



asi-journal-rzd.ru

АВТОМАТИКА СВЯЗЬ ИНФОРМАТИКА

1

2026



Издается
с 1923 года

3 Интеграция инноваций в производственные процессы



9 Координатное интервальное регулирование на направлении Центр-Юг

23 Анализ электрических характеристик кабелей связи

34 Гордимся нашими достижениями

Обращение

Дорогие друзья, коллеги!

В условиях современных вызовов особое значение приобретают разработка и внедрение инноваций, обеспечивающих рост уровня автоматизации технологических процессов на Российских железных дорогах. Это дает возможность выйти на новый этап развития и открывает широкое поле деятельности для наших ученых, инженеров, новаторов.

ОАО «РЖД» наращивает потенциал в сфере цифровых технологий, позволяющих увеличивать производительность и эффективность работы сети. В их числе – автоматизированные системы управления, искусственный интеллект, робототехника, системы мониторинга на основе Интернета вещей и др. Совместно с промышленностью создаются компоненты подвижного состава и инфраструктуры с повышенным ресурсом и низкими эксплуатационными затратами.

Компания вплотную приблизилась к массовому внедрению систем беспилотного управления локомотивами, комплексных бортовых систем диагностики, позволяющих перейти к предиктивному техническому обслуживанию подвижного состава. В 2026 г. нам предстоит завершить реализацию проекта первой полностью цифровой железнодорожной станции Челябинск-Главный, где будут автоматизированы и роботизированы все основные работы.

Отраслевые научно-технические журналы уделяют большое внимание публикации материалов о российских и зарубежных инновационных разработках и опыте применения техники и технологий, снижающих влияние человеческого фактора.

Познавательного чтения!



Валерий Танаев,
заместитель генерального директора –
главный инженер ОАО «РЖД»



Обложка
Перегон Умёт-Камышинский – Петров
Вал Приволжской дороги
(фото Антипова Д.А.)

1 Январь 2026

Ежемесячный научно-теоретический
и производственно-технический журнал

Содержание

3



Слово руководителю

Жизнь на высоких скоростях. *Филюшкина Т.А.* _____ 2

Сетевые совещания

Интеграция инноваций в производственные процессы.
Филюшкина Т.А. _____ 3

Новая техника и технология

Координатное интервальное регулирование
на направлении Центр-Юг. *Розенберг Е.Н., Дежков М.А.,
Новиков В.Г., Бояринова Н.А.* _____ 9

18



Обслуживание подвижного состава методом
дистанционной поверки. *Гришаев С.Ю., Акмалов Р.Р.,
Лохматов А.А., Сидорова Н.Н., Яшин А.В.* _____ 13

Табло обратного отсчета времени до закрытия переезда.
Кириллов А.Н. _____ 16

Визуализация производственных процессов. *Новиков А.В.,
Сячина Е.Г., Кочергин А.С.* _____ 18

32



Телекоммуникации

Организация беспроводных каналов связи
для информационно-управляющих систем. *Михеев Д.А.,
Трофимов А.В., Иванов К.В.* _____ 20

Анализ электрических характеристик кабелей связи.
Попов Б.В., Попов В.Б., Баннов В.В. _____ 23

Подготовка кадров

Обучение на стыке реальности и игры. *Куренков С.А.,
Березина О.В.* _____ 26

Применение аддитивных технологий в учебном
процессе. *Воробей Н.Ю., Егорова Е.Г., Микадо Е.Н.,
Горячев Е.Д., Соколов М.О.* _____ 29

34



Юбилей

Продолжая семейную династию. *Наумова Д.В.* _____ 32

В трудовых коллективах

Гордимся нашими достижениями. *Лапшов А.В.* _____ 34

За рубежом

Новости _____ 38

ЖИЗНЬ НА ВЫСОКИХ СКОРОСТЯХ

Вот и пролетел очередной год. Наверное, каждый из нас заметил, что время почему-то идет быстрее, чем раньше. Размеренная жизнь с обозримым и предсказуемым будущим давно канула в Лету. Хотелось бы понять, это Земля стала вращаться быстрее или ускорился процесс развития и изменения общества? Вот только настал понедельник – а уже пятница, только выпал первый снег – а уже лето.

У бизнеса есть описание современной реальности, которая характеризуется нестабильностью, неопределенностью, сложностью и неоднозначностью или VUCA-мир (Volatility, Uncertainty, Complexity, Ambiguity). Частые и кардинальные изменения заставляют людей быстро адаптироваться к новым обстоятельствам. При этом резко меняющиеся условия игры не позволяют строить оптимальные прогнозы. Проекты по развитию любой из сфер экономики затрагивают большое количество взаимосвязанных элементов, что требует внимательного анализа различных факторов, включая множество переменных.

Деятельность в таких условиях требует от человека многозадачности, быстроты принятия решений, гибкости и многих других качеств. Неудивительно, что в наше время самым ценным ресурсом становится время. Особенно это видно по поведению молодых людей, так называемых зуммеров, которые не желают просиживать отведенные часы в офисе и получать стабильную, не всегда удовлетворяющую их зарплату. Они предпочитают работать больше, но иметь при этом желаемый доход.

Многие компании ориентируются именно на молодежь, обеспечивая ее ресурсами в виде повышенных зарплат, льгот и других преференций. Однако это не всегда оправдано, поскольку большинство молодых людей, получив опыт, ищут новое место работы с более привлекательными условиями. Кстати сказать, что работодатели часто проявляют повышенный интерес к работникам, сменившим несколько компаний, полагая, что те запаслись богатым опытом. Быть верным профессии и своему делу уже, к сожалению, становится немодным.

На рынке труда среди мировых трендов превалирует дефицит квалифицированных кадров. Откуда взялся этот дефицит на фоне постоянной оптимизации и сокращения персонала? Возможно дело в быстром развитии новых технологий, применение которых требует не фундаментальных и профессиональных знаний, а скорее умения быстро осваивать новые инструменты, интерфейсы, адаптироваться к изменениям. С такими задачами, безусловно, молодежь справляется лучше, чем работники от 45 лет и старше.

Во многом это связано с иным подходом к получению образования. Ведь раньше после школьного обучения человек выбирал учебное заведение, по окончании которого получал профессию «на всю жизнь». Сейчас в



условиях непрерывных перемен молодые специалисты стремятся изучать что-то новое как в рамках своей профессии, так и вне ее. Например, освоить и интегрировать в свою работу возможности искусственного интеллекта, машинного обучения, интернета вещей и др. Такой подход может дать положительный эффект, повысить привлекательность и эффективность деятельности.

Однако в фундаментальных отраслях экономики, включая транспорт, молодым специалистам сложнее применить свои новые знания и ощутить реальные перемены. Поэтому многие из них без сожаления оставляют такую работу и ищут компании, где их навыки могут быть востребованы, или создают собственный бизнес-проект.

В железнодорожной сфере много программ для привлечения и удержания молодежи. Это всевозможные гранты, конкурсы, льготы и др. Однако в погоне за омоложением коллектива компании нельзя забывать и отодвигать на второй план преданных много лет железной дороге людей. В ОАО «РЖД» больше половины работников старше 45 лет. Их опыт и знания бесценны для компании. Они круглосуточно обеспечивают бесперебойное и безопасное движение поездов. Им сложнее вписаться в новые реалии быстро изменяющегося мира, но их профессионализм и ответственность за свое дело служат гарантом устойчивости железнодорожного сообщения в стране. Взаимовыгодное сотрудничество опыта и инноваций работников старшего поколения и молодежи, которые могут во многом помочь друг другу, несомненно даст синергетический эффект по повышению производительности труда в компании.

В новом году пусть каждый сможет воплотить свои мечты, освоить и применить новые знания и умения, будет здоров и счастлив!

ФИЛЮШКИНА Т.А.

ИНТЕГРАЦИЯ ИННОВАЦИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ

В мире быстро развивающихся отраслей промышленности современные технологии, такие как информационное моделирование (BIM), цифровые двойники, виртуальная и дополненная реальность, аналитика больших данных, становятся нормой при реализации практически всех отраслевых проектов. Для обсуждения современных тенденций развития, подведения итогов деятельности хозяйства автоматики и телемеханики, а также определения основных задач и направлений развития на ближайшую перспективу в декабре завершившегося года в Москве (на территории АО «ЭЛТЕЗА») собрались руководители Управления ЦДИ ОАО «РЖД», служб автоматики и телемеханики, представители разработчиков и производителей устройств и систем ЖАТ.

■ Технологические новшества, цифровая революция, развитие искусственного интеллекта и другие факторы приводят к тому, что современные специалисты должны не только обладать новыми знаниями и навыками, но и могли воплощать инновационные идеи в реальность. Очень важно быть в курсе последних тенденций и инструментов, чтобы опережать события и лучше подготовиться к решению новых задач.

Интеграция современных технологий в производство и в процессы принятия решений, устойчивое комплексное планирование и вовлечение всех заинтересованных сторон – подход, который способствует не только повышению безопасности производственного процесса, но и улучшению качества и надежности продукции.

С отчетным докладом выступил начальник Управления автоматики и телемеханики ЦДИ **Э.Г. Орехов**. Характеризуя состояние хозяйства, он отметил, что в сравнении с предыдущим годом техническая оснащенность выросла почти на 354 техн. ед. и составила 34,5 тыс. техн. ед. Это – более 5 тыс. станций, из которых 755 оборудованы МПЦ и РПЦ, 60,7 тыс. км автоблокировки и 2,7 тыс. км АЛСО, 165 сортировочных горок. В структуру хозяйства входят 179 дистанций СЦБ, из которых 122 – эксплуатационные, 33 – ремонтные, 24 – без разделения на ремонт и эксплуатацию, кроме того, участки СЦБ в

27 дистанциях инфраструктуры, а также 15 центров диагностики и мониторинга.

Хозяйство автоматики и телемеханики характеризуется высоким уровнем износа своих основных фондов. В настоящее время более 65 % устройств электрической централизации и 48 % устройств автоматической блокировки находятся в эксплуатации с превышением назначенного срока службы. При этом мероприятия по нормативному установлению сроков службы систем ЖАТ обеспечили избирательный подход в зависимости от класса железнодорожной линии. Более высокий срок службы устройств для малодеятельных линий позволяет концентрировать ресурсы для содержания и обновления устройств на линиях 1 и 2 классов. Работы по обновлению устройств ЖАТ в рамках инвестиционных проектов ОАО «РЖД», в том числе в проектах комплексной модернизации железнодорожной инфраструктуры, позволяют прогнозировать снижение доли устройств ЭЦ и АБ за пределами назначенного срока службы на 2 и 3 % соответственно.

Так, проведенная модернизация инфраструктуры в Центральном транспортном узле и на участке Транссибирской магистрали в границах Восточного полигона приведет к снижению общего износа устройств ЖАТ на линиях 1 класса более чем на 5 %, а модернизация устройств на участках Байкало-



Во время совещания

Амурской магистрали улучшит состояние устройств ЖАТ на линиях 3 класса более чем на 4 %.

На сортировочных горках ОАО «РЖД» эксплуатируется 3672 вагонных замедлителя, 23 % которых выработали расчетный срок службы. В целях снижения количества устаревших устройств запланирована поставка 40 вагонных замедлителей. В первую очередь подлежат замене замедлители старого типа РНЗ-2.

Докладчик отметил, что все ключевые показатели эффективности деятельности (безопасности, надежности, объемные и финансовые), определенные руководством компании, комплекс автоматики и телемеханики выполняет полностью.

Основная задача деятельности хозяйства – обеспечение безопасности движения поездов. Однако в прошлом году произошли два неблагоприятных события, допущенные в границах Западно-Сибирской дирекции инфраструктуры. Результаты расследования обстоятельства и причин выявили системные недостатки в организации работ по техническому обслуживанию объектов инфраструктуры, проведении комиссионных месячных осмотров железнодорожных станций, а также учете параметров технического состояния и результатов проверок в соответствующих журналах регистрации на стыке взаимодействия работников дистанции СЦБ и дистанции пути.

По вопросу отказов технических средств всех категорий, технологических нарушений и потери поездо-часов докладчик отметил, что их количество снижено, однако в системе КАСАНТ за комплексом автоматики и телемеханики отнесено более 9 тыс. отказов, из них почти 1,3 тыс. допущены по причине отказа гарантийной продукции. При этом количество отказов аппаратуры ЖАТ по вине заводов-изготовителей снижено на 21 %, а поездо-потери от отказов технических средств, отнесенных по вине гарантийной продукции, снижены на 19 %.

По отказам технических средств, а также случаям, выявленным благодаря средствам мониторинга и результатам входного контроля, направлено более 2,3 тыс. рекламационных актов на неудовлетворительное качество продукции заводов-изготовителей. По итогам взаимодействия 91 % рекламаций удов-

летворены. Вместе с тем, согласно данным системы ЕАСАПР 810 рекламационных актов или 39 % не подтверждены документами о согласительной позиции завода-изготовителя.

В постоянную эксплуатацию принята цифровая производственная платформа управления хозяйством ЦПП-Ш в составе ПАК ЦШ. Основной задачей на первом этапе внедрения системы является приведение в соответствие базы технической оснащённости устройств ЖАТ, поскольку реализация основных автоматизированных функций системы зависит от полноты актуальности данных об объектах и устройствах обслуживания. В перспективе указанная система должна заменить АСУ-Ш-2, КЗ УП РТУ и ЕК АСУИ, что позволит выполнить требования государства по импортозамещению. Предстоит непростая задача увязки ЦПП-Ш со смежными системами (ЦНСИ, КАСАНТ, ЕКАСУТР, ЕКАСУФР и др.). На этапе ввода любой новой системы требуется много усилий как пользователей, так и разработчиков. При необходимости будут организованы технические занятия и дополнительные консультации со стороны разработчиков.

С докладом о состоянии безопасности и эксплуатационной работы в хозяйстве выступил первый заместитель начальника Управления автоматики и телемеханики ЦДИ **Ф.В. Петренко**. Он проанализировал нарушения безопасности движения по вине хозяйства с 2012 г. Из 78 событий 40 % составляют случаи нарушения в содержании устройств СЦБ на сортировочных горках, 15 % – случаи ложной свободности рельсовой цепи, 9 % – нарушения правил производства работ.

Для недопущения случаев, связанных с потерей шунтовой чувствительности, проведена системная работа по блокированию рисков. Внесены изменения в Инструкцию по безопасности движения ЦШ 530-11, уточнены требования пункта 1.10, где прописаны конкретные требования по выключению изолированных участков при выявлении фактов ложной свободности. В Инструкцию о порядке пользования устройствами СЦБ на станциях внесена информация о наличии участков путей, подверженных риску потери шунтовой чувствительности.



Характеристика хозяйства на 1 июля 2025 г. (в сравнении с 1 июля 2024 г.)

Выступающий подчеркнул, что в прошлом году выявлено более тысячи случаев ложной свободности рельсовой цепи. В рамках развития систем мониторинга устройств ЖАТ реализован алгоритм автоматического выявления фактов логической ложной свободности рельсовых цепей, разработан регламент действий персонала при выявлении признаков логической ложной свободности, критерии и карта технологического процесса.

Вместе с тем, в реестре предприятий ЦДИ, находящихся в зоне риска нарушений безопасности движения, предприятия по хозяйству автоматики и телемеханики отсутствуют. При этом 66 линейных предприятий из 173 находятся в зоне нежелательного риска, поэтому необходимо постоянно проводить работу по реализации мер воздействия на риски.

В прошлом году введен термин и утверждена модель «цеховой культуры безопасности». Динамика вовлечения работников в кампанию корпоративной сертификации, принятие декларации самостоятельной оценки, а также развитие сообщества лидеров культуры безопасности позволяют сделать вывод о том, что коллективы дистанций СЦБ готовы к выстраиванию такой модели.

В 2024 г. получил развитие институт лидеров культуры безопасности. Они есть во всех предприятиях и их количество непрерывно растет. В сообщество лидеров ЦДИ входит 380 человек от хозяйства. Это по-настоящему инициативные и деятельные сотрудники, каждый из которых имеет проект или программу развития своего коллектива. В прошлом году количество подразделений, принявших участие в самооценке, выросло на 24 %.

За последнее время для железнодорожных поездов разработаны технические средства, позволяющие значительно повысить безопасность движения, культуру обслуживания, улучшить технологические процессы в управлении и обслуживании поездов. Разработан и введен в эксплуатацию современный щиток управления, внедрен комплекс дистанционного управления поездом с контролем занятости зоны переезда.

Для предупреждения аварийных ситуаций внедрена система контроля зоны переезда с возможностью передачи по радиоканалу на подвижной состав информации о возникновении препятствий. В целях исключения спорных вопросов с водителями автотранспорта и дополнительного информирования водителей о закрытии переезда применяется табло обратного отсчета времени. Обновлено оконечное оборудование переездной сигнализации (переездные светофоры, шлагбаумы). Получили свое развитие и микропроцессорные системы переездной сигнализации, в том числе интегрированные в МПЦ.

Одним из важных направлений повышения безопасности движения на железнодорожных переездах стала разработка и внедрение различных технических решений, например, оборудование железнодорожных поездов без дежурного автоматическими шлагбаумами. Однако до настоящего времени остается нерешенным вопрос остановки подвижного состава перед железнодорожным переездом при включении заградительной сигнализации. Для его

решения требуется разработка новых технических средств извещения, основанных на новых алгоритмах, а, возможно, и принципах работы.

Об итогах инженерной деятельности в хозяйстве рассказал главный инженер Управления автоматики и телемеханики ЦДИ **П.С. Сиделев**. Он отметил, что в прошлом году введены в постоянную эксплуатацию семь объектов. Это: микропроцессорная полуавтоматическая блокировка с автоматическим устройством электропитания на шине постоянного тока УЭП-У-ШПТ АО «ЭЛТЕЗА», модуль генератора устройства контроля рельсовых цепей МГ (АО «Радиоавионика»), УБП РА серии Р в СПУ АБТЦ-ЕМ (АО «Радиоавионика»), переездный шлагбаум ПАШ-2 (ООО «Термотрон-завод»), шкаф центрального постового устройства с функцией ускоренного обмена данными с УСО БК УВК РА и реализацией частоты системного цикла 4 Гц (АО «Радиоавионика»), ПО МПАБ-А с виброакустическим контролем свободности перегона в части контроля занятости/освобождения перегона (новый алгоритм) (АО «НИИАС»).

В опытную эксплуатацию введены 10 объектов, среди которых продукция АО «ЭЛТЕЗА»: автоматизированная система диспетчерского управления движением поездов ДЦ-ЭЛ, дроссель-трансформатор ДТ-1МГ-1-450, электропривод шпального исполнения СПШ-ЭЛ, устройство контроля стрелочного перевода УКЛ-2, объектные контроллеры Ру20 и Рк20 в составе МПЦ-ЭЛ-20, увязка МПЦ-ЭЛ-20 с СССМ 200-1, СССК 160-1. Кроме этого, в опытной эксплуатации находятся: переездной светофор СП (ООО «Термотрон-Завод»), ПО АРМ ДНЦ Linux. ЦП Сетунь (ООО «Сетунь»), схема управления СССМ 200-1 светофоров в составе автоблокировок (АО «НПО РоСАТ»), интерактивный пульт релейной электрической централизации на базе решений РПЦ «ДОН» (АО «НИИАС»).

Для реализации проекта высокоскоростной железнодорожной линии Москва – Санкт-Петербург разрабатывается Российская система управления и обеспечения безопасности движения поездов РСУДП. Проводятся испытания тональной рельсовой цепи увеличенной длины до 750 м с модернизированным путевым генератором и кодируемой сигналами АЛС-ЕН-2Ч (175 или 275 Гц), а также стрелочного электропривода ПВ-ЭЛ (ресурсные испытания).

В настоящее время актуальным стал вопрос организации оперативного восстановления устройств ЖАТ. Для восстановления устройств электрической централизации с реализацией функций, обеспечивающих минимальный объем основных поездных операций, в АО «НИИАС» по поручению Управления разработаны технические требования к модулю временного восстановления устройств ЭЦ. На основании этих требований АО «ЭЛТЕЗА» разработало технические решения для мобильного комплекса устройств для временного восстановления средств управления устройствами ЖАТ. Среди основных характеристик комплекса можно выделить следующие: исполнение на микропроцессорной элементной базе с размещением в двух мобильных модулях с использованием существующей аппаратуры и ПО системы

МПЦ-ЭЛ-20; возможность управления приемом и отправлением поездов по сигналам светофоров с кодированием маршрутов для любого из вариантов путевого развития, включающего два главных и два боковых пути; настройка на необходимый вариант путевого развития без перемонтажа устройств и корректировки ПО при развертывании модуля; совместимость со всеми видами напольного оборудования ЭЦ и стандартная увязка с основными типами автоблокировок. Монтаж модуля может быть выполнен в течение 6 ч после доставки на объект.

В прошлом году во взаимодействии с АО «ЭЛТЕЗА» достигнуто снижение количества отказов устройств КТСМ на 29,5 %. Обеспечено внедрение программы Мониторинг КТСМ на сети дорог, что позволит в автоматизированном режиме диагностировать почти 6 тыс. комплексов КТСМ и отображать диагностическую информацию по 40 параметрам, снизить количество отказов КТСМ, а также обеспечить контроль соблюдения требований безопасности движения, установить контроль за полнотой и качеством технического обслуживания КТСМ, автоматизировать выполнение 31 технологического процесса, снизить трудозатраты за счет автоматизации технологических процессов.

Достигнуто снижение количества отказов технических средств на 38,2 % в горочном комплексе. Для этого в прошлом году реализованы мероприятия Дорожной карты по внесению изменений в ПО КСАУ СП по статической и динамической защите от боковых столкновений, а также Программы по замене стрелочных электроприводов на тип ПСГ-132 и установке усиленных редукторов.

Для развития сортировочных горок проведены типовые испытания унифицированного вагонного замедлителя Т-2020 на спускной части сортировочной горки станции Иваново-Сортировочное Северной дороги и опытная эксплуатация управляющей аппаратуры ВУПЗ-25А. Кроме этого, заменены 25 вагонных замедлителей, 12 комплектов управляющей аппаратуры, пять весомеров и четыре градири.

В целях оптимизации в 2024 г. утверждены технические решения по проектированию сортировочных горок без рельсовых цепей, в прошлом году поставлено оборудование, в текущем году будут проведены испытания. Эффекты от внедрения этих технических решений состоят в снижении расходов на электроэнергию и трудозатрат на обслуживание.

Кроме обновления технических средств актуализированы два документа, регламентирующие работу на сортировочных горках, в связи с вводом новых технических средств для цифрового сортировочного комплекса и для повышения безопасности движения на сортировочных горках.

В автоматизированной системе КАСАНТ количество отказов аппаратуры ЖАТ всех категорий в прошлом году значительно снижено. Это результат



Алгоритмы восстановления устройств электрической централизации

мероприятий по повышению надежности аппаратуры. Так, была выведена из эксплуатации аппаратура с истекшим двойным назначенным сроком службы: устаревшая кодовая аппаратура заменена на модернизированную, релейная – на электронную, реле серии Н, РЭЛ – на улучшенные (серии ЭЛ) с усиленными контактами.

Кроме этого, актуализированы 19 технико-нормировочных карт по обслуживанию аппаратуры, утверждены Методические указания по оценке РТУ, введены в подконтрольную эксплуатацию приемник-дешифратор ПДК-М с модернизированным программным обеспечением, внедрены в подконтрольную эксплуатацию стрелочные электродвигатели ЭМСУ-СП с повышенной электрической прочностью.

