ISSN 0005-2329

АВТОМАТИКА СВЯЗЬ ИНФОРМАТИКА

АСИ

ЖУРНАЛ ИЗДАЁТСЯ С 1923 ГОДА

В НОМЕРЕ:

РАДИОСВЯЗЬ НА МАЛОИНТЕНСИВНЫХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ УЧАСТКАХ стр. 2

ВЫСОКОТОЧНЫЕ ЦИФРОВЫЕ КАРТЫ И КОМПЛЕКСЫ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ стр. 11



11 (2022) НОЯБРЬ

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

ЛЮДИ ДЕЛА



В конце сентября в Подмосковье состоялось самое масштабное и ключевое молодежное мероприятие холдинга «РЖД» – XIV ежегодный Слет молодежи. Впервые за два года он прошел полностью в очном формате.

В результате серьезного отбора участниками Слета стали 600 человек. Среди них молодые руководители, рабочие, активисты, волонтеры, а также бойцы студенческих отрядов. Кроме того, к ним присоединились делегации молодых железнодорожников из Беларуси, Казахстана, Узбекистана, Кубы, Армении, Монголии и молодые работники из других крупных государственных корпораций.

Во время церемонии открытия первый заместитель генерального директора ОАО «РЖД» С.А. Кобзев отметил, что компания возлагает большие надежды на молодежь и готова поддержать любое полезное начинание. В этом году повестка Слета расширилась. Помимо профессиональных тем в программу для обсуждения были включены такие аспекты, как патриотизм, единство и сплоченность, сохранение культурного богатства России. По словам С.А. Кобзева, железнодорожники всегда были верной опорой государства. Сейчас крайне важно сохранять выдержку и общность взглядов. Это залог успешного развития железных дорог и страны в целом.





Начальник Департамента управления персоналом ОАО «РЖД» С.Ю. Саратов подчеркнул, что если раньше Слет подводил финальные результаты работы за год, то сегодня мероприятие дало старт инициативам следующего года. Именно здесь участники обсуждали направления работы на несколько лет вперед, переформатирование молодежной политики с учетом новых акцентов и задач, стоящих перед компанией. Акцент мероприятия был сделан на роли работника как гражданина России, активного сотрудника компании и представителя молодежной команды.

Работа форума началась с командообразования в форме квеста, включающего решение различных задач.

Программа Слета была связана тремя тематическими блоками. Блок «Моя страна» был посвящен ценностям, нравственным основам и отдельно роли молодежи в развитии России. Участники погрузились в общенациональную повестку, геополитический и социально-экономический контекст.

В рамках блока «Моя компания» они обсудили перспективы развития ОАО «РЖД» в новой реальности, технологическое развитие и прорывные проекты, а также ближайшие задачи отрасли и холдинга. Участники смогли напрямую пообщаться с заместителями генерального директора компании.

Еще один блок «Моя команда» касался тимбилдинга – формирования эффективной команды, которой предстояло разработать свод правил для всех молодых сотрудников компании. В течение всего Слета участники обсуждали глобальные вопросы и принципы, которым можно и нужно следовать каждый день – как в жизни, так и в работе. Итогом этого стало создание манифеста молодежи ОАО «РЖД». Главная мысль, которую ребята заложили в документ – это стремление к непрерывному развитию. Каждый участник также создал свой персональный лист «малых дел», которые он планирует реализовать в течение года.

Для участников были организованы встречи с руководством холдинга «РЖД», панельные дискуссии, лекции приглашенных спикеров и мастер-классы.

Перед молодыми работниками выступили победители различных сезонов конкурса «Лидеры России». Они поделились своими историями успеха и рассказали, что залогом победы является желание двигаться вперед, отсутствие страха ошибиться и умение работать в команде.

На Слете были объявлены победители конкурса на лучшие идеи для участия в выставке «Цифровая индустрия промышленной России – 2023», состоялся финал корпоративной молодежной интеллектуальной лиги, а также прошел финал конкурса «Новое звено». Победу в конкурсе одержал проект «Беспилотная радиоизмерительная система», разработанный в Новосибирской дирекции связи.

Все участники приезжали на Слет с разными целями и задачами, но впечатления от мероприятия у них оказались схожи. Многим форум дал мотивацию для движения вперед к новым достижениям, помог расширить кругозор, прокачать профессиональные навыки.

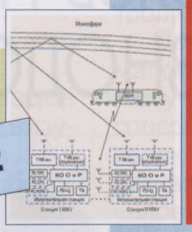
За многие годы Слет молодежи «РЖД» зарекомендовал себя как хорошая образовательная и коммуникационная площадка, а также удачное место для обсуждения прогрессивных идей, проводниками которых является именно молодежь.

НАУМОВА Д.В.

СОДЕРЖАНИЕ

АВТОМАТИКА СВЯЗЬ ИНФОРМАТИКА
АСИ
11 (2022)
НОЯБРЬ
Ежемесячный научно-теоретический и производственно-технический журнал ОАО «Российские железные дороги»
ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ С 1923 ГОДА

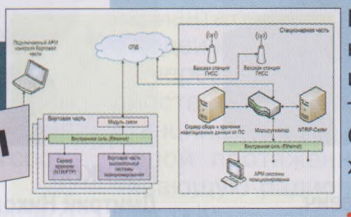
Телекоммуникации



Лапунов С.И., Роенков Д.Н., Плеханов П.А., Глухов И.А.
РАДИОСВЯЗЬ НА МАЛОИНТЕНСИВНЫХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ УЧАСТКАХ СТР. 2

Куценко С.М., Евдокимова О.Г.
Применение технологий IoT на пути к цифровизации железнодорожного комплекса 8

Беспилотные технологии



Мыльников П.Д.
ВЫСОКОТОЧНЫЕ ЦИФРОВЫЕ КАРТЫ И КОМПЛЕКСЫ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ СТР. 11

Новая техника и технология

Бубнов В.П., Бараусов В.А., Забузов В.С., Султонов Ш.Х.
Испытание датчика обледенения 14

Обмен опытом



Володина О.В.
СТДМ – ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ПЕРЕХОДА НА АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ УСТРОЙСТВ ЖАТ СТР. 18

Лукоянов Д.С.
СТДМ: целевое состояние и пути его достижения 22
Клименко А.А.
Современный мониторинг повысит надежность КТСМ 25
Вадченко О.А.
Рационализация минимизирует затраты 27

Информация

На выставке электрической мобильности 30

Охрана труда

Антонов А.А., Кузьмин В.С., Цыбанов И.А.
Развитие технических средств для снижения производственного травматизма 31

Уголки России

Наумова Д.В.
Россия из окна поезда 35

За рубежом

Новости 37
Наумова Д.В.
Люди дела ..... 2 стр. обл.
Наумова Д.В.
Достижения российского электротранспорта ..... 3 стр. обл.

На 1-й стр. обложки: Площадь Трех Вокзалов (Каланчёвская) Московской дороги (фото Лукиной М.С.)

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

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

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

Мнение редакции может не совпадать с точкой зрения авторов

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

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-21833 от 07.09.05

© Москва «Автоматика, связь, информатика» 2022

УДК: 621.396
DOI: 10.34649/AT.2022.11.11.001

РАДИОСВЯЗЬ НА МАЛОИНТЕНСИВНЫХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ УЧАСТКАХ



ЛАПУНОВ
Сергей Игоревич,
ОАО «РЖД», Центральная станция связи, начальник сектора технической политики, Москва, Россия



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



ПЛЕХАНОВ
Павел Андреевич,
Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, кафедра «Электрическая связь», доцент, канд. техн. наук, Санкт-Петербург, Россия



ГЛУХОВ
Иван Александрович,
Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, кафедра «Электрическая связь», аспирант, Санкт-Петербург, Россия

Ключевые слова: *малоинтенсивные железнодорожные участки, радиосвязь на малоинтенсивных железнодорожных участках, коротковолновая ионосферная радиосвязь, спутниковая связь*

Аннотация. **В статье рассмотрены основные характеристики малоинтенсивных железнодорожных участков (МЖУ), влияющие на выбор варианта построения технологической радиосвязи. Дана классификация таких участков, описаны способы организации движения на них, а также системы управления и обеспечения безопасности движения поездов. Представлена унифицированная схема построения системы радиосвязи на МЖУ, приведен алгоритм выбора оптимального варианта организации радиосвязи для каждого конкретного малоинтенсивного участка.**

Одной из важных задач для ОАО «РЖД», как и прежде, является повышение эффективности функционирования малоинтенсивных железнодорожных участков. Ее решение предполагает минимизацию расходов на выполнение технологических процессов в каждом железнодорожном хозяйстве при условии обеспечения требуемого уровня безопасности движения поездов.

В соответствии с «Методикой классификации и специализации железнодорожных линий ОАО «РЖД», утвержденной 13.01.2020 г., к малоинтенсивным относятся линии, на которых суммарное фактическое движение пассажирских и грузовых поездов составляет не более 8 пар в сутки и грузонапряженность до 5,0 млн ткм брутто/км в год. Актуализация классификации линий выполняется ежегодно на основании данных статистической отчетности ОАО «РЖД». Так, на начало 2021 г. общее число малоинтенсивных железнодорожных участков составляло 592. Их суммарная протяженность превышала 20,7 тыс. км при средней длине каждого 35 км.

В большинстве случаев МЖУ представляют собой однопутные неэлектрифицированные линии. На 47 % из них движение или отсутствует, или его размер не превышает 1 пары, на 21 % – от 1 до 2 пар, на остальных – от 2 до 8 пар поездов в сутки. Очевидно, что содержание обеспечивающей инфраструктуры, включая системы радиосвязи, для большинства МЖУ является экономически неэффективным. Однако в сохранении таких линий заинтересованной стороной, как правило, выступают федеральные органы исполнительной власти, органы субъектов Российской Федерации либо местного самоуправления.

Организация движения на МЖУ определяется требованиями ПТЭ, а также Регламентом эксплуатации и обслуживания инфраструктуры на малоинтенсивных железнодорожных участках. В

зависимости от местных условий движение поездов, грузовая и маневровая работа организуются по одному из трех способов:

с помощью работников (дежурного персонала), рабочее место которых расположено на станциях МЖУ;

мобильными бригадами, перемещающимися вместе с поездом (на станциях дежурный персонал отсутствует);

дежурным персоналом на станциях совместно с мобильными бригадами (комбинированный способ).

Таким образом, при разработке вариантов организации радиосвязи на МЖУ необходимо учитывать наличие вариантов управления движением поездов с фактическим отсутствием работников на станциях.

Для повышения эффективности работы МЖУ разработан перечень возможных направлений оптимизации их функционирования. Применительно к хозяйству связи – это техническое переоснащение МЖУ и изменение технологии, способствующие повышению эффективности работы и сокращению эксплуатационных затрат. К таким мероприятиям относятся: изменение организации труда работников (совмещение профессий, введение мобильных бригад и др.), а также технологии организации движения, грузовой и пассажирской работы; оптимизация технологии обслуживания объектов инфраструктуры; внедрение малообслуживаемых технических средств. Причем такие мероприятия следует выполнять на участках, имеющих перспективы привлечения грузопотоков.

В качестве систем управления и обеспечения безопасности движения поездов СУОБДП на МЖУ используются наиболее простые системы [1]. Ориентировочная доля малоинтенсивных участков, оборудованных соответствующей СУОБДП (в %), приведена ниже:

Полуавтоматическая блокировка.....66
Электрожезловая система.....12
Автоматическая блокировка 11
Диспетчерская централизация...7
Телефонная связь 1
СУОБДП отсутствует.....3

Можно выделить следующие основные особенности СУОБДП, используемых на МЖУ:

на станциях часто применяется ключевая зависимость стрелок и сигналов и маршрутно-контрольные устройства;

станции, ранее оборудованные ЭЦ, не включены в диспетчерскую централизацию;

практически не контролируется состояние перегонов;

полносоставность поездов определяется, как правило, визуально;

отсутствуют надежные и безопасные каналы связи с вышестоящими уровнями управления;

инфраструктура находится в неудовлетворительном состоянии, особенно воздушные линии и системы электропитания (капитальный ремонт не проводился с момента ввода в эксплуатацию, многие СУОБДП требуют полной замены).

В связи с этим большинство МЖУ с технической точки зрения являются «невидимыми» для соответствующих диспетчеров.

Способ организации текущего содержания и ремонта объектов на МЖУ определяет Центральная дирекция инфраструктуры с учетом типа участка и минимизации расходов. Так, на малоинтенсивных соединительных линиях технологического назначения порядок текущего содержания и ремонта объектов инфраструктуры такой же, как объектов инфраструктуры в железнодорожных узлах, к которым они относятся. На МЖУ с неинтегрированным пассажирским и грузовым движением текущее содержание и ремонт объектов инфраструктуры выполняют работники объединенных дистанций инфраструктуры или специализированных дистанций (по хозяйствам).

В качестве основного стратегического документа в ОАО «РЖД» в 2017 г. утверждена Программа по повышению эффективности эксплуатации малоинтенсивных железнодорожных линий общего пользования с разработкой паспортов для всех МЖУ, а также Перечень вариантов технического оснащения малодеятельных линий. Кроме того, в отношении обслуживания и ремонта устройств железнодорожной инфраструктуры на МЖУ приняты два профессиональных стандарта, касающиеся специалистов по организации этих процессов.

В настоящее время ведутся исследования в направлении повышения эффективности СУОБДП на МЖУ и предлагаются решения по их совершенствованию путем внедрения спутниковой связи и навигации, цифровой беспроводной связи, инновационных средств контроля целостности поездов [2–5].

Основными характеристиками малоинтенсивных железнодорожных участков, влияющими на выбор способа организации радиосвязи, являются: протяженность; техническая оснащенность (наличие каналов связи, соединяющих станции МЖУ); наличие электроснабжения на станциях; местоположение МЖУ (специфика района).

В зависимости от протяженности МЖУ возможны четыре варианта организации радиосвязи с подвижными объектами:

через одну стационарную радиостанцию, установленную на станции, ограничивающей МЖУ малой протяженности, обеспечивающую радиопокрытие всего участка;

с использованием двух стационарных радиостанций, ограничивающих МЖУ и обеспечивающих его полное радиопокрытие;

посредством нескольких (более двух) стационарных радиостанций, расположенных на станциях протяженного МЖУ;

с помощью удаленной стационарной радиостанции с использованием пространственных радиоволн и орбитального переизлучателя (только для спутниковой связи).

В зависимости от наличия каналов радиосвязь на МЖУ может быть организована с использованием существующих проводных каналов, обеспечивающих подключение стационарных радиостанций, расположенных на удаленных станциях МЖУ, к распорядительной станции ДНЦ, а также арендованных каналов проводной связи; пространственных каналов спутниковой или коротковолновой радиосвязи; каналов радиорелейной связи.

При наличии электроснабжения на станциях МЖУ радиосвязь может быть организована с использованием аппаратуры, электропитание на которую подается от существующей системы электроснабжения. При отсутствии электроснабжения – с помощью аппаратуры мобильной радиосвязи, размещенной на подвижном объекте, и каналов пространственной (спутниковой или коротковолновой) радиосвязи.

Специфика района располо-

жения МЖУ, влияющая на выбор варианта организации радиосвязи, определяется наличием радиопокрытия сетей фиксированной и подвижной спутниковой связи; устойчивостью каналов коротковолновой ионосферной радиосвязи (в первую очередь это относится к районам Крайнего Севера, для которых характерно возникновение сильных геомагнитных бурь, вызывающих полярные сияния). Кроме того, специфику района характеризует рельеф местности, который существенно влияет на дальность радиосвязи; а также наличие объектов силовых структур, которые в отдельных случаях могут создавать дополнительные помехи в каналах технологической железнодорожной радиосвязи.

В соответствии с указанными основными характеристиками МЖУ, влияющими на способ организации радиосвязи, малоинтенсивные участки классифицируются по следующим признакам: протяженности; технической оснащенности каналами связи; наличию электроснабжения станций; специфике районов расположения МЖУ. Классификация МЖУ, технические сведения о выборе варианта организации радиосвязи, а также описание способа отнесения МЖУ к одному из вариантов, входящих в классификацию, приведены в таблице.

Приведенная классификация МЖУ предполагает определение нескольких возможных с технической точки зрения вариантов организации радиосвязи на МЖУ. Выбор наиболее эффективного из них должен осуществляться на основе технико-экономической оценки и сравнения всех вариантов.

Значительная протяженность многих МЖУ и их недостаточная техническая оснащенность делают невозможным применение традиционных решений по организации технологической, в том числе поездной, радиосвязи [6–9]. При построении системы радиосвязи на МЖУ должны быть решены такие специфические задачи, как обработка вызовов, распознавание и трансляция вызывных сигналов между абонентами диспетчерской связи на станциях, защита от несанкционированного доступа к сети, сопряжение с существующими сетями ОТС, ОбТС, СПД ОТН и др. Эти задачи позволяет решить сервер обработки вызовов (СОВ).

Унифицированная схема построения системы радиосвязи на МЖУ, организуемой с использованием систем спутниковой связи или коротковолновой радиосвязи, представлена на рис. 1. Здесь приняты следующие условные обозначения: ЦУ МЖУ – центр управления МЖУ; СОВ О и СОВ Р – серверы обработки вызовов основной и резервный; АРМ СМА – автоматизированное рабочее место системы мониторинга и администрирования; Т р/св – терминал радиосвязи; КО (О и Р) – коммутационное оборудование основное и резервное; РС ПРС, РС СРС и РС РОРС – стационарные радиостанции поездной, станционной и ремонтно-оперативной радиосвязи; ПУ-Ц – цифровой пульт управления; ЗСС – земная станция сопряжения; МД РВ – многодиапазонная возимая радиостанция.

