate Professor of the Russian Open Academy of Transport of the Russian University of Transport (MIIT), Candidate of Technical Sciences, Moscow, Russia, [deminakov@serv.ru](mailto:deminakov@serv.ru)

**EVGENIY U. MINAKOV**, Leading Researcher, Chief Project Engineer of the Russian University of Transport Candidate of Technical Sciences, Voronezh, Russia, [eu.minakov@rambler.ru](mailto:eu.minakov@rambler.ru)

**Keywords:** VSZHM-1, aerodynamic impact, wind load, electric switch drive, traffic light, speed and high-speed train movement, calculation of transverse forces

**Abstract.** The speed of trains increases significantly, and the travel time for passengers decreases, which significantly improves passenger transport services. According to the Russian railway transport development strategy, by 2030 the total length of lines with speeds of more than 160 km/h will be almost 11 thousand km. Eight main directions of modernization and construction of new railway lines with speeds up to 200 km/h are envisaged. Within the framework of the federal project «Development of high-speed railways», it is planned to implement measures for the construction of the VSZHM-1 St. Petersburg – Moscow with speeds up to 400 km/h.

### Prospects for the development and application of methods and technologies of train positioning based on fiber-optic measurements

**SERGEI S. KUKUSHKIN**, Research and Design Institute of Informatization, Automation and Communication in Railway Transport, Center for Robotization of Technological Processes, Chief Researcher of the Research Department, Doctor of Technical Sciences, Professor, Honored Inventor of the RSFSR, Moscow, Russia, [adaptermetod@mail.ru](mailto:adaptermetod@mail.ru)

**VLADIMIR V. KUDYUKIN**, JSC NIIAS, Deputy Director General, Moscow, Russia, [v.kudukin@vniias.ru](mailto:v.kudukin@vniias.ru)

**ZELIMKHAN B. KHAKIEV**, Research and Design Institute of Informatization, Automation and Communication in Railway Transport, Center for Robotization of Technological Processes, Deputy Head, Cand. tech. sciences, Moscow, Russia, [z.khakiev@vniias.ru](mailto:z.khakiev@vniias.ru)

**ALEXEY N. BELOV**, Research and Design Institute of Informatization, Automation and Communication in Railway Transport, Center for Robotization of Technological Processes, Leading Researcher of the Department of Technological Support and Robotics, Cand. tech. sciences, Moscow, Russia, [a.belov@vniias.ru](mailto:a.belov@vniias.ru)

**Keywords:** train positioning, interval safety system, reflectometry, wave theory of seismo-acoustic effects, noise immunity, accuracy and reliability of the estimates obtained

**Abstract.** The article discusses modern technologies for positioning trains, which allow determining their location, integrity, speed and direction of movement. On the basis of the analysis carried out, the shortcomings of existing methods are shown and the need to use new reserves for solving urgent problems of ensuring the safety of railway traffic is substantiated. An addition to the existing methods and technologies for positioning trains based on fiber-optic measurements using a fiber-optic cable laid along the railway track, used as a distributed sensing element, is proposed. The conducted research relates to optical signals generated by a reflectometer, and to the developed methods and technologies for increasing the noise immunity of the results of fiber-optic measurements. New possibilities are shown for improving distributed fiber-optic measurements and ensuring that the requirements that are currently imposed on the safety of railway traffic are met.

АВТОМАТИКА  
СВЯЗЬ  
ИНФОРМАТИКА



Главный редактор:  
Филюшкина Т.А.

Редакционная коллегия:  
Аношкин В.В.,  
Безродный Б.Ф., д-р техн. наук,  
Воронин В.А., Вахмянин В.Э.,  
Долгий А.И., канд. техн. наук,  
Кайнов В.М., канд. техн. наук,  
Канаев А.К., д-р техн. наук,  
Кобзев С.А., Конашенкова Н.А.,  
Назимова С.А., Насонов Г.Ф.,  
Никитин А.Б., д-р техн. наук,  
Орехов Э.Г., Перотина Г.А.,  
Розенберг Е.Н., д-р техн. наук,  
Розенберг И.Н., д-р техн. наук,  
Семион К.В., Слюняев А.Н.,  
Трясов М.С., канд. техн. наук,  
Храмцов А.М.,  
Хромушкин К.Д., канд. техн. наук,  
Чаркин Е.И.