В хозяйстве не допущено ни одного случая производственного травматизма. С целью дальнейшего исключения рисков несчастных случаев на производстве и повышения качества условий труда будут актуализированы «Положения о порядке организации ограждения мест производства работ на объектах инфраструктуры ОАО «РЖД» при выполнении технологического процесса» в части взаимодействия диспетчера и непосредственного руководителя работ и организации контроля за суточным планированием работ, «Положения о порядке применения предупредительных талонов по охране труда в ОАО «РЖД», Правила и инструкции по охране труда для электромеханика и электромонтера при техническом обслуживании и ремонте устройств ЖАТ в части безопасного нахождения на железнодорожных путях (дополнение требований охраны труда при выполнении работ), Методические рекомендации по организации работы на высоте в структурных подразделениях хозяйства автоматики и телемеханики ОАО «РЖД».

Также будут разработаны типовые программы предэкзаменационной подготовки по электробезопасности с тестовыми вопросами, программы обучения по охране труда, в том числе безопасным методам и приемам выполнения работ при воздействии вредных и (или) опасных производственных факторов, а также работ повышенной опасности,

к которым предъявляются дополнительные требования.

В рамках автоматизации процессов хозяйства в прошлом году активно велась работа по повышению результативности эксплуатации мобильных рабочих мест (МРМ-Ш). При этом общесетевой процент использования функционала МРМ-Ш вырос до 85 %. С его помощью выполнено более 5,7 млн рабочих заданий. В МРМ создано более 190 тыс. инцидентов, а также пройдено более 1 млн предсменных инструктажей.

Об организации восстановления устройств ЖАТ рассказал заместитель начальника Управления автоматики и телемеханики ЦДИ **И.В. Ларин**. Он отметил, что по итогам строительного блока модернизировано 58 км полуавтоматической блокировки, построены три автоматических блок-поста, четыре объекта МПЦ, как объекты с критической информационной инфраструктурой, переведены на доверенный программно-аппаратный комплекс.

Актуальный вопрос – восстановление поврежденных устройств электрической централизации. При этом возможны два варианта развития событий. В случае частичного повреждения здания поста ЭЦ и устройств СЦБ необходимо провести заполнение дефектной ведомости; ремонт помещений и здания поста ЭЦ; замену поврежденного оборудования. При полном повреждении здания поста ЭЦ и устройств СЦБ после заполнения дефектной ведомости должно быть утверждено ТЗ на проектирование, непосредственно проектирование, а также строительство модульного поста ЭЦ с последующим размещением в нем новых устройств СЦБ.

В прошлом году в результате незаконного вме-

шательства сторонних лиц в работу железнодорожного транспорта были повреждены устройства электрической централизации станции Лихая Северо-Кавказской дороги. При этом продолжительность восстановления составила два месяца: один – на разработку проектной документации с параллельным изготовлением продукции на заводах; другой – на строительно-монтажные и пусконаладочные работы.

Вновь разработана конструкторская документация на транспортабельные модули под установку оборудования действующей ЭЦ, ранее размещавшейся в стационарном посту ЭЦ. Модули с системами жизнеобеспечения изготовлены на Камышловском ЭТЗ. Общая площадь нового модульного здания устройств ЭЦ железнодорожной станции (28 секций) составила 413,5 м².

Для восстановления станций разработана проектная документация на новое оборудование, устанавливаемое взамен снятых с производства аппаратов управления, питающих установок, ДГА, устройств линейного пункта диспетчерской централизации (сбор данных не с пульт-табло).

Для оперативного восстановления работоспособности устройств ЖАТ при поджогах релейных шкафов сформирован и утвержден временный аварийно-восстановительный запас, в состав которого вошли 287 релейных шкафов, 25 дроссель-трансформаторов, 137 км военно-полевого провода, 27,5 км кабельной продукции. Разработана и утверждена методика расчета дополнительного запаса материалов, в которой определено количество релейных шкафов для временного восстановления одной станции и систем автоблокировки с централизованным размещением аппаратуры.

Перед хозяйством стоят серьезные задачи по разработке и актуализации нормативных документов как для усовершенствования организационной структуры, так и для улучшения технологического процесса. Об этом рассказал начальник отделения автоматики и телемеханики ПКБ И **В.М. Кайнов**. Он отметил, что за последние два года актуализировано много нормативно-технологической документации, в том числе по безопасности движения поездов, техническому обслуживанию и ремонту, организации работ, охране труда и технической учебе и др.

В блоке актуализации НТД по организации работ основным является внедрение цифровой производственной платформы. В разделе технического обслуживания были визуализированы ключевые производственные технологические процессы в системе дистанционного обучения. В список работ вошли девять производственных технологических процессов. Среди них: три – по



Пример восстановления устройств электрической централизации железнодорожной станции

рельсовым цепям (измерение остаточного напряжения при шунтовом режиме РЦ; проверка правильности чередования полярности напряжений, фаз напряжений или последовательности импульсных посылок в смежных РЦ; проверка соединителя 3300 с применением испытательного шунта и индикатора тока). Также вошли две работы по стрелке (проверка внутреннего состояния ПЯ и реверсивного реле, измерение переводных усилий электропривода), смена однонитевых и двухнитевых ламп в линзовых светофорах, ремонт кабеля и установка подземных кабельных муфт, измерение кодового тока локомотивной сигнализации и временных параметров кодов АЛС в рельсовых цепях, замена дроссель-трансформатора.

Специалисты ПКБ И разрабатывают НТД для ВСЖМ (95 карт технологических процессов для применения при эксплуатации ВСМ). Ими, кроме того, актуализированы технические требования к напольному оборудованию ЖАТ на ВСМ, разработаны 63 КТП/ТНК для цифровой железнодорожной станции, внесены изменения в Инструкции для сортировочных горок, а также проводится внутренняя технико-технологическая экспертиза рабочей документации.

Об итогах технического обслуживания и текущего ремонта сервисным методом МПСУ ЖАТ и устройств КТСМ доложил первый заместитель генерального директора АО «ЭЛТЕЗА» **М.А. Сансымбаев**. Он отметил, что на текущий момент сервисному обслуживанию подлежат более 15 тыс. объектов МПСУ ЖАТ: системы ЭЦ, АБ, ДЦ, ДК и др., а также около 6 тыс. комплектов аппаратуры СТК КТСМ. Среди замечаний по системам основными являются необходимость ремонта и замены оборудования или их элементов из-за физического старения и износа.

За прошлый год в системе КАС АНТ за АО «ЭЛТЕЗА» как сервисной организацией зафиксированы 19 случаев отказов устройств ЖАТ. Все случаи приняты к учету, проведено расследование причин. Техническое заключение, подтверждающее неисправность платы/модуля, сделано только в пяти случаях.

Часто сервисной организации предъявляются требования об устранении различного рода недостатков в работе микропроцессорных средств ЖАТ в послегарантийный период их эксплуатации, которые не связаны с качеством выполняемых работ. При этом из 11 претензий на возмещение материального ущерба, связанного с задержками поездов при отказах технических средств ЖАТ, только три были удовлетворены, по остальным направлены мотивированные отказы.

О работе средств технической диагностики и мониторинга рассказал начальник отдела диспетчерского контроля, средств технической диагностики и мониторинга отделения автоматики и телемеханики ПКБ И **Д.С. Лукоянов**. Он отметил, что основная деятельность ведется по двум направлениям: формированию единых принципов работы в центрах и выработке соответствующих требований к программному обеспечению систем мониторинга (независимо от разработчика).

В настоящее время системами СТДМ охвачено 56 % станций и перегонов. К сожалению, 38 % мо-

нитинга продолжает осуществляться с устаревших систем. Для получения максимального эффекта крайне необходима в ближайшее время модернизация Юго-Восточного и Северо-Кавказского центров СТДМ.

За последние четыре года разработано 70 % существующей нормативно-технологической документации. В целях ее совершенствования были актуализированы критерии определения ложной свободы и соответствующая карта технологического процесса. При этом ежемесячный анализ был значительно расширен и дополнен разделом учета ложной свободы. Значительно расширился функционал сайта «Портал ЦТДМ».

В части программного обеспечения для максимально эффективного использования возможностей систем диагностики утверждены единые алгоритмы, разработаны единые классификаторы и альбомы. Это позволяет централизовать диагностическую информацию и повысить ее доступность.

Наивысшая степень критичности неисправности в прошлом году выделена в отдельную категорию. Это – случаи, реально угрожающие безопасности движения. Из 10 тыс. неисправностей, отнесенных центрами ТДМ к наивысшей степени, только 40 % являются таковыми. Все остальные – это неверно установленная степень критичности.

Количество неустранимых неисправностей за последний год сократилось почти в два раза (до 2 тыс.). Однако иногда это достигается в ущерб качеству расследования. Почти 3 тыс. неисправностей отнесены к категории «Причина не установлена».

Сейчас каждый допущенный отказ анализируется, в результате чего выделены две проблемные зоны: пропуски в центрах ТДМ и не выявленные системами диагностики. При этом в большинстве случаев причиной пропуска является не ошибочная классификация, а несвоевременное обнаружение. На объектах, где отказы произошли на контролируемых участках и не были выявлены системами ТДМ, причинами в основном были недостатки программного обеспечения. Причем эти недостатки так и не были устранены.

Во всех центрах реализован функционал по контролю технического обслуживания и выключений. Соответственно, 57 % всех заданий и 75 % выключений были подтверждены средствами мониторинга. В прошлом году альбом учета был дополнен формами для 14 видов работ, поэтому необходимо теперь вести учет только с их использованием.

Опытом эксплуатации современных технических средств и внедрения новых технологий обслуживания поделились руководители служб автоматики и телемеханики.

По итогам деятельности в рейтинге служб 1 место заняла служба Куйбышевской ДИ, 2-е – Южно-Уральской ДИ, 3-е – Юго-Восточной ДИ.

Участники совещания внесли свои конструктивные предложения по развитию хозяйства в ближайшие годы, которые вошли в протокол совещания. Подобные совещания служат хорошей площадкой для обмена мнениями и выработки стратегии для движения вперед.

ФИЛЮШКИНА Т.А.

КООРДИНАТНОЕ ИНТЕРВАЛЬНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ НА НАПРАВЛЕНИИ ЦЕНТР-ЮГ



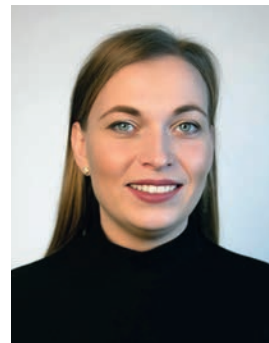
РОЗЕНБЕРГ
Ефим Наумович,
АО «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте» (АО «НИИАС»), первый заместитель генерального директора, д-р техн. наук, профессор, Москва, Россия



ДЕЖКОВ
Михаил Александрович,
АО «НИИАС», заместитель начальника центра разработки технологии управления перевозочным процессом, аспирант, Москва, Россия



НОВИКОВ
Вячеслав Геннадьевич,
Российский университет транспорта (МИИТ), кафедра «Управление и защита информации», доцент, канд. техн. наук, Москва, Россия



БОЯРИНОВА
Наталья Александровна,
АО «НИИАС», главный специалист центра безопасности и алгоритмической поддержки, аспирант, Москва, Россия

Ключевые слова: интервальное регулирование движения поездов, технология виртуальной сцепки, безопасность движения, интеллектуальные системы автоведения, локомотивные устройства безопасности, имитационное моделирование, пропускная способность железнодорожных участков, координатная система интервального регулирования

Аннотация. В статье представлены результаты внедрения инновационной технологии координатной системы интервального регулирования, использующей принципы виртуальной сцепки. Решение направлено на повышение пропускной способности грузовых и пассажирских поездов. В данной технологии используется цифровой радиоканал и интеллектуальная система автоведения для реализации движения поездов с минимальными интервалами при условии соблюдения требований по безопасности движения.

■ Рост пассажирских перевозок обуславливает необходимость повышения эффективности функционирования систем управления и обеспечения безопасности движения поездов. Одно из решений данной задачи заключается в масштабном внедрении инновационных технологий и интеллектуальных систем аналитики, обработки больших данных и управления, нацеленных на увеличение пропускных способностей железнодорожных линий [1, 2].

Практика показывает, что нерациональное использование ресурсов по заданным критериям управления движением приводит к неэффективным капитальным вложениям [3]. В условиях модернизации полигона Центр-Юг возникает необходимость создания единой структуры технологий, основанных на интеллектуальных элементах управления перевозочным процессом [4, 5]. При этом повышение пропускной способности на сети железных дорог в полной мере обеспечат интеллектуализация функций и интеграция в едином комплексе устройств и систем управления с обязательным соблюдением безопасности движения [1, 6].

Эффективность такого решения подтверждает применение технологии виртуальной сцепки (ВСЦ) и координатных методов управления движением на Восточном полигоне. Она основана на организации движения нескольких поездов, логически связанных в группу посредством цифровых каналов связи и систем позиционирования, без их механического соединения. Функционально технология ВСЦ обеспечивает синхронизированное движение пакета из двух и более поездов как единого целого [2].

Следует выделить понятие координатной системы интервального регулирования движения поездов (КСИР) [7]. Согласно теории автоматических систем интервального регулирования, существенным отличием КСИР является не регулирование скорости движения поезда, исходя из границы блок-участка, а ориентация на координату «хвоста» впередиидущего поезда. При этом обеспечивается минимально допустимый межпоездный интервал, рассчитываемый с учетом реальных тормозных характеристик обоих поездов.

Объектом исследования технологии ВСЦ для пассажирских перевозок определен полигон Россось – Лихая Юго-Восточной и Северо-Кавказской дорог. На участке эксплуатируются разнотипные системы железнодорожной автоматики, такие как: трехзначная автоблокировка и система микропроцессорной автоблокировки с тональными рельсовыми цепями и централизованным размещением аппаратуры (АБ-ТЦ-МШ). В качестве базового локомотива выбраны электровозы ЭП1М, которые составляют основу парка пассажирских локомотивов. Такие условия максимально обеспечивают репрезентативность проводимых испытаний.

Новые технологические решения в организации движения пассажирских поездов по технологии ВСЦ апробировались при использовании универсальной системы автоматического ведения поезда (УСА-ВП-ВСЦ), монитор которой представлен на рис. 1. В процессе экспериментальных исследований были проведены многоступенчатые испытания технологии ВСЦ. В режиме виртуальной сцепки испытывались два электровоза серии ЭП1М (ведущий и ведомый) с пятью и тремя пассажирскими вагонами. Оба состава имели возможность следования со скоростью до 120 км/ч.

Экспериментальная апробация показала, что система способна в реальном времени обрабатывать данные и оптимально управлять движением ведомого поезда. В процессе испытаний проверялись алгоритмы работы бортовых технических средств автоведения и связи. Алгоритм работы бортового устройства безопасности позволил повысить скорость движения ведомого поезда при желтом показании проходного светофора, проследовав этот сигнал со скоростью более чем 80 км/ч, сохраняя при этом безопасный интервал с идущим впереди поездом (рис. 2).

Испытания проводились в условиях реального перевозочного процесса. Статистические данные по выполнению графика движения и организации пропуска экспериментальных поездов по участку сформированы на основании «ГИД-Урал ВНИИЖТ» (рис. 3).

Система автоведения при следовании по участку работала в штатном режиме, связь была устойчивой. Межпоездные интервалы ведущего и ведомого поездов составляли 4–6 мин при физическом расстоянии между ними в диапазоне 4,5–9,7 км и скоростью до 120 км/ч.

В рамках испытаний машинист ведущего поезда выполнил экстренное торможение до остановки: скорость поезда на начало торможения составляла 96 км/ч, тормозной путь – 700 м. В момент остановки ведущего локомотива ведомый поезд следовал со скоростью 97 км/ч на расстоянии 6 км от впередиидущего. Ведомый локомотив в режиме автоведения проследовал светофор с показанием «один желтый огонь» со скоростью 80 км/ч, затем остановился на расстоянии 550 м от ведомого.

Данные испытания подтвердили надежность системы автоведения и безопасность ее применения в различных эксплуатационных условиях. Расшифровка фрагмента файла регистратора параметров автоведения ведомого и ведущего электровозов представлена на рис. 4 и рис. 5 соответственно.

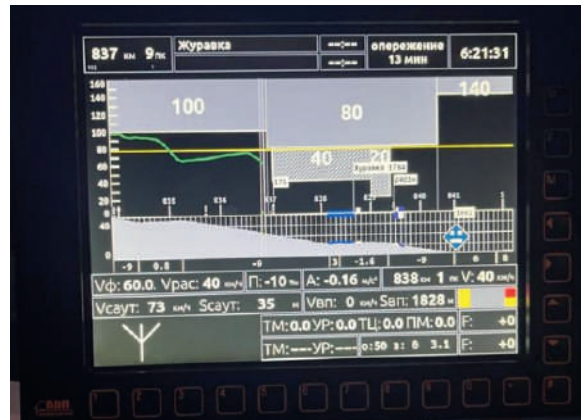


РИС. 1



РИС. 2

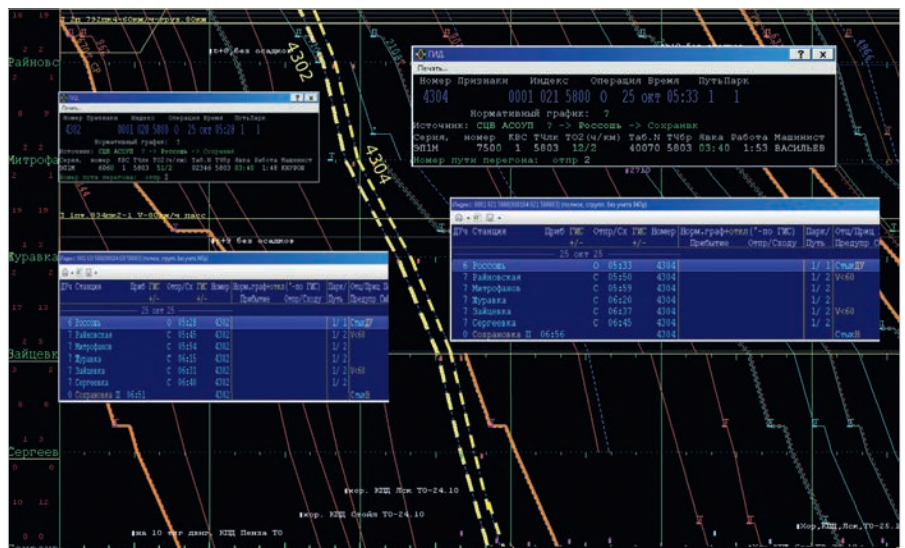


РИС. 3

Кривые торможения систем интервального регулирования полигона Россошь – Лихая приведены на рис. 6. На рисунке видно, что трехзначная автоблокировка, система микропроцессорной автоблокировки с тональными рельсовыми цепями и централизованным размещением аппаратуры и координатная система интервального регулирования, использующая принципы виртуальной сцепки, обеспечивают безопасный интервал между поездами. При этом система АБТЦ-МШ и координатная система интервального регулирования позволяют значительно уменьшить межпоездной интервал и повысить пропускную способность участка.

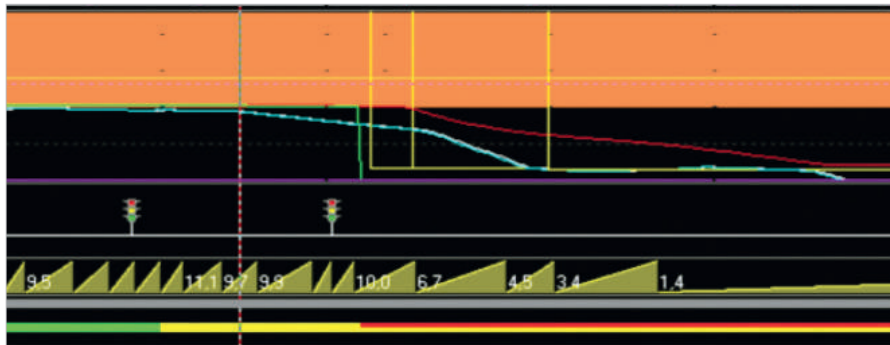


РИС. 4

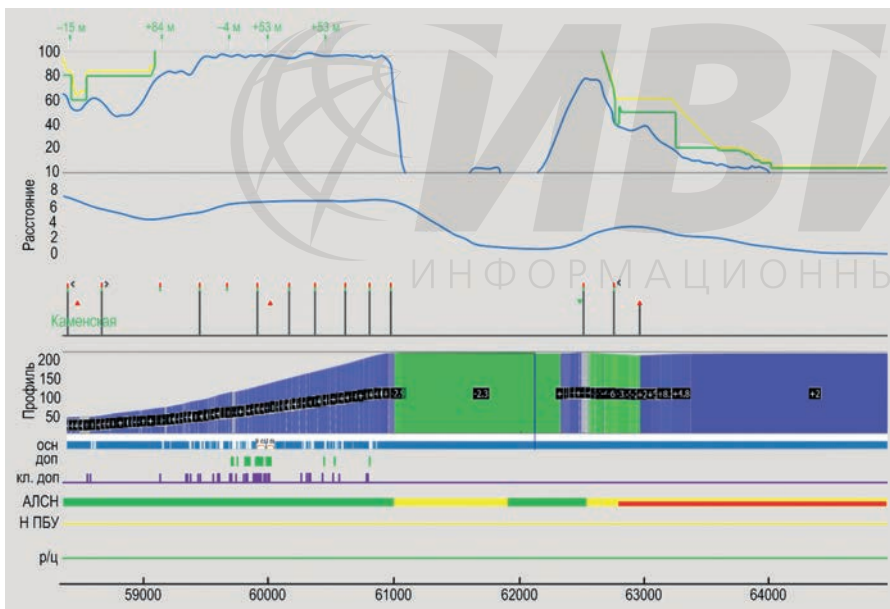


РИС. 5

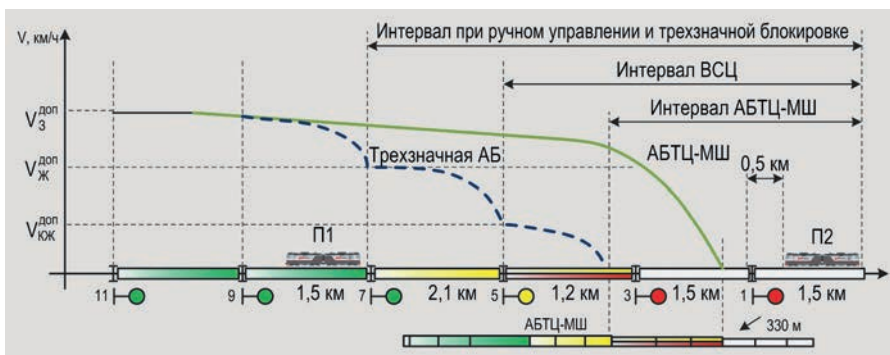


РИС. 6

Произведем расчет пропускной способности участка Россошь – Лихая для трехзначной автоблокировки, системы АБТЦ-МШ и координатной системы интервального регулирования, использующей принципы виртуальной сцепки.

Пропускная способность линии зависит от принятого расстояния между следующими друг за другом поездами, движущимися в одном направлении, а также нескольких других факторов.

Вычислять пропускную способность нужно исходя из расчетного временного интервала между поездами, движущимися в одном направлении – $T_{ИР}$. Для его определения необходимо знать время, за которое поезд преодолевает расчетное расстояние между поездами – $T_{МПР}$:

$$T_{МПР} = L_{МПР}/V, \quad (1)$$

где $L_{МПР}$ – расчетное межпоездное расстояние, которое принимают, исходя из способа обеспечения безопасности.