Схемы построения радиосвязи на МЖУ на основе систем спутниковой связи и систем коротковолновой радиосвязи [10, 11] приведены на рис. 2 и 3. Принятые на этих рисунках условные обозначения такие же, как на рис.1, но есть одно добавление: КВР – радиостанция коротковолновой радиосвязи.

Рассмотрим основные укрупненные элементы системы радиосвязи, к которым относятся распорядительная и исполнительная станции, мобильное и каналообразующее оборудование.

В состав оборудования ***распорядительной станции***, расположенной в центре управления малоинтенсивным железнодорожным участком, в зависимости от организуемых видов связи на МЖУ могут входить следующие основные устройства:

основной и резервный серверы обработки вызовов;

сервер системы мониторинга и администрирования (может быть организован на базе СОВ или ЕСМА);

автоматизированное рабочее место системы мониторинга и администрирования;

сервер регистрации переговоров (может быть организован на базе СОВ);

терминал радиосвязи для обеспечения информационного взаимодействия СОВ с другими элементами системы радиосвязи в части передачи служебной информации (местоположение подвижных объектов и др.);

пульты поездного диспетчера и других диспетчеров оперативно-технологической связи;

оборудование для подключения к действующим сетям ОТС/ПРС и ОбТС;

вводно-защитные устройства.

Оборудование ***исполнительной станции*** в зависимости от видов связи, организуемых на МЖУ, может состоять из таких устройств, как:

терминал радиосвязи (основной и опционально-резервный);

основное и резервное коммутационное оборудование, включающее межсетевой шлюз, станционный сервер и шлюзы сопряжения интерфейсов (Ethernet, BRI, аналоговый);

телефонные аппараты (аналоговые и IP);

цифровые пульты управления (ISDN и IP);

пульт дежурного по станции;

радиостанции ПРС, СРС и РОРС;

вводно-защитные устройства.

Мобильное оборудование должно содержать локомотивные многодиапазонные радиостанции с АФУ и носимые радиостанции, включающие радиомодули используемых для связи систем и частот.

Каналообразующее оборудование в своем составе должно иметь коммутационное оборудование для подключения к земным станциям сопряжения; земные станции сопряжения систем спутниковой связи или коротковолновой радиосвязи; спутники фиксированной ФСС и подвижной ПСС спутниковой связи.

Выбор оптимального варианта организации радиосвязи на МЖУ представляет собой многокритериальную задачу. В общем случае последовательность выбора варианта может быть следующей:

формируются требования к системе радиосвязи со стороны пользователей, определяются виды радиосвязи и требования к каналам, которые должны быть обеспечены на конкретном МЖУ;

проводится оценка оснащенности перегонов и станций МЖУ и достаточности существующей инфраструктуры, определяется наличие/отсутствие каналов связи, соединяющих станции МЖУ с сетью технологической связи ОАО «РЖД», и аппаратуры связи на станциях, пригодной для организации радиосвязи;

Номер варианта	Классификационный признак	Значение параметра	Вариант организации радиосвязи на МЖУ	Доля МЖУ данного типа, % Способ оценки соответствия МЖУ данному типу
1.1	Протяженность МЖУ, км	1–3	Через стационарную радиостанцию действующей радиосети, установленную на станции начала МЖУ (при наличии радиопокрытия)	12
1.2		До 14	Через одну стационарную радиостанцию, устанавливаемую на станции начала МЖУ	45, включая МЖУ протяженностью до 3 км
1.3		От 15 до 29	Через две стационарные радиостанции, устанавливаемые на станциях, ограничивающих МЖУ и обеспечивающих его радиопокрытие	16
1.4		Более 30	Через несколько (более 2) стационарных радиостанций, расположенных на станциях МЖУ	39
2.1	Наличие действующих каналов связи между станциями МЖУ	Есть каналы проводной связи ОАО «РЖД»	Для подключения стационарных радиостанций, расположенных на удаленных станциях МЖУ, к распорядительной станции ДНЦ, используются существующие каналы проводной связи	Требуется запрос оснащенности МЖУ в РЦС или дирекции связи
2.2		Нет каналов проводной связи ОАО «РЖД», но есть проводные каналы, арендованные у сторонних операторов	Для подключения стационарных радиостанций, расположенных на удаленных станциях МЖУ, к распорядительной станции ДНЦ, используются арендованные каналы проводной связи	Требуется запрос наличия и стоимости аренды каналов связи коммерческих операторов
2.3		Нет каналов проводной связи ОАО «РЖД», доступны каналы пространственной радиосвязи	Для подключения стационарных радиостанций, расположенных на удаленных станциях МЖУ, к распорядительной станции ДНЦ, используются каналы спутниковой связи или коротковолновой радиосвязи	Требуется оценка доступности соответствующих каналов связи
2.4		Нет каналов проводной связи ОАО «РЖД», возможна организация каналов радиорелейной связи	Для подключения стационарных радиостанций, расположенных на удаленных станциях МЖУ, к распорядительной станции ДНЦ, используются каналы радиорелейной связи	Требуется оценка технической возможности организации каналов радиорелейной связи
3.1	Наличие электроснабжения устройств связи на станциях МЖУ	На станциях имеется электроснабжение аппаратуры связи	Радиосвязь организуется с использованием размещаемой на станции аппаратуры	Требуется дополнительная оценка наличия электроснабжения
3.2		На станциях отсутствует электроснабжение аппаратуры связи	Радиосвязь организуется с использованием мобильной аппаратуры радиосвязи, размещенной на подвижном объекте, и каналов пространственной радиосвязи	Требуется дополнительная оценка наличия электроснабжения
4.1	Наличие региональной специфики района расположения МЖУ	Обеспечивается радиопокрытие с помощью сетей фиксированной и подвижной спутниковой связи	Радиосвязь может быть организована с использованием фиксированной и подвижной спутниковой связи	Требуется дополнительная оценка доступности каналов фиксированной и подвижной спутниковой связи
4.2		Доступна устойчивая коротковолновая ионосферная радиосвязь	Может быть организована коротковолновая радиосвязь	Требуется дополнительная оценка доступности и устойчивости каналов коротковолновой радиосвязи
4.3		Участок имеет сложный рельеф местности	При организации радиосвязи необходимо учитывать возможное существенное снижение дальности действия радиосвязи	Требуется обязательное выполнение частотно-территориального планирования радиосетей
4.4		Наличие объектов силовых ведомств	При организации радиосвязи нужно учитывать возможность возникновения дополнительных помех в каналах	Фиксация помех возможна в процессе эксплуатации сети технологической радиосвязи

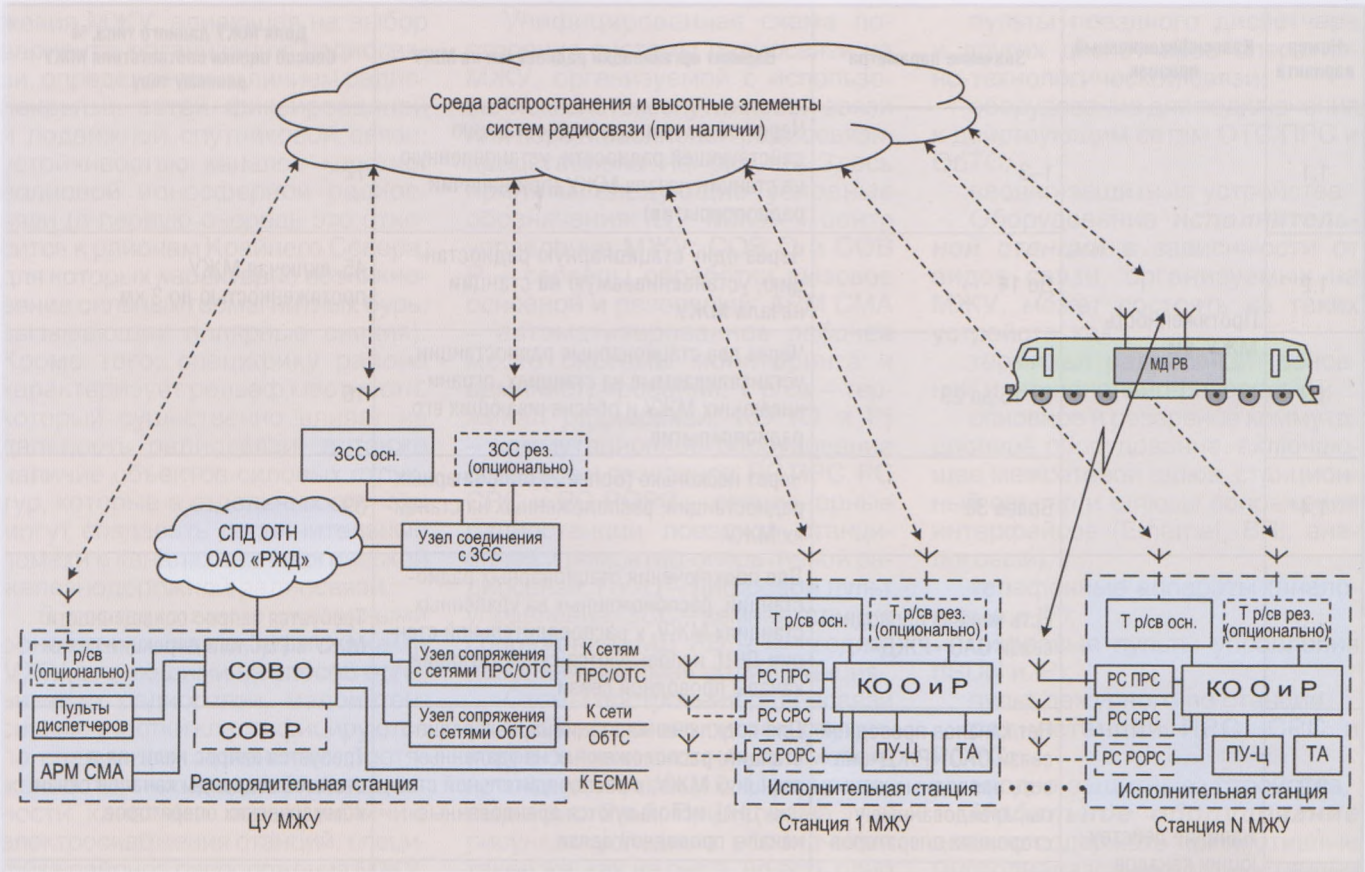

Среда распространения и высотные элементы систем радиосвязи (при наличии)
МД РВ
ЗСС осн.
ЗСС рез. (опционально)
СПД ОТН ОАО «РЖД»
Узел соединения с ЗСС
Т р/св (опционально)
СОВ О
СОВ Р
Пульты диспетчеров
АРМ СМА
Узел сопряжения с сетями ПРС/ОТС
Узел сопряжения с сетями ОбТС
К сетям ПРС/ОТС
К сети ОбТС
К ЕСМА
Распорядительная станция
ЦУ МЖУ
Т р/св осн.
Т р/св рез. (опционально)
РС ПРС
РС СРС
РС РОРС
КО О и Р
ПУ-Ц
ТА
Исполнительная станция
Станция 1 МЖУ
Станция N МЖУ

РИС. 1

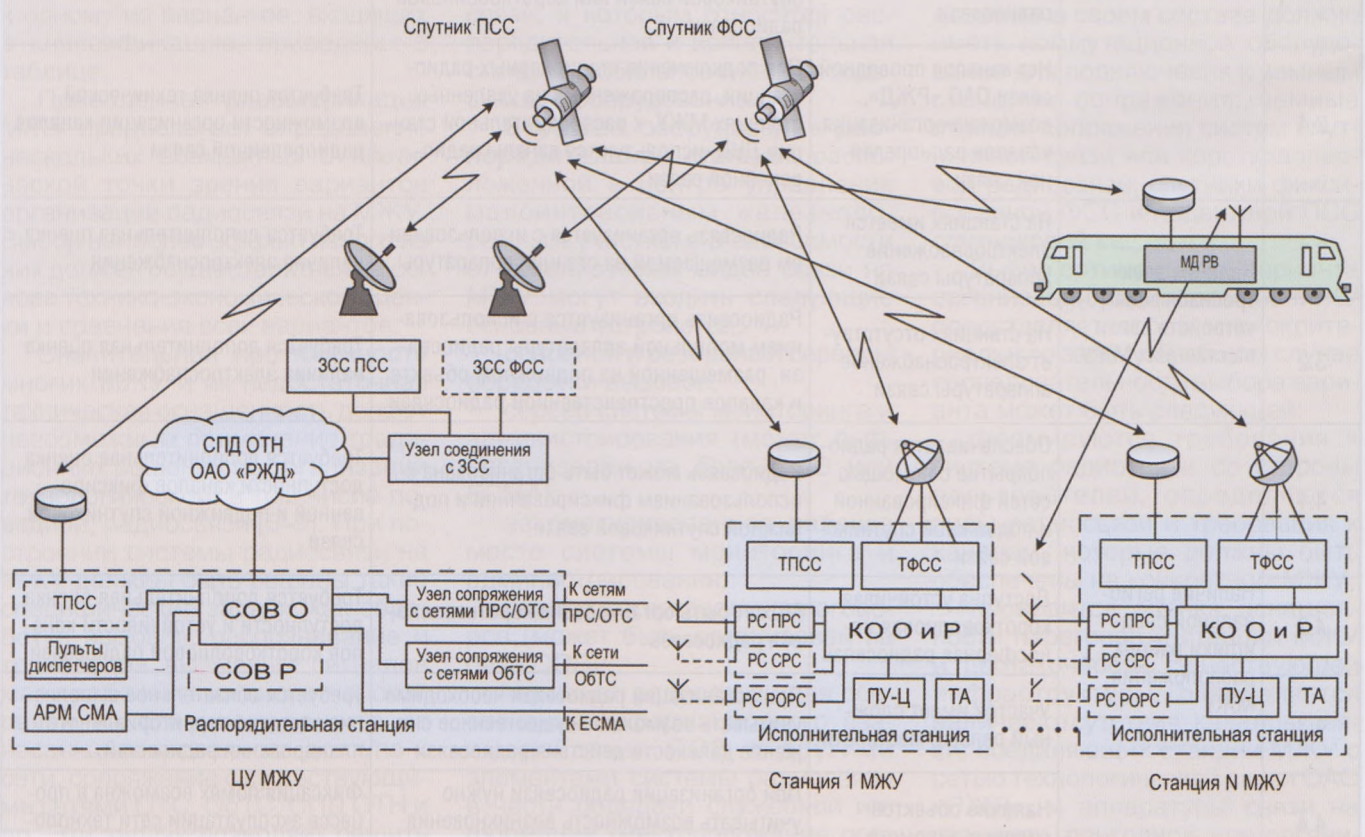

Спутник ПСС
Спутник ФСС
МД РВ
ЗСС ПСС
ЗСС ФСС
СПД ОТН ОАО «РЖД»
Узел соединения с ЗСС
ТПСС
ТФСС
СОВ О
СОВ Р
Пульты диспетчеров
АРМ СМА
Узел сопряжения с сетями ПРС/ОТС
Узел сопряжения с сетями ОбТС
К сетям ПРС/ОТС
К сети ОбТС
К ЕСМА
Распорядительная станция
ЦУ МЖУ
РС ПРС
РС СРС
РС РОРС
КО О и Р
ПУ-Ц
ТА
Исполнительная станция
Станция 1 МЖУ
Станция N МЖУ