Редакционный совет:  
Балакирев В.В., Бубнов В.Ю.,  
Гершвальд А.С., д-р техн. наук,  
Гоман Е.А.,  
Горбунов А.Е., канд. техн. наук,  
Горелик А.В., д-р техн. наук,  
Ефанов Д.В., д-р техн. наук,  
Журавлева Л.М., д-р техн. наук,  
Лисин С.Ю., Петренко Ф.В.,  
Петров А.И.,  
Поменков Д.М., канд. техн. наук,  
Солдатенков Е.Г.,  
Сансызбаев М.А.,  
Сиделев П.С.,  
Талалаев В.И., канд. техн. наук,  
Ушакова А.С., Черномазов А.В.,  
Шабельников А.Н., д-р техн. наук,  
Шаманов В.И., д-р техн. наук,  
Шубинский И.Б., д-р техн. наук

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

E-mail: [asi-rzd@mail.ru](mailto:asi-rzd@mail.ru)  
[www.asi-journal-rzd.ru](http://www.asi-journal-rzd.ru)

Телефоны: +7 (499) 262-77-50;  
+7 (499) 262-77-58;  
+7 (499) 262-16-44;  
+7 (985) 774-07-31.

Компьютерная верстка Е.И. Блиндер  
Подписано в печать 31.01.2024  
Формат 60x88 1/8.  
Усл. печ. л. 6,84. Усл. кр.-отт. 8,00  
Уч.-изд. л. 10,1

Зак. 24012  
Тираж 705 экз.

Отпечатано в типографии ЗАО «Алгоритм+»  
420044, г. Казань, пр. Ямашева, д. 36

# ДЕНЬ ПАССАЖИРСКОЙ ЛОГИСТИКИ

■ В рамках Международной выставки-форума «Россия» на ВДНХ прошел День пассажирской логистики. Представители Министерства транспорта РФ и отраслевых вузов, а также участники рынка затронули актуальные вопросы пассажирских перевозок.

Ключевым заседанием стала пленарная дискуссия «Транспортная система будущего в интересах пассажира». Участники выразили мнения, какой будет транспортная система будущего и как должен поменяться клиентский опыт в области пассажирских перевозок в перспективе. Кроме того, они обсудили, какие успешные решения российских компаний для пассажиров железнодорожного, авиационного и автотранспорта уже доступны пользователям транспортных услуг и что планируется к внедрению в ближайшие годы.

Министр транспорта РФ В.Г. Савельев отметил, что в прошлом году пассажиропоток на сети ОАО «РЖД» увеличился на 5,4 %, достигнув почти 1,2 млрд человек.

Он рассказал о новых подходах в пассажирской логистике и трансформации транспортной отрасли. Важнейшим инструментом для развития сервисов стала цифровизация. Кроме того, транспортная отрасль переходит на отечественные разработки.

Ввод в эксплуатацию системы ФГИС «Такси» позволил сделать рынок таксомоторных услуг конкурентным и безопасным для пассажиров.

Внедрение отечественных систем бронирования авиабилетов и регистрации пассажиров обеспечило технологический суверенитет отрасли. Иностранные цифровые решения успешно заменяются на отечественные, создаются новые платформы. Например, для реализации механизма бесшовной пассажирской логистики (покупки одного электронного билета на несколько видов транспорта) создается цифровая платформа «Российский транспорт». Оформление льготных и субсидируемых поездок и перелетов станет возможным в электронном виде.

Генеральный директор – председатель правления ОАО «РЖД» О.В. Белозёров анонсировал запуск полностью беспилотного поезда «Финист» в 2026 г.

До этого в 2024 г. будет запущен в рейс на МЦК беспилотный поезд с третьим уровнем автоматизации. Машинист будет находиться в кабине, выполняя минимум задач.

Основное направление эволюции поездов – увеличение скорости движения. В настоящее время ведется разработка первого российского электропоезда со скоростью



движения до 400 км/ч. Уровнем он станет выше, чем существующие высокоскоростные поезда. Поезд будет состоять из восьми вагонов и иметь четыре класса обслуживания. Реализация первого этапа ВСМ планируется до 2030 г.

Для высокоскоростного сообщения необходима соответствующая беспроводная инфраструктура связи (на базе технологии Radio-Ethernet), которая позволит предоставлять пассажирам в пути доступ в интернет со скоростью 250 Мбит/с. Сначала она будет протестирована на электропоездах «Сапсан».

Глава компании рассказал про запуск в этом году нового справедливого клиентского сервиса «Лист ожидания». Он даст возможность пассажирам приобрести билет после получения уведомления о появлении в продаже свободных мест, если при первом запросе они отсутствовали. Также разрабатывается опция посадки в поезд без предъявления документов через QR-код в приложении «Госуслуги» и валидацию по биометрическим персональным данным. Для этого готовится полноценная нормативная база.

Для участников сессии был проведен опрос «Какие инновации на транспорте являются для вас наиболее важными как для пассажира?». Большинство проголосовало за увеличение скорости перемещения (44 %).

Второй наиболее привлекательной инновацией стала растущая цифровизация сервисов и самих транспортных средств (30 %). Варианты «Бесшовная система оплаты проезда и построения маршрутов» и «Переход на экологичные виды транспорта» набрали 19 и 7 % соответственно.