При вычислении межпоездного расстояния важно учитывать длину самого поезда, а также длины всех разделяющих поезда блок-участков в случае оборудования участка системой трехзначной автоблокировки и системой с подвижными блок-участками. Учитывая все составные части, определим расчетное межпоездное расстояние:

$$T_{МПР} = \sum_{i=1}^n \frac{L_{БУ_i}}{V_{БУ_i}} + \frac{L_{П}}{V_{БУ_i}}, \quad (2)$$

где $L_{БУ_i}$ – длина проследуемого участка, м;

$L_{П}$ – длина поезда, м;

$V_{БУ_i}$ – средняя скорость на проследуемом участке, м/с;

n – количество блок-участков.

При определении интервала времени между попутно следующими пассажирскими поездами $T_{ИР}$ также учитываются: время восприятия машинистом сигнального показания светофора – $t_{В} = 2$ с; время срабатывания приборов в процессе изменения сигнальных показаний – $t_{СП} = 6$ с; резервное время, необходимое для гарантированного выполнения графика движения поездов – $t_{РЕЗ} = 10$ с; время стоянки на станции – $T_{СТ} = 120$ с.

Тогда расчетный интервал времени между попутно следующими поездами $T_{ИР}$ составит:

$$T_{ИР} = T_{МПР} + t_{В} + t_{СП} + t_{РЕЗ} + T_{СТ}. \quad (3)$$

Пропускная способность в час будет равна:

$$N = 3600/T_{ИР}. \quad (4)$$

Временной межпоездной интервал при трехзначной автоблокировке $T_{МПР}^{ЗАБ}$ рассматривает-

мого участка для следующего впереди электровоза серии ЭП1М с пятью и следующего за ним поезда с тремя пассажирскими вагонами (при длине пассажирского вагона и поезда 24 м, интервале скоростей – от 60 до 100 км/ч) исходя из формулы (2) составит [3 мин 5 с – 6 мин 25 с].

Часть полигона, а именно участок Журавка – Боченково оснащён системой АБТЦ-МШ. Те же показатели определяются аналогично при условии 8 блок-участков длиной 330 м каждый и скорости движения от 60 до 100 км/ч.

При расчете межпоездного расстояния на участках с координатной системой интервального регулирования, использующей принципы виртуальной сцепки, принимаем во внимание длину поезда и тормозного пути $L_{ТП}^{BCЦ} = 2000$ м, а также длину защитного блок-участка $L_3^{BCЦ} = 500$ м, остальные параметры расчета остаются такими же, как в предыдущих случаях. Кроме того, при расчете учитывается разница скоростей ведущего и ведомого поездов ΔV и вводится корректирующий коэффициент $k_{\Delta V} = 1 + \Delta V/V$, с учетом которого временной межпоездной интервал будет равен:

$$T_{МПР}^{BCЦ} = k_{\Delta V} \frac{L_{ТП}^{BCЦ} + L_3^{BCЦ} + L_{П}}{V} \quad (5)$$

где $L_{МПР}$ включает длины тормозного пути и защитного участка.

Результаты расчетов параметров систем интервального регулирования, полученные на полигоне Россошь – Лихая, приведены в таблице.

Применение координатной системы интервального регулирования, использующей принципы виртуальной сцепки, дает возможность увеличить пропускную способность полигона Россошь – Лихая до 11–14 пар поездов в час, а интервал времени между попутно следующими поездами сократить до 4,3–5,5 мин. Кроме того, рассмотренный метод интервального регулирования позволит повысить скорость проезда при желтом показании светофора, обеспечивая при этом безопасный интервал следования.

Стоит отметить, что для пассажирского движения предъявляются повышенные требования к надежности и безопасности работы систем связи. Продолжительные пропуски сообщений и сбои в адресации команд, передающих параметры движения головного поезда, способны вызвать ошибочное определение оптимального режима ведения состава. Последствием подобной ситуации может стать ложное срабатывание служебного или экстренного торможения, что приведет к задержкам в движении и ухудшит качество поездки. Для снижения такого

Показатель	Системы интервального регулирования		
	Трехзначная автоблокировка	АБТЦ-МШ	Виртуальная сцепка
Скорость движения поездов, км/ч	60–120		
Разница скоростей ведущего и ведомого поездов, км/ч	0–25		
Интервал времени между попутно следующими поездами Тир, мин	4,2–8,7	4–5	4,3–5,5
Пропускная способность N пар поездов в час	6–9	12–15	11–14

риска необходимо резервирование каналов связи и повышение требований к механизму адресации сообщений, передаваемых между локомотивами.

В настоящее время в АО «НИИАС» уже разработаны комплексные технические решения, позволяющие оптимизировать количество используемого радиооборудования и осуществлять организацию связи по нескольким радиоканалам. Кроме того, данные технические решения позволяют автоматизировать процесс приема бланков ДУ-61 и обновления электронных карт приборов безопасности. Дополнительное преимущество заключается в возможности беспроводной передачи кассет регистрации для последующей расшифровки. Внедрение технологии виртуальной сцепки в комплексе позволит освободить время в графике движения для пропуска дополнительных составов по данному участку, а также автоматизировать некоторые технологические процессы, облегчая тем самым работу персонала или полностью исключая участие человека.

Вместе с тем для тиражирования технологии ВСЦ необходима доработка систем автоведения для решения вопросов взаимодействия с системой АБТЦ-МШ и движения по подвижным блок-участкам, а также для передачи бланков ДУ-61 от СВЛ-ТР. В качестве приборов безопасности на пассажирских локомотивах рационально применять современные системы, такие как БЛОК-М, СОБ-400А или БОРТ-Р, обладающие расширенным функционалом.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Розенберг Е.Н., Новиков В.Г. Концепция развития интеллектуальных систем управления и обеспечения безопасности движения поездов // Интеллектуальные транспортные системы : материалы IV Международной научно-практ. конференции. М.: Российский университет транспорта (МИИТ), 2025. С. 376–383. DOI: 10.30932/9785002587582-2025-376-383. EDN: NMHXKY.
2. Баранов Л.А., Балакина Е.П. Повышение провозной способности городского пассажирского транспорта путем внедрения интеллектуальных систем управления движением // Интеллектуальные транспортные системы : Материалы IV Международной научно-практической конференции. М.: Российский университет транспорта (МИИТ), 2025. С. 70–80. DOI: 10.30932/9785002587582-2025-70-80. EDN: HQBSRV.
3. Розенберг Е.Н., Дежков М.А., Новиков В.Г. Применение технологии виртуальной сцепки на Восточном полигоне // Автоматика, связь, информатика. 2025. № 8. С. 7–11. DOI: 10.62994/AT.2025.8.8.002. EDN: LTPPME.
4. Евтеев Д.В., Новиков В.Г. Система интервального регулирования движения поездов с подвижными блок-участками // Интеллектуальные транспортные системы : материалы IV Международной научно-практической конференции. М.: Российский университет транспорта (МИИТ), 2025. С. 526–531. DOI: 10.30932/9785002587582-2025-526-531. EDN: UTMIEY.
5. Розенберг Е.Н., Новиков В.Г. Структура интеллектуальной системы управления и обеспечения безопасности движения поездов на железных дорогах и метрополитенах // Качество. Инновации. Образование. 2025. № 3 (197). С. 53–61. DOI: 10.31145/1999-513x-2025-3-53-61. EDN: JXXZJK.
6. Бестемьянов П.Ф., Баранов Л.А. Алгоритмы управления и математическое моделирование интервального движения поездов // Электротехника. 2023. № 9. С. 2–5. DOI: 10.53891/00135860_2023_9_2. EDN: HYPERLINK «https://www.elibrary.ru/irpyra» IRPYRA.
7. Новиков В.Г. Обеспечение безопасности движения поездов при координатном способе интервального регулирования // Проблемы управления безопасностью сложных систем : материалы XXXII междунар. конференции. М.: Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, 2024. С. 369–379. EDN: IMULAZ.

ГРИШАЕВ

Сергей Юрьевич,

АО «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте» (АО «НИИАС»), Ростовский филиал, заместитель генерального директора – директор филиала, канд. техн. наук, г. Ростов-на-Дону, Россия

АКМАЛОВ

Руслан Рамилович,

АО «НИИАС», Центр производства и внедрения систем ЖАТ, группа сервисного оборудования и тестирования, главный технолог, г. Екатеринбург, Россия

ЛОХМАТОВ

Алексей Анатольевич,

ОАО «РЖД», Центральная дирекция инфраструктуры, заместитель главного инженера, Москва, Россия

СИДОРОВА

Надежда Николаевна,

ОАО «РЖД», Департамент технической политики, начальник отдела метрологии и технических регламентов, Москва, Россия

ЯШИН

Андрей Валерьевич,

АО «НИИАС», начальник лабораторно-испытательного комплекса, Москва, Россия

УДК 53.083.7: 656.2

DOI: 10.62994/AT.2026.1.1.002

ОБСЛУЖИВАНИЕ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА МЕТОДОМ ДИСТАНЦИОННОЙ ПОВЕРКИ

Ключевые слова: средства измерений, дистанционная поверка, программно-аппаратные комплексы, самоходный подвижной состав

Аннотация. В статье на примере разработанного АО «НИИАС» программно-аппаратного поверочного комплекса рассмотрен новый подход к метрологическому обслуживанию средств измерений, применяемых в ОАО «РЖД». Он позволяет проводить измерения на месте эксплуатации устройств с возможностью удаленного управления поверочным процессом. Это особенно актуально для систем, оснащенных бортовыми устройствами безопасности, где мониторинг должен вестись непрерывно. Новая технология метрологических измерений рассмотрена и апробирована на примере применения в специальном самоходном подвижном составе (ССПС). Показано, что на сегодняшний день существующий способ метрологических измерений является весьма затратным как по временным и финансовым параметрам, так и с точки зрения необходимости обеспечения безопасности в непрерывном режиме. Приведена разработанная схема подключения комплекса на ССПС, позволяющая проводить поверку как в условиях сервисного центра, так и в условиях депо без снятия изделия с подвижной единицы. Также показана схема передачи данных, использующая выделенную сеть передачи данных общетехнологического назначения ОАО «РЖД».

ИНФОРМАЦИОННЫЕ УСЛУГИ

■ Железнодорожный транспорт играет ключевую роль в экономическом потенциале России, обеспечивая перевозку пассажиров и грузов между регионами страны, обладающими значительной протяженностью территории и разнообразием климатических условий. Эффективность функционирования транспортной сети оказывает непосредственное влияние на конкурентоспособность экономики, доступность товаров и услуг населению. В свою очередь, применение на железнодорожном транспорте современных технических средств, позволяющих максимально его механизировать, цифровизировать, автоматизировать и роботизировать, имеет важнейшее значение для эффективности функционирования самого железнодорожного транспорта. Внедрение современных информационных технологий в подсистемы транспортного комплекса позволяет, в том числе существенно повысить надежность систем и компонентов транспортной системы в эксплуатации.

Немалый вклад в решение задачи повышения эффективности вносит эксплуатируемый в ОАО «РЖД» специальный самоходный подвижной состав (ССПС). Он оснащен бортовыми устройствами безопасности, обеспечивающими защиту от проезда путевых светофоров с запрещающими сигналами,

самопроизвольного движения (скатывания), регистрацию параметров движения, дополнительный контроль бдительности (бодрствования) машиниста и др. Эти функции реализуются комплексами, которые работают с системами автоблокировки и радиосвязи обеспечивая безопасность движения. Примерами таких комплексов являются устройства безопасности типа БЛОК, в состав которых входят средства измерений СИ, системные мониторы МС и измерители параметров БЛОК-М-К, требующие периодического метрологического обслуживания.

Для обеспечения единства измерений создана Метрологическая служба ОАО «РЖД». Сегодня поверка указанных СИ является достаточно затратной процедурой по материально-техническим, финансовым и временным параметрам. Это вызвано необходимостью разукрупнения ССПС и демонтажем СИ, что временно исключает эксплуатацию ССПС, доставкой снятых СИ в специально оборудованные места поверки, для которых должны быть выделены соответствующие помещения, а также необходимостью наличия в местах метрологического обслуживания поверителей.

Возможным решением проблемы снижения затрат является поверка СИ в местах эксплуатации, т.е. непосредственно на ССПС с возможностью

управления поверочным процессом удаленно. Речь идет о дистанционной поверке без демонтажа оборудования.

Следует отметить, что на практике реализация метода дистанционной поверки без демонтажа сталкивается с определенными трудностями, к которым, например, можно отнести:

удаленный доступ и управление (поверитель для управления процессом поверки подключается к СИ удаленно, используя каналы связи);

визуальный контроль и аудиосвязь (для контроля процесса поверки нужно использовать видеонаблюдение и аудиосвязь с персоналом, решающим на месте эксплуатации СИ ряд задач поверки);

передача данных (данные о ходе поверки передаются с места поверки в режиме реального времени);

безопасность и защита информации (применяемые средства поверки должны обеспечивать защиту данных, включая результаты поверки, от несанкционированного доступа и модификации, а также безопасность процесса дистанционного управления);

соответствие законодательным требованиям (возможность поверки без демонтажа и удаленный способ такой поверки должны быть «узаконены» в методике поверки).

В целях обеспечения реализации метода дистанционной поверки без демонтажа СИ из состава бортовых устройств безопасности ССПС АО «НИИ-АС» был разработан поверочный программно-аппаратный комплект КППА (рис. 1). Принцип действия КППА основан на имитации электрических импульсов, поступающих от универсальных датчиков угла поворота типа ДПС-У, установленных на подвижном составе, и программном вычислении пройденного пути, определяемого по измеренным значениям заданного количества тактовых импульсов. Конструктивно КППА представляет собой совокупность технических и программных средств, включающих блок генератора сигналов, ЭВМ (ноутбук) со специальным программным обеспечением (СПО), комплект кабелей для подключения к устройству безопасности.

Применение в составе КППА разработанного



РИС. 1

блока генератора сигналов позволило исключить из комплекта блок связи БС-КПА/БЛОК и электронно-счетный частотомер. Это, в свою очередь, обеспечило компактность комплекта поверки, уместяющегося в носимом ударопрочном кейсе.

В процессе применения КППА с частотой $f = 1-3000$ Гц и относительной погрешностью $\pm 5 \cdot 10^{-5}$ имитируются импульсы датчиков ДПС-У, функционал которых заключается в преобразовании угла поворота колесной пары в дискретные электрические сигналы для прибора безопасности, контролирующего пройденный путь и скорость. Частотная характеристика КППА соответствует требованиям, предъявляемым к рабочим эталонам 5-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений времени и частоты.

В ходе поверки происходит сравнение в заданных контрольных точках расчетных значений скорости $V_{расч}$ и пройденного пути $S_{расч}$ с полученными с помощью поверяемого СИ значениями. Расчет значений скорости $V_{расч}$ и пройденного пути $S_{расч}$ КППА осуществляет с помощью СПО на основе задаваемой блоком генератора сигналов частоты f и подсчитанного им числа импульсов N по формулам (1) и (2) соответственно:

$$V_{расч} = 3,6 \cdot \pi \cdot \frac{D}{1000 \cdot k} \cdot f, \quad (1)$$

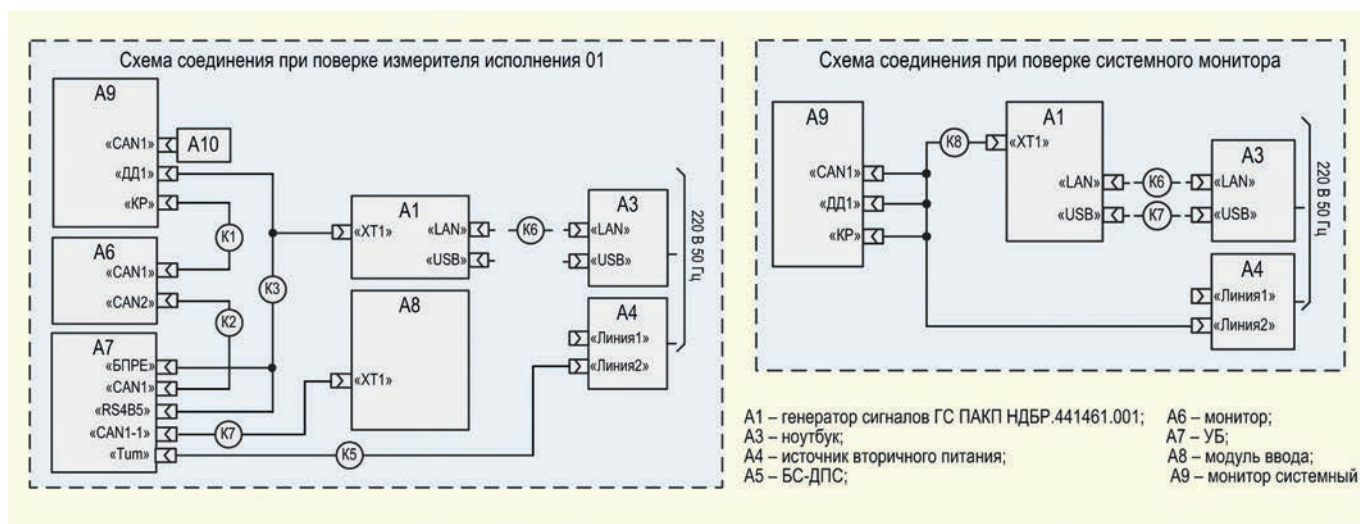


РИС. 2

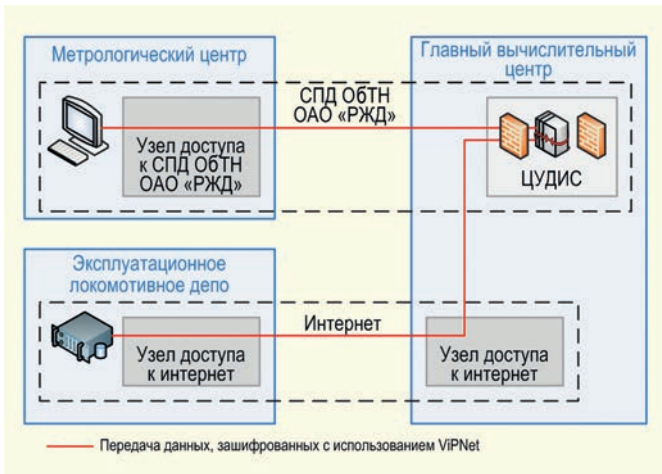


РИС. 3

$$S_{\text{расч}} = \pi \cdot \frac{D}{1000 \cdot k} \cdot N, \quad (2)$$

где D – диаметр бандажа колеса, мм.

Далее производится автоматическое считывание измеренных значений скорости $V_{\text{изм}}$ и пройденного пути $S_{\text{изм}}$ по линии связи стандарта CAN [1] и расчет абсолютных погрешностей измерения скорости ΔV и пройденного пути ΔS соответственно по формулам (3) и (4):

$$\Delta V = V_{\text{расч}} - V_{\text{изм}}, \quad (3)$$

$$\Delta S = S_{\text{расч}} - S_{\text{изм}}. \quad (4)$$

Результаты поверки признаются положительными, если ΔV не превышает $\pm 1,2$ км/ч, а ΔS не превышает $\pm(1 + 1,25 \cdot 10^{-3} \cdot S_{\text{изм}})$ км.

Схема подключения КППА на ССПС приведена на рис. 2. Она позволяет проводить поверку как в условиях сервисного центра, так и без снятия изделия с подвижной единицы в условиях депо.

Для обеспечения реализации технологии дистанционной поверки СИ, входящего в состав устройства безопасности, была разработана схема связи/передачи данных на основе эксплуатируемой выделенной сети передачи данных общетехнологического назначения (СПД ОБТН) ОАО «РЖД», которая обеспечивает каналы передачи данных «точка-многоточка» для работы информационных систем компании, не связанных с обеспечением безопасности движения поездов (рис. 3). Сервер метролога в АО «НИИАС» обеспечивает интеграцию с системами ОАО «РЖД» и КППА, расположенного в месте поверки. Использование защищенного канала связи и выделенного серверного пространства позволяют по разработанной технологии одному поверителю одновременно подключаться к нескольким удаленным рабочим местам и проводить поверку в автоматическом режиме с регистрацией контролируемых параметров и формированием протоколов поверки.

Процедура поверки выполняется двумя специалистами – поверителем, находящимся в поверочной лаборатории и специалистом, находящимся непосредственно на ССПС (рис. 4). Сначала устанавливается связь между рабочим местом поверителя и КППА. После установки связи специалист собирает схему поверки, обеспечивает ее подготовку и опробование. Данные операции проводятся под контролем

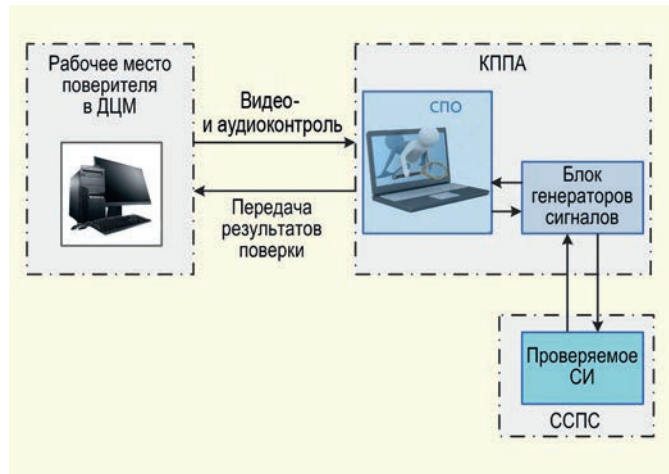


РИС. 4

поверителя посредством видео- и аудиосвязи. Далее поверитель производит дистанционно визуальный контроль условий поверки по показаниям входящего в поверочный комплект гигрометра, осуществляется видеofиксацию внешнего осмотра и выполняемых работ, посредством специального программного обеспечения производит контроль выполнения этапов методики и формирование протокола поверки для дальнейшей передачи результатов поверки в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

Расмотренная схема дистанционной поверки без демонтажа СИ была успешно апробирована. При ее проведении поверитель находился на рабочем месте в Октябрьском центре метрологии Октябрьской дороги, а место поверки находилось на станции Тихорецкая Северо-Кавказской дороги.

Внедрение дистанционной поверки без демонтажа СИ обеспечивает:

- сокращение времени простоя ССПС, что способствует повышению коэффициента технической готовности;

- сокращение времени проведения поверки;
- увеличение производительности поверителей за счет автоматизации процесса поверки и отсутствия необходимости их перемещения к месту метрологического обслуживания СИ;
- снижение операционных затрат компании.

Приказом Росстандарта от 10.12.2025 № 2702 [2] комплекс дистанционного метрологического обслуживания КППА утвержден в качестве средства измерений. На разработанный комплекс получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ [3]. Документ выдан Федеральной службой по интеллектуальной собственности.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Общие сведения о шине CAN // Связь и радионавигация : офиц. сайт. 2016. 2 сент. URL: <https://cirspb.ru/blog/other-articles/can-bus-part-1/> (дата обращения: 12.10.2025).
- Об утверждении типов средств измерений : приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии. от 10.12.2025 № 2702.
- Программа для ЭВМ № 2024668436. Комплекс поверочный программно-аппаратный. Программа для проведения поверки / Гришаев С.Ю., Гуров Ю.В., Николаев И.С., Новиков Ф.С.; правообладатель ОАО НИИАС. Зарег. 07.08.2024; опубл. 07.08.2024.; Бюл. № 8.



КИРИЛЛОВ
Александр Николаевич,
 «Гипротрансигнальсвязь» –
 филиал АО «Росжелдорпроект»,
 главный специалист,
 Санкт-Петербург, Россия

УДК 656.216.2
 DOI: 10.62994/AT.2026.1.1.003

ТАБЛО ОБРАТНОГО ОТСЧЕТА ВРЕМЕНИ ДО ЗАКРЫТИЯ ПЕРЕЕЗДА

Ключевые слова: железнодорожный переезд, автоматическая переездная сигнализация, табло обратного отсчета времени, ТООВ

Аннотация. Дополнительная система информирования водителей о времени до закрытия переезда позволяет минимизировать риски нахождения автотранспорта на переезде в момент закрытия и получения штрафов при фиксации выезда под запрещающее показание переездного светофора.