РИС. 2

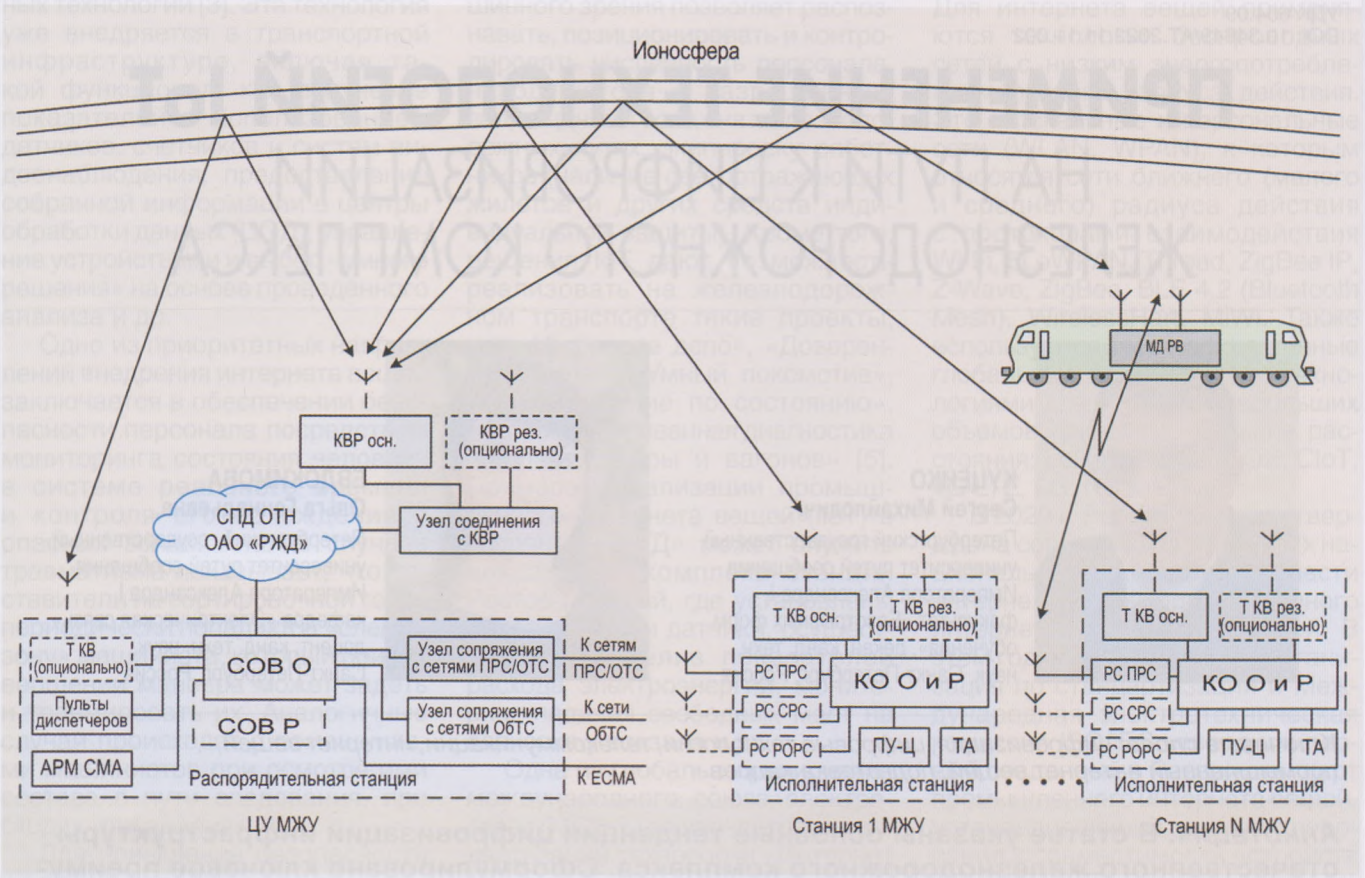


РИС. 3

выполняется техническая оценка реализации различных вариантов организации радиосвязи на МЖУ, в том числе: возможность аренды каналов для подключения удаленных станций МЖУ к сети связи ОАО «РЖД»; радиопокрытие участка сетями ФСС и ПСС; возможность использования коротковолновой радиосвязи. По результатам формируется перечень допустимых с технической точки зрения вариантов;

осуществляется технико-экономическая оценка реализации каждого возможного варианта построения системы радиосвязи на МЖУ и обоснование выбора наилучшего из них.

Подводя итог, можно сказать, что проведенный анализ существующих в ОАО «РЖД» малоинтенсивных железнодорожных участков показал, что для наибольшей части МЖУ радиосвязь может быть обеспечена установкой одной стационарной радиостанции в месте примыкания МЖУ к основному железнодорожному участку. В то же время для организации радиосвязи с подвижными объектами на протяженных участках потребуется использование пространственных радиоволн на основе технологий спутниковой или коротковолновой радиосвязи. В решении данной задачи поможет унифицированная схема построения системы радиосвязи на МЖУ, а также алгоритм выбора оптимального варианта, предложенные в этой статье.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Эффективность эксплуатации и обслуживания малоинтенсивных железнодорожных линий : монография / С.П. Вакуленко, А.В. Колин, Н.Ю. Евреенова, Д.Ю. Роменский, К.В. Голиков; РАН; РУТ (МИИТ). М.: ВИНИТИ РАН, 2018. 218 с.

2. Плеханов П.А., Роенков Д.Н. Подвижная связь 5G // Автоматика, связь, информатика. 2019. № 5. С. 8–12. DOI 10.34649/AT.2019.5.5.001

3. Роенков Д.Н., Плеханов П.А. Технология MIMO для подвижной связи 5G // Автоматика, связь, информатика. 2019. № 8. С. 21–25. DOI: 10.34649/AT.2019.8.8.003

4. 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

5. Плеханов П.А., Роенков Д.Н. Переход к будущей железнодорожной системе подвижной связи // Автоматика, связь, информатика. 2021. № 5. С. 6–11. DOI: 10.34649/AT.2021.5.5.001

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

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

8. Плеханов П.А., Роенков Д.Н. Стандартизация требований для систем беспроводной связи // Автоматика, связь, информатика. 2020. № 4. С. 38–42. DOI 10.34649/AT.2020.4.4.007

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

10. Лапунов С.И., Роенков Д.Н., Плеханов П.А. Коротковолновая ионосферная радиосвязь и возможности ее применения // Автоматика, связь, информатика. 2022. № 7. С. 14–19. DOI: 10.34649/AT.2022.7.7.003

11. С.И. Лапунов, Д.Н. Роенков, П.А. Плеханов, И.А. Глухов. Применение систем коротковолновой радиосвязи на малоинтенсивных железнодорожных участках // Автоматика, связь, информатика. 2022. № 9. С. 4–8. Doi: 10.34649/AT.2022.9.9.001

УДК 654.09
DOI: 10.34649/AT.2022.11.11.002

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ IoT НА ПУТИ К ЦИФРОВИЗАЦИИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО КОМПЛЕКСА



КУЦЕНКО
Сергей Михайлович,
Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, факультет «Безотрывных форм обучения», декан, канд. техн. наук, Санкт-Петербург, Россия



ЕВДОКИМОВА
Ольга Геннадьевна,
Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, кафедра «Электрическая связь», доцент, канд. техн. наук, Санкт-Петербург, Россия

Ключевые слова: *цифровизация, цифровые технологии, телекоммуникации, интернет вещей, промышленный интернет вещей, подготовка кадров*

Аннотация. **В статье указаны основные тенденции цифровизации инфраструктуры отечественного железнодорожного комплекса. Сформулировано ключевое преимущество интернета вещей. Рассмотрены некоторые варианты применения IoT-решений. Освещены вопросы стандартизации и безопасности передачи данных, уделено внимание проблеме кадрового потенциала в рамках подготовки специалистов на базе лаборатории «Интернет вещей» ПГУПС.**

Применение технологий IoT в сфере железнодорожного транспорта вызвано развитием и необходимостью модернизации и ускорения процессов управления и эксплуатации в отрасли. При этом использование цифровых технологий направлено, прежде всего, на решение задач, определенных Стратегией развития информационного общества в 2017–2030 гг., и программой Цифровой экономики Российской Федерации.

Современные условия диктуют необходимость выполнения максимально возможной цифровизации производственного процесса. Одним из стратегических направлений развития ОАО «РЖД» [1] и эффективным инструментом в достижении нового уровня цифровизации может служить технология «Интернет вещей» (IoT). Основные векторы цифровизации обусловлены структурой отечественных железных дорог. Сюда можно отнести техническую инфраструктуру, диспетчерское обслуживание и локомотивное хозяйство (подвижной состав) [2].

Самыми значимыми технологиями в настоящее время являются такие, как «Цифровые двойники», «Большие данные», «Искусственный интеллект», а также квантовые коммуникации и др. Совокупность этих технологий составляет основу четвертой промышленной революции «Индустрия 4.0», которая предполагает образование внутри каждой компании единого информационного пространства, позволяющего автоматизировать сразу множество производственных процессов и управлять ими.

Например, цифровые двойники станций служат динамическими моделями процессов, происходящих на реальных станциях, что является одной из современных тенденций в развитии железных дорог России. Цифровизация железнодорожной станции представляет собой интеграцию систем обеспечения движения поездов, автоматизированного управления, видеонаблюдения, а также датчиков и сенсоров интернета вещей. В результате сбора большого объема данных, их обработки и анализа формируются ключевые выводы относительно дальнейшего использования железнодорожных объектов. При этом технология «Большие данные» помогает выявить наиболее насущные потребности отдельных элементов общей инфраструктуры, расставить приоритеты в очередности проведения ремонтных работ и финансирования, снизить субъективное влияние человеческого фактора на принятие конкретного решения [2].

Напомним, что интернет вещей – это глобальная инфраструктура цифровой экономики, обеспечивающая возможность доставки услуг путем соединения друг с другом датчиков и исполнительных механизмов (актуаторов) физических и виртуальных «вещей» на основе информационно-коммуникацион-

ных технологий [3]. Эта технология уже внедряется в транспортной инфраструктуре, включая такой функционал, как получение показателей с использованием датчиков, счетчиков и систем видеонаблюдения; предоставление собранной информации в центры обработки данных (ЦОД); управление устройствами и выбор «умного решения» на основе проведенного анализа и др.

Одно из приоритетных направлений внедрения интернета вещей заключается в обеспечении безопасности персонала посредством мониторинга состояния человека в системе реального времени и контроля его нахождения в опасных зонах. Анализ случаев травматизма показывает, что составители на сортировочной горке периодически попадают в «слепую зону» машиниста, который при совершении маневра может задеть и травмировать их. Аналогичные случаи происходят с помощниками машинистов при осмотре ими состава в пути следования, при сходах или авариях [4].

Для повышения безопасности железнодорожников при выполнении ими технологического процесса в ОАО «РЖД» разрабатываются решения по применению специальных устройств. К таким решениям, например, относится размещение датчиков местоположения на работниках, которые могут находиться в «слепой зоне». При этом сигнал от датчика передается на приемник машиниста, который может фиксировать расстояние.

Внедрение интегрированных решений интернета вещей и машинного зрения позволяет распознавать, позиционировать и контролировать численность персонала, находящегося в разрешенных/запрещенных зонах на железнодорожных путях, экипировку работников (наличие светоотражающих жилетов и других средств индивидуальной защиты). Кроме того, решения IoT дают возможность реализовать на железнодорожном транспорте такие проекты, как «Цифровое депо», «Доверенная среда», «Умный локомотив», «Обслуживание по состоянию», «Автоматизированная диагностика инфраструктуры и вагонов» [5]. Примером реализации промышленного интернета вещей (IIoT) в холдинге «РЖД» может служить вокзальный комплекс станции Ростов-Главный, где установлены видеокамеры и датчики, осуществляющие анализ показателей расхода электроэнергии, мониторинг наличия свободных мест на парковке у вокзала и др.

Одна из глобальных инициатив международного союза электросвязи (МСЭ-Т) заключается в стандартизации технологии «Интернет вещей». В перечень основных рекомендаций включены: Y.2060 – «Обзор Интернета вещей», Y.2063 – «Основа WEB вещей», Y.2069 – «Термины и определения интернета вещей» и многие другие.

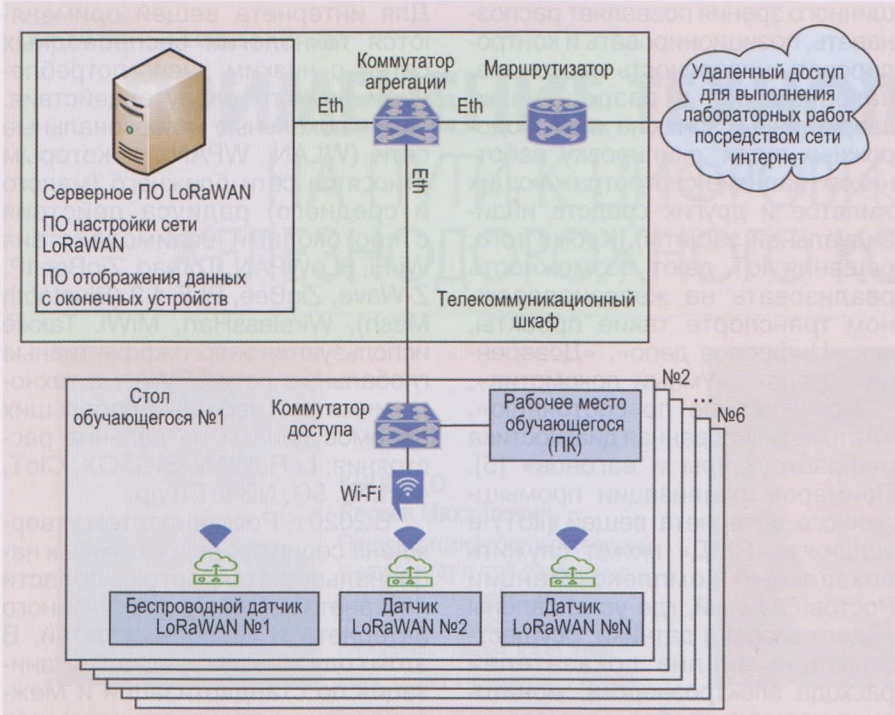
Следует сказать, что эталонная модель IoT, приведенная в рекомендации Y.2060, состоит из четырех уровней: приложения, поддержки сервисов и приложений, сетевого и уровня устройств. Причем интернет вещей имеет множество стандартов как узконаправленных, так и универсальных. Для интернета вещей применяются технологии беспроводных сетей с низким энергопотреблением разного радиуса действия. Это – локальные и персональные сети (WLAN, WPAN), к которым относятся сети ближнего (малого и среднего) радиуса действия с протоколами взаимодействия Wi-Fi, 6LoWPAN, Thread, ZigBee IP, Z-Wave, ZigBee, BLE 4.2 (Bluetooth Mesh), WirelessHart, MiWi. Также используются энергоэффективные глобальные сети LPWAN с технологиями для передачи небольших объемов данных на дальние расстояния: LoRaWAN, SIGFOX, CIoT, 4G LTE, 5G, NB-IoT и др.

В 2020 г. Росстандартом утверждена серия предварительных национальных стандартов в области интернета вещей, промышленного интернета и сенсорных сетей. В этом году Международная организация по стандартизации и Международная электротехническая комиссия ISO/IEC утвердили первый созданный в России стандарт промышленного интернета вещей, устанавливающий единые требования к совместимости устройств и систем IIoT. Этот стандарт направлен на возможность продвижения отечественных технологий и их практическую реализацию.

Защищенные коммуникации, как известно, важны и для отрасли, и для страны в целом. При этом применение в качестве защищенной сети квантового интернета обеспечит хорошую защиту от киберпреступлений. В рамках стратегии по развитию квантовых коммуникаций, которую курирует ОАО «РЖД» согласно программе «Цифровая экономика», планиру-



Лаборатория «Интернет вещей» на кафедре «Электрическая связь» в ПГУПС



Структурная схема лаборатории «Интернет вещей»

ется разработать национальные стандарты квантового интернета вещей. Базовые стандарты определят основные термины и определения в области квантовых коммуникаций.

Технология квантового распределения ключей является одной из наиболее развитых в этой области. Она характеризуется стойкостью, гарантируемой фундаментальными законами, а не предположениями об ограничениях злоумышленника. Она будет служить для защиты внутренних данных при управлении критической инфраструктурой, а также при предоставлении другим компаниям сервисов по защите информации .

Однако для достижения интегрального эффекта от внедрения IoT-решений в железнодорожном комплексе нужны подготовленные профессиональные кадры. Для подготовки и формирования у них цифровых компетенций в нашем университете на базе недавно созданной лаборатории «Интернет вещей» на кафедре «Электрическая связь» факультета «Автоматизация и интеллектуальные технологии» реализован аппаратно-программный комплекс «Промышленный интернет вещей».

В текущем учебном году студенты специальности, связанной с обеспечением движения поездов, приступили к изучению аппаратно-программного комплекса IIoT в рамках новой учебной дисциплины «Цифровые технологии в профессиональной деятельности». В процессе практических занятий они смогут освоить процесс тестирования и управления датчиками различного назначения, подключенными к общей сети посредством беспроводного доступа к базовой станции. Кроме того, они получат практические навыки в работе с сетевым оборудованием (коммутаторами и маршрутизатором, сервером) и в настройке сети [6].

Вместе с этим на базе Института повышения квалификации и переподготовки руководящих работников и специалистов в ПГУПС предусмотрена возможность получения дополнительного профессионального образования по программе «Цифровые технологии на железнодорожном транспорте». В рамках программы обучающиеся овладевают компетенциями в таких областях, как разработка информационных моделей объектов, обработка и анализ больших данных, моделирование виртуальной и дополненной реальности, интернет вещей и блокчейн-технология.

В заключение отметим, что позитивные примеры развития цифровых технологий на железнодорожном транспорте очевидны, но пока они внедряются в ограниченных масштабах.

Критическими факторами для отечественных железных дорог, влияющими на трудность достижения результатов цифровизации, являются большие расстояния, на которые необходимо провести соответствующие коммуникации, а также разные климатические условия, в которых должно работать оборудование с идентичным функционалом. Кроме того, некоторым тормозом служит и недостаток специалистов, имеющих знания по внедрению цифровых сервисов. Вероятно, что всем, чья профессиональная деятельность связана с данной тематикой, предстоит в ближайшее время освоить новые технологии, и разработанная в нашем университете программа может оказать в этом существенную помощь. Причем для решения указанных задач в ПГУПС сейчас разрабатываются еще и специализированные электронные курсы.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Распоряжение Правительства РФ от 27.11.2021 N 3363-р «О Транспортной стратегии Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года» Доступ через СПС «КонсультантПлюс» (дата обращения 18.09.2022г.).

2. Евдокимова О.Г., Крючкова Т.В. Цифровые тенденции в развитии железных дорог России // СПБНТОРЭС : труды ежегодной НТК. 2022. № 1 (77). С. 155–157.