В рамках мероприятия впервые были вручены медали «50 лет Байкало-Амурской магистрали».

От имени главы государства министр транспорта РФ В.Г. Савельев вручил медали работникам и ветеранам организаций железнодорожного транспорта, внесшим значительный вклад в строительство и развитие БАМа.

Среди первых награжденных: генеральный директор – председатель правления ОАО «РЖД» О.В. Белозёров и бывший министр путей сообщения РФ Г.М. Фадеев.

Кроме того, юбилейными наградами отмечены электромеханик Тындинского РЦС Хабаровской дирекции связи Т.В. Кузнецова и старший электромеханик Февральской дистанции СЦБ Дальневосточной ДИ Л.Н. Федотова.

Во время церемонии награждения О.В. Белозёров отметил: «Я благодарен, что жизнь и президент нашей страны дают возможность участвовать в очередном этапе этой стройки. И я заверяю, что нынешние поколения железнодорожников будут достойны героев – предыдущих строителей БАМа».

Новая награда учреждена в 2022 г. На лицевой стороне медали изображен движущийся по полукруглому виадику локомотив с железнодорожным составом на фоне гор и тайги.

НАУМОВА Д.В.



# ЖУРНАЛ «АСИ»

## приглашает к сотрудничеству!

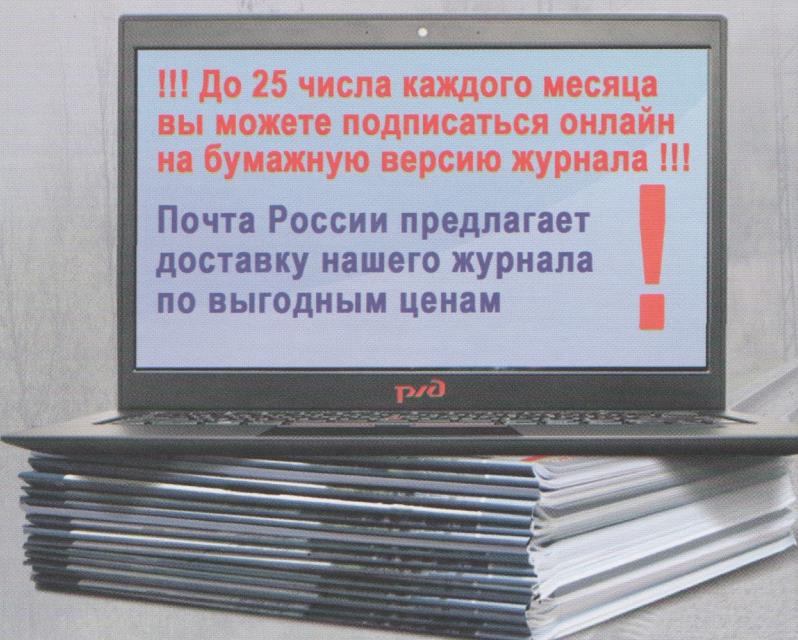
Почта России  
П5063  
П5074

### УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

Журнал «Автоматика, связь, информатика» более 100 лет является единственным источником полезной информации в области железнодорожной автоматики, телемеханики, связи, вычислительной техники, информатизации транспорта.

!!! До 25 числа каждого месяца вы можете подписаться онлайн на бумажную версию журнала !!!

Почта России предлагает доставку нашего журнала по выгодным ценам



Свидетельством его высокого научно-технического уровня является то, что он входит в перечень ведущих периодических изданий, публикация в которых учитывается при защите докторской и кандидатской диссертаций Высшей аттестационной комиссией (ВАК) Министерства образования и науки РФ, а также в базу данных «Russian Science Citation Index» (RSCI), доступ к которой осуществляется через платформу Web of Science.



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

Телефоны:  
+7 (499) 262-77-50  
+7 (499) 262-77-58  
+7 (495) 262-16-44



Для оформления онлайн-подписки достаточно перейти по ссылке <https://podpiska.pochta.ru/press/П5063>, заполнить заявку на получение журнала на домашний адрес, до востребования или через почтовый ящик и оплатить ее

Оформить онлайн-подписку также можно через наш сайт [www.asi-journal-rzd.ru](http://www.asi-journal-rzd.ru) в разделе «Подписка»



Электронную версию отдельных статей журнала можно приобрести на сайте Научной электронной библиотеки [http://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=7655](http://elibrary.ru/title_about.asp?id=7655)



Оформить подписку на электронную версию журнала можно на сайте ООО «Агентство «Книга-Сервис» [http://akc.ru/itm/avtomatika-svy\\_az-informatika/](http://akc.ru/itm/avtomatika-svy_az-informatika/)