■ Табло обратного отсчета времени (ТООВ) до включения переездной сигнализации предназначено для применения на обслуживаемых и необслуживаемых переездах, оборудованных автоматической переездной сигнализацией. Оно информирует водителей автотранспортных средств о времени, оставшемся до закрытия переезда (включения красных мигающих огней). Это время показывается на дополнительном блоке индикации (информационном табло) цифрами от 10 до 0 [1].

Аппаратура ТООВ состоит из двух блоков – цифрового блока отсчета выдержки времени БОВВ, устанавливаемого в релейного шкафу, и блока индикации БИ, расположенного на мачте переездного светофора или встроенного в головку бело-лунного огня производства АО «Транс-Сигнал» [2]. Виды табло обратного отсчета времени представлены на рис. 1 и рис. 2.

В настоящее время ТООВ проектируется как информационная система, не влияющая на безопасность движения поездов. Табло предупреждает водителя о времени до включения красных огней переездных светофоров с целью минимизации рисков нахождения автотранспортного средства на переезде в момент его закрытия, в том числе получения штрафов при фиксации выезда с переезда при запрещающем показании переездного светофора.

Для формирования обратного отсчета времени организуется удлинение участков извещения

на переезд на расстояние, проходимое поездом с максимальной допустимой скоростью движения за время не менее 10 с [3]. Структурная схема включения ТООВ приведена на рис. 3.

Запуск блока БОВВ осуществляется организацией отдельной схемы подачи извещения при наличии отдельной рельсовой цепи или введением задержки на подачу основного извещения на переезд, увеличенной на время не менее 10 с. На станциях для запуска этого блока увеличивается время на открытие входных, выходных, маршрутных светофоров на время не менее 10 с.

При вступлении поезда на участок включения табло обратного отсчета времени на блок БОВВ поступает сигнал «включение ТООВ» (выключается реле Т10). На выходе БОВВ включается реле индикации 10БИ, включается табло обратного отсчета времени от

10 до 0 блока БИ. По окончании отсчета времени на выходе БОВВ выключается реле 10БИ, табло обратного отсчета гаснет, формируется команда «окончание отсчета» (выключается реле РВВ), которое выключает реле В, включается переездная сигнализация независимо от наличия поезда на расчетном участке извещения.

Данная функция реализована для исключения несоответствия показания табло обратного отсчета времени и включения красных огней переездных светофоров. При неисправности системы ТООВ выключается реле РИВ и исключается воздействие ТООВ на включение переездной сигнализации. На переезде выключается реле ПО «Неисправность».

Такое табло целесообразно применять на переездах, расположенных на перегонах, при условии отсутствия пассажирских платформ, особенно на участках,



РИС. 1



РИС. 2

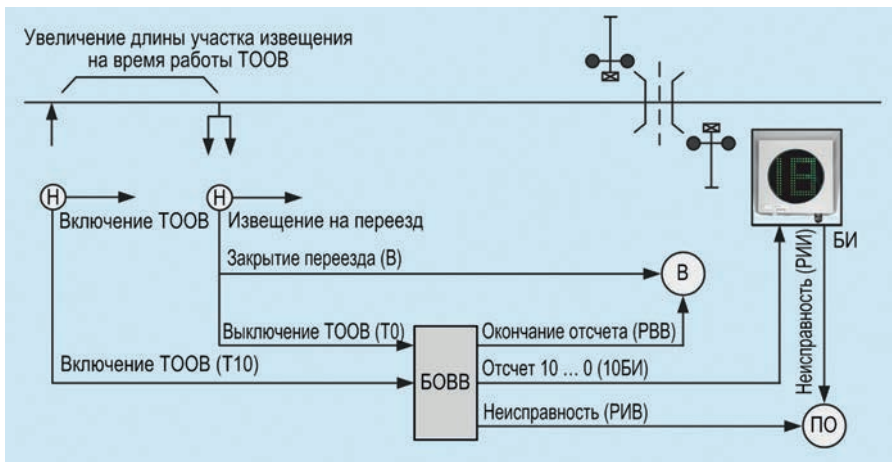


РИС. 3

где применена схема задержки на закрытие переезда не менее 10 с.

На переездах, расположенных на станциях и на участках приближения, из-за увеличения выдержки времени на открытие поездных светофоров систему применять не рекомендуется, так как увеличивается время задания маршрута для приема/отправления поездов. При движении с боковых путей и при движении поездов с уменьшенной скоростью значительно увеличивается время закрытого состояния переезда.

Недостатком системы ТООВ является:

преждевременное закрытие переезда при окончании отсчета времени при движении поездов со скоростями менее максимальной;

отсутствие звукового оповещения дежурного по переезду о срабатывании системы;

высокая стоимость оборудования;

отсутствие конструкторской документации на крепление ТООВ к мачте светофора, учитывающей все возможные варианты исполнения переездных светофоров;

отсутствие возможности выключения системы ТООВ при неисправности (исключение подачи сигнала «Неисправность» ДСП прилегающей станции).

Для недопущения преждевременного закрытия переезда при окончании отсчета времени табло обратного отсчета времени необходимо дополнять системой динамической подачи извещения на переезд в зависимости от скорости движения поезда.

Альтернативным вариантом информирования водителей автотранспортных средств может стать введение дополнительного

показания переездного светофора. Желтый огонь при негорящих красных огнях по аналогии с автодорожными светофорами сигнализирует о скором закрытии переезда (учитывает время реакции водителя на смену показания или время проследования автотранспорта через переезд). Желтый огонь при включенных красных огнях сигнализирует о скором открытии переезда (время срабатывания схемы защиты от потери шунта). При этом время закрытого состояния переезда не увеличивается, нет необходимости применения дорогостоящей аппаратуры системы ТООВ (блока индикации БИ и блока БОВВ). Данный вариант требует согласования с органами ГИБДД и внесения изменений в Правила дорожного движения. Дополнительно в ПДД следует прописать положение о том, что фиксация выезда автотранспорта с переезда при запрещающем показании переездного светофора не является нарушением.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. 360004-00-00-04 ТР. Табло обратного отсчета времени до включения переездной сигнализации. М.: АО «НИИАС», 2018.
2. Ефрюшкин А.Е. Современные решения обеспечения безопасности на железнодорожных переездах // Автоматика, связь, информатика. 2023. № 11. С. 12–13. EDN: PJFJBS.
3. И-330-23. Расчет параметров работы оповестительной сигнализации : методические указания. СПб.: ГТСС, 2023.

Подписка на бумажную версию журнала «АВТОМАТИКА, СВЯЗЬ, ИНФОРМАТИКА» на первое полугодие 2026 г.

Для оформления подписки через Почту России (можно на 1 месяц) 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 подписку онлайн. Стоимость одного номера 505,92 руб., за 5 мес. 2026 г. 2529,60 руб.

Оформить онлайн подписку также можно через наш сайт www.asi-journal-rzd.ru в разделе «Подписка».

Наши авторы и читатели могут также приобрести номера журналов по перечислению **с самовывозом** из Центра научно-технической информации и библиотек – филиала ОАО «РЖД» (ул. Новая Басманная, д. 4–6, стр. 2).

Стоимость одного экземпляра для физ. лиц 408,10 руб. с учетом НДС
для юр. лиц 674,30 руб. с учетом НДС

Для оформления счета для покупки журналов обращайтесь в ЦНТИБ по телефонам:
+7 (499) 262-81-58, +7 (499) 262-54-29

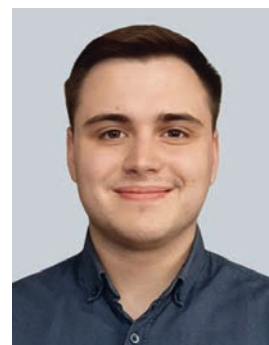
ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ



НОВИКОВ
Андрей Викторович,
 ОАО «РЖД», Проектно-конструкторское бюро по инфраструктуре, отделение автоматики и телемеханики, главный инженер отделения, Москва, Россия



СЯЧИНА
Екатерина Григорьевна,
 ОАО «РЖД», Проектно-конструкторское бюро по инфраструктуре, технологический отдел, ведущий технолог, Москва, Россия



КОЧЕРГИН
Александр Сергеевич,
 ОАО «РЖД», Проектно-конструкторское бюро по инфраструктуре, отдел нормативно-технической документации, технолог 1 категории, Москва, Россия

С 2024 г. в ОАО «РЖД» взят курс на визуализацию и цифровизацию ключевых нормативных документов, утверждена «Дорожная карта по визуализации и оцифровке ключевых нормативных документов ОАО «РЖД» технического характера, регулирующих эксплуатационную деятельность подразделений. В связи с этим Проектно-конструкторскому бюро по инфраструктуре было поручено визуализировать ключевые производственные технологические процессы (технологические карты), доступ к которым будет предоставлен в системе дистанционного обучения на сайте СДО «РЖД».

ИНФОРМАЦИОННЫЕ УСЛУГИ

■ Среди ключевых производственных технологических процессов для визуализации были выделены следующие работы:

- по рельсовым цепям (измерение остаточного напряжения при шунтовом режиме, проверка чередования полярности напряжения, проверка соединителя 3300);

- по стрелке (проверка внутреннего состояния путевого ящика, измерение переводных усилий);

- смена ламп на линзовых светофорах;

- ремонт кабеля, монтаж подземной кабельной муфты;

- измерение кодового тока и временных параметров кодов АЛС;

- замена дроссель-трансформатора.

Реализацию наглядности визуализированного материала было решено представить в виде кратких памяток и электронных инструктажей, дополненных фотоматериалами и видеороликами. Для системы дистанционного обучения

СДО «РЖД» курсы создаются в специальном конструкторе, который разработан и курируется Главным вычислительным центром. Возможности конструктора позволяют добавить к тексту технологической

карты изображения и фото, блоки списков и даже видеоролики.

Для удобства навигации курсы созданы со следующими основными разделами: подготовка к работе, инструменты и материа-

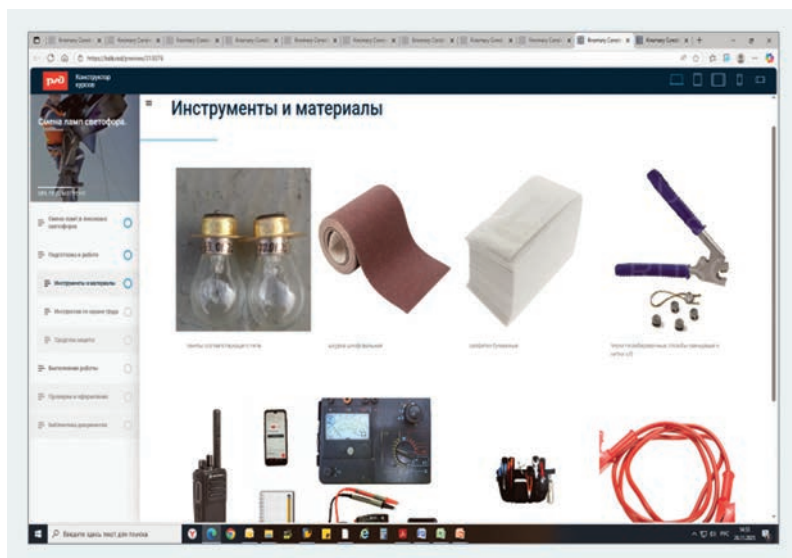


РИС. 1

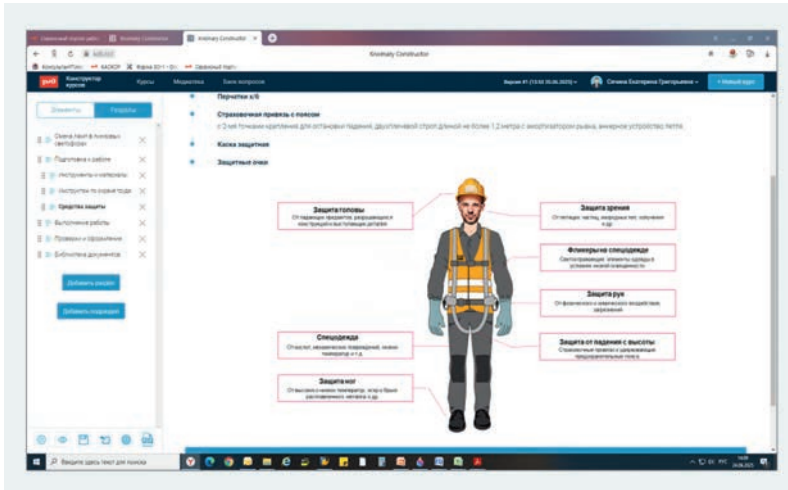


РИС. 2



РИС. 3



РИС. 4

го специалиста учебного полигона на станции Перово были собраны материалы для создания памятки и видеороликов по тематике проведения измерения параметров в кодируемых рельсовых цепях, оборудованных системами АЛС, а также по осмотру стрелочных коробок и соединителей 330 мм. На станции Люблино Сортировочное совместно со старшим электромехаником были проведены съемки видеороликов по смене ламп в линзовых светофорах и измерению напряжений на ламподержателях.

Видеоролики и краткие памятки с фотоматериалами по правилам пользования измерительными приборами, правильности измерений различных параметров и последовательности выполнения работ помогут молодым специалистам быстрее адаптироваться и «влиться» в рабочий процесс при выполнении графика технологического процесса, а опытным работникам познакомиться и разобраться с новыми устройствами, материалами и измерительными приборами. Краткие и доступные материалы также помогут при подготовке к тестированию при различных видах проверки знаний в корпоративной системе аттестации и аудита (КАСКОР), а также в системе проверки уровня профессиональных компетенций (МПК), тестовые вопросы для которой

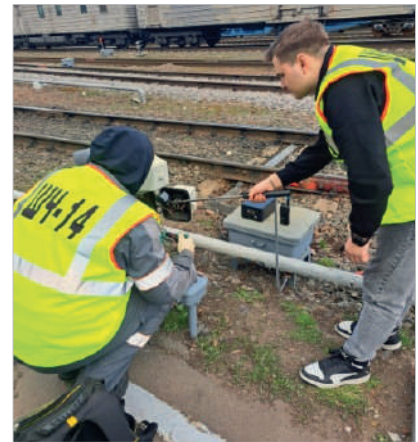


РИС. 5

лы, инструктаж по охране труда, средства защиты, выполнение работы, проверки и оформление, библиотека документов.

Для реалистичности наполнения содержания кратких памяток и кратких инструктажей по выполнению технологических

процессов специалисты провели фото- и видеосъемки на учебных полигонах и действующих устройствах станций Перово и Люблино Сортировочное Московской дороги.

При содействии преподавательского состава и ответственно-

формируются и актуализируются Проектно-конструкторским бюро.

После тестирования и проверки Главным вычислительным центром созданные краткие курсы, видеоролики и памятки будут доступны на сайте дистанционного обучения.

ОРГАНИЗАЦИЯ БЕСПРОВОДНЫХ КАНАЛОВ СВЯЗИ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ



МИХЕЕВ
Димитрий Алексеевич,
ООО «Лаборатория радиосвязи», генеральный директор, канд. физ.-мат. наук, Москва, Россия



ТРОФИМОВ
Алексей Викторович,
ООО «Лаборатория радиосвязи», руководитель группы разработок, канд. физ.-мат. наук, Москва, Россия



ИВАНОВ
Кирилл Владимирович,
ООО «Лаборатория радиосвязи», первый заместитель генерального директора Москва, Россия

Ключевые слова: беспроводные каналы связи, информационно-управляющие системы, пропускная способность, интервальное регулирование движения поездов, средства железнодорожной радиосвязи, широкополосные цифровые системы радиосвязи, радиомодемы, радиопомехи

Аннотация. В статье рассмотрены особенности использования беспроводных каналов передачи данных на железнодорожном транспорте для совершенствования технологии перевозочного процесса. Особое внимание уделено опыту внедрения оборудования метрового и гектометрового диапазонов волн для повышения пропускной способности существующей железнодорожной инфраструктуры.

■ Повышение пропускной способности участков железных дорог может осуществляться в основном двумя путями: посредством строительства дополнительных объектов инфраструктуры или путем оптимизации существующих мощностей. Первый подход, несмотря на свою эффективность, сопряжен со значительными капитальными затратами и риском неполной востребованности введенных мощностей в перспективе. В этой связи особую актуальность приобретает второй подход, предполагающий максимальное использование резервного потенциала действующей инфраструктуры.

Реализация этого направления требует разработки и внедрения инновационных технических решений и совершенствования технологий управления перевозочным процессом. В связи с этим в настоящее время на дорогах активно внедряются различные информационно-управляющие системы, в основе которых лежит применение цифровых каналов пере-

дачи данных (ИУС на базе радиоканала). Внедрение таких систем представляет собой стратегически важное направление модернизации железнодорожного транспорта.

Основная задача ИУС на базе радиоканала заключается в повышении пропускной способности существующей инфраструктуры и безопасности движения поездов [1]. Решение достигается, например, за счет организации автоматизированного вождения двух и более поездов (пассажирского, грузового, пригородного движения) в попутном следовании с минимально допустимым безопасным интервалом, а также автоматизации управления технологическими операциями с целью существенного сокращения времени их выполнения на станциях прибытия, отправления и проследования поездов.

Безусловно, эффективность таких систем находится в прямой зависимости от характеристик каналов передачи данных. К примеру, чем выше

скорость передачи данных, тем больший спектр задач может быть решен в процессе перевозок. Поэтому для построения подобных систем наиболее целесообразно применить широкополосные цифровые системы радиосвязи стандартов LTE (Long-Term Evolution) и FRMCS (Future Railway Mobile Communication System), которые используют технологии 4G и 5G, а также радиосвязь на базе низкоорбитальных группировок спутников. Эти системы работают в более высоких диапазонах радиочастот, чем эксплуатируемые на сети ОАО «РЖД» узкополосные технологические сети радиосвязи [2, 3].

Тем не менее, внедрение ИУС с использованием предложенных цифровых стандартов радиосвязи осложнено наличием некоторых проблем. В частности, это и колоссальная стоимость построения подобных систем, и отсутствие полноценных разрешений на использование радиочастот данных стандартов, и необходимость соблюдения требований по технологическому суверенитету. Все это приводит к отсутствию заинтересованности отечественных производителей в серийном выпуске оборудования передачи речи и данных на базе широкополосных решений для железнодорожного транспорта.

В то же время совершенствование технологии перевозочного процесса необходимо «здесь и сейчас». В связи с этим на данном этапе целесообразно задействовать радиоканалы передачи данных, построенные на основе эксплуатируемых средств железнодорожной радиосвязи гектометрового (ГМВ) и метрового (МВ) диапазонов волн. Это позволяет:

при оснащении инфраструктуры и подвижного состава применять серийно выпускаемые стационарные и подвижные радиосредства, прошедшие весь комплекс испытаний в соответствии с нормативными документами ОАО «РЖД»;

максимально задействовать выделенный ОАО «РЖД» частотный ресурс, а также радиосредства, обеспечивающие работоспособность в условиях электромагнитной обстановки на стационарных и подвижных объектах, имеющих сертификаты соответствия требованиям технических регламентов ТР ТС 020 «Электромагнитная совместимость» и ТР ТС 004 «О безопасности низковольтного оборудования»;

максимально использовать существующую инфраструктуру железнодорожной радиосвязи (стационарные и подвижные радиосредства, антенно-фидерные устройства, направляющие линии поездной радиосвязи, устройства электропитания и др.).

Для организации каналов передачи данных в ГМВ-диапазоне ООО «Лаборатория радиосвязи» разработало цифровые радиомодемы РМЦ/2.150 в стационарном и локомотивном исполнении [4]. Их основные технические характеристики представлены в табл. 1. Они соответствуют требованиям ГКРЧ, изложенным в решении № 06-14-03-001 от 29.05.2006 (ред. от 16.10.2015) «О выделении полос радиочастот в диапазоне 1,6065–30,005 МГц для радиоэлектронных средств фиксированной и подвижной служб гражданского назначения». Радиомодемы после успешных приемочных испытаний поставлены на производство.

Для организации каналов передачи данных в МВ-диапазоне сегодня широко применяются стационарные и локомотивные радиостанции передачи данных РЛСМ-10 цифрового стандарта DMR ООО «КБ «Пульсар-Телеком». Они поставляются серийно вместе с антенно-фидерным оборудованием ООО «Лаборатория радиосвязи». Основные технические характеристики этих радиостанций приведены в табл. 2.

В настоящее время радиомодемы РМЦ/2.150 и радиостанции передачи данных РЛСМ-10 успешно прошли испытания при организации приема грузовых поездов на боковые пути в автоматическом режиме на станциях Красноярск-Восточный и Слюдянка-2 Красноярской и Восточно-Сибирской дорог. Кроме того, они применяются при движении локомотивов в режиме виртуальной сцепки в составе систем ИСАВП-РТ-М и МПСУ-БД на Южно-Уральском и Восточном полигонах. На Московском центральном кольце эти радиомодемы работают в составе гибридной системы управления движением электропоездов.

На Северо-Кавказской дороге специалисты ООО «Лаборатория радиосвязи», АО «НИИАС» и Ростов-

Т а б л и ц а 1

Технические характеристики	Значение	Примечания
Полоса рабочих частот, кГц	2110–2170	Возможно расширение до 3500 кГц
Ширина полосы рабочих частот, кГц	6–12	Настраиваемая
Выходная мощность, Вт	0,1–2,0	Номинальная – 5 Вт
Вид модуляции,	QPSK	Скорость передачи данных до 7200 бит/с
Интерфейсы	RS-232, CAN, Ethernet	В стационарном исполнении – дополнительно RS-485, RS-422

Т а б л и ц а 2

Технические характеристики	Значение	Примечания
Полоса рабочих частот, МГц	136–174	–
Ширина полосы рабочих частот, кГц	12,5	–
Выходная мощность, Вт	1–25	Номинальная – 10 Вт
Вид модуляции	4FSK	Скорость передачи данных до 9600 бит/с
Интерфейсы	RS-232, CAN, Ethernet	В стационарном исполнении – дополнительно RS-485



РИС. 1



РИС. 2

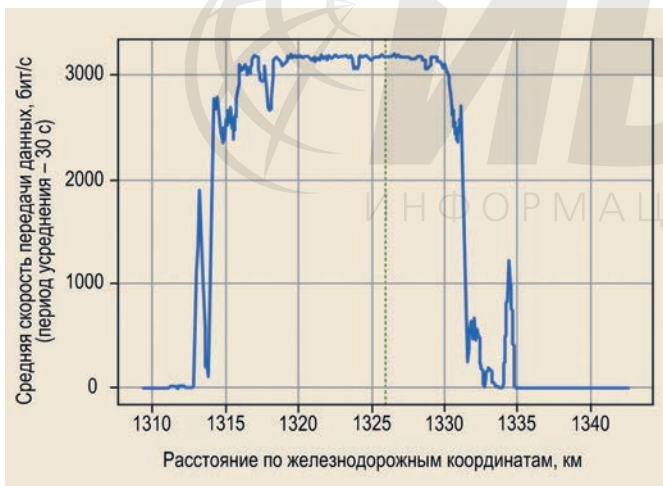


РИС. 3



РИС. 4

ской дирекции связи провели испытания канала передачи данных ГМВ-диапазона. Радиомодемы РМЦ/2.150, работавшие на частоте 2150 кГц, были размещены на двух станциях и включены в общий антенно-фидерный тракт со стационарными радиостанциями поездной радиосвязи. На автоматрисе такой радиомодем был включен в отдельный от локомотивной радиостанции антенно-фидерный тракт с дополнительной малогабаритной локомотивной антенной АЛМ/2.130 (рис. 1). В результате максимальная пропускная способность радиоканала передачи данных между модемами в зоне радиопокрытия стационарного оборудования составила до 3200 бит/с (рис. 2) при дальности радиосвязи до 9 км (рис. 3).