3. Об утверждении концепции построения и развития узкополосных беспроводных сетей связи «Интернета вещей» на территории Российской Федерации : приказ Минцифры РФ от 29.03.2019 № 113. // Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ : официальный сайт. URL: https://digital.gov.ru/ru/documents/6410 (дата обращения 02.02.2022).

4. Держать риски под контролем // Гудок 2018. 17 мая. С. 7. URL: https://gudok.ru/newspaper/?ID=1419616&archive=2018.05.17.

5. Чаркин Е.И. О реализации стратегии цифровой трансформации ОАО «РЖД» // Железнодорожный транспорт. 2020. № 2. С. 66–70.

6. Цифровизация учебного процесса транспортного университета / С.М. Куценко, Е.В. Казакевич, О.П. Шаблюк, В.Е. Коротин // Техник транспорта: образование и практика. 2022. Т. 3, № 1. С. 57–62. DOI: https://doi.org/10.46684/2687-1033.2022.1.57-6.



МЫЛЬНИКОВ
Павел Дмитриевич,
СПБФ АО «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте», Санкт-Петербургский филиал, первый заместитель директора, Санкт-Петербург, Россия

УДК 629.05
DOI: 10.34649/AT.2022.11.11.003

ВЫСОКОТОЧНЫЕ ЦИФРОВЫЕ КАРТЫ И КОМПЛЕКСЫ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ

Ключевые слова: *высокоточная электронная карта, система позиционирования, геоинформационная технология, система автоматического управления локомотивом, автономные железнодорожные транспортные системы*

Аннотация. **Развитие геоинформационных технологий выводит на новый уровень работу бортовых систем тягового подвижного состава за счет комплексной обработки информации навигационных датчиков и применения высокоточной электронной карты. В статье представлены решения, которые успешно используются для высокоточной работы системы автоведения в пассажирском движении и для автоматического движения подвижного состава без участия машиниста.**

Географические информационные системы (ГИС) на железнодорожном транспорте решают задачи поиска оптимального маршрута и отслеживания движения по нему. Однако точность этих карт находится в метровом диапазоне, тогда как для беспилотного подвижного состава требуется точность в пределах 25 см.

Для реализации проектов по беспилотному движению применяются высокоточные цифровые карты (High Definition (HD) maps) с точным местоположением объектов в векторном формате. Карты содержат детальную информацию обо всех объектах инфраструктуры, попадающих в зону видимости транспортного средства.

Предпосылкой создания высокоточных электронных карт для железнодорожного подвижного состава послужили два инновационных проекта АО «НИИАС» по созданию беспилотного тягового подвижного состава: маневровый локомотив на станции Лужская Октябрьской дороги [1] и электропоезд «Ласточка» на Московском центральном кольце [2].

Одна из составных частей бортовой системы обнаружения препятствия – высокоточная система позиционирования, которая определяет местоположение подвижного состава с точностью до 25 см. В ее основе комплексное программно-аппаратное решение, производящее одновременную обработку данных большого количества информационных сигналов от различных навигационных датчиков.

Бортовая часть высокоточной системы позиционирования состоит из нескольких компонентов.

Навигационный приемник предназначен для определения текущих координат, высоты, скорости и времени по сигналам спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС и др.

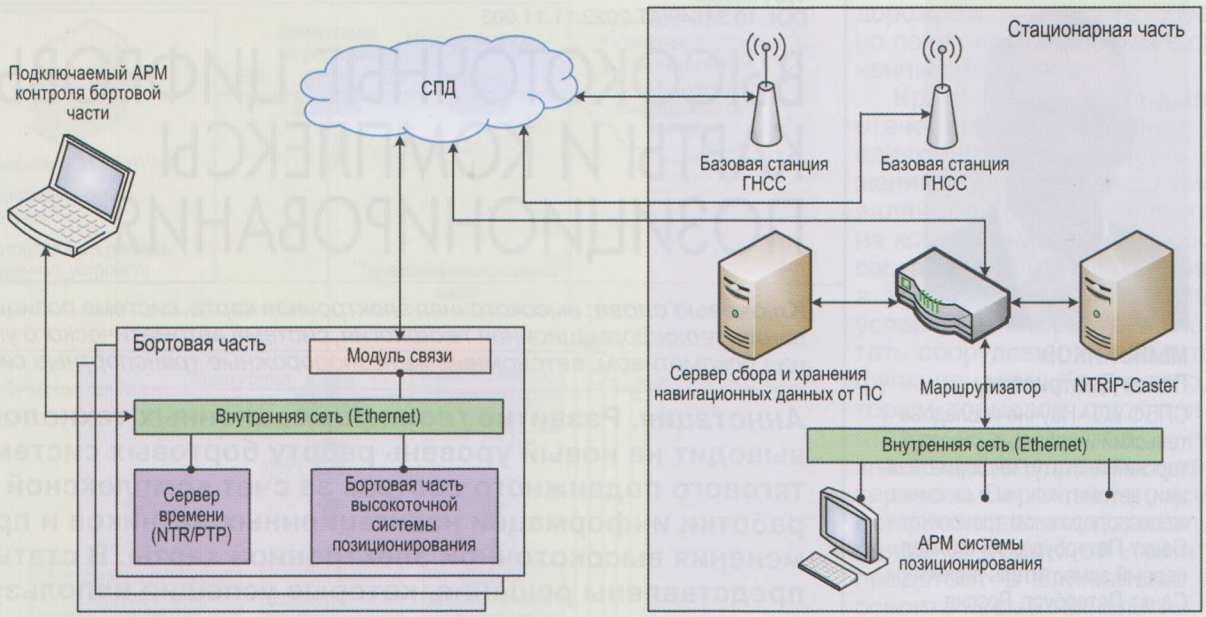
Бесплатформенная инерциальная навигационная система (БИНС) – малогабаритная инерциальная навигационная система для определения параметров движения объекта, в том числе вектора движения.

Датчик пути и скорости (одометр) измеряет скорость вращения оси колесной тележки путем фотоэлектрического преобразования сигнала прерываний светового потока щелевой маски (диском с радиальными прорезями), усиления и порогового формирования электрических сигналов импульсов.

Лидар решает задачу визуальной одометрии за счет уточнения с сантиметровой погрешностью расстояний до инфраструктурных объектов, хранимых в высокоточной цифровой электронной карте. Получение данных визуальной одометрии и других навигационных источников необходимо для компенсации погрешности измерений в неблагоприятных условиях (проскальзывание колесной пары, погрешность измерений бандажа колеса и др.).

Высокоточная цифровая электронная карта обеспечивает привязку ТПС к путевому развитию по результатам комплексной обработки датчиков позиционирования.

В состав стационарной части высокоточной системы входит базовая станция дифференциальной коррекции, которая значительно увеличивает точность данных позиционирования. Базовая станция посредством радиосвязи в режиме «реального времени» вычисляет и передает ошибки для каждого спутника, исходя из ее расположения в точке с известными координатами. Дифференциальные поправки, принимаемые передвижным навигационным приемником, используются для уточнения местоположения. Одна базовая станция определяет пространственные координаты в режиме реального времени с сантиметровой точностью в радиусе не более 25–30 км.



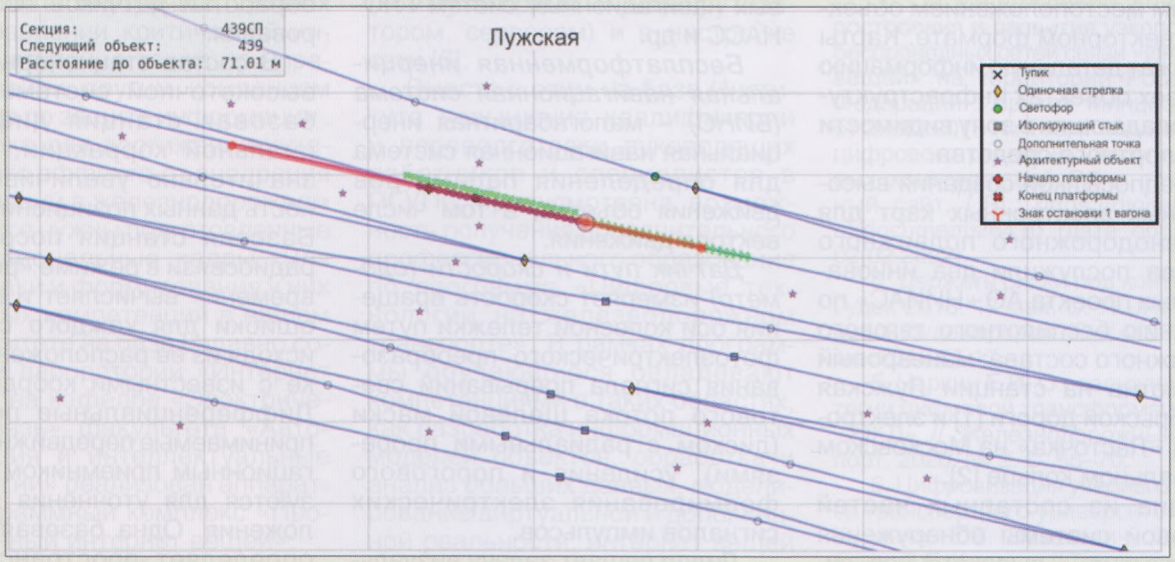
Общая структурная схема высокоточной системы позиционирования

При удалении навигационного приемника от базовой станции на расстояние более 100 км точность позиционирования ухудшается пропорционально расстоянию.

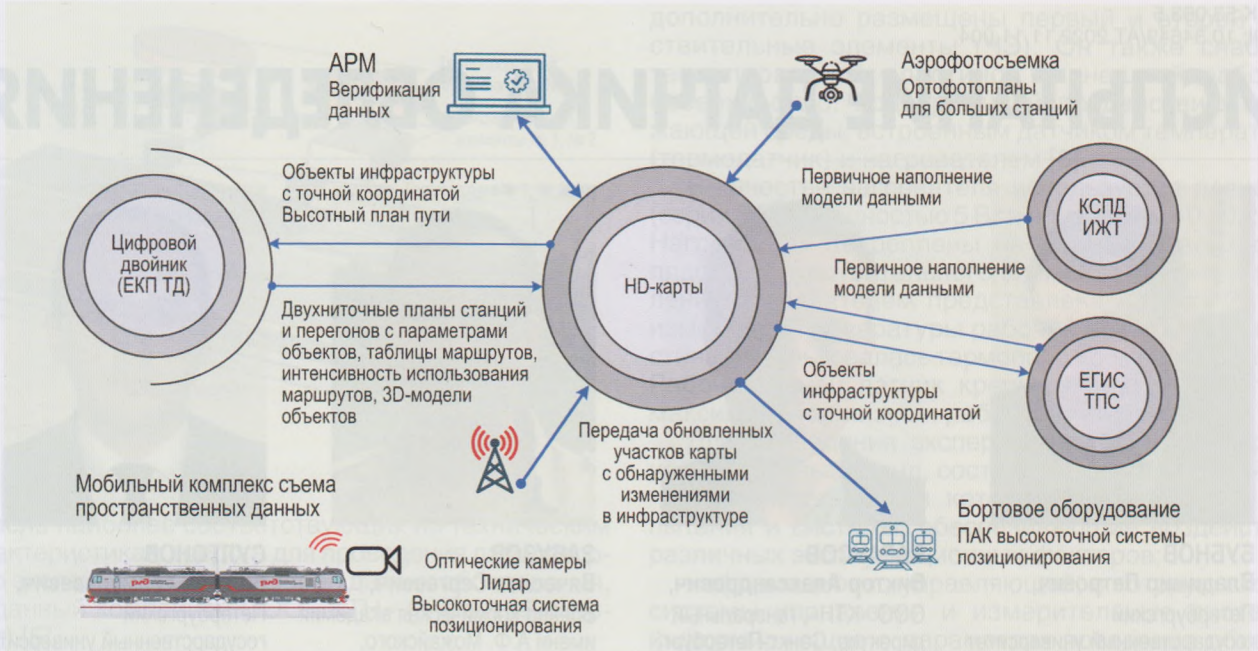
При решении задачи комплексной обработки информации от навигационных датчиков требуется жесткая синхронизация времени всех источников данных. Для этих целей высокоточная система позиционирования использует время спутниковых навигационных систем, которое также служит источником времени для синхронизации всех компонентов, входящих в комплекс.

Как уже было отмечено ранее, основная задача комплекса заключается в определении точного местоположения подвижного состава при реализации автоматического управления. Так, для пригородного пассажирского движения необходимо обеспечить точность остановки подвижного состава на платформе с максимальным отклонением ±25 см от знака «Остановка первого вагона». Учитывая неоднородность железнодорожной инфраструктуры (наличие навесов, тоннелей, зданий и др.), такую точность можно достичь за счет применения высокоточной электронной карты.

Для создания высокоточной электронной карты применяются современные геодезические приборы, которые с миллиметровой точностью фиксируют расположение объектов инфраструктуры: светофоры, изостыки, генераторы



Результаты привязки к данным электронной карты при применении высокоточной системы позиционирования на маневровом локомотиве на станции Лужская



Концепция автоматического создания и обновления высокоточных электронных карт

и приемники тональных рельсовых цепей, стрелочные переводы и др. Обработанная информация сохраняется в цифровой базе данных в виде многослойных графов связанных объектов [3]. При этом алгоритмическая обработка информации от навигационных датчиков и выполнение привязки к данным электронной карты обеспечивают высокую точность позиционирования даже в сложных условиях работы навигационного оборудования.

Ключевое преимущество применения высокоточных систем позиционирования заключается в возможности улучшения условий труда машинистов и уменьшении влияния «человеческого фактора» при обеспечении безопасности движения. Например, система достоверно определяет номер пути следования поезда и исключает ручной ввод машинистом номера пути на всех участках эксплуатации подвижного состава.

Одним из вызовов при массовом внедрении высокоточных систем позиционирования становится потребность в создании и поддержании в актуальном состоянии электронных карт. Проблемы с актуализацией карт могут привести к затруднению выполнения заложенных в системе функций при существенных изменениях в инфраструктуре. Помимо этого, текущие подходы по созданию высокоточных электронных карт с применением геодезической съемки крайне трудозатратны и дорогостоящи.

Для автоматизации процесса создания высокоточных электронных карт разрабатывается мобильный комплекс съема пространственных данных. При этом учитываются результаты, полученные при реализации проекта высокоточной системы позиционирования, а также большая база знаний и опыт института в сфере использования пространственных данных и координатных методов управления.

Создается высокоточная цифровая модель на базе существующих централизованных геоинформационных систем, в которых хранится информация об объектах инфраструктуры и путевого развития (без предъявления требований по высокой точности расположения объектов), за счет уточнения этих данных с применением мобильного комплекса съема пространственных данных и данных аэрофотосъемки.

Создание мобильного комплекса съема пространственных данных даст возможность поддерживать в актуальном состоянии цифровую модель пути, которая служит основой высокоточной цифровой карты. Эта информация может быть использована как во вновь разрабатываемых системах на базе BIM-технологий, так и для автоматизированной актуализации существующих баз геоинформационных систем ОАО «РЖД».

В заключение следует отметить, что системы высокоточного позиционирования становятся ключевым инструментом в решении задач повышения безопасности движения и могут быть использованы в сфере интервального регулирования движения поездов. Кроме этого, применение высокоточной системы позиционирования для систем автоведения пассажирского подвижного состава позволяет производить достоверную остановку поезда у знака «Остановка первого вагона» без дополнительных затрат на обновление инфраструктурных объектов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Охотников А.Л., Попов П.А. Беспилотное управление локомотивом: вчера, сегодня и завтра // Автоматика, связь, информатика. 2019. № 8. С. 12–17. DOI: 10.34649/AT.2019.8.8.002.

2. Попов П.А. Применение передовых технологий для работы в автоматическом режиме на МЦК // Железнодорожный транспорт. 2020. № 11. С. 17–21.

3. Якушев Д.А. Цифровая модель пути для беспилотного управления движением поездов // Автоматика, связь, информатика. 2021. № 4. С. 35–39. DOI: 10.34649/AT.2021.4.4.005.

УДК 53.083.5
DOI: 10.34649/AT.2022.11.11.004

ИСПЫТАНИЕ ДАТЧИКА ОБЛЕДЕНЕНИЯ



БУБНОВ
Владимир Петрович,
Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, кафедра «Информационные и вычислительные системы», профессор, д-р техн. наук, Санкт-Петербург, Россия



БАРАУСОВ
Виктор Александрович,
ООО «КТН», генеральный директор, Санкт-Петербург, Россия



ЗАБУЗОВ
Вячеслав Сергеевич,
Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского, кафедра «Информационно-вычислительных систем и сетей», доцент, канд. техн. наук, Санкт-Петербург, Россия



СУЛТОНОВ
Шохрух Холмурзаевич,
Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, кафедра «Информационные и вычислительные системы», аспирант, Санкт-Петербург, Россия

Ключевые слова: *датчик обледенения, инновационный датчик, автоматическая система, обогрев, электрообогрев, стрелочный перевод, испытательный стенд, климатическая камера, нагреватель, ARDUINO, контроллер, термодатчик*

Аннотация. **В статье представлены результаты лабораторного эксперимента с датчиком обледенения с применением экспериментального стенда. Приведена структурная схема и взаимосвязь между оборудованием стенда, подробно описаны испытания датчика, а также последовательность их проведения. По результатам испытаний были построены графики зависимости температуры рабочей поверхности пластины от времени с момента включения нагревателя. Для оценки функционирования датчика обледенения в реальных метеоусловиях и метода обнаружения обледенения на рабочей поверхности разработана и исследована компьютерная имитационная модель в среде Matlab.**

Сущность лабораторного эксперимента заключается в исследовании влияния климатических условий на надежность работы системы очистки стрелочных переводов, оснащенных датчиками обледенения.