Таким образом, можно сделать вывод о том, что при организации основных и резервных каналов передачи данных для современных ИУС использование оборудования ГМВ-диапазона является целесообразным. С целью дальнейшего совершенствования существующих технических решений по построению каналов передачи данных ООО «Лаборатория радиосвязи» совместно с ООО «КБ «Пульсар-Телеком» осуществляет разработку двухдиапазонного радиомодема передачи данных (2 МГц и 160 МГц, стандарт DMR) на базе радиомодема РМЦ/2.150 и радиостанции РЛСМ-10. Кроме этого, завершается совместная разработка АО «НИИАС», ООО «Лаборатория радиосвязи», ООО «КБ «Пульсар-Телеком» и АО «Информтехтранс» универсальной локомотивной радиостанции передачи данных с поддержкой цифровых стандартов LTE (в диапазонах 350 и 1800 МГц) и DMR (в диапазоне 160 МГц) (рис. 4). Радиостанция предназначена для ИУС на высокоскоростной железнодорожной магистрали Москва – Санкт-Петербург. Она имеет дополнительный опциональный слот для приемопередатчика ГМВ-диапазона. При полной комплектации эта радиостанция обеспечит все потребности, необходимые для современных информационно-управляющих систем при организации каналов передачи данных.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- ГОСТ 34745-2021. Системы передачи данных для систем управления и обеспечения безопасности движения поездов. Требования безопасности и методы контроля. Введ. 01.04.2022. Изм. 22.04.2025. М.: ФГБУ «РСТ», 2021.
- Роенков Д.Н., Плеханов П.А. Мобильные сети поколения 5G: перспективы применения // Автоматика, связь, информатика. 2020. № 10. С. 2–7. DOI:10.34649/AT.2020.10.10.001 EDN: CELRIJ.
- Бабин А.И., Шепелев С.В. Предложения по применению полосы радиочастот 350–400 МГц для технологических сетей МШБД стандарта TDD-LTE/LTE-ADVANCED/5G // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2024. № 3. С. 22–27. DOI: 10.17513/mjrfi.13617. EDN: VCOEFF.
- Передача данных по радиоканалу в системах управления движением поездов / Д.А. Михеев, А.В. Трофимов, К.Т.Ч. Ву, А.Н. Попов // Вестник Уральского государственного университета путей сообщения. 2024. № 3 (63). С. 54–61. DOI: 10.20291/2079-0392-2024-3-54-61. EDN: STHENE.
- Ананьев Д.В., Тарасов И.А. Развитие систем технологической связи // Автоматика, связь, информатика. 2020. № 2. С. 19–23. EDN: LYKAIB.

АНАЛИЗ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КАБЕЛЕЙ СВЯЗИ



ПОПОВ
Борис Владимирович,
Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, кафедра «Линии связи и измерения в технике связи», профессор, канд. техн. наук, г. Самара, Россия



ПОПОВ
Виктор Борисович,
Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, кафедра «Линии связи и измерения в технике связи», профессор, канд. техн. наук, г. Самара, Россия



БАННОВ
Владимир Вениаминович,
АО «Самарская кабельная компания», технический директор, канд. техн. наук, г. Самара, Россия

Ключевые слова: кабели с медными жилами, кордельно-полистирольная изоляция, пленко-пористо-пленочная полиэтиленовая изоляция, защищенность на дальнем конце, коэффициент защитного действия, электрическая прочность

Аннотация. В статье проводится сравнение основных электрических характеристик магистральных кабелей связи с кордельно-полистирольной и пленко-пористо-пленочной полиэтиленовой изоляцией медных жил в алюминиевой и свинцовой оболочках. Эти характеристики, как и параметры передачи, являются определяющими при организации связи, включая технологическую. Установлено, что помехозащищенность цепей кабеля в алюминиевой оболочке на 5–9 дБ выше, чем кабеля в свинцовой оболочке. Показано, что кабели в алюминиевой оболочке с пленко-пористо-пленочной изоляцией имеют коэффициент защитного действия более чем в 3 раза лучше, чем кабели в свинцовой оболочке, а также электрическую прочность в 3–4 раза выше, чем у кабелей с кордельно-полистирольной изоляцией. Даны рекомендации по применению кабелей связи в алюминиевой оболочке с пленко-пористо-пленочной изоляцией как на новых, так и на действующих линиях связи.

■ Несмотря на широкое применение волоконно-оптических кабелей связи, которые обладают очень высокой пропускной способностью, для решения технологических задач на ведомственных сетях еще достаточно широко используются симметричные высокочастотные кабели с медными жилами. Они имеют практически одинаковые электрические характеристики передачи, включая коэффициент затухания, волновое сопротивление и рабочую емкость, но снабжены разными защитными металлическими оболочками – свинцовыми или алюминиевыми.

Как известно, первые высокочастотные кабели связи были выпущены с кордельно-полистирольной изоляцией в свинцовой оболочке: МКСГ, МКСБп, МКСБШп, МКСГШп. Затем были разработаны более

современные надежные кабели в алюминиевой оболочке: МКСАШп, МКСАБп, МКСАБпШп. В середине 90-х гг. в производство стали внедряться кабели с пленко-пористо-пленочной полиэтиленовой изоляцией жил с алюминиевой оболочкой МКПпАШп, МКПпАБп, МКПпАБпШп, МКПпАКпШп, которые были наделены более высокими диэлектрическими характеристиками.

Анализ показывает, что однотипные кабели с алюминиевой и свинцовой оболочками обладают идентичными электрическими характеристиками передачи и предназначены для одинаковых условий эксплуатации. Однако кабели в алюминиевой оболочке имеют ряд преимуществ, в том числе повышенную защищенность от внешних электромагнитных влияний, что позволяет прокладывать их вдоль железно-

дорожных линий, в районах повышенной грозодеятельности и сближения с ЛЭП, а также механическую прочность и повышенную стойкость к вибрационным нагрузкам, меньшую массу [1].

При этом следует отметить, что кабели с кордельно-полистирольной изоляцией должны содержаться под избыточным воздушным давлением, а с пленко-пористо-пленочной изоляцией, выпускаемые с гидрофобным наполнителем или с водоблокирующими материалами, не требуют содержания под избыточным давлением [2].

Для железных дорог разработаны многочетверочные кабели с пленко-пористо-пленочной изоляцией диаметром жил 1,05 и 1,2 мм, которые по электрическим характеристикам передачи хорошо согласуются с ранее проложенными кабелями с кордельно-трубчатой изоляцией с диаметром жил 1,05 мм. Поскольку внутренние диаметры алюминиевых оболочек у них достаточно близки друг к другу, кабели с пленко-пористо-пленочной изоляцией вполне могут использоваться в качестве вставок на кабельных линиях с кордельно-полистирольной и кордельно-трубчатой изоляцией жил.

ПАРАМЕТРЫ ВЗАИМНОГО ВЛИЯНИЯ МЕЖДУ ЦЕПЯМИ

■ К основным параметрам, определяющим качество передачи по высокочастотным магистральным кабелям при работе аналоговых и цифровых систем, относятся параметры взаимного влияния между цепями. Для двухкабельных систем передачи важной характеристикой является защищенность от взаимных влияний на дальнем конце, нормируемая в соответствии с требованием ГОСТ-15125-92. Частотные характеристики усредненных значений защищенности на дальнем конце (A_3) для кабелей с алюминиевой и свинцовой оболочками приведены на рисунке.

Измерения защищенности проводились на двух участках действующих линий связи с кабелями марки МКСБ 4x4x1,2 длиной 3,46 км и МКСАБп 4x4x1,2 длиной 3,3 км (оба участка включали по четыре строительных длины, соединенные по оператору $x\cdot$) [3, 4]. Такие же измерения проводились в заводских условиях АО «СКК» на линии общей длиной 3,3 км, составленной из четырех строительных длин кабеля в алюминиевой оболочке марки МКПпАБп-4x4x1,2, соединенных также по оператору $x\cdot$.

Анализ полученных результатов показывает, что характеристики помехозащищенности цепей кабеля в алюминиевой оболочке с пленко-пористо-пленочной изоляцией на 5–9 дБ выше, чем кабеля в свинцовой оболочке. Объясняется это более высокой геометрической и диэлектрической однородностью пленко-пористо-пленочной изоляции и большей жесткостью алюминиевой оболочки, достигнутой благодаря стабильной геометрии четверок по сравнению с кабелем в свинцовой оболочке.

ЭКРАНИРУЮЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КАБЕЛЬНЫХ ОБОЛОЧЕК

■ Кабельные линии связи практически всегда подвержены внешним электромагнитным влияниям со стороны линий электропередачи и электрифицированных железных дорог. Мощными источниками воздействий также служат разряды

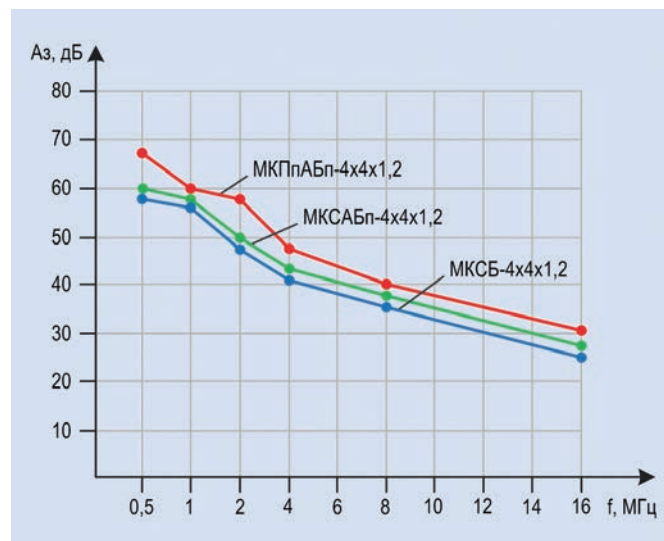
атмосферного электричества и электромагнитные импульсы, возникающие от ядерных взрывов при риске террористических атак. Распространяющийся электромагнитный импульс (ЭМИ) может оказывать интенсивное опасное и мешающее воздействие на кабельные линии связи.

Один из самых эффективных методов защиты от внешних электромагнитных воздействий заключается в использовании металлических кабельных экранов. Их эффективность определяется экранирующими характеристиками обеспечиваемой ими защиты. Действие экрана обусловлено наведением в нем продольных и вихревых токов, обратное воздействие которых создает экранирующий эффект. В диапазоне низких частот экранирование происходит за счет продольных токов, на высоких частотах (выше 10–20 кГц) определяющими являются наведенные вихревые токи.

Защитное действие экрана принято оценивать идеальным коэффициентом защитного действия (КЗД) на частоте 50 Гц при различных значениях продольной ЭДС. Он нормируется для конкретных конструкций кабелей, причем чем меньше КЗД, тем лучше кабель защищен от внешних электромагнитных влияний [5].

Величина КЗД зависит от сопротивления оболочки кабеля постоянному току. Используя кабели с алюминиевой оболочкой вместо свинцовой (удельное сопротивление алюминия в 7,5 раз меньше свинца), можно при прочих равных условиях значительно улучшить идеальный КЗД. Так, сопротивление постоянному току оболочки кабеля МКСБ 4x4x1,2 составляет 2,05 Ом/км, а кабеля МКСАБп 4x4x1,2 только 0,4 Ом/км. При продольной ЭДС 150 В/км КЗД кабеля МКСБ-4x4x1,2 достигает 0,36 Ом/км, а МКСАБп 4x4x1,2 – 0,1 Ом/км.

Как уже упоминалось, наиболее интенсивными источниками внешних электромагнитных воздействий на кабельные линии связи являются грозовые разряды и электромагнитные импульсы от ядерного взрыва. И те, и другие имеют схожую форму и отличаются в основном длительностью фронта импульса и длительностью волны. Для импульса грозового разряда длительность фронта составляет 5 мкс, длительность волны – 65 мс при амплитуде импульса тока молнии 50 кА. Соответственно для



импульсов ядерного взрыва они составляют 10 мкс и 5 мкс при напряженности электрического поля 50 кВ/м [6, 7].

С учетом таких данных определены напряжения в цепи «жила-оболочка» кабелей со свинцовой и алюминиевой оболочкой. Для кабеля МКСБ 4x4x1,2 при удельном сопротивлении грунта 100 Ом·м напряжения достигают Угроза = 8750 В, Уэми = 4120 В, для кабеля МКСАБп 4x4x1,2 – Угроза = 2230 В, Уэми = 2110 В [8]. Таким образом, напряжение в цепи «жила-оболочка» значительно больше наводится в кабелях со свинцовой оболочкой. При этом оно может оказаться больше пробивного напряжения изоляции.

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРОЧНОСТЬ ИЗОЛЯЦИИ СИММЕТРИЧНЫХ КАБЕЛЕЙ СВЯЗИ

■ Известно, что кабель связи, как составная часть линейного тракта, должен обладать не только хорошими экранирующими свойствами, но и высокой электрической прочностью изоляции. Особенно это важно для кабелей, прокладываемых вдоль железных дорог, а также на участках сближения с ЛЭП и в районах повышенной грозодеятельности.

Стандартизованная звездная четверка с кордельно-полистирольной изоляцией включает в себя две пары жил, изолированных спирально наложенным полистирольным корделем и полистирольной лентой с перекрытием 25–30%. Электрическое поле симметричного кабеля с комбинированной воздушно-пластмассовой изоляцией имеет сложный характер. Причем в конструкции с кордельно-полистирольной изоляцией максимальная напряженность электрического поля в 2,14 раза выше, чем при однородной конструкции, например, при применении сплошной полиэтиленовой изоляции [9]. Происходит это потому, что напряженность поля в таком кабеле резко возрастает в воздушных клиньях между корделем и медной жилой. В результате в местах усиления напряженности электрического поля создается электрический разряд в кордельно-полистирольной изоляции, обусловленный воздействием на нее частичных разрядов, возникающих в воздушной части.

Вместе с тем кабель с однородной пленко-пористо-пленочной изоляцией обладает повышенной однородностью. Изоляция жил состоит из трех concentрических слоев полиэтилена низкой плотности. Наружный и внутренний слои представляют собой сплошное пленочное покрытие. Между ними расположен основной промежуточный слой, имеющий пористую структуру. Высокая однородность пористого слоя достигается за счет физического вспенивания полиэтилена азотом и равномерного распределения мелких пузырьков газа одинакового размера. Кроме этого, повышенные геометрическая и диэлектрическая однородности изоляции обеспечиваются

благодаря применению системы автоматического регулирования диаметра и погонной емкости, а также контроля эксцентриситета изолированной жилы.

Напомним, что электрическая прочность изоляции, определяемая на строительной длине кабеля по методике, изложенной в ГОСТ 2990-78, включает в себя среднее значение пробивного напряжения между жилами $U_{ж-ж}$ и между жилами и экраном (оболочкой) $U_{ж-экр}$, а также их среднеквадратические отклонения σ . При этом с увеличением длины кабеля величина пробивного напряжения снижается в связи с тем, что увеличивается вероятность появления в кабеле более неоднородного участка изоляции. По методике, изложенной в [10], выполнен пересчет пробивного напряжения с образцов метровой длины на строительную длину 850 м. Результаты испытания электрической прочности кабелей с кордельно-полистирольной и пленко-пористо-пленочной изоляцией приведены в таблице.

Анализ результатов испытаний показывает, что электрическая прочность кабеля с пленко-пористо-пленочной изоляцией в 3–4 раза выше, чем у кабеля с кордельно-полистирольной изоляцией. Обусловлено это наличием двух пленок из сплошного полиэтилена и высокой однородностью пористого слоя за счет формирования большого количества мелких закрытых газовых пор.

Подводя итог проведенного сравнительного анализа параметров симметричных кабелей, можно отметить, что кабели с алюминиевой оболочкой имеют значительные преимущества по всем электрическим характеристикам, определяющим защищенность цепей от опасных и мешающих внешних электромагнитных и механических воздействий, а стоимость их на 30–40% ниже, чем кабелей в свинцовой оболочке.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. «О кабелях связи в свинцовой и алюминиевой оболочках» / ОАО «ВНИИКП»: информационное письмо от 10.03. 2015 № 2/1-65
2. Родионов В.Н., Попов Б.В., Попов В.Б. Кабель с пленко-пористо-пленочной изоляцией // Автоматика, связь, информатика. 2013. № 5. С. 23–25. EDN: QIRKIF.
3. Исследование электрических характеристик передачи и взаимного влияния симметричных кабелей связи в диапазоне частот до 60 МГц : научно-технический отчет / КЭИС. Куйбышев, 1982. 167 с. № ГР 81058136.
4. Исследование электрических характеристик, находящихся в длительной эксплуатации симметричных кабелей связи в диапазоне частот ТЦСП ИКМ-480С : научно-технический отчет / КЭИС. Куйбышев.1985. 97 с. № ГР 01.84.0071784.
5. Михайлов М.И., Разумов Л.Д., Соколов С.А. Защита сооружений связи от опасных и мешающих влияний. М.: Связь, 1978. 288 с.
6. Воронков А.А. Воздействие электромагнитного импульса на системы связи // Экспресс-информация ЦНТИ «Информсвязь». 1984. Вып. 10. С. 6–8.
7. Гуревич В.И. Защита аппаратуры связи от ЭМИ ядерного взрыва // Экспресс-информация ЦНТИ «Информсвязь». 1983. Вып. 7. С. 17–27.
8. Андреев В.А., Воронков А.А. Экранирующий эффект многопроводных систем при внешних электромагнитных воздействиях. М.: Радио и связь, 2005. С. 132.
9. Калинин Н.Д. Электрическая прочность изоляции междугородных кабелей. М.: Связь, 1979. С. 88.
10. Калинин Н.Д., Лиманский Н.С. Электрическая прочность симметричных кабелей связи // Кабельная техника. 1975. Вып. 11. С. 5–8.

Марка кабеля	Электрическая прочность изоляции, кВ							
	Образцы метровой длины				Строительная длина			
	$U_{ж-ж}$	σ	$U_{ж-ж}$	σ	$U_{ж-ж}$	σ	$U_{ж-экр}$	σ
МКСАШп 4x4x1,2	4,08	0,32	5,28	0,43	3,28	0,24	4,22	0,3
МКПпАШп 4x4x1,2	18,0	1,1	16,2	1,9	14,8	0,5	14,3	0,6

ОБУЧЕНИЕ НА СТЫКЕ РЕАЛЬНОСТИ И ИГРЫ



КУРЕНКОВ
Сергей Анатольевич,
ПГУПС, Отраслевая
научно-исследовательская
лаборатория «Автоматизация
технического обслуживания,
диагностика и мониторинг
систем ЖАТ», заместитель
заведующего лабораторией,
Санкт-Петербург, Россия



БЕРЕЗИНА
Ольга Валерьевна,
ПГУПС, Отраслевая
научно-исследовательская
лаборатория «Автоматизация
технического обслуживания,
диагностика и мониторинг
систем ЖАТ», руководитель
направления разработки
обучающих систем,
Санкт-Петербург, Россия

Повышение уровня знаний работников, выпуск более подготовленных молодых специалистов – вечные задачи, которые пытаются решать многие поколения руководителей на производстве и в учебных заведениях. Более 40 лет ПГУПС разрабатывает обучающие продукты в области автоматизации и телемеханики – от классических электронных курсов до современных тренажеров на стыке реальности и игры. С каждым годом становится все более очевидным, что молодое поколение в учебных заведениях и на производственных площадках стремится к более «игровому» формату получения знаний и сопротивляется прежним способам обучения. В данной статье мы хотим сделать акцент на преимуществах новых технологий в сравнении с классическими.

■ Многие дистанции СЦБ и транспортные учебные заведения уже не первый год используют тренажеры и курсы, разработанные ОНИЛ «АТО ДМ» в сотрудничестве с ООО «ЦАТО». Рабочее место специалиста разработки программно-аппаратных тренажеров – измерительных обучающих стендов ИОС, о которых ранее рассказывалось в журнале «АСИ» (№ 9, 2022 г.), представлено на рис. 1. Одновременно с этим подразделения могут эксплуатировать и аппаратные макеты реальных устройств. Уровень подготовки студентов и новых работников во многом определяется правильным сочетанием различных технологий.

Что дает реальный тренажер? Он, безусловно, позволяет оценить габариты, вес, цвет, а также получить «двигательные» навыки и рефлекс для обслуживания устройств. Однако для формирования правильной последовательности действий («процедуры») в антураже реальной производственной площадки таких макетов явно недостаточно, поскольку на реальных устройствах невозможно имитировать некоторые нестандартные ситуации. К примеру, пожар, поражение электрическим током, механические поломки.

В отличие от реальных устройств обучающие продукты на базе 3D/VR-технологий позволяют успешно освоить именно правильную технологию обслуживания или поиска отказа даже в самых сложных и редких нестандартных ситуациях. При этом обучаемый получает представление о внешнем виде, индикации и логике работы оборудования.

Предлагаем разобраться в деталях. Несмотря на все достоинства, использование реальных макетов оборудования имеет ряд недостатков.

Высокая стоимость и ограничение количества обучаемых (один тренажер – один человек или группа по одинаковому заданию).

Высокие требования к преподавателю. Наставником должен быть специалист высочайшей квалификации, способный донести до учеников правильные приемы обслуживания систем и методологию поиска отказов. При этом преподаватель, особенно на производстве, обычно дает материал в том виде, в каком учили его самого, или как он сам привык выполнять работы за время своей трудовой деятельности. Иногда это не соответствует текущей нормативной документации или рекомендациям.

Субъективная оценка результатов обучения. Поскольку макеты реальных устройств не оборудованы средствами анализа действий обучаемых, то и оценка уровня знаний и навыков проводится преподавателем единолично и не может считаться объективной. Кроме того, на аппаратных тренажерах обучение обычно групповое, и даже опытный преподаватель не всегда может учесть степень восприятия информации каждым обучаемым.

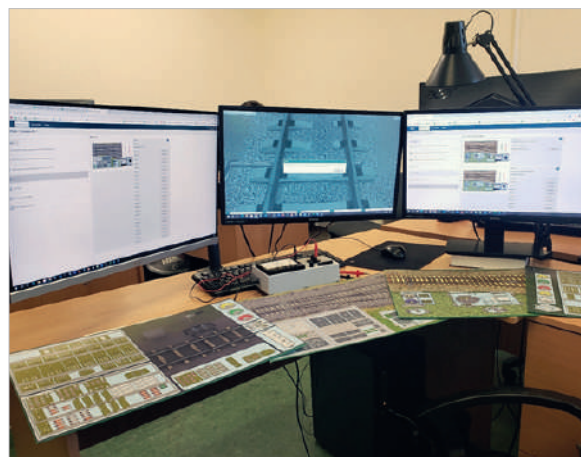


РИС. 1

Неполное соответствие реальной обстановке. Многие нестандартные ситуации невозможно смоделировать в аппаратных макетах реальных устройств. Но именно это важно при обучении.

Проблемы охраны труда. При проведении занятий редко контролируется соблюдение регламентов и требований, так как воспроизвести опасные условия в учебном классе довольно сложно. При этом большинство аппаратных тренажеров сами по себе имеют подключение к электросети, иногда и 380 В, и без должного надзора потенциально являются источником опасности для обучаемых.

Вот тут-то и выходят на сцену программные тренажеры, позволяющие концептуально изменить подход к обучению. А как в них решены все эти проблемы?

Программные тренажеры дают возможность организовать любое количество рабочих мест для индивидуального обучения за счет использования клиент-серверной технологии. Стоимость целого учебного класса сопоставима с одним реальным макетом.

Рабочие места объединяются в единую сеть и связаны с сервером, где располагается база пользователей, планируются занятия, протоколируются результаты обучения. И современный игровой компьютер, приобретенный для тренажера, может также использоваться для полного цикла «игрового» обучения (любые другие тренажеры, 3D-атласы, электронные курсы).

Подключив к компьютеру гарнитуру виртуальной реальности, можно запустить на нем и VR-тренажер. Таким образом, финансовая эффективность использования программного обучающего продукта будет существенно выше.

В отличие от аппаратных тренажеров, где занятия всегда проводятся очно преподавателем, программные тренажеры имеют встроенный алгоритм обучения. За счет специального обучающего режима и различных подсказок тренажер может без участия преподавателя провести пользователя по эталонной последовательности действий. Все алгоритмы построены на действующих нормативных документах и методиках. Для большего удобства пользователю доступны принципиальные и монтажные схемы (как в жизни), справочная информация (как на станции), а также алгоритмы поиска отказа.

фрагмент алгоритма поиска отказов в тренажере по системе ЭЦ-ЕМ, включенный в состав справочной информации тренажера, представлен на рис. 2.

Одно из основных преимуществ работы тренажеров разработки ПГУПС – наличие математической модели для оценки выполняемых действий. Тренажеры в режиме «Экзамен» позволяют выполнять любые действия в любой последовательности, в том числе допускать ошибки, как и в жизни. После завершения задания тренажер сравнивает выполненные действия пользователя с эталонным алгоритмом и выставляет оценку по 100-балльной системе.

Для последующей «работы над ошибками» формируется и сохраняется персональный протокол, где проанализировано: время выполнения задания, последовательность действий, наличие или отсутствие критических ошибок, пропущенные (невыполненные) действия и правильность ответа.

Протокол прохождения задания в тренажере по системе МПЦ-И с неудовлетворительным результатом показан на рис. 3. Оценка и протокол сохраняются в базе данных сервера и доступны для просмотра самому пользователю, а также преподавателям и руководителям подразделения.

Таким образом полностью исключен субъективный подход при оценке уровня знаний и навыков пользователя. Оценка единообразна для всех и построена на правильных принципах и действующих нормативных документах.

В основе программных тренажеров лежат 3D-сцены, повторяющие весь комплекс устройств СЦБ на станции, перегоне или других местах размещения оборудования. Достигнута фотографическая реалистичность 3D-моделей, индикации на АРМ, аппаратуре и микропроцессорных платах.

Сцена тренажера с 3D-моделями оборудования микропроцессорной автоблокировки тренажера по системе АБТЦ-МШ представлена на рис. 4. В тренажере визуализирована индикация в различных режимах, замена плат, моделируется проведение диагностических проверок.

Стоит отметить такое свойство программной среды, как возможность обучения действиям в нестандартных ситуациях, так как в

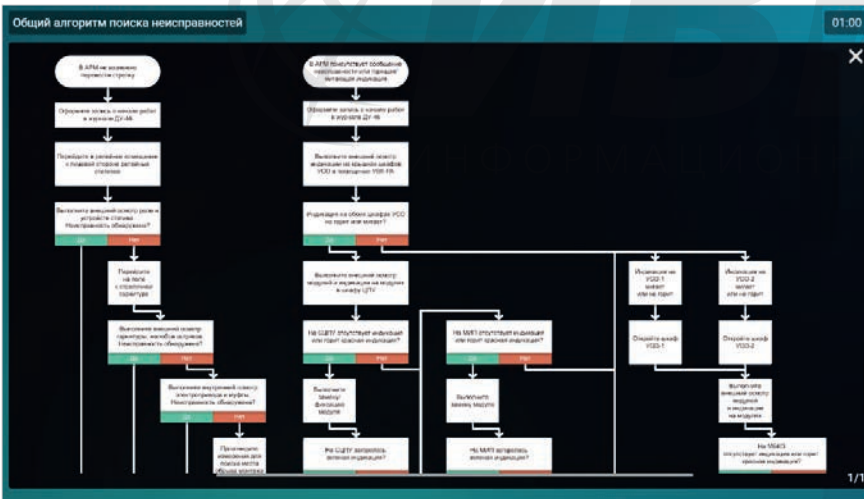


РИС. 2

Результат: 20% (Проходной балл — 80%)

Подробный протокол сохранен в системе.

- ✓ Вы не совершили критических действий
- ✓ Вы уложились в оптимальное время
- ✗ Вы неверно указали ответ
- ✗ Вы выполнили не все ключевые шаги
- ✗ Вы нарушили последовательность выполнения задания
- ✗ Вы выполнили не все базовые шаги

Количество попыток: 2.
Неверные ответы
Светофор / Обрыв монтажного провода между трансформатором и ламподержателем

Фартук электропривода / Нарушена регулировка длинной контрольной тяги по риске

Пропущенные ответы
Рабочее место ДСП / Неисправность манипулятора «Мышь»

Выход

РИС. 3



РИС. 4

3D-сцене может быть смоделирована любая, даже самая сложная поломка, процесс или отклонение.

Возможности программных тренажеров при имитации отказов практически безграничны. Это могут быть обрывы соединителей, треснувшие элементы приводов и гарнитур, элементов подвижного состава, стружка на стыках, погнутые разъемы блоков, обломанные жилы, пожары и короткие замыкания, зависание АРМ и выпавший разъем в системе МПЦ и др.

«Вечный хит» отказов по стрелке – камень между острием и рамным рельсом в 3D-тренажере по поиску неисправностей в пятипроводной схеме управления стрелкой – показан на рис. 5.

Программный тренажер гарантирует 100 %-ную безопасность обучаемого при прохождении заданий. К тому же, важным свойством тренажера является включение в эталонный алгоритм обязательных действий по охране труда: проверка СИЗ, правильное использование инструмента, маршруты прохода к месту производства работ, оформление записей, взаимодействие с диспетчерским аппаратом дистанции и работниками службы движения.

Необходимо признать, что тренажерные комплексы с использованием современных технологий дают большую свободу маневра и эффективность в той области, где требуется внедрить «процедуру». То есть на первом этапе, до выхода на реальные устройства, необходимо сформировать и закрепить у обучающегося навык правильной технологии и методологии выполнения работ на обслуживаемых устройствах и довести ее до автоматизма. Этот этап занимает время, и при этом позволяет высвободить огромный ресурс высококвалифицированных наставников.

Лишь после того, как пользователь покажет высокие результаты на программных тренажерах, имеет смысл доводить его навыки до совершенства. На этом этапе могут быть использованы «штучные», уже существующие аппаратные макеты устройств – в учебных заведениях или технических классах на производстве. Если же таких макетов нет, то имея четкое представление о технологии работ, студент не растеряется и в реальной обстановке, ведь он уже взаимодействовал с полной виртуальной копией оборудования.

В завершение обзора хотелось бы высказать мнение об использовании в обучении VR-гарнитур, которые являются довольно дорогостоящими, сложными в настройке и сопровождении. При внедрении новых технологий в учебный процесс необходимо четко

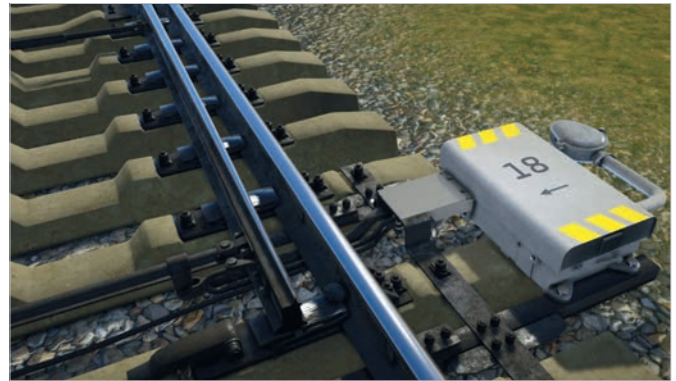


РИС. 5

определять цель и обоснованность их применения. Проанализировав различные факторы, наша лаборатория пришла к выводу, что некоторые особенности VR-продуктов сводят на нет все цели работы с тренажером. Например,

вероятность нарушения работы вестибулярного аппарата создает риски здоровью обучаемого;

довольно сложная навигация, перемещение, выбор объектов и действий превращает обучение в борьбу с манипуляторами и пространством;

сложность использования в одном помещении нескольких рабочих мест заставляет проводить занятия в формате «один в гарнитуре, остальные наблюдают»; для работы в гарнитуре требуется большая площадь помещения, что не всегда возможно организовать;

нужно контролировать каждого обучаемого для исключения падений, контактов с окружающими предметами и другими обучаемыми.

Командой разработки было принято решение сделать акцент на выпуске 3D-тренажеров без VR-гарнитур. Такие тренажеры адаптированы для использования на персональных компьютерах с обычной клавиатурой и «мышью». Управление в них привычно для большинства игроков и обычно не вызывает сложностей в освоении.

Выпуск VR-тренажеров продолжается, но исключительно по желанию заказчика и там, где это оправданно – решения для выставок, детских железных дорог, профессиональной ориентации школьников.

В 2024 г. в рамках программы поддержки ОАО «РЖД» профильных учебных заведений ПГУПС осуществил внедрение трех программных тренажеров (по системам АБТЦ-МШ, ЭЦ-ЕМ, ДЦ «Сетунь») в 15 вузах и ссузах.

В своем вузе на площадке передовой инженерной школы «ИСКРА» наша лаборатория развернула полный комплект современных обучающих материалов по различным железнодорожным специальностям в кабинете, оснащенном 16 рабочими местами. Здесь студенты и работники дистанций с большим интересом знакомятся с нашими современными разработками.

Уверены, что подобные средства обучения помогут поднять и интерес к железнодорожным специальностям и повысить уровень знаний специалистов ОАО «РЖД» и студентов.

По QR-коду можно посмотреть подборку видеороликов по нашим разработкам.



ВОРОБЕЙ**Николай Юрьевич,**

Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, доцент, канд. техн. наук, Санкт-Петербург, Россия

ЕГОРОВА**Екатерина Геннадьевна,**

Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, доцент, канд. техн. наук, Санкт-Петербург, Россия

МИКАДО**Елена Николаевна,**

Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, заведующий лабораторией «Микропроцессорные и электронные телемеханические устройства ЖАТ», Санкт-Петербург, Россия

ГОРЯЧЕВ**Елисей Дмитриевич,**

Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, студент, Санкт-Петербург, Россия

СОКОЛОВ**Максим Олегович,**

Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, студент, Санкт-Петербург, Россия

УДК 678:656.259.2

DOI: 10.62994/AT.2026.1.1.006

ПРИМЕНЕНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Ключевые слова: аддитивные технологии, образовательный процесс, 3D-печать, прототипирование

Аннотация. В условиях стремительного развития промышленных технологий и перехода к цифровой экономике все большее значение приобретает внедрение в образовательный процесс высших учебных заведений производственных подходов, таких как аддитивные технологии и реверс-инжиниринг. Такой подход не только способствует улучшению практической подготовки студентов, но и формирует у них компетенции, востребованные в современной промышленности, в том числе и на железнодорожном транспорте. В статье рассматривается актуальность процесса интеграции аддитивных методов производства в учебную программу технических отраслевых вузов и реальные кейсы студенческих работ с использованием 3D-печати для прототипирования сложных деталей.

■ Аддитивные технологии в последние годы занимают ключевые позиции в современном производстве прототипов и сложных конструкций. Опыт применения данных технологий на железнодорожном транспорте уже обладают компании «ЛокоТех» и «2050.АТ», входящие в состав ГК «Трансмашхолдинг», которые изготавливают функциональные детали и прототипы для локомотивных депо и предприятий локомотивного машиностроения [1]. В перспективе цифровой трансформации аддитивные технологии будут более широко применяться на железнодорожном транспорте, например, для печати рельсошпальной решетки непосредственно на месте производства работ, которая будет укладываться роботизированными системами [2].

С каждым годом применение аддитивных технологий и 3D-печати становится неотъемлемой частью образовательного процесса. Это связано с большой востребованностью инженеров

для современных индустрий, где значимую роль играет проектирование нового оборудования, технологий и целых производственных линий. По этой причине в рамках национальных проектов в учебных заведениях России создаются специальные образовательные пространства, где будущие инженеры могут реализовать свои идеи от стадии технического предложения (технического задания), на базе которого создается проект, до реализации устройства или системы. Для этой цели у студентов должен быть доступ к электронным компонентам, позволяющим создать алгоритм работы будущего устройства (системы), а также корпус или конструкцию разрабатываемого устройства. Данная возможность появляется благодаря использованию технологии FDM 3D-печати (метод послойного наплавления пластика).

В рамках Всероссийской научно-технической конференции «Транспорт: проблемы, идеи,

перспективы» в прошлом году в ПГУПС студенты кафедры «Автоматика и телемеханика на железных дорогах» представили свои устройства, полученные с помощью 3D-печати. Реализация проектов осуществлялась на лабораторном оборудовании Передовой инженерной школы «ИСКРА» ПГУПС.

Один из представленных проектов – макет системы мониторинга углового наклона грузового железнодорожного вагона на основе акселерометра и микроконтроллера. Разрабатываемое устройство позволяет передавать предупреждающие сигналы при критических отклонениях, обеспечивая дополнительный контроль устойчивости груза во время его транспортировки, а также фиксировать и записывать данные в журнал событий.

Была разработана система сбора и сохранения данных с цифрового трехосевого акселерометра ADXL345. Для долговременного хранения данных

была использована внешняя EEPROM-память AT24C256, соединенная по I²C-шине с акселерометром. Программное обеспечение написано на языке C для Arduino и реализует считывание и запись данных, а также вывод записанных значений через UART-порт в терминал PuTTY. Разработанная система сбора, хранения и обработки данных является стабильной, надежной и простой в использовании.

Производится пять этапов проектирования:

макета железнодорожного полотна (рельсов и шпал);

соединительной части между макетом железнодорожного полотна и механизмом изменения угла наклона (рис. 1);

механизма изменения угла наклона, представляющего собой две шестеренки в кожухах (рис. 2) (крепление частей друг к другу осуществляется винтами и гайками М3, механизм закрывается крышкой с помощью небольших магнитов);

ответной части (рис. 3);

коробки со скобами для размещения электронных компонентов (рис. 4).

Готовый макет устройства, напечатанный на 3D-принтере, представлен на рис. 5.

Выходные данные, полученные с готового акселерометра при нахождении устройства в горизонтальном положении, приведены на рис. 6. Видно, что ускорения по осям X и Y близки к нулю (первые два столбца чисел), так как в этой ориентации на них не действует сила тяжести. В то же время по оси Z (третий столбец) фиксируется значение около 9,8 м/с² с учетом погрешностей измерительного устройства, что соответствует ускорению свободного падения. Это типичная картина для неподвижного горизонтального положения, и она подтверждает правильность установки и ориентации датчика.

Еще один проект с использованием FDM-печати – макет устройства счета осей вагонов. Счетчики осей являются важным элементом инфраструктуры, обеспечивая точный подсчет осей подвижного состава и контроль занятости путей в местах, где отсутствует возможность для устойчивой работы рельсовых цепей. Разработка таких устройств требует не только

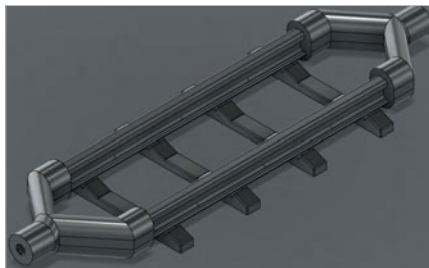


РИС. 1

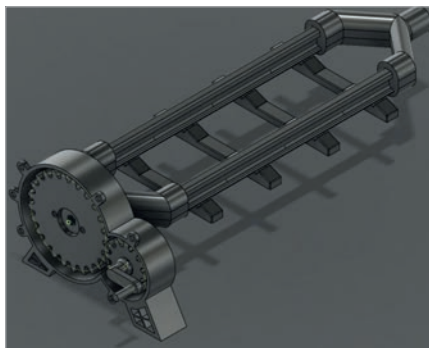


РИС. 2

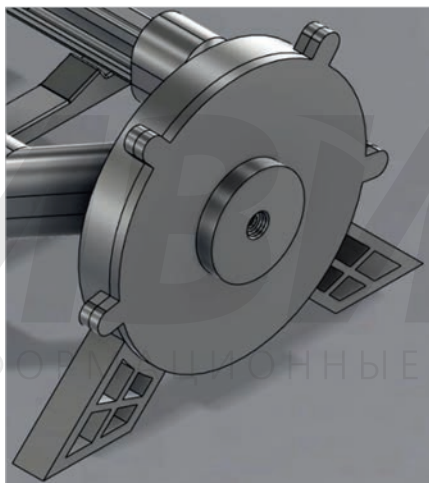


РИС. 3

глубокого понимания принципов их действия, но и интеграции аппаратных и программных решений для достижения высокой надежности и функциональности.

Принцип действия разработанного счетчика осей основан на использовании индуктивных датчиков, которые бесконтактно регистрируют прохождение колесных пар. Система включает два индуктивных датчика, расположенных на расстоянии 20 мм от пути прохождения колесной пары. Индуктивный датчик работает за счет изменения электромагнитного поля, вызванного металлическим объектом (в данном случае – колесной парой), который проходит вблизи катушки индуктивности. При приближе-

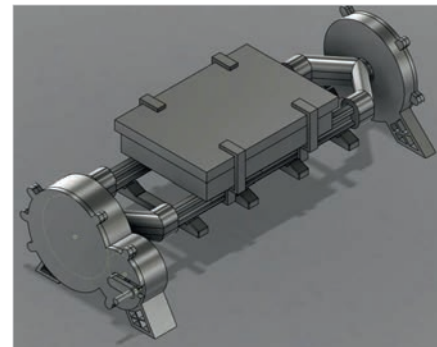


РИС. 4

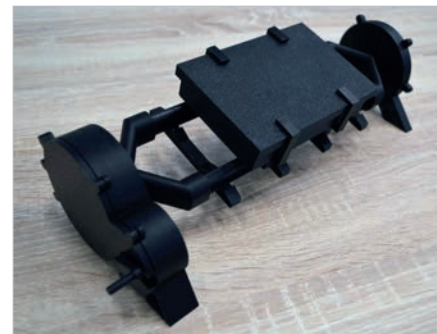


РИС. 5

нии колеса к датчику происходит изменение индуктивности, что вызывает поступление электрического сигнала на управляющий модуль, который фиксирует факт прохождения оси.

Поочередное срабатывание датчиков позволяет не только подсчитывать оси, но и определять направление движения подвижного состава. Например, если первый датчик А срабатывает раньше второго Б, это указывает на движение в направлении А → Б. Последовательность Б → А свидетельствует о движении в противоположную сторону. Такой подход основан на временной разнице между сигналами двух датчиков и требует точной синхронизации и обработки данных в реальном времени. При этом бесконтактный метод съема информации гарантирует высокую надежность и долговечность устройства, так как исключается механический износ.

Корпус счетчика осей выполняет функцию защиты внутренних компонентов от внешних воздействий (пыль, влага, механические воздействия и др.), а также обеспечивает удобство установки устройства в условиях эксплуатации.

Для изготовления прототипа корпуса счетчика осей также использовалась технология 3D-пе-

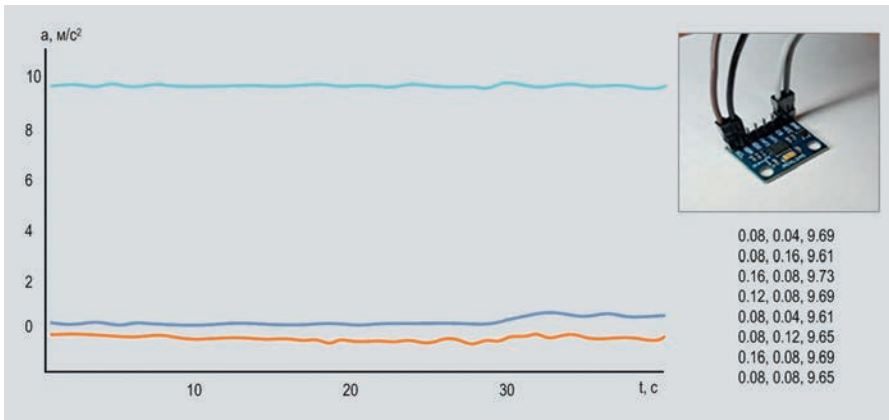


РИС. 6

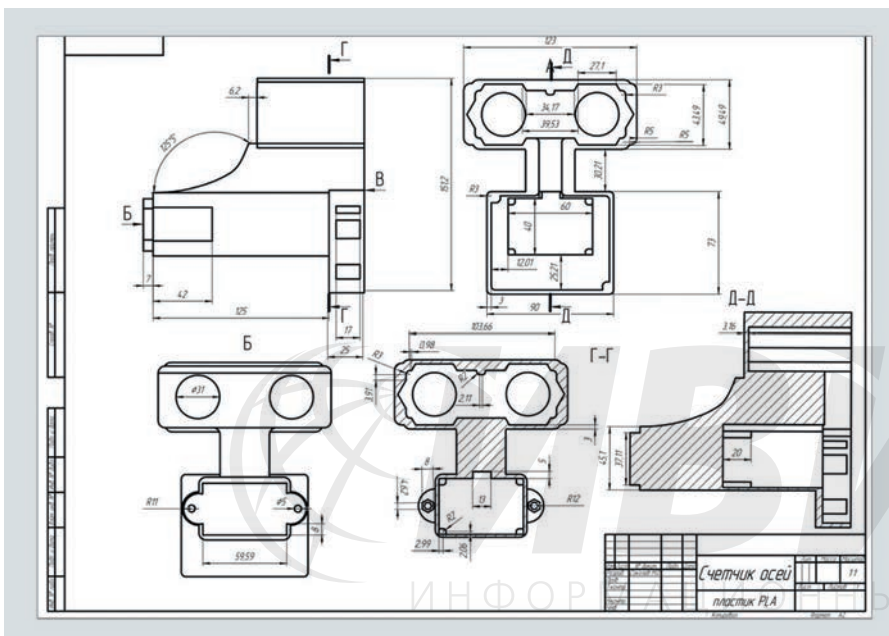


РИС. 7

чати методом FDM с применением пластика PLA. Этот материал был выбран благодаря его прочности, устойчивости к ударам и температурным колебаниям, а также простоте обработки на 3D-принтерах. Корпус прототипа имеет габариты 157x123x152 мм,



РИС. 8

толщина стенок составляет 2 мм. Конструкция имеет отверстия для крепления двух индуктивных датчиков, а также отсек для размещения платы управления и вывода кабелей. Чертежи прототипа, выполненные с учетом особенностей печати PLA, представлены на рис. 7.

Устройство подключается в виртуальный порт COM 9, далее вводится количество ожидаемых

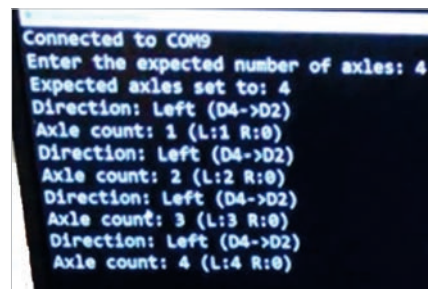


РИС. 9

осей, имитируя сигнал, полученный с предыдущей станции о том, сколько осей вышло на перегон. После этого имитируется прохождение осей стальным предметом, и на мониторе отображается подсчет осей и направление их движения (рис. 9).