Согласно данным, приведенным в СП 342.1325800.2017, на пропускную способность станций и на безотказную работу железнодорожного транспорта влияют как геологические, так и климатические условия [1]. На большей части территории России в период с ноября по апрель среднемесячные температуры не превышают 0 °С, высота снежного покрова на отдельных станциях достигает 1,5 м и более. На северных участках температура воздуха в зимний период опускается ниже –55 °С [2].

Обильные снегопады и вызываемые ими снежные заносы представляют серьезную опасность для движения поездов. Снег на пути создает дополнительное сопротивление движению поездов, повышает расход энергии и топлива, снижает скорость движения, осложняя эксплуатационную работу заносимого снегом участка. Своевременная защита и очистка путей и стрелочных переводов от снега, особенно на крупных узлах дорог необщего пользования, является важным условием стабильного перевозочного процесса [3].

Для решения этой задачи в зависимости от конкретных природных условий необходимо использовать различные методы очистки. Предпочтительным вариантом, отвечающим требованиям содержания железнодорожного пути при минимальных эксплуатационных затратах, а также требованиям техники безопасности и охраны окружающей среды, является система электрообогрева. Она состоит из шкафа автоматического управления системой, метеорологического блока, датчика температуры рельса и датчика обледенения [4].

Датчик обледенения (ДО) является самой важной составляющей системы электрообогрева, от качественного функционирования которого зависит работа всей системы очистки стрелочных переводов.

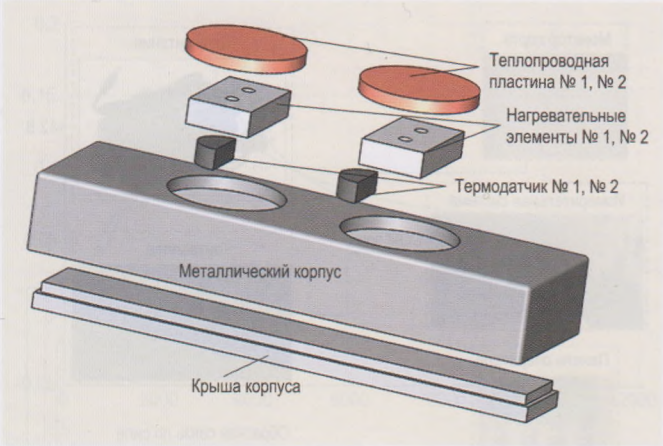


РИС. 1

В числе наиболее соответствующих по техническим характеристикам средств для проведения лабораторного эксперимента был выбран датчик обледенения, созданный компанией ООО «КТН» (г. Санкт-Петербург) [5].

Общий вид опытного образца выбранного датчика обледенения представлен на рис. 1. Датчик помещен в металлический корпус, внутри которого

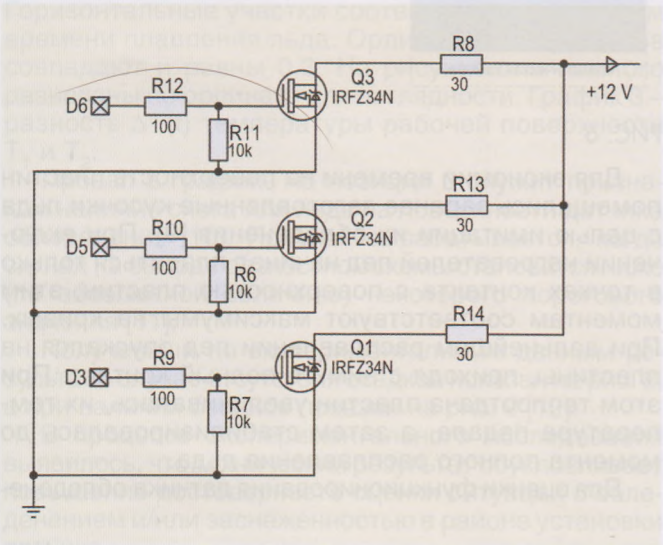


РИС. 2



РИС. 3

дополнительно размещены первый и второй чувствительные элементы (ЧЭ). Он также снабжен теплопроводной пластиной с внешней рабочей поверхностью, подверженной воздействию окружающей среды, встроенным датчиком температуры (термодатчик) и нагревателем [6].

В качестве нагревателя используется резистор (серии SQP) мощностью 5 Вт и номиналом 10 ±0,2 Ом. Нагреватели закреплены на нижней поверхности пластины чувствительного элемента. Схема управления нагревателем представлена на рис. 2. Для измерения температуры рабочей поверхности пластины использовалась термопара хромель-алюмель. Рабочий конец датчик крепится внутри пластины максимально близко к рабочей поверхности.

Для проведения эксперимента был разработан испытательный стенд, состоящий из трех частей:

исполнительной, в которую входят объект испытания и системы, обеспечивающие воздействие различных эксплуатационных факторов;

информационно-управляющей, в которую входят системы управления и измерительные системы, информирующие о параметрах поведения объекта испытания и стенда;

системы энергопитания.

Общий вид испытательного стенда представлен на рис. 3, а структурная схема – на рис. 4.

Нижний уровень является исполнительной частью испытательного стенда, в состав которой входят климатическая камера модели CH600C для проведения испытаний с контролем температуры и относительной влажности и датчик обледенения.

Климатическая камера позволяет имитировать условия, максимально приближенные к природным, желаемую температуру и влажность внутри рабочего объема камеры.

Верхний уровень представляет собой, информационно-управляющую часть, которая обеспечивает

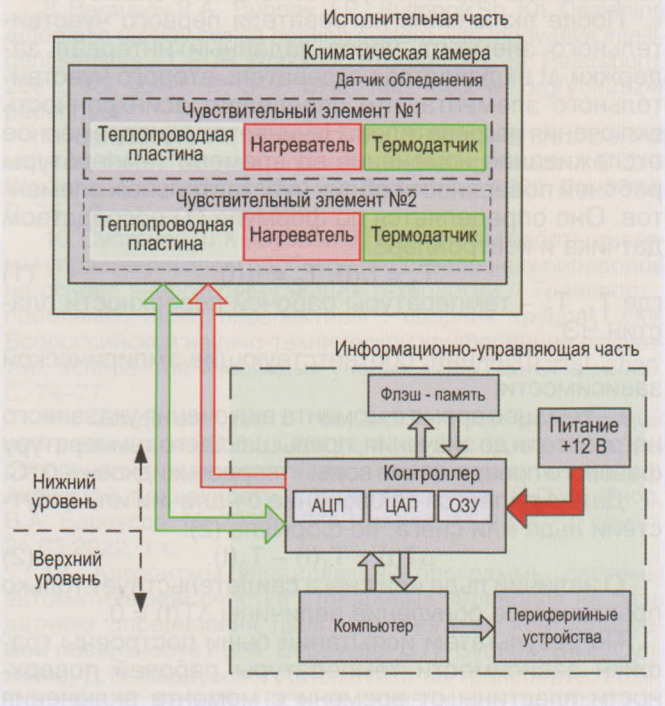


РИС. 4

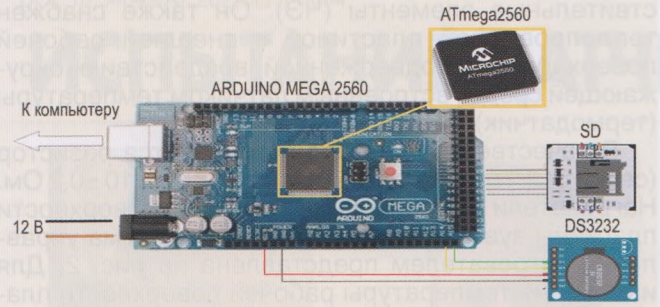


РИС. 5

подготовку и проведение испытания, регистрацию и обработку параметров в реальном времени. В состав оборудования верхнего уровня входят контроллер, компьютер и периферийные устройства.

В качестве контроллера был использован микроконтроллер ATmega2560 на аппаратной платформе ARDUINO Mega 2560 с SD-картой и часами реального времени, представленный на рис. 5. SD-карта служит для считывания заранее подготовленных параметров эксперимента, а также хранения записанных результатов для последующего анализа работы датчика обледенения в реальных метеоусловиях. Платформа подключена к компьютеру посредством кабеля USB, питание осуществляется при помощи адаптера AC/DC.

Взаимосвязь между оборудованием испытательного стенда представлена на рис. 6.

Метод обнаружения обледенения представляет собой следующую последовательность операций [7, 8]. В климатической камере устанавливается датчик обледенения, который подключается к контроллеру. Термодатчик первого чувствительного элемента определяет начальную температуру T_{10} рабочей поверхности пластины. Если $T_{10} \leq 0$ °C, то включается нагреватель первого чувствительного элемента.

После включения нагревателя первого чувствительного элемента через заданный интервал задержки Δt включается нагреватель второго чувствительного элемента, что определяет асинхронность включения нагревателей. Начинается одновременное отслеживание изменения во времени температуры рабочей поверхности обоих чувствительных элементов. Оно определяется по формуле (1) посредством датчика и контроллера:

$$T_1 = f_1(t),\ T_2 = f_2(t), \qquad (1)$$

где T_1, T_2 – температуры рабочей поверхности пластин ЧЭ;

f_1, f_2 – функции, соответствующие эмпирической зависимости;

t – текущее время с момента включения указанного нагревателя до значения, превышающего температуру фазового превращения воды «твердое-жидкое» – 0 °C.

Далее делается заключение о наличии или отсутствии льда или снега, по формуле (2):

$$\Delta T(t) = T_1(t) - T_2(t). \qquad (2)$$

О наличии льда или снега свидетельствует только практическое обнуление величины $\Delta T(t) = 0$.

По результатам испытаний были построены графики зависимости температуры рабочей поверхности пластины от времени с момента включения нагревателя.



РИС. 6

Для экономии времени на поверхность пластин помещались заранее заготовленные кусочки льда с целью имитации их обледенения [9]. При включении нагревателей лед начинал плавиться только в точках контакта с поверхностью пластин, этим моментам соответствуют максимумы на кривых. При дальнейшем расплавлении лед опускался на пластины, приходя с ними в полный контакт. При этом теплоотдача пластин увеличивалась, их температура падала, а затем стабилизировалась до момента полного расплавления льда.

Для оценки функционирования датчика обледене-

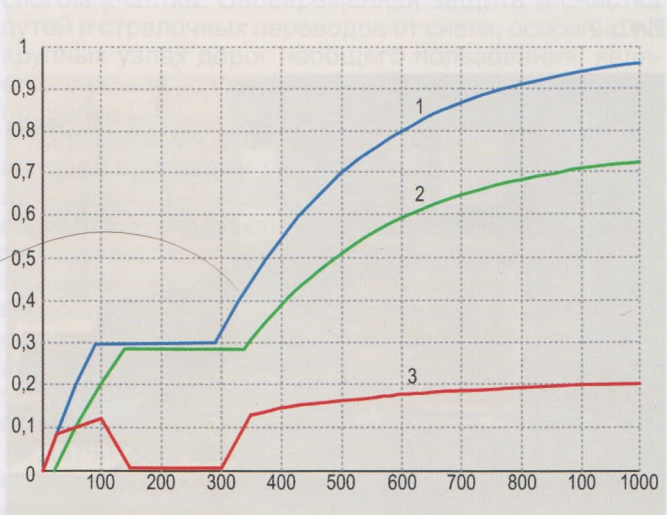


РИС. 7

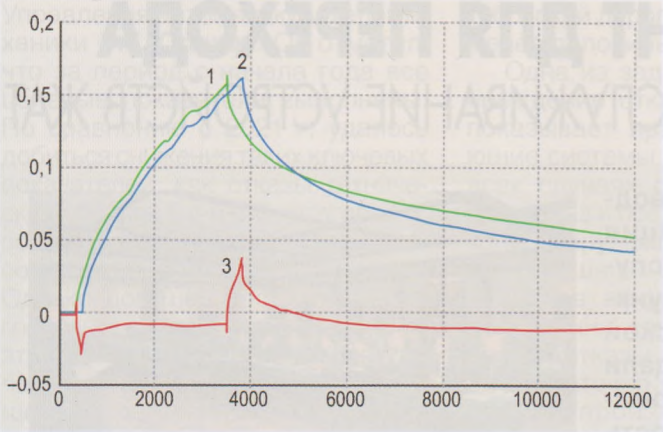


РИС. 8

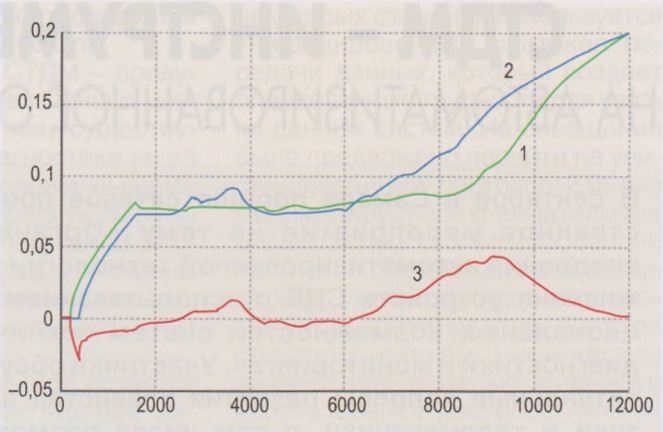


РИС. 9

ния в реальных метеоусловиях и метода обнаружения обледенения на рабочей поверхности разработана и исследована компьютерная имитационная модель в программе Matlab. Она позволяет проанализировать тепловые процессы, протекающие в системе «объект нагрева».

Результат моделирования датчика обледенения на контролируемой поверхности с применением программы Matlab Simulink представлен на рис. 7, где графики 1 и 2 – сигналы на выходе термопар. Горизонтальные участки соответствуют моментам времени плавления льда. Ординаты этих участков совпадают и равны 0,3. На рисунке они немного разнесены по ординате для наглядности. График 3 – разность $\Delta T(t)$ температуры рабочей поверхности T_1 и T_2.

Провал в графике на позиции 3 служит признаком наличия снега или льда на поверхности датчика обледенения [10]. Признак вырабатывается, когда сигнал на выходе разностной схемы становится ниже (по абсолютной величине) некоторого порогового значения [11].

Полученный по экспериментальным данным результат в случае отсутствия осадков показан на рис. 8, а при наличии осадков показан на рис. 9 [12].

В процессе экспериментального исследования выявилось, что технический результат обусловливает повышение достоверности оценки ситуации с обледенением и/или заснеженностью в районе установки датчика.

Испытательный стенд позволяет проверять устройства на воздействие различных климатических факторов (перепад температур, повышенная влажность). Учитывая предназначение изделия, а также реальные условия его использования, можно выбирать разные виды оборудования.

Исследования, выполненные по данной тематике, проводились в рамках реализации Федеральной программы поддержки университетов «Приоритет 2030».

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации. за 2020 год. М.: Росгидромет, 2021. 104 стр.

2. Инструкция по подготовке к работе в зимний период и организации снегоборьбы на железных дорогах, в других филиалах и структурных подразделениях ОАО «РЖД», а также его дочерних и зависимых обществах // Вагоны и вагонное хозяйство. 2014. № 3 (39). С. 14–22.

3. Басовский Д.А., Говоров Д.А., Козлов И.С. Новое решение системы обогрева железнодорожных стрелочных переводов путей необщего пользования // Бюллетень результатов научных исследований. 2019. № 3. С. 38–45. DOI: 10.20295/2223-9987-2019-3-38-45.

4. Султонов Ш.Х. Особенности установки и эксплуатации системы электрообогрева стрелочных переводов СЭИТ-04/СЭИТ-04М производства ООО «КТН» // Интеллектуальные технологии на транспорте. 2021. № 3 (27). С. 17–24. DOI: 10.24412/2413-2527-2021-327-17-24.

5. Бубнов В.П., Бараусов В.А., Султонов Ш.Х. Анализ датчиков автоматической системы обогрева стрелочных переводов // Автоматика, связь, информатика. 2022. № 4. С. 8–11. DOI: 10.34649/AT.2022.4.4.002.

6. Sultonov S., Bubnov V. Elements of technical solutions of the system purifying of turnouts based on an icing sensor // TransSiberia 2021. International Scientific Siberian Transport Forum. Springer, Cham, 2022. P. 889-897. DOI: 10.1007/978-3-030-96380-4_97. (Lecture Notes in Networks and Systems; Vol. 402).

7. Султонов Ш.Х., Крицкий Н.А., Султонова З.Р. Структура управляющей программы и способ для обнаружения обледенения на поверхности стрелочных переводов // Интеллектуальные технологии на транспорте. 2020. № 2 (22). С. 59–64.

8. Barausov V.A., Bubnov V.P., Sultonov Sh. Kh. Designing automatic railway switch heating system with innovative intelligent sensors // CEUR Workshop Proceedings. St. Petersburg, 2021. Vol. 2924. P. 3–9. URL: http://ceur-ws.org/Vol-2924/paper1.pdf.

9. Barausov V.A., Bubnov V.P., Sultonov Sh.Kh. Control software for surface ice and snow detecting device // CEUR Workshop Proceedings 2021. St. Petersburg, 2020. Vol. 2924. P. 75–79.

10. Султонов Ш.Х., Бубнов В.П. Алгоритм работы системы управления электрообогревом стрелочных переводов на основе энергосберегающих технологий // Транспорт : проблемы, идеи, перспективы : сборник трудов LXXX Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых / ПГУПС. СПб., 2020. С. 74–77.

11. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022614387 RU. Программа для обеспечения надежного таяния снега и льда на контролируемой поверхности / Ш.Х. Султонов, В.П. Бубнов, В.А. Бараусов. № 2022613613; заявл. 15.03.2022; опубл. 21.03.2022. 1 с.

12. Алгоритмы управляющей программы системы автоматической очистки стрелочных переводов на базе датчика определения льда или снега на контролируемой поверхности / В.А. Бараусов, В.П. Бубнов, Ш.Х. Султонов, Д.В. Бараусов // Автоматика на транспорте. 2021. Т. 7, № 2. С. 231–251. DOI: 10.20295/2412-9186-2021-7-2-231-251.

СТДМ – ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ПЕРЕХОДА НА АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ УСТРОЙСТВ ЖАТ

В сентябре в Самаре прошло сетевое производственное мероприятие на тему «Организация внедрения автоматизированной технологии обслуживания устройств СЦБ с использованием функциональных возможностей систем технической диагностики и мониторинга». Участники обсуждали актуальные вопросы развития хозяйства автоматики и телемеханики, в том числе возможность использования средств технической диагностики и мониторинга для автоматизации выполнения технологических процессов хозяйства. В работе мероприятия приняли участие руководители ЦДИ, Управления и служб автоматики и телемеханики, а также представители ПКБ И, ООО «ОЦРВ», ОАО «ЭЛТЕЗА». На мероприятие были приглашены разработчики микропроцессорных централизаций, автоматизированных информационных систем и систем диагностики, представители научных, проектных и производственных организаций.



Место проведения совещания было выбрано неслучайно. В рамках программы по развитию и цифровизации хозяйства автоматики и телемеханики на Куйбышевской дороге реализуется несколько проектов. На базе Центра технической диагностики и мониторинга (ЦТДМ), который функционирует с 2011 г., постоянно ведется работа по цифровой трансформации. Этот процесс позволяет структурным подразделениям выбирать вектор движения в области цифровой трансформации.

В прошлом году для управления из ДЦУП местной поездной и маневровой работой на станциях диспетчерского участка Инза – Нурлат создан Центр управления станциями (ЦУС). Здесь внедрена интеллектуальная система управления железнодорожным транспортом ИСУЖТ, интегрированная с системой диспетчерской централизации «ЮГ» на базе КП «КРУГ». При реализации этого проекта все станции и перегоны участка были оснащены современной системой технической диагностики и мониторинга «КВАРЦ», увязанной с ЦТДМ Куйбышевской дороги. Благодаря этому техническому решению управление 6 станциями осуществляется из единого центра. Обслуживание устройств СЦБ организовано без непосредственного нахождения на станции дежурного персонала. За счет удаленного взаимодействия с использованием электронного журнала ДУ-46 в системе ЕК АСУИ обеспечивается порядок допуска персонала к обслуживанию устройств, контроль качества и полноты выполнения работ.

В первый день мероприятия участники во главе с начальником Куйбышевской железной дороги **В.В. Дмитриевым** посетили дорожный Центр управления перевозками и ознакомились с организацией работы ЦУС, методами комплексного обслуживания устройств инфраструктуры в ЦУСИ. Большой интерес к реализованному на участке Инза – Нурлат проекту проявили руководители ЦДИ: первый заместитель начальника М.М. Старовойтов и заместитель главного инженера Г.Ф. Насонов, которые также были в составе участников.

Гости побывали и в Центре технической диагностики и мониторинга, где ознакомились с деятельностью инженеров центра, контролирующих состояние устройств ЖАТ, эффективными методами организации работы персонала. Не так давно на базе центра сформирована оперативная группа. Благодаря этому удалось обеспечить централизацию процессов планирования работ, в том числе при подготовке всех технологических «окон», работ по ремонту и замене устройств ЖАТ, а также обеспечить контроль их качества и соблюдение технологии производства. Результатом стало успешное выполнение календарного плана предоставления «окон». За счет грамотного планирования трудовых ресурсов и эффективного взаимодействия технологов группы и работников службы движения в этом году не сорвано ни одно из запланированных технологических «окон».

На региональной инновационной площадке Куйбышевской дороги «Трансфер инноваций» разработчики систем и оборудования ЖАТ демонстрировали участникам мероприятия выставочные образцы продукции для хозяйства автоматики и телемеханики, а также технические решения и возможности для организации дистанционного мониторинга. Свои экспонаты представили ОАО «ЭЛТЕЗА», ОАО «Радиоавионика», ГК «Промэлектроника», ООО «НПП «Югпромавтоматизация», ООО НПЦ «Промавтоматика» и др.

Во второй день прошло совещание, которое возглавил заместитель главного инженера ЦДИ **Г.Ф. Насонов**. Участники обсуждали вопросы обеспечения надежной работы технических средств ЖАТ, использования средств технической диагностики и мониторинга для организации технологических процессов хозяйства и другие темы. С докладом о результатах деятельности хозяйства по обеспечению безопасности движения в текущем году выступил начальник

Управления автоматики и телемеханики **Э.Г. Орехов**. Он отметил, что за период с начала года все целевые показатели выполнены. По сравнению с 2021 г. удалось добиться снижения таких ключевых показателей, как отказы технических средств 1-й и 2-й категорий и, соответственно, потерь поездо-часов и технологических нарушений. Однако допущен рост отказов от грозовых воздействий. В связи с этим руководитель Управления подчеркнул, что работа по предотвращению «грозовых» случаев должна быть приоритетной, и предложил объявить 2023 г. Годом защиты устройств от атмосферных перенапряжений. Он также напомнил, что в хозяйстве последовательно реализуется разделение дистанций СЦБ по функционалу на эксплуатационные и ремонтные. Сегодня эти преобразования уже затронули около 60 % линейных предприятий. Такое разделение оправдано, и формирование ремонтной вертикали последовательно продолжается.

Эффективным инструментом предупреждения отказов технических средств ЖАТ является постоянный мониторинг устройств, а также максимальная автоматизация технологических процессов обслуживания. Этому вопросу была посвящена большая часть совещания.

В настоящее время мониторинг реализован на всей сети, причем 67 % средств технической диагностики и мониторинга внедрено на линиях 1-го и 2-го класса. Средствами диагностики высокого уровня оснащены только 26 % таких линий – это 780 станций и 821 перегон. Вместе с тем на Приволжской, Северной и Октябрьской дорогах контролируется менее половины объектов.

Одна из задач СТДМ – предупреждение отказов. Однако, как показывает практика, существующие системы диагностики не во всех случаях способны выявить предотказ и предупредить отказ на контролируемых участках. В рамках совещания были рассмотрены наиболее эффективные методы повышения качества «реакции» на предотказы.

Достаточно большой остается доля непроизводительных инцидентов, что также негативно отражается на эффективности деятельности ЦТДМ. Отсюда неоправданные потери рабочего времени персонала, недостаточная оперативность реакции на инциденты. Исправить положение помогут меры по снижению «пустых» инцидентов и повышению эффективности работы дорожных центров диагностики и мониторинга.

Не менее важная функция систем мониторинга – предотвращение рисков и угроз безопасности движения путем контроля и анализа измеряемых параметров устройств. Дело в том, что большая часть данных, получаемых из этих систем, имеет информационный характер, поскольку измерения параметров устройств не предусмотрены из-за небольшого количества объектов, оборудованных высоким уровнем диагностики. Одной из проблем, отмеченных участниками совещания, является недостаточная алгоритмизация систем технической диагностики и мониторинга.

Кроме того, не в полном объеме реализовано информационное взаимодействие СТДМ и МПЦ. На некоторых станциях используется унифицированный протокол передачи данных, который создает определенные трудности для увязки данных систем. На совещании было предложено перейти на унифицированный протокол 2.0, что минимизирует все отрицательные моменты при его использовании на стыке систем. Действующая версия унифицированного протокола разрабатывалась на заре создания систем технической диагностики с целью точечного использования ресурсов каждой из систем.

В большинстве случаев системы МПЦ получают от СТДМ информацию о состоянии перегонных устройств. В то же время объем диагностических данных для самих этих систем, получаемых от МПЦ станций, весьма ограничен. Необходимы технические решения по увязке систем, обеспечивающие эффективное обоюдное использование диагностической информации. С целью вывода со всех действующих на сети систем ДЦ, ДК, СТДМ в КЗ «Мониторинг» отсутствующей информации для контроля нужны соответствующие предложения от разработчиков.

Сегодня перед ними ставятся и другие задачи, касающиеся развития средств диагностики и мониторинга. Так, следует обеспечить полноценное функционирование технологии увязки систем мониторинга и ЕК АСУИ, которые требуют значительного развития и актуализации, в том числе с учетом изменения кадрового состава хозяйства и необходимости «молниеностной» реакции на все несоответствия. Современные функции системы диагностики и мониторинга тре-





Участники мероприятия посетили Дорожный центр управления перевозками и Центр диагностики и мониторинга

буют постоянного вмешательства инженеров, в частности для оповещения эксплуатационного штата о произошедших несоответствиях. Участники совещания отметили, что в сегодняшних условиях стоят совершенно другие задачи и перед руководителями Управления, и перед всеми разработчиками систем диагностики и мониторинга. Прежде всего, необходимо добиться, чтобы в автоматическом режиме обрабатывалось и классифицировалось максимальное количество ситуаций. Это поможет в достижении долгосрочных целей относительно повышения производительности труда в хозяйстве.

Возникают сложности, вызванные отсутствием в СТДМ самодиагностики. Были случаи, когда из-за выхода из строя средств мониторинга объекты продолжительное время не контролировались, причем эксплуатационный персонал об этом не информировали.

Заместитель начальника Управления автоматики и телемеханики **Ф.В. Петренко** в своем выступлении сообщил, что в хозяйстве автоматики и телемеханики уделяется достаточно большое внимание развитию средств технической диагностики и мониторинга работы устройств ЖАТ. В текущем году устройствами диагностики оборудованы 89 станций и 77 перегонов, до конца года такие средства будут внедрены еще на 66 станциях и 32 перегонах. Планируется «накрыть» мониторингом 2,6 тыс. км Транссибирской магистрали в границах Забайкальской, Западно-Сибирской и Горьковской дорог.

Запланированы также работы по развитию дорожных центров диагностики. В следующем году завершится модернизация центров мониторинга Московской, Горьковской, Западно-Сибирской и Забайкальской ДИ. Кроме обновления вычислительного оборудования, внедряются новые алгоритмы аналитики для обработки поступающих из системы диагностики инцидентов. При этом акцент делается на оснащении станций и перегонов средствами диагностики высокого уровня, которые позволяют внедрять технологию автоматизированного контроля (АТО) параметров устройств.

Говоря о переходе на новую технологию, Ф.В. Петренко подчеркнул, что при ее внедрении следует максимально использовать возможности СТДМ. Эта технология дает возможность автоматизировать работы, при выполнении которых нужно исключить человеческий фактор, повысить технологическую дисциплину, а в перспективе перейти на обслуживание устройств «по состоянию».

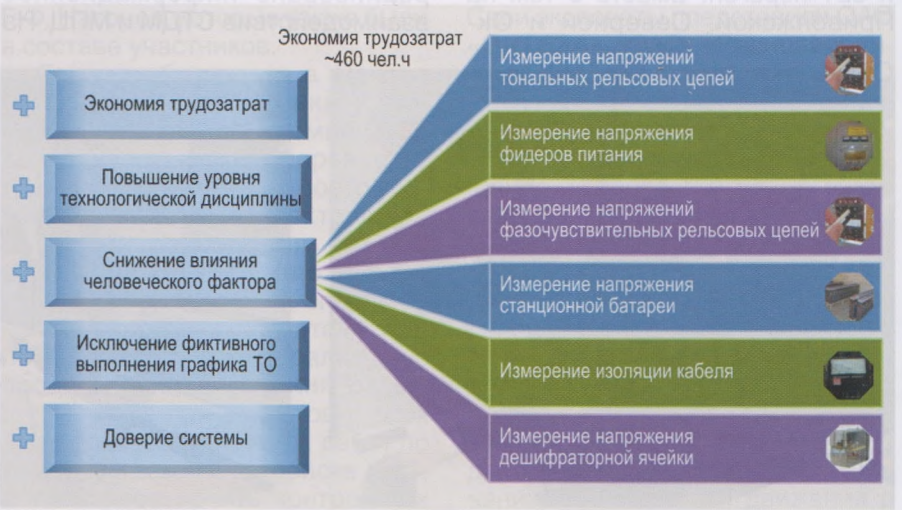
Сегодня технология АТО реализована на 75 станциях и 38 перегонах четырех дорог, что соответственно составляет 10 и 5 % объектов, где такая возможность имеется. Опытом внедрения АТО поделился начальник службы автоматики и телемеханики Горьковской ДИ **Н.В. Суровой**. Он рассказал, что на Горьковской дороге с помощью новой технологии автоматизированы операции по измерению напряжения тональных и фазочувствительных рельсовых цепей, фидеров питания, станционной батареи, дешифраторной ячейки, а также измерение сопротивления изоляции кабеля.

Итоги эксплуатации подтверждают, что новая технология значительно сокращает время выполнения технологического процесса, автоматизировав измерение многих параметров. При этом экономия трудозатрат эксплуатационного штата за год составила 460 чел.ч. Вот только потенциал СТДМ используется недостаточно и малоэффективно. Уже сегодня в действующих системах диагностики и мониторинга путем изменения программного обеспечения и алгоритмов можно автоматизировать измерения таких параметров, как напряжение на клеммах электродвигателей при подъеме крышки УЗП, напряжение питания светофорных головок переездных и заградительных светофоров и др.

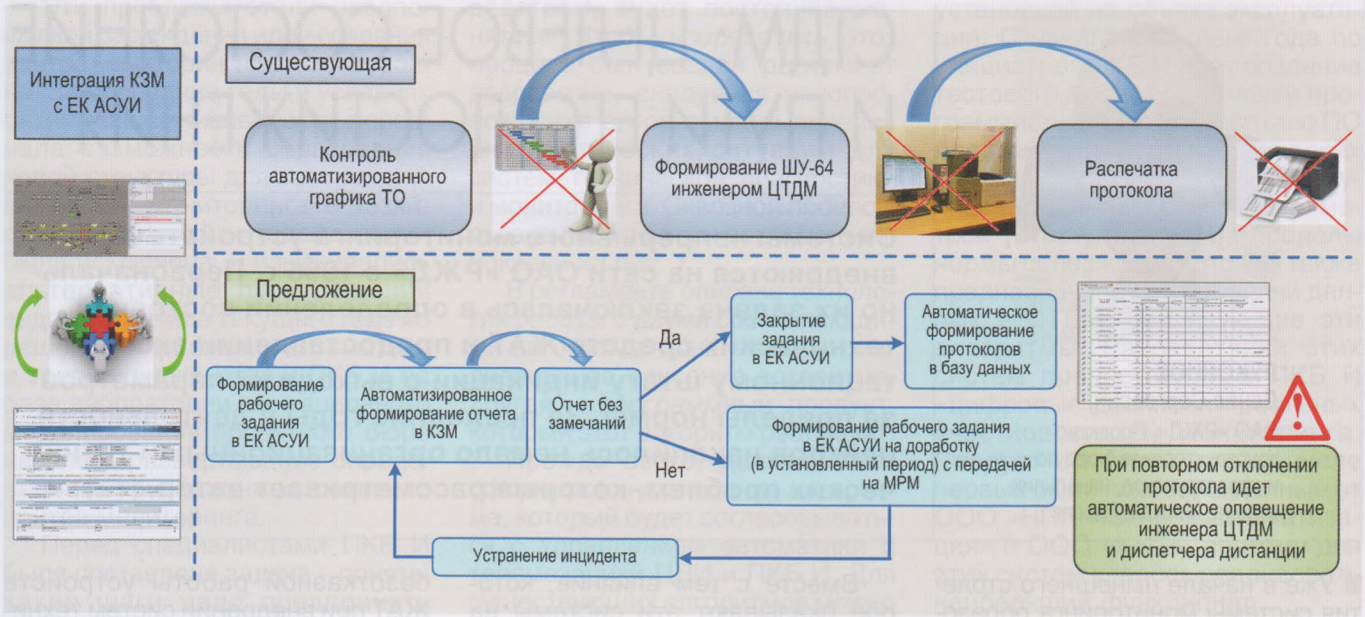
Службам совместно с разработчиками следует в ближайшее время оценить перспективы доработки этих систем. Полный перечень технологических работ, которые можно автоматизировать, зависит от возможностей средств диагностики и мониторинга.

Несмотря на то, что технология АТО была создана более 10 лет назад, ее внедрение идет низкими темпами. Одна из причин – устаревшая нормативная база, которая практически не менялась за это время. Например, чтобы использовать типовую методику испытаний АТО с применением СТДМ, требуется актуализация ряда изменившихся инструкций, в частности, ПТЭ. Нужны новые технологические карты, учетные формы протоколов автоматизированных измерений параметров. При этом следует учесть особенности выполнения работ по автоматизированному контролю параметров устройств, порядок оформления результатов измерений, а также хранения в электронном виде таблиц, протоколов калибровки и другой документации.