Таким образом, аддитивные технологии находят все более широкое применение на железнодорожном транспорте, в том числе в железнодорожной автоматике и телемеханике. Использование данных технологий в учебном процессе помогает в короткие сроки создавать макеты различных устройств, стимулируя обучающихся к творчеству и участию в научной деятельности. Однако их внедрение требует тесной кооперации инженеров, специалистов образовательных учреждений, регуляторов и производителей для преодоления технических и нормативных барьеров.

К перспективам развития аддитивных технологий можно отнести использование обратного инжиниринга для прототипирования. Этот подход позволит решить вопросы не только импортозамещения, но и быстрого восстановления детали с сохранением ее геометрии, физических и механических свойств, а также усовершенствования деталей для облегчения производства и уменьшения временных затрат на их изготовление [3, 4].

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Первая в России ферма 3D-печати Raise3D спасает локомотивы! // 3Dtoday.ru : Сообщество владельцев 3D-принтеров : сайт. 2019. 9 окт. URL: <https://3dtoday.ru/blogs/cvetmir3d/kak-3d-pechat-spasaet-lokomotivy-ot-prostoev-ili-realizatsiya-additivnykh-tehnologiy-v-mashinostroenii> (дата обращения 22.07.2025).
2. Мискарян А. Цифровизация меняет бизнес-процессы в железнодорожной отрасли // Гудок : сайт. 2022. 14 июня. URL: https://gudok.ru/content/first_person/1606068/ (дата обращения 22.07.2025).
3. 3D-печать в производстве и ремонте железнодорожного транспорта // Globatek3D : офиц. сайт. URL: <https://globatek.ru/3d-wiki/otrasli-primeneniya-3d-printerov/3-d-pechat-v-zhd> (дата обращения 22.07.2025).
4. 3D-печать в железнодорожной промышленности // topstanok.ru : сайт. 2025. URL: https://topstanok.ru/articles/3dpechat_v_zheleznodorozhnoj_promyshlennosti/ (дата обращения 22.07.2025).

ПРОДОЛЖАЯ СЕМЕЙНУЮ ДИНАСТИЮ

В декабре прошлого года управляющий директор Дивизиона «Железнодорожная автоматика и телемеханика» ГК «Нацпроектстрой» Константин Дмитриевич Хромушкин отметил 50-летие. Как СЦБист по образованию и призванию, он всю трудовую деятельность занимается вопросами развития систем ЖАТ. Кроме того, он возглавляет масштабные комплексные проекты Дивизиона, направленные на цифровизацию транспортной инфраструктуры. За 28 лет работы в железнодорожной отрасли он участвовал и руководил разработкой, проектированием и внедрением современных систем обеспечения безопасности и управления движением поездов для магистральных железных дорог, метрополитенов и промышленного транспорта.



■ Константин Дмитриевич – достойный представитель трудовой династии, члены которой внесли большой вклад в развитие железнодорожной автоматики, телемеханики и связи.

Его дед, Николай Константинович Хромушкин, в 50-е гг. прошлого века работал дублером директора Пекинского электротехнического завода КНР. Под его руководством была заложена производственная база для массового изготовления аппаратуры СЦБ для Китайских железных дорог, началось широкое внедрение советских систем железнодорожной автоматики в Китае, стали работать отраслевые проектные институты. Были подготовлены сотни китайских специалистов для хозяйства СЦБ.

Вернувшись в СССР, он был назначен начальником конструкторского отдела Конструкторского бюро Главного управления сигнализации и связи МПС (КБ ЦШ, в дальнейшем – АО «НИИАС») и участвовал в разработке первых автоматических указателей отправления поездов и камер хранения ручной клади.

С 1963 по 1975 гг. Николай Константинович возглавлял Всесоюзный трест электротехнических заводов «Трансигнальсвязьзаводы» МПС СССР, в который входили 17 заводов.

Отец нашего юбиляра, Дмитрий Николаевич Хромушкин, был талантливым инженером-конструктором и изобретателем. Трудясь в КБ ЦШ, он занимался созданием системы сигнализации для первого скоростного поезда ЭР 200 и поездов метрополитена, разрабатывал аппаратуру контрольных пунктов АЛС для проверки локомотивов перед выездом на линию, участвовал в пуске Пражского метрополитена в Чехословакии. Имел 14 авторских свидетельств и патентов на изобретения.

Будучи с детства погруженным в железнодорожную тематику и желая продолжать дело деда и отца, Константин Дмитриевич окончил Московский институт инженеров транспорта по специальности «Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте». После института его трудовая деятельность началась в Научно-исследовательском и проектно-конструкторском институте средств автоматизации на железнодорожном транспорте в должности инженера-конструктора.

С 1998 по 2017 гг. он работал в компании ООО «Бомбардье Транспортейшн (Сигнал)», где прошел путь от инженера отдела логики до генерального директора.

Сейчас мало кто помнит, что накануне 2000 г. прессу наводнили многочисленные опасения массовых сбоев компьютерных систем с наступлением «миллениума». Поэтому Новый год Константин Дмитриевич встретил на дежурстве на станции Калашниково Октябрьской дороги. Ничего особенного в ту ночь не произошло, но история получилась символичная – новое тысячелетие совсем тогда молодой специалист встретил на первой станции в России, оснащенной системой МПЦ.

Начиная с 2012 г., возглавляемая им компания совместно с ключевым заказчиком ОАО «РЖД» начала процесс импортозамещения, в результате которого оказалась на шаг впереди своих основных конкурентов в данной сфере и заменила практически все оборудование систем управления поездами и элементов критической инфраструктуры. Кроме того, компания первой внедрила систему киберзащиты на железнодорожном транспорте.

Позже К.Д. Хромушкин стал заместителем генерального директора по инновационному развитию и цифровой трансформации Группы компаний 1520, а сегодня занимает должность управляющего директора Дивизиона «Железнодорожная автоматика и телемеханика» ГК «Нацпроектстрой».

При его непосредственном участии Дивизион ЖАТ расширил сферу влияния на рынке железнодорожной автоматики и осуществил реализацию целого ряда крупных проектов.

Так, разработка Дивизиона – инновационная Платформа 2.0, предназначенная для автоматизации



К.Д. Хромушкин представляет главе ОАО «РЖД» О.В. Белозёрову разработку Дивизиона ЖАТ на ВЭФ

любых отраслей промышленности, – легла в основу новой цифровой системы централизации МПЦ-ЭЛ-20, введенной в постоянную эксплуатацию на станции Пантелеево Северной дороги.

Константин Дмитриевич принимал личное активное участие в модернизации железнодорожной инфраструктуры Восточного полигона. Было цифровизировано движение поездов на 135 объектах БАМа и Транссиба.

В апреле 2021 г. специалисты Дивизиона ЖАТ под руководством Константина Дмитриевича установили собственную систему микропроцессорной централизации МПЦ-ЭЛ в электродепо «Сокол». Она стала первой микропроцессорной системой в Московском метрополитене.

Реализован уникальный проект полного обновления систем автоматики без остановки движения поездов на Кольцевой линии метро. Кроме того, все станции и электродепо Большой кольцевой линии метро оснащены автоматикой разработки и производства Дивизиона.

Силами специалистов Дивизиона цифровизированы станции МЦК и МЦД, в том числе крупнейшие (Москва-Пассажирская-Казанская, Москва-Пассажирская-Киевская, и Москва-Пассажирская-Смоленская).

К.Д. Хромушкин способствовал внедрению первой микропроцессорной системы централизации в странах СНГ на «пространстве колеи 1520», которая впервые была введена в эксплуатацию на станции Егинсу (Казахстан) в 2010 г.

В тот год сильные наводнения вывели из строя большие участки казахских железных дорог, в том числе и станцию Егинсу. Восстановление движения в кратчайшие сроки было важнейшей задачей. Используя многолетний опыт и проверенные решения, команде специалистов во главе с К.Д. Хромушкиным удалось реализовать проект всего за три месяца, обеспечив при этом необходимый высокий уровень безопасности и надежности. В дальнейшем инновационные системы управления движением были внедрены на более чем 170 станциях в странах СНГ. При непосредственном участии нашего юбиляра в Республике Казахстан и на Улан-Баторской железной дороге (Монголия) впервые была внедрена инновационная система интервального регулирования движения поездов по радиоканалу.

Константин Дмитриевич также является координатором разработки и реализации интеллектуальной системы управления процессами перевозок, которая успешно внедрена на линии Жетыген – Алтынколь (Казахстан) общей протяженностью 293 км.

В прошлом году специалисты Дивизиона завершили цифровизацию линии Баку – Беюк-Кесик (части железнодорожного коридора между Азербайджаном и Грузией). Вместо устаревших релейных систем была внедрена микропроцессорная централизация с интегрированной системой автоматической блокировки на перегонах на базе системы счета осей.

Успешно развивается сотрудничество компании и с Узбекистаном, начатое в 2007 г. с внедрения первой системы МПЦ в стране. Сегодня цифровыми системами МПЦ Дивизиона ЖАТ оснащено 35 станций магистральных железных дорог и 19 станций Ташкентского метро, проложено 140 км автоблокировки.

Системы доказали свою надежность и эффективность не только в условиях экстремальной жары, на самых напряженных участках железных дорог и малообслуживаемых объектах, но и в жестких условиях Севера (при –56 °С, линия Беркамит – Томмот,

Якутия). Всего на данный момент в Якутии МПЦ оборудовано 17 станций (299 стрелок).

Как отмечает К.Д. Хромушкин, сегодня основной фокус направлен на реализацию масштабного проекта национального значения – строительство ВСМ Москва – Санкт-Петербург.

В рамках проекта специалисты ГК «НПС» с нуля разработали множество технических решений: от полностью российской конструкции безбалластного пути до цифровой автоматики. Дивизион ЖАТ является разработчиком микропроцессорной централизации с функцией диспетчерского управления, аппаратно-программного комплекса управления пологими стрелками, специализированного под ВСМ напольного оборудования.

Несмотря на колоссальный опыт, К.Д. Хромушкин как и прежде стремится к получению новых знаний и совершенствованию личной профессиональной подготовки. Он получил второе высшее образование по специальности «Инновационный менеджмент» Московского физико-технического института. Кроме того, он имеет ученую степень кандидата технических наук.

Коллеги Константина Дмитриевича отмечают, что он обладает исключительно высокой работоспособностью, умея мотивировать сотрудников на конечный результат и правильно расставляя приоритеты в работе.

В «копилке» героя статьи множество наград. Среди них: Благодарность и Почетная грамота за большой вклад в развитие и обеспечение устойчивой работы ОАО «РЖД» и активное участие во внедрении передовых технических средств, Памятная медаль «20 лет ОАО «РЖД», а также Грамота Правительства Республики Саха (Якутия) за заслуги в области социально-экономического развития республики, юбилейная медаль «50 лет Байкало-Амурской Магистрали» и др.

Слоган Дивизиона ЖАТ «Создаем Цифровое Будущее» в полной мере является девизом для нашего юбиляра. На протяжении десятков лет команда разработчиков под его руководством продолжает создавать цифровое будущее железных дорог на «пространстве колеи 1520».

Источник восстановления сил К.Д. Хромушкин находит в спорте. Он увлекается футболом, паделом, горными лыжами, пинг-понгом. Много лет является преданным фанатом футбольного клуба «Спартак», старается не пропускать ни одного домашнего матча любимой команды.

Он стоял у истоков создания корпоративной команды по футболу ГК 1520, а теперь и ГК НПС, сначала в качестве игрока, а потом руководителя. Команда неоднократно лидировала в крупнейшем корпоративном чемпионате Москвы «Лига Чемпионов Бизнеса», а также турнирах, проводимых Лигой «F» и Международной Ассоциацией «Метро». Кроме того, он является чемпионом первого корпоративного турнира по паделу.

Стоит отметить, что дружная семья разделяет спортивные увлечения главы семейства.

Константина Дмитриевича связывают с нашим журналом долгие годы дружбы и сотрудничества. Он – член редакционной коллегии журнала, автор многих статей, не раз помогал журналу в решении различных вопросов.

Желаем юбиляру успешного воплощения в жизнь всех задуманных планов! Пусть в делах сопутствует удача и поддержка коллектива, а в семье царит благополучие!

НАУМОВА Д.В.



ЛАПШОВ
Антон Вячеславович,
 ОАО «РЖД», Центральная станция связи, Самарская дирекция связи, Самарский РЦС, начальник, г. Самара, Россия

ГОРДИМСЯ НАШИМИ ДОСТИЖЕНИЯМИ

По итогам третьего квартала 2025 г. Самарский региональный центр связи был отмечен как лучший в Центральной станции связи. Коллективом РЦС накоплен значительный опыт обслуживания устройств, и он по праву признан лучшим. О достижениях коллектива рассказывает эта статья.

■ Самарский региональный центр связи создан на базе Самарской дистанции связи. Истоки предприятия находятся в Центральной телеграфно-телефонной станции Самара. Днем его рождения считается 1 сентября 1934 г. За почти 100-летнюю историю на полигоне сменилось несколько поколений устройств проводной и радиосвязи, с помощью которых осуществляется оперативное руководство перевозочным процессом и координация работы его звеньев.

Сегодня Самарский РЦС – современное высокотехнологичное предприятие, где работают 389 человек, в том числе 262 с высшим техническим и 85 со средним профессиональным образованием. Это квалифицированные специалисты, которые занимаются совершенствованием транспортной сети, обеспечивая при этом высокое качество услуг и оперативность их предоставления.

С 2019 г. в зоне обслуживания Самарского регионального центра связи проходит комплексная модернизация оборудования оперативно-технологической сети. Ее концепция заключается в повышении отказоустойчивости связи с дальнейшим развитием мультифункциональности устройств.

Модернизация осуществляется на участках, общая протяженность которых составляет более 800 км. При этом заменены устройства, выработавшие свой срок службы (МиниКом DX-500, РВС1-12, РС-46), на современное телекоммуникационное оборудование «Пульсар – Телеком»: коммутационные станции СМК-30КС и репитеры РМУ-4.

Первые предназначены для работы в качестве АТС с функциями передачи цифрового сигнала по телефонной линии ISDN и позволяют комплексно решать задачи построения сетей оперативно-технологической и общетехнологической связи. Вторые служат стационарными радиостанциями и выполняют функции приема, передачи и обработки вызовов по радиоканалу. Причем репитер РМУ-4 может содержать функции УКВ и КВ-радиосвязи, а также за счет пакетной передачи данных (протокол UDP/IP) обмениваться информацией с соседними радиостанциями и использовать функционал удаленного приемопередатчика. Это дает возможность минимизировать количество пультов у дежурного по станции.

Особенностью оборудования «Пульсар – Телеком» является централизованная функция мониторинга, которая способствует более оперативному выявлению отклонений в работе средств связи.

Модернизации подверглись и устройства связи Дорожного центра управления перевозками (ДЦУП), где был смонтирован сервер цифровой радиосвязи СЦР-01, выполняющий функции централизованного регистратора переговоров абонентов радиосети, сбор статистики по вызовам, контроль местоположения и скорости локомотивов (через локомотивные радиостанции), выход за пределы контролируемой зоны. Сервер СЦР-01К обеспечивает шлюз с другими радиосетями и сетями связи по интерфейсу Ethernet, а также удаленный доступ к регистратору, организацию работы по IP-сети, возможность построения интегрированной цифровой технологической сети связи ИЦТС.

Модернизация также коснулась рабочих мест оперативных сотрудников, непосредственно участвующих в перевозочном процессе. К примеру, на рабочих местах ДНЦ были установлены универсальные сенсорные пульта диспетчера ПДСУ. Они, обладая сенсорной панелью Touch-screen с диагональю 15" и интегрированным системным блоком с пассивным охлаждением, предназначены для обслуживания всех видов связи, включая ОТС, ПРС, СРС и ОбТС.

Параллельно с этим проводилась замена устаревшего оборудования СММ-155 и Lucent с низкой скоростью передачи на NPT-1030 уровня STM-16 со скоростью передачи до 2,5 Гбит/с и СМК-30 уровня STM-1 со скоростью 155,5 Мбит/с. Модернизировалась и сеть передачи данных оперативно-технологического назначения.

Установленные по проекту высокоскоростной технологической сети передачи данных маршрутизаторы CISCO ASR 920 и ASR 9001 с пропускной скоростью 1 Гбит/с и 10 Гбит/с позволили продолжить дальнейшее развитие оперативно-технологической сети. При этом репитеры РМУ-4 были переконфигурированы и объединены в единую IP-сеть, а на рабочем месте у поездного диспетчера размещен сенсорный пульт управления радиосвязью.

В рамках модернизации на станциях Самара,

Кинель, Безымянка были установлены АТС на базе программного коммутатора SI-3000. Использование стандартных протоколов дало возможность применить программный коммутатор SI-3000 полностью на основе IP, а с абонентской стороны задействовать не только аналоговое и терминальное оборудование ISDN с протоколами MGCP, H.248, IUA, но и IP-терминалы и терминальные адаптеры с такими же протоколами. Это позволило установить у руководителей Куйбышевской дороги, начальников служб, дирекций и центров телефонные аппараты с функцией видеосвязи и возможностью участия в видеоконференциях с помощью этих телефонных аппаратов.

В ходе модернизации было не только установлено и проведено конфигурирование нового оборудования, но и переключено в общей сложности 2700 каналов, причем с минимальным перерывом сервиса, а в некоторых случаях с обеспечением его бесперебойности. В результате удалось не только избавиться от разнотипного и устаревшего оборудования, но и увеличить абонентскую емкость.

Контроль состояния кабельных линий на полигоне Самарского РЦС осуществляется с применением специализированных средств измерения, одним из которых является прибор ИРК-ПРО Альфа. С его помощью проводится измерение сопротивления изоляции кабеля в соответствии с установленным графиком техпроцесса. Дополнительно применяется комплекс «Поиск-410» (трассоискатель с генератором), предназначенный для точного определения трассы и глубины прокладки кабеля. Он способствует повышению точности диагностики и качественному выполнению работ.

Для проверки работоспособности и измерения параметров радиостанций, поступающих на контроль в КРП, используется радиокоммуникационный сервисный тестер РСТ-430, который помогает выявлять отклонения параметров радиостанций от норм.

Надзор за строительными работами в зоне расположения сетей связи выполняется в соответствии с установленными нормативами и правилами, направленными на обеспечение безопасности и сохранности коммуникационных сетей. При этом к основным этапам надзора относятся:

предварительное согласование – выдача разрешения на проведение строительных работ в зоне расположения сетей;

разработка проекта – создание технической документации, учитывающей расположение существующих коммуникаций и предусматривающей меры по их защите;

контроль размещения – определение точных координат прохождения кабельных линий и других элементов сети связи;

наблюдение за проведением земельных работ в охранной зоне;

технический надзор – проверка соблюдения строительных норм и правил, а также требований по защите действующих линий связи.

Обязательными требованиями, выполнение которых необходимо при проведении строительства, являются: соблюдение установленных охранных зон вокруг кабельных линий, использование специального оборудования для поиска подземных коммуникаций, оформление необходимой документации и фиксация всех изменений в расположении коммуникаций. Этой работе в РЦС уделяется повышенное внимание с целью достижения максимальной сохранности линий связи.

Все ремонтно-восстановительные бригады РЦС обеспечены автотранспортом. Наш автомобильный парк насчитывает 32 автомобиля, а также имеет передвижной узел связи на базе КАМАЗа, с помощью которого успешно реализуются все аварийно-восстановительные работы.

Активно на предприятии осуществляется рационализаторская деятельность. Ежегодно внедряются рацпредложения, направленные на повышение качества обслуживания и надежности устройств связи. Благодаря существующей системе поощрения удается привлекать к подаче рацпредложений новых авторов из числа молодых специалистов. В 2024 г. внедрено 151 рационализаторское предложение, экономический эффект от которых составил 1,5 млн руб., а за 9 месяцев 2025 г. 114 рацпредложений принесли около 2,5 млн руб.

Так, предложение о доработке генератора МК-310 трассоискателя «ПОИСК-410» для подключения внешнего аккумулятора дало экономический эффект более 10 тыс. руб. Дело в том, что при трассировке кабельных линий при помощи трассоискателя «ПОИСК-410» не всегда есть возможность подключить генератор к сети 220 В. Генератор имеет встроенный аккумулятор емкостью 4,5 А/ч, но при



Старший электромеханик И.В. Болдырев при организации связи с МАВР



Телефонист междугородной телефонной связи В.А. Порецова осуществляет прием входящего звонка



Электромеханик С.Ю. Колонков измеряет мощность оптического сигнала



Старший электромеханик А.И. Баев и электромеханик А.Д. Полищук выполняют ГТП на оборудовании LTE



Электромеханики М.Е. Муравьев, М.А. Кривошеев, В.В. Клынин во время прокладки кабеля связи для ПСЧ



Передвижной узел связи на базе автомобиля КАМАЗ

длительном пользовании или в условиях пониженных температур время его работы сокращается. Было предложено в качестве внешнего аккумулятора использовать АКБ от ИБП марки CSB HR 1234W F2 емкостью 9 А/ч или АКБ автомобиля. На генераторе было установлено гнездо для подключения внешнего АКБ и подготовлены провода для этого. Гнездо было выбрано трехконтактное, которое в штатном режиме позволяет работать от встроенного аккумулятора. При подключении штекера проводов внешнего питания он отключается. Провода для внутреннего подключения гнезда выполнены так, что не вносят изменений в конструкцию генератора и могут быть отключены и демонтированы в любой момент.

Другое предложение касается восстановления корпуса громкоговорителя 10ГР-38. Во время организационно-технических мероприятий по подготовке к зимнему (летнему) периоду и выполнению ГТП по обслуживанию напольных устройств ДПС выявлена проблема, вызванная поломкой места крепления задней крышки громкоговорителя к его корпусу. В этом случае при попадании в громкоговоритель снега или воды может произойти короткое замыкание фидера и выход из строя громкоговорителя. Из-за этого прекратится оповещение дежурного по станции, что скажется на безопасности движения поездов и может привести к угрозе здоровью людей. Чтобы избежать поломки задней крышки громкоговорителя болт крепления был заменен на более длинный с шайбой увеличенного наружного диаметра. При этом громкоговоритель не нуждается в замене и может по-прежнему находиться в эксплуатации.

В рамках реализации программы бережливого производства в Самарском РЦС каждый год разрабатываются и внедряются новые проекты. Ведь программа бережливого производства представляет собой стратегию управления производственными процессами, основанную на принципах эффективного использования ресурсов, повышения производительности труда, уменьшения потерь, сокращения временных задержек и др.

К примеру, реализован проект «Оптимизация схемы включения коммутационных станций СМК-30 КС сети ОбТЭС на станции Безенчук», благодаря которому удалено исключать затраты на техническое обслуживание участка и сократить расходы топлива.

Годовой экономический эффект от реализации проекта составил более 217 тыс. руб.

Внедрение другого проекта по бережливому производству «Оптимизация сети СПД на территории локомотивного депо Кинель» также позволило исключить затраты на его техническое обслуживание и принести экономический эффект почти 45 тыс. руб.

Одна из наиболее эффективных технологий бережливого производства – система 5С. Она нацелена на оптимизацию всех производственных процессов, снижение потерь, повышение производительности труда за счет рациональной организации рабочей зоны.

В Самарском РЦС процесс управления безопасностью и эффективностью рабочих мест с использованием системы 5С включает формулирование требований к рабочему месту, а также аудит и улучшение его фактического состояния. Разработан и утвержден план мероприятий по применению системы 5С на рабочих местах. На этот год в него включено 16 рабочих мест с охватом всех участков производства.

Кроме того, внедрена система ТРМ (всеобщий уход за оборудованием). В каждой бригаде за каждым рабочим местом закреплены определенные технические средства, за содержание которых он отвечает в соответствии с установленными нормами. Работники ремонтно-восстановительных бригад принимают участие в конкурсе по бережливому производству в номинации «Лучшее рабочее место».