За последние два года сделаны серьезные шаги по минимилизации «черных» дыр в нормативной базе хозяйства. На этом в своем докладе подробно остановился начальник отделения автоматики и телемеханики ПКБ И **В.М. Кайнов**, который рассказал о подготовке нормативной базы по организации мониторинга на сети. С целью установления единых принципов мониторинга



Автоматизированные работы при переходе на АТО



Структурная схема развития АРМ АТО

разработана Стратегия управления инцидентами. В ней основные показатели эффективности работы СТДМ, в частности, выявляемость отказов, которая должна быть не менее 70 %. На практике этому показателю не соответствует ни одна система. В текущем году выявляемость АСДК составила 37 %, АПК-ДК – 59 %, АДК-СЦБ – 45 %. Для достижения целевого показателя, который с начала текущего года определяется для СТДМ на всех дорогах, разработчикам предстоит найти решение.

Чтобы обеспечить алгоритмизацию объектов в СТДМ создан Регламент разработки и внедрения алгоритмов и другие документы.

Кроме того, идет переработка КТП на работы, выполняемые инженерами мониторинга. Это позволит изменить существующую сегодня практику, при которой функции просмотра и анализа отклонений от норм параметров устройств СЦБ, зафиксированных СТДМ, возложены на электромеханика. И это притом, что на всех дорогах имеются Центры технической диагностики и мониторинга.

При внедрении АТО повышаются требования к СТДМ относительно точности измерения и передачи параметров. В связи с этим необходимым условием является выполнение калибровки для выявления измерительных каналов с повышенными погрешностями измерения, которая представляет собой достаточно трудоемкий процесс. Поскольку специалисты хозяйства сетуют на сложность процедуры, Ф.В. Петренко напомнил, что во вновь внедряемых системах диагностики функции по калибровке модулей возложены на производителей, и эту возможность нужно использовать для снижения затрат при переходе на новую технологию. В перспективе эту операцию целесообразно включить в перечень работ по сервисному обслуживанию СТДМ.

В ходе совещания обсуждались и другие проблемы мониторинга. Было отмечено, что разработчикам нужно определить направления для наиболее эффективного развития и совершенствования средств диагностики и мониторинга, которые позволят перейти к автоматизации процесса технического обслуживания.

В свою очередь разработчики докладывали о текущем состоянии СТДМ, предлагали решения, которые касались обеспечения работоспособности систем, а также высказывали предложения по реализации диагностики устройств СЦБ.

В ходе совещания также рассматривались перспективы развития железнодорожной автоматики. Участники с интересом выслушали доклад заведующего кафедрой «Системы управления транспортной инфраструктурой» РУТ (МИИТ) **А.В. Горелика**. В своем выступлении он изложил «Стратегию развития хозяйства автоматики и телемеханики до 2035 г.», отражающую основные направления развития, а также задачи и пути их решения.

Главный инженер ОАО «ЭЛТЕЗА **Е.А. Гоман** выступил с докладом «Стратегия развития ОАО «ЭЛТЕЗА», в котором рассказал о стратегиях технологического развития и цифровой трансформации, а также о новой продукции компании.

Начальник отделения внедрения систем ЖАТ АО «НИИАС» **В.А. Воронин** представил перспективы развития систем интервального регулирования поездов, в частности, применение рельсовой цепи повышенной длины с функцией контроля электрической целостности рельсовой линии. В ближайшее время будет определен участок для испытаний этой разработки.

По итогам совещания были приняты решения, направленные на повышение эффективности средств мониторинга и роли дорожных Центров диагностики и мониторинга в обеспечении надежной работы технических средств ЖАТ. Конечно, для реализации этих решений потребуются большие усилия и финансовые затраты, но новая технология хозяйству очень нужна, и СТДМ должны стать надежным инструментом для перехода на АТО.

В заключение начальник Управления автоматики и телемеханики поблагодарил всех участников и отметил, что каждый из присутствующих на совещание заинтересован в повышении эффективности хозяйства с учетом новых вызовов и решений.

ВОЛОДИНА О.В.

СТДМ: ЦЕЛЕВОЕ СОСТОЯНИЕ И ПУТИ ЕГО ДОСТИЖЕНИЯ



ЛУКОЯНОВ
Денис Сергеевич,
ОАО «РЖД», Проектно-конструкторское бюро по инфраструктуре, начальник отдела, Москва, Россия

Системы непрерывного мониторинга устройств ЖАТ внедряются на сети ОАО «РЖД» с 1996 г. Первоначально их задача заключалась в определении состояния технических средств ЖАТ и предоставлении эксплуатационному штату индикации о выходе их параметров за пределы нормы. За последние годы в деятельности центров накопилось немало организационных и технических проблем, которые рассматривает автор статьи.

Уже в начале нынешнего столетия системы мониторинга образовали отдельный класс технических средств ЖАТ, находящихся на балансе дистанций. Со временем объем получаемой с их помощью информации существенно вырос, и персонал дистанций просто не стал с ней справляться. Соответственно, стало невозможно оперативно реагировать на вышедшие за пределы нормы параметры устройств ЖАТ и восстанавливать их нормальное значение. Это предопределило создание специализированных центров мониторинга, первый из которых открылся в 2007 г. на Октябрьской дороге.

На сегодняшний день такие центры функционируют на всех дорогах. Широкий круг задач, реализованных в этих подразделениях, давно вышел за рамки замыслов при их создании. Среди основных функций этих подразделений – контроль периодичности, объема и качества работ по техническому обслуживанию устройств ЖАТ, соблюдение технологической дисциплины при их выключении и включении. Данные мониторинга используются для автоматизации выполнения соответствующих работ графика технического обслуживания устройств СЦБ.

Проводится мониторинг параметров основных типов объектов: рельсовых цепей, светофоров, стрелочных переводов, систем внешнего электроснабжения, кабельной сети. В общей сложности системами мониторинга покрыто 87 % участков скоростного движения и линий 1 класса. Средствами мониторинга оснащены 55 % станций и перегонов сети.

Вместе с тем влияние, которое оказывают эти системы на управление активами хозяйства автоматики и телемеханики на всех этапах жизненного цикла, безусловно, недостаточное. Поэтому более точным будет называть системы мониторинга системами наблюдения, а не технического мониторинга, тем более диагностирования.

Практика показывает, что сегодня наибольшие трудозатраты эксплуатационного штата во время работы на станциях и перегонах уходят на различного рода проверки и измерения параметров устройств. К сожалению, средства мониторинга не позволяют полностью контролировать их выполнение и тем более автоматизировать этот процесс.

Таким образом, от эксплуатации дорогостоящих устройств мониторинга и созданной на их основе структуры получены результаты, не вполне соответствующие ожидаемым. Из 728 станций и 736 перегонов, оснащенных устройствами мониторинга с высоким уровнем диагностики, только на 6 % объектов измерительные подсистемы используются для автоматизации работ технического обслуживания. На остальных объектах электромеханики снимают показания вручную с помощью измерительных приборов, зарегистрированных и приобретаемых дорогами в качестве средств измерения.

К тому же на персонал легла дополнительная нагрузка по устранению причин перехода устройств в состояние «предотказ». В итоге ожидаемое снижение трудозатрат электромеханика на поддержание безотказной работы устройств ЖАТ при внедрении систем технической диагностики и мониторинга не наблюдается.

За последние годы в деятельности центров накопились организационные и технические проблемы. В числе основных организационных проблем – недостаточность нормативной базы, регламентирующей процессы разработки, внедрения и эксплуатации систем мониторинга, и отсутствие контроля соблюдения разработанных нормативных документов. До настоящего времени в дорожных центрах технической диагностики и мониторинга не установлен норматив численности персонала. Одна из причин такого положения заключается в отсутствии нормального учета систем мониторинга в отраслевой системе отчетности АГО. Кроме того, в дорожных центрах, даже оснащенных одинаковыми системами верхнего уровня, используются разные методы работы технологов.

Наиболее сложной и серьезной технической проблемой является алгоритмизация выявления диагностических ситуаций в работе контролируемых объектов ЖАТ. Алгоритмы, которые разрабатываются для конкретных центров и внедряются на полигоне соответствующих дорог, не тиражируются на сети, нигде не учитываются и не проходят испытания. Эффективность некоторых из них сомнительна, так как при их использовании количество выявляемых «непроизводительных» инцидентов существенно превышает число инцидентов «по целевому назначению» разработанного алгоритма.

Эти проблемы стали предпосылкой зарождения идеи создания центра мониторинга сетевого уровня. За последние годы в условиях оптимизации численности персонала возможность образования новой структуры для завершения вертикали мониторинга в хозяйстве автоматики и телемеханики была исключена, и изыскивались альтернативные пути решения задачи. В начале текущего года по решению Управления автоматики и телемеханики ЦДИ и ПКБ И на базе лаборатории имитационного моделирования проектного бюро началось развертывание определенного функционала сетевого центра мониторинга.

Перед специалистами ПКБ И была поставлена задача – понять, какие шаги надо предпринять для реализации процессов мониторинга на сетевом уровне. На сегодняшний день она решена. Проведена большая работа по формированию перечня алгоритмов выявления диагностических ситуаций. Удалось выявить проблему, связанную с алгоритмизацией объектов в системах мониторинга, проведен ее анализ с целью поиска решения.

На следующем этапе предстоит преобразование этого перечня в систематизированный реестр алгоритмов с их формализованным описанием. Работа в этом направлении уже ведется. Перечень согласован со всеми разработчиками систем СТДМ. Его несложная структура обеспечивает удобную навигацию и поиск. Предполагается, что в общей сложности в реестр войдут 868 алгоритмов и диагностических ситуаций.

В дальнейшем этот перечень, который фактически является реестром, будет постоянно меняться. Чтобы упорядочить этот процесс был создан регламент разработки, внедрения и сопровождения алгоритмов выявления диагностических ситуаций для систем технической диагностики и мониторинга. Сквозной процесс, охваченный данным регламентом, показан на рис. 1.

В регламенте описана технология работы с двумя составляющими алгоритма: одна – это формализованное описание алгоритма, другая – программный продукт, который этот алгоритм реализует.

Прежде всего, должно быть сформировано описание алгоритма, который будет согласовываться с Управлением автоматики и телемеханики ЦДИ и ПКБ И. Для существующих алгоритмов можно временно использовать описание, приведенное в утвержденном Управлением автоматики и телемеханики перечне.

Далее следует разработать программный продукт, реализующий этот алгоритм. Программное обеспечение должно тестироваться на полигоне лаборатории имитационного моделирования ПКБ И и после получения положительного заключения устанавливаться на объекте для эксплуатации. Порядок тиражирования разработанного программного продукта на сети также определен регламентом.

Помимо реестра в ПКБ И формируется учетная таблица программных продуктов. Алгоритмам и программным компонентам присваивают учетные номера, которые представляют собой буквенно-цифровую комбинацию.

Одним из основных в регламенте является требование о тестировании алгоритмов перед установкой на объект эксплуатации. С начала текущего года по инициативе ПКБ И идет создание тестового полигона. Силами программистов бюро разработано ПО для имитации диагностических ситуаций, характерных для случаев выхода технических параметров устройств ЖАТ за пределы нормы содержания. Это ПО также предназначено для передачи данных в СТДМ, реализующие эти алгоритмы. Разработчики этих систем предоставили в ПКБ И «цифровые двойники» реальных участков систем мониторинга. Следует отметить, что в числе первых были получены данные от ООО «НПП «Югпромавтоматизация» и ООО «КИТ», поэтому для этих систем удалось реализовать наибольший функционал.

Структурная схема полигона достаточно простая (рис. 2) – это АРМ оператора управляющих воздействий, т.е. рабочее место, с которого будет проводиться тестирование. На первом этапе здесь реализуются функции по отображению состояния на мнемосхеме и имитации состояний и параметров объектов. С АРМа также возможно сохранение и воспроизведение сценариев управляющих воздействий. Таким образом обеспечивается и беспристрастность самого процесса тестирования, так как разные СТДМ могут тестироваться по одним и тем же сценариям. Для оценки работы алгоритма в реальных условиях будет предусмотрено воспроизведение архивных данных средств мониторинга, эксплуатируемых на участках дорог.

Информационный обмен организован в рамках унифицированного протокола реального времени, но с передачей информации

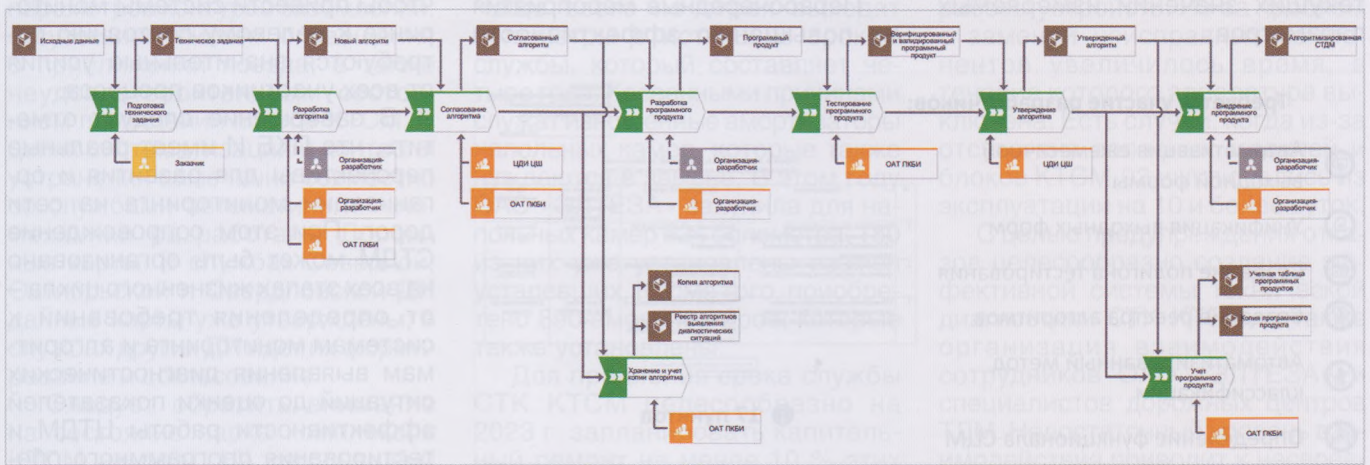


РИС. 1

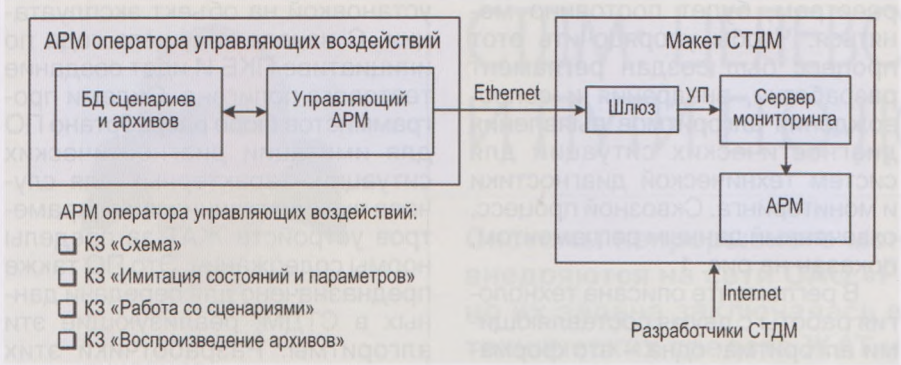


РИС. 2

по сигналам ТС. Использование этого варианта поможет решить проблемы, которые возникают на сети при взаимодействии систем мониторинга разных разработчиков, например ООО «ГК ИМСАТ» и ООО «КИТ».

Немаловажно, что тестовый полигон позволяет проводить тестирование программного обеспечения, реализующего диагностические алгоритмы, в онлайн-режиме и с участием разработчиков СТДМ.

В этом году при поддержке специалистов ООО «КИТ» на базе лаборатории было создано практически полноценное сетевое рабочее место КЗ «Мониторинг». В программном обеспечении, созданном в единственном экземпляре, реализована большая часть функций дорожных центров (параметры, диагностические ситуации, инциденты), но пока не на всем полигоне сети.

После достижения целевого состояния рабочее место мониторинга сетевого уровня будет выполнять следующие функции:

ведение данных архива и текущего состояния контролируемых устройств;

ведение данных архива и текущих значений измеряемых параметров;

контроль инцидентов и диагностических ситуаций;

формирование отчетных форм;

ведение статистики и истории состояния объектов;

ведение технической оснащенности;

формирование паспорта СТДМ;

оценка показателей эффективности работы ЦТДМ;

формирование реестра алгоритмов и их внедрение в ЦТДМ.

Следует отметить, что некоторые функции пока не реализованы даже на уровне дорог, но именно они в дальнейшем позволят объективно контролировать работу центров. Все функции мониторинга сетевого уровня будут отражены в СТО РЖД «Технические требования к системам технической диагностики и мониторинга устройств ЖАТ».

ПКБ И активно занимается актуализацией этого стандарта. Целесообразно также предусмотреть выполнение некоторых из этих функций и автоматизированной системой отображения поездного положения (АС ОПП), развитие которой предусмотрено в рамках программы цифровизации.