С целью организации системы документооборота и хранения документации в соответствии с системой 5С в региональном центре связи разработаны и утверждены перечни нормативной документации, регламентирующие деятельность каждой РВБ. Рабочие места в административных и подсобно-хозяйственных зданиях и помещениях приведены к требованиям системы 5С.

Важным аспектом в процессе производственной деятельности является соблюдение требований охраны труда и исключение случаев травматизма. Контроль производится согласно методике по организации комплексной системы оценки состояния охраны труда на производственном объекте КСОТ-П. На первом уровне в контроле участвуют сами работники и старшие электромеханики, на втором – руководители участков, групп, отделов, на третьем – комиссиянная проверка с охватом всех аспектов производственного



Вручение звания «Заслуженный работник связи и информации РФ» генеральным директором ОАО «РЖД» О.В. Белозёровым электромеханику А.В. Гараеву

процесса. По результатам проверок оформляются протоколы с указанием обнаруженных нарушений и определением сроков их устранения, составляется квартальный рейтинг проверяемых подразделений. По итогам балловой оценки все рабочие места полностью соответствуют требованиям охраны труда.

Для снижения случаев травматизма и профессиональных заболеваний организуются профилактические занятия, включающие обучение и аттестацию, оценку и детальную проработку допущенных нарушений. На занятиях обязательно обсуждаются и прорабатываются телеграммы по травматическим случаям, проводятся обучающие семинары, конкурсы мастерства и др. Вновь пришедшие сотрудники закрепляются за более опытными специалистами. Кроме того, осуществляются обязательные предварительные и периодические предрейсовые и послерейсовые медицинские осмотры водителей и диспансеризация персонала. Благодаря профилактической работе в Самарском РЦС не зарегистрированы случаи травматизма, минитравм и профессиональных заболеваний.

Для поддержания необходимого уровня знаний и навыков в региональном центре связи осуществляется техническое обучение работников с учетом специфики их деятельности. Организовано шесть кабинетов технической учебы, которые практически полностью оснащены необходимым оборудованием и материалами. Кроме того, для самоподготовки и саморазвития используется система дистанционного обучения ОАО «РЖД», которая предоставляет возможность каждому сотруднику приобретать новые знания в режиме онлайн.

В прошедшем году за качественное выполнение должностных обязанностей, обеспечение безопасности движения 24 работникам основных профессий присвоено звание «Электромеханик I класса» и 9 работникам – «Электромеханик II класса» с установлением надбавки к должностному окладу за классное звание 25 % и 15 % соответственно.

Высоких результатов в работе добилась бригада под руководством старшего электромеханика И.В. Болдырева на участке связи станции Сызрань-1. Коллективом модернизировано оборудование на участке транспортной сети Самара – Безенчук – Сызрань на базе синхронной цифровой иерархии SDH, система

радиосвязи по станции Сызрань на базе универсального модульного репитера РМУ-4 и др. Благодаря этому удалось значительно повысить качество связи.

По итогам работы за 2024 г. звание «Лучший по профессии на железнодорожном транспорте» присвоено электромеханику Н.В. Улейкину. Он активно участвовал в работах, направленных на повышение надежности устройств на станции Кинель, включая замену трансиверов 1 Гбит/с на 10 Гбит/с в рамках реализации проекта «Внедрение интегрированного поста автоматизированного приема и диагностики подвижного состава на сортировочных станциях».

За достижение высоких результатов в профессиональной деятельности, обеспечение эффективности железнодорожного транспорта и добросовестный труд в завершившемся году поощрены 37 сотрудников Самарского РЦС. Знаком «Почетный радист» Министерства связи и массовых коммуникаций РФ награжден начальник участка производства Ю.Е. Ларионов, почетное звание «Заслуженный работник связи и информации Российской Федерации» присвоено электромеханику А.В. Гараеву, Благодарности президента РФ удостоен старший электромеханик А.В. Богатырев и др.

Однако в настоящее время одним из проблемных вопросов в нашем РЦС, как и во многих других, является отток квалифицированных кадров. В связи с этим на постоянной основе проводится анализ причин увольнения работников с помощью заполняемых ими анкет и разрабатываются мероприятия по удовлетворенности персонала работой. Основными направлениями в недопущении оттока персонала служат: повышение заработной платы, увеличение зональных надбавок, создание комфортных условий труда, мотивация и развитие персонала, обеспечение ресурсами.

Для решения этих проблем специалисты кадрового блока взаимодействуют с центрами занятости, активно участвуют в ярмарках вакансий, на постоянной основе направляют в отдел по подбору персонала Куйбышевской дороги заявки на поиск кандидатов на вакантные должности. Руководители РЦС сотрудничают с Приволжским государственным университетом путей сообщения, предлагая работу студентам и выпускникам, постоянно занимаются профориентацией в целях пополнения штата за счет молодых специалистов.

Важное место в деятельности сотрудников нашего Центра занимают общественная жизнь и досуг. Определяющую роль в этом играет профсоюзная организация, которую возглавляет И.В. Рытиков. Профсоюз стремится к созданию единой системы защиты интересов работников для того, чтобы помочь каждому найти задачу по силам и интересам, а в случае необходимости оказать ту или иную поддержку. При участии профсоюзного комитета проводятся мероприятия, направленные на оздоровление и активный отдых работников, а также разнообразную помощь специалистам, вышедшим на заслуженный отдых.

Подводя итог, хотелось бы отметить, что коллектив Самарского регионального центра связи гордится своими достижениями. При этом добиться необходимого эффекта в достижении общекорпоративных целей возможно лишь путем объединения усилий всех работников.

НОВОСТИ

ИСПАНИЯ

■ В 2026 г. высокоскоростное сообщение свяжет международный аэропорт Мадрид-Барахас имени Адольфо Суареса с национальной сетью ВСМ.

Для движения высокоскоростных поездов будет использоваться часть пригородной линии длиной 8,8 км между железнодорожным вокзалом Чамартин в Мадриде и терминалом Т4 аэропорта. Эта линия изначально проектировалась из расчета на пропуск как традиционных, так и высокоскоростных поездов.

В настоящее время ведется строительство пути длиной 3,5 км колеи 1435 мм между участком с совмещенной колеей и тоннелем, ведущим в аэропорт. Это позволит организовать движение от вокзала Чамартин до аэропорта как традиционных, так и высокоскоростных поездов. Путь внутри северного тоннеля аэропорта также адаптируют для пропуска поездов по широкой (1668 мм) и нормальной колее.

Проект включает установку систем СЦБ, цифровой АЛС ASFA и другого оборудования. Строительство осложняется тем, что работы приходится выполнять без отмены движения пригородных поездов.

Источник: www.madridru.es

■ На границе Испании и Франции протестируют технологию автоматической смены колеи грузовых вагонов.

Установка для испытаний вагонов с раздвижными колесными парами по технологии EAVM будет смонтирована на пограничной станции Ирун.



В настоящее время сертифицированы как прототип раздвижных осей для колес диаметром 760 и 920 мм, так и соответствующая напольная установка для изменения колеи с 1668 мм на 1435 мм. Стендовые испытания ведутся на двух модульных установках в экспериментальном центре в Кордове. Кроме того, оснащенные EAVM вагоны тестируются на железных дорогах Испании. По ним они проехали уже более 250 тыс. км.

Источник: www.rollingstockworld.ru

НОВАЯ ЗЕЛАНДИЯ

■ Система диспетчерского управления движением поездов Iconis TMS введена в эксплуатацию в рамках пилотного проекта на второстепенной линии Wairarapa длиной 172 км, которая соединяет Веллингтон с Вудвиллом на юго-востоке Северного острова

Новой Зеландии. Аппаратура системы установлена в диспетчерских центрах в Веллингтоне и Окленде.

В дальнейшем планируется поэтапное развертывание Iconis TMS в масштабе всей железнодорожной сети национального оператора KiwiRail, что позволит ему автоматизировать операции диспетчерского управления, повысить устойчивость работы и пропускную способность сети, а также улучшить информационное обслуживание пассажиров.

Система внедрена более чем в 70 диспетчерских центрах магистральных железных дорог более 20 стран мира. Она позволяет сократить опоздания поездов на 10–30 % и расход энергии на тягу поездов до 20 % за счет оптимизации графиков движения.

Источник: www.alstom.com

ЕВРОПА

■ Еврокомиссия констатировала увеличение вдвое стоимости дооснащения тягового подвижного состава бортовыми устройствами европейской системы управления движением поездов ETCS (с 450 тыс. до 900 тыс. евро) в период с 2018 по 2022 гг. За тот же период удвоилась и стоимость обновления бортовых устройств ETCS в расчете на единицу подвижного состава.

Основными драйверами роста стоимости стали наличие специфических национальных требований в каждой стране ЕС, которые затрудняют повторное использование разработанных ранее технических решений, сложные процедуры сертификации (с длительностью до нескольких лет), низкий уровень конкуренции на рынке, высокая инфляция последних лет и дефицит высококвалифицированных кадров.

Среди мер, направленных на снижение стоимости развертывания ETCS, повышение уровня модульности бортового оборудования, гармонизация и упрощение национальных требований стран ЕС, сокращение объема испытаний некоторых видов и даже отказ от них, упрощение процесса сертификации и др.

Источник: www.zdmira.com

СИНГАПУР

■ В Сингапуре открылся центр железнодорожных испытаний. На территории комплекса площадью 50 га будут проводиться испытания подвижного состава.

Здесь проложены три железнодорожные линии общей протяженностью 8,6 км, на которые можно уста-



навливать различные системы сигнализации и связи. Первый путь предназначен для испытания подвижного состава на высокой скорости. Он спроектирован с минимальной кривизной и уклонами, чтобы позволить поездам разгоняться до 100 км/ч. Он также оборудован контактной сетью и третьим контактным рельсом.

Второй путь предназначен для комплексных испытаний поездов на предмет их производительности и совместимости с различными элементами инфраструктуры и связи.

Третий путь включает в себя спуск и подъем, которые будут использоваться для тестирования поездов в условиях неоднородного ландшафта, а также фиксировать показатели подвижного состава после преодоления определенных расстояний.

В испытательном центре также находятся центр управления операциями, административные офисы, мастерские и зоны для осмотра и технического обслуживания, в которых будет проводиться модернизация поездов. Центр позволит снизить нагрузку на действующие железные дороги и исключить необходимость проведения испытаний за рубежом.

Источник: www.railwaypro.com

НОРВЕГИЯ

■ При участии компании Siemens создан робот для диагностики железнодорожной инфраструктуры в Норвегии.

Робот Railchar был впервые продемонстрирован публике в Осло. В настоящий момент он проходит

процедуру омологации (улучшение технических характеристик) и после нее будет эксплуатироваться инфраструктурным оператором Bane NOR.



Применение робота позволит повысить точность и сократить время осмотра инфраструктуры, особенно стрелочных переводов. Предполагается, что время диагностики снизится в шесть раз по сравнению с осмотрами, выполняемыми обходчиками путей.

Прототип Railchar весит около 60 кг в зависимости от количества установленных измерительных приборов. Он способен самостоятельно передвигаться со скоростью до 20 км/ч и может управляться дистанционно.

Источник: www.rollingstockworld.ru

ABSTRACTS

The application of coordinate interval control in the Center-South direction

EFIM N. ROSENBERG, JSC NIIAS, first deputy director general of, doctor of technical sciences, professor, Moscow, Russia, S.Lavruhina@vniias.ru, SPIN-код: 5648-5186

MIKHAIL A. DEZHKOV, JSC NIIAS, deputy head of the department of scientific research, analytics and improvement of scientific and technical Activities, Moscow, Russia, mdezhkov@yandex.ru, SPIN-код: 2172-8819

VYACHESLAV G. NOVIKOV, Russian University of Transport (MIIT), department of automation, telemechanics and communication in railway transport, associate professor, PhD, Moscow, Russia, 926888805@mail.ru, SPIN-код: 1094-9857

NATALYA A. BOYARINOVA, JSC NIIAS, chief specialist of the security and algorithmic support center at, postgraduate student, Moscow, Russia, n.boyarinova@vniias.ru

Keywords: interval control of train traffic, «virtual coupling» technology, traffic safety, intelligent driving systems, locomotive safety devices, simulation modeling, capacity of railway sections, coordinate system of interval control

Abstract. The article presents the results of works on the implementation of innovative technology of interval coordinate system of interval regulation, using the principles of virtual coupling, developed to solve one of the key problems of domestic railway transport – increasing the capacity of passenger and freight trains. Technological solutions and methods, coordinate interval regulation using a digital radio channel and an intelligent system of «autopilot» for the implementation of train movement with minimal intervals, subject to compliance with traffic safety requirements are considered.

Maintenance of rolling stock by remote verification

SERGEY Y. GRISHAEV, JSC «Scientific Research and Design Institute of Informatization, Automation and Communication in Railway Transport» (JSC NIIAS), Rostov branch, Deputy General Director – Director of the Branch, Candidate of Technical Sciences, Rostov-on-Don, Russia, s.grishaev@vniias.ru, SPIN-код 2639-1302

RUSLAN R. AKMALOV, JSC NIIAS, Center for Production and Implementation of harvest systems, group of service equipment and testing, Chief Technologist, Yekaterinburg, Russia, r.akmalov@vniias.ru

ALEXEY A. LOKHMATOV, Russian Railways, Central Directorate of Infrastructure, Deputy Chief Engineer, Moscow, Russia, lokhmatov@bk.ru

NADEZHDA N. SIDOROVA, Russian Railways, Department of Technical Policy, Head of the Department of Metrology and Technical Regulations, Moscow, Russia, sidorovann@center.rzd.ru

ANDREY V. YASHIN, JSC NIIAS, Head of the Laboratory and Testing Complex, Moscow, Russia, av.yashin@vniias.ru, SPIN-код: 1448-1384

Keywords: measuring instruments, remote verification, software and hardware complexes, self-propelled rolling stock

Abstract. Using the example of the hardware and software verification complex developed by JSC NIIAS, the article considers a new approach to the metrological maintenance of measuring instruments used by JSC Russian Railways. It allows measurements to be carried out at the place of operation of devices with the possibility of remote control of the verification process, which is especially important for systems equipped with on-board safety devices, where monitoring must be carried out continuously. The new technology of metrological measurements is considered and tested using the example of application in a special self-propelled rolling stock (SSPS). It is shown that today the existing method of metrological measurements is very costly both in terms of time and financial costs, and in terms of the need to ensure continuous safety. The developed scheme for connecting the complex to the SSPS is presented, which allows for verification both in the conditions of a service center and without removing the product from a moving unit in a depot. The developed data transmission scheme using a dedicated data transmission network for general technological purposes of Russian Railways is also shown.

The countdown table for the closing of the crossing

ALEXANDER N. KIRILLOV, JSC Roszheldorproekt, Giprotranssignalsvyaz, Chief Specialist, St. Petersburg, Russia, kirillovan@rzdpr.ru

Keywords: railway crossing, automatic crossing alarm system, countdown clock, TOOV

Abstract. An additional system for informing drivers about the time before the crossing closes allows them to minimize the risks of vehicles being at the crossing at the time of closure and receiving fines when checking the exit under the forbidding indication of the crossing traffic light.

Organization of Wireless Radio Communication Channels for Information and Control Systems

DIMITRII A. MIKHEEV, LLC «Radio Communication Laboratory», Chief Executive Officer, Ph. D., Moscow, Russia, d.mikheev@rclab.ru
ALEKSEI V. TROFIMOV, LLC «Radio Communication Laboratory», Head of R&D, Ph. D., Moscow, Russia, a.trofimov@rclab.ru
KIRILL V. IVANOV, LLC «Radio Communication Laboratory», First deputy CEO, Moscow, Russia, k.ivanov@rclab.ru

Keywords: wireless communication channels, information and control systems, throughput capacity, train movement interval regulation, railway radio communication equipment, broadband digital radio communication systems, radio modems, radio interference

Abstract. The article examines the features of using wireless data transmission channels in railway transport to improve the technology of the transportation process. Particular attention is paid to the experience of implementing equipment operating in HF frequency band to increase the capacity of existing railway infrastructure.

Electrical characteristics analysis of communication cables

BORIS V. POPOV, Volga Region State University of Telecommunications and Informatics, Department of Communication Lines and Measurements in Communication Engineering, Professor, Candidate of Technical Sciences, Samara, Russia, inkat@inbox.ru

VIKTOR B. POPOV, Volga Region State University of Telecommunications and Informatics, Department of Communication Lines and Measurements in Communication Engineering, Professor, Candidate of Technical Sciences, Samara, Russia, inkat@inbox.ru

VLADIMIR V. BANNOV, JSC Samara Cable Company, Technical Director, Ph.D. in Engineering, Samara, Russia, bannov@samaracable.ru

Keywords: cables with copper conductors, cord-polystyrene insulation, film-porous-film polyethylene insulation, protection at the far end, protective action factor; electrical strength

Abstract. The article compares the main electrical characteristics of trunk communication cables with cord-polystyrene and film-porous-film polyethylene insulation of copper conductors in aluminum and lead sheaths. These characteristics, like transmission parameters, are crucial when organizing communications, including technological ones. It has been established that the noise immunity of aluminum-sheathed cable circuits is 5-9 dB higher than that of lead-sheathed cables. It has been shown that cables in an aluminum sheath with film-porous-film insulation have a protective action factor more than 3 times better than cables in a lead sheath, and an electrical strength 3-4 times higher than that of cables with cord-polystyrene insulation. Recommendations are given for the use of communication cables in an aluminum sheath with film-porous-film insulation on both new and existing communication lines.

Experience of using additive technologies in the educational process

NIKOLAI Y. VOROBEI, St. Petersburg State University of Railways of Emperor Alexander I, Associate Professor, Candidate of Technical Sciences, St. Petersburg, Russia, vorobei@pgups.ru, SPIN-код: 4738-7139

EKATERINA G. EGOROVA, St. Petersburg State University of Railways of Emperor Alexander I, Associate Professor, Candidate of Technical Sciences, St. Petersburg, Russia, Egorova-spbgti@yandex.ru, SPIN-код: 9560-7358

ELENA N. MIKADO, St. Petersburg State University of Communications of Emperor Alexander I, Head of the Laboratory «Microprocessor and Electronic Telemechanical Devices of ZHAT», St. Petersburg, Russia

YELISEY D. GORYACHEV, St. Petersburg State University of Railways of Emperor Alexander I, student, St. Petersburg, Russia, gore4ev@mail.ru

MAXIM O. SOKOLOV, St. Petersburg State University of Railways of Emperor Alexander I, student, St. Petersburg, Russia maxokol441@gmail.com

Keywords: additive manufacturing, educational process, 3D printing, prototyping

Abstract. The integration of production approaches such as additive manufacturing and reverse engineering into the educational process of higher education institutions is becoming increasingly important in the context of rapid industrial technology development and the transition to the digital economy. This approach not only enhances the practical training of students but also equips them with «in-demand» technical skills for manufacturing and maintenance, including railway transport. In the article, the authors explore the relevance of integrating additive manufacturing methods into the curriculum of a technical sector universities and real-world case studies of student projects involving 3D printing prototypes.



АВТОМАТИКА СВЯЗЬ ИНФОРМАТИКА

Главный редактор: Филюшкина Т.А.

Редакционная коллегия:

Аношкин В.В.; Безродный Б.Ф., д-р техн. наук;
Воронин В.А.; Вохмянин В.Э.; Долгий А.И., канд. техн. наук;
Кайнов В.М., канд. техн. наук; Канаев А.К., д-р техн. наук;
Кобзев С.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.; Сиделев П.С.;
Танаев В.Ф.; Трясов М.С., канд. техн. наук;
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;
Журавлёва Л.М., д-р техн. наук; Лисин С.Ю.; Петренко Ф.В.;
Петров А.И.; Поменков Д.М., канд. техн. наук;
Сансызбаев М.А.; Сергеечев Н.А.; Солдатенков Е.Г.;
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

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

Адрес редакции: 107174, Москва, ул. Новая Басманная, д. 4-6, стр. 2

E-mail: asi-rzd@mail.ru, www.asi-journal-rzd.ru

Телефоны: +7 (985) 774-07-31; +7 (499) 262-54-29;
+7 (499) 262-16-44; +7 (499) 262-77-50.

Подписано в печать 30.12.2025. Формат 60x88 1/8.
Усл. печ. л. 6,84. Усл. кр.-отт. 8,00. Уч.-изд. л. 10,1.
Зак. 25323

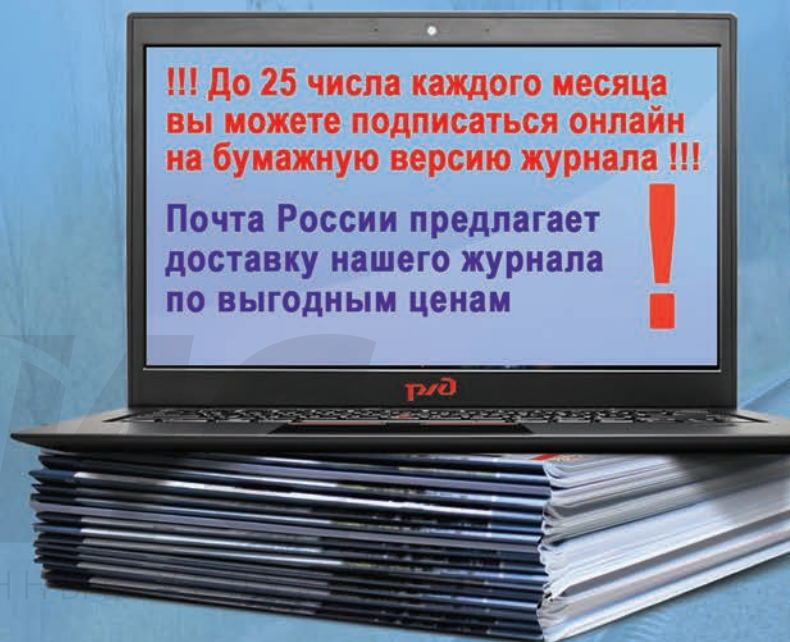
Отпечатано в типографии ЗАО «Алгоритм+»
420044, г. Казань, пр. Ямашева, д. 36

© Москва «Автоматика, связь, информатика», 2026

ЖУРНАЛ «АСИ» приглашает к сотрудничеству!

УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

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



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:
107174, Москва,
ул. Новая Басманная,
д. 4-6, стр. 2

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



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 в разделе «Подписка»



Электронную версию отдельных статей журнала можно приобрести на сайте Научной электронной библиотеки 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/



Рекламно-информационное сотрудничество – эффективная поддержка в продвижении вашего бизнеса



Наши отраслевые журналы ориентированы на широкий круг читателей – от руководителей и специалистов до студентов и учащихся железнодорожных учебных заведений.

- Журнал «**Железнодорожный транспорт**» издается с 1826 г.
- Журнал «**Путь и путевое хозяйство**» издается с января 1957 г.
- Журнал «**Локомотив**» издается с 1957 г.
- Журнал «**Вагоны и вагонное хозяйство**» издается с 2005 г.
- Журнал «**Железные дороги мира**» издается с 1961 г.
- Журнал «**Автоматика, связь, информатика**» издается с 1923 г.

Нас читают во всех регионах России, в десятках стран ближнего и дальнего зарубежья, на предприятиях магистрального и промышленного железнодорожного транспорта.

Наше сотрудничество будет полезным для налаживания взаимовыгодных контактов, деловых партнерских отношений.

**По вопросам размещения рекламы
обращаться в ЦНТИБ ОАО «РЖД»**

Телефон: (499) 262-54-29

E-mail: berezinazhv@center.rzd.ru

Почтовый адрес: 107078, г. Москва, Новая Басманная, д. 4-6, стр. 2