Первоочередные мероприятия по повышению эффективности работы систем мониторинга, разработанные ПКБ И и утвержденные Управлением автоматики и телемеханики ЦДИ, составляют перечень из 17 пунктов. Причем это не формальные меры, а конкретные задачи, которые планируется реализовать уже в текущем году (рис. 3).

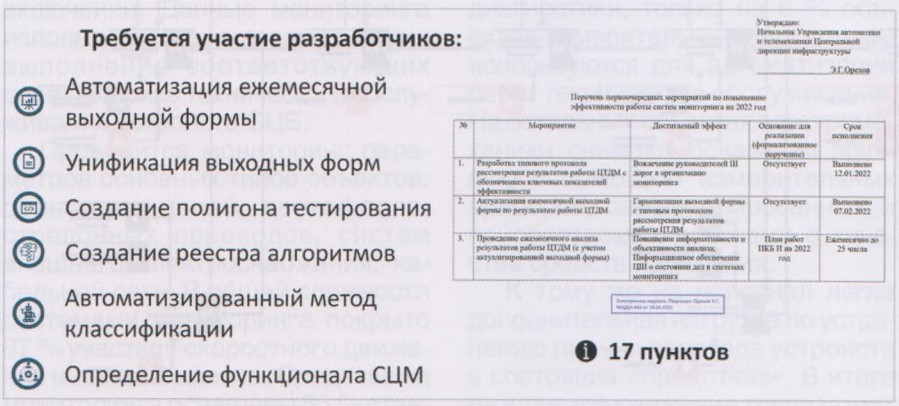


РИС. 3

Еще один пример – сопровождение алгоритмов. Можно предположить, что для тестирования даже существующих алгоритмов понадобится не один год, не говоря уже о предстоящей модернизации ЦТДМ, где алгоритмы будут новыми, сложными и комплексными.

Сложившееся положение дел с системами мониторинга нельзя назвать удовлетворительным. Как показывает анализ, в 2021 г. непроизводительные потери в центрах, которые можно выразить в виде «бесполезных» инцидентов, превысили 10 млн – а это огромные трудозатраты. Поэтому, чтобы привести системы мониторинга к целевому состоянию потребуются значительные усилия от всех участников процесса.

В завершение следует отметить, что ПКБ И имеет реальные перспективы для развития и организации мониторинга на сети дорог. При этом сопровождение СТДМ может быть организовано на всех этапах жизненного цикла – от определения требований к системам мониторинга и алгоритмам выявления диагностических ситуаций до оценки показателей эффективности работы ЦТДМ и тестирования программного обеспечения.

СОВРЕМЕННЫЙ МОНИТОРИНГ ПОВЫСИТ НАДЕЖНОСТЬ КТСМ



КЛИМЕНКО Александр Анатольевич,
ОАО «ЭЛТЕЗА», начальник Департамента по реализации программ строительства и ремонтно-сервисного обслуживания устройств ЖАТ, Москва, Россия

В настоящее время на обслуживание ОАО «ЭЛТЕЗА» переданы системы теплового контроля железнодорожного состава на ходу поезда СТК КТСМ – это более 4 тыс. комплексов технических средств, которые эксплуатируются на 10 дорогах. В следующем году планируется принять на обслуживание еще 1,8 тыс. таких комплексов. За восемь месяцев текущего года благодаря средствам диагностики и мониторинга СТК КТСМ выявлено более 3,2 тыс. предотказных ситуаций, которые были оперативно устранены специалистами компании. При этом эффективность предупреждения отказов во многом зависит от уровня развития систем мониторинга, а также от грамотной организации взаимодействия между персоналом дорожных Центров диагностики и мониторинга и работниками ОАО «ЭЛТЕЗА». На ряде дорог мониторинг налажен недостаточно четко, поэтому нет возможности своевременно выявлять и реагировать на предотказы, что приводит к отказам и задержкам поездов.

В прошлом году ОАО «ЭЛТЕЗА» заключило договор с ОАО «РЖД» на оказание услуг по содержанию в работоспособном состоянии систем теплового контроля подвижного состава на ходу поезда – СТК КТСМ. К сожалению, при приеме аппаратуры КТСМ на обслуживание в устройствах выявлено множество недостатков. В компании ведется работа по их устранению наряду с замечаниями, которые обнаруживаются в ходе ревизорских проверок.

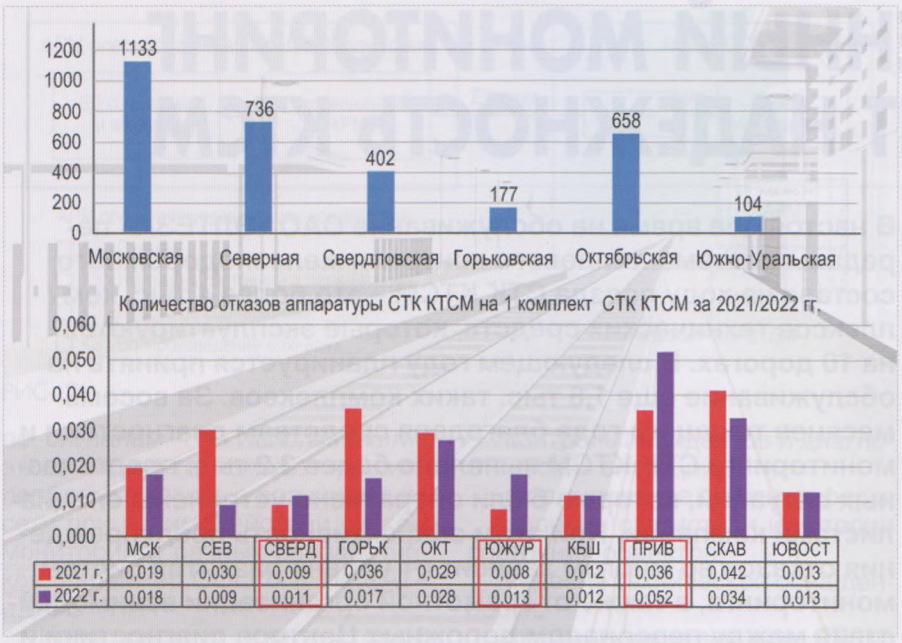
Наибольшее количество замечаний связано с недостатками ведения технической документации, несоответствием нормам параметров контуров заземлений, отсутствием систем оповещения о приближении поезда, а также неудовлетворительным состоянием помещений постов КТСМ. В целях систематизации и контроля устранения замечаний совместно со службами автоматики и телемеханики разработаны Дорожные карты. В службах Северной, Октябрьской и Свердловской ДИ данные карты уже утверждены, в службах других ДИ идет их формирование и согласование.

Следует обратить внимание на состояние парка комплексов КТСМ на сети. На сегодняшний день 48 % находящихся на обслуживании ОАО «ЭЛТЕЗА» комплексов СТК КТСМ эксплуатируются более 12 лет. В следующем году эта доля увеличится до 58 %, а в 2025 г. – до 79,5 %. В результате эксплуатации устаревшего оборудования происходят отказы.

Как показал анализ, наибольшее количество отказов (84 %) связано с выходом из строя напольных камер аппаратуры СТК КТСМ. В текущем году из-за неисправности элементов и составных частей напольных камер допущены 69 случаев, 38 из них произошли из-за выхода из строя болометров, 16 – модуля управления напольной камерой, а 15 – узла заслонки. Чаще всего из строя выходят болометры с истекшим сроком службы, который составляет четыре года. Косвенными причинами служат изношенные амортизаторы напольных камер, которые также нуждаются в замене. В этом году ОАО «ЭЛТЕЗА» закупила для напольных камер 524 болометра, 180 из них уже установлены взамен устаревших. Кроме того, приобретено 890 амортизаторов, которые также установлены.

Для продления срока службы СТК КТСМ целесообразно на 2023 г. запланировать капитальный ремонт не менее 10 % этих технических средств. Благодаря этому удастся не только обеспечить надежную работу аппаратуры КТСМ и, соответственно, уменьшить отказы и время задержки поездов, но и укомплектовать технологический оборотный фонд необходимым количеством модулей и блоков. Согласно договоров эти средства должны были быть переданы в ОАО «ЭЛТЕЗА» из дистанций СЦБ и дистанций инфраструктуры вместе с аппаратурой, однако из линейных предприятий большей части дорог не получено и половины ожидаемого объема. По этой причине снижается оперативность восстановления бесперебойной работы устройств. Из-за проблем с заменой неисправных компонентов увеличилось время, в течение которого аппаратура выключена. Есть случаи, когда из-за отсутствия запасных модулей и блоков КТСМ-03 выключались из эксплуатации на 10 и более суток.

С целью предупреждения отказов целесообразно создание эффективной системы технической диагностики СТК КТСМ, а также организация взаимодействия сотрудников ОАО «ЭЛТЕЗА» и специалистов дорожных центров ТДМ. Недостаточный уровень взаимодействия приводит к несвоевременному выявлению предотказ-



	МСК	СЕВ	СВЕРД	ГОРЬК	ОКТ	ЮЖУР	КБШ	ПРИВ	СКАВ	ЮВОСТ
2021 г.	0,019	0,030	0,009	0,036	0,029	0,008	0,012	0,036	0,042	0,013
2022 г.	0,018	0,009	0,011	0,017	0,028	0,013	0,012	0,052	0,034	0,013

Предотказные состояния устройств СТК КТСМ за 8 месяцев 2022 г.

ных ситуаций в работе устройств КТСМ и их отказам. Так, за восемь месяцев текущего года допущено 82 отказа этих технических средств, в 7 случаях с задержками поездов. Установлено, что ряд случаев можно было предупредить на стадии предотказов.

Например, на перегоне Сероглазов – Ашулук 1409 км (нечетный путь, станция Ашулук, КТСМ-02) грузовому поезду сработала «Тревога-2» по причине повышенного шума болометра. В результате поезд был задержан. Расследование показало, что шумы в напольной камере появлялись в системе АСК ПС и раньше, причем периодически повторялись. Из-за недостатков в системе диагностики и мониторинга, а также влияния человеческого фактора этот случай не был вовремя выявлен и устранен на стадии предотказа.

Аппаратура КТСМ оснащена системой самодиагностики, которая контролирует состояние напольного оборудования, параметры работы электронных модулей, наличие электропитания и др. При этом программное обеспечение этой системы не способно оперативно выявить предотказы, тем более исключить влияние человеческого фактора. Невозможно также внедрить процессный подход в организацию работы системы мониторинга в целом.

Решением проблемы может стать внедрение современных средств диагностики и мониторинга КТСМ. Это позволит в автоматизированном режиме собирать информацию от аппаратуры и визуализировать значения многих параметров. Появится возможность автоматизировать:

контроль выполнения графика технического обслуживания;

оповещение эксплуатационного штата о предотказной ситуации;

выполнение 44 % операций графика технического обслуживания;

учет ремонта и контроля движения материалов и комплектующих;

расчет показателей эффективности работы дирекций ОАО «ЭЛТЕЗА» по техническому обслуживанию средств ЖАТ;

анализ результатов работы системы по техническому обслуживанию СТК КТСМ.

Автоматизация мониторинга параметров устройств позволит значительно сократить время выполнения работ технологического процесса и организовать обслуживание аппаратуры СТК КТСМ на более высоком уровне.

ЭЛТЕЗА

Комплексный интегратор жизненного цикла

ОАО «ЭЛТЕЗА» позиционирует себя на рынке железнодорожной автоматики и телемеханики не только как производитель отдельной продукции и комплектующих, но и как поставщик комплексных технических решений и услуг на протяжении всего жизненного цикла изделий.

Разработка и проектирование
Производство готовой продукции
Строительно-монтажные и пусконаладочные работы
Сервисное обслуживание
Капитальный ремонт
Утилизация

129344, г. Москва, ул. Летчика Бабушкина, вл. 1, стр. 1-33 +7 (499) 266 69 96 elteza@elteza.ru www.elteza.ru

Реклама

РАЦИОНАЛИЗАЦИЯ МИНИМИЗИРУЕТ ЗАТРАТЫ

Кузбасский региональный центр связи Новосибирской дирекции связи уделяет большое внимание развитию рационализаторской деятельности и организации технического творчества. В статье рассказывается о некоторых технических решениях, применяемых сотрудниками центра при организации работы парковой связи громкоговорящего оповещения на удаленных участках и системы двухсторонней парковой связи на станциях, а также о GSM-модуле удаленного управления устройствами в связевой комнате.

Для оперативного доклада дежурному по станции (ДСП) о положении остряков или наличии габарита во время путевых работ по очистке устройств от снега на входных стрелочных переводах на удаленных участках, а также при работе на кривых участках станции специалисты Кузбасского РЦС используют мобильную громкоговорящую радиосвязь ПСГО – «Дальний рубеж». Необходимость в ней возникла ввиду отсутствия переговорных устройств на этих участках и недостаточно хорошей слышимости устройств парковой связи. С целью минимизации затрат на постройку дополнительных опор с переговорными устройствами и прокладку подземных коммуникаций организована мобильная громкоговорящая радиосвязь ПСГО на частоте F = 155,925 МГц (частота подбиралась индивидуально согласно разрешенному частотному плану). Авторами разработки являются начальник участка Д.В. Кулаков, старший электромеханик Д.А. Выдрин, электромеханики В.Н. Казанцев и А.Н. Серун под руководством главного инженера А.Я. Клоса.

Связь организована между радиостанцией РС-46М и усилителем парковой связи СДПС-Ц1 (рис. 1). В качестве передатчика используется носимая радиостанция хозяйства пути, приемником служит стационарная радиостанция РС-46М и устройство сопряжения с усилителем парковой связи СДПС-Ц1.

Схема работает следующим образом: работник пути (ПЧ) по носимой радиостанции запрашивает дежурного по станции, информация принимается стационарной радиостанцией РС-46М и через устройство сопряжения транслируется на пульт парковой связи аппаратуры СДПС-Ц1 на рабочем месте ДСП. Места подключения в радиостанции РС-46М и в усилителе СДПС-Ц1 показаны на рис. 2 и 3, соответственно.

Дежурный по станции, принимая информацию, отвечает запрашиваемому абоненту по штатной схеме организации парковой связи громкогово-

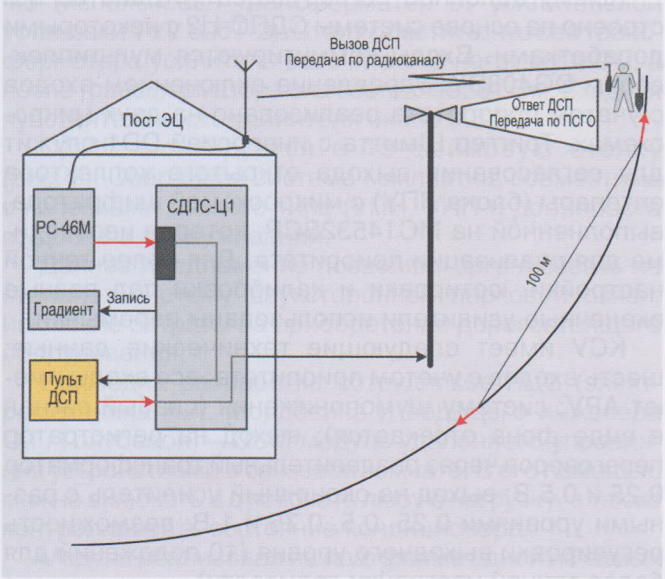


РИС. 1

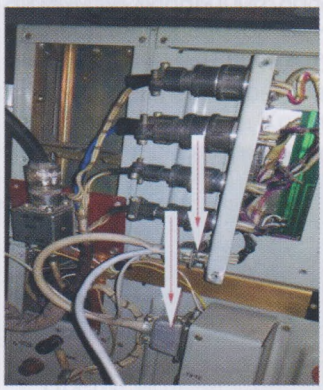


РИС. 2

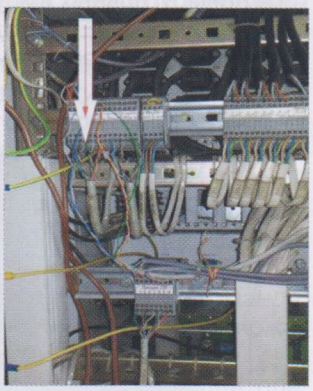


РИС. 3

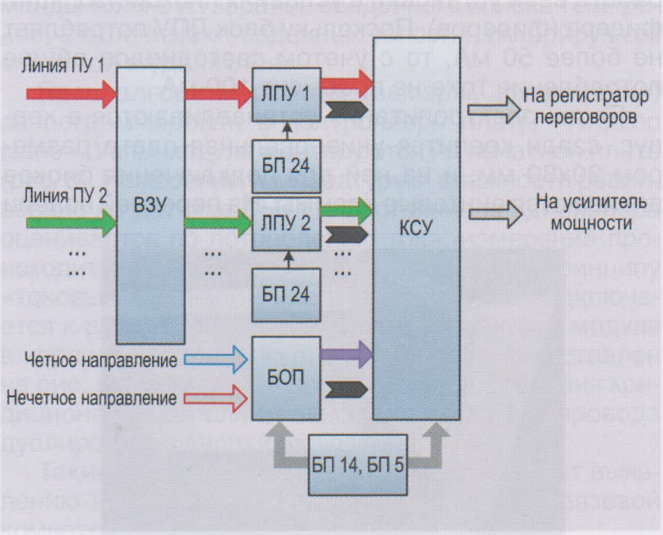


РИС.4

рящего оповещения. Кроме того, в парке станции реализована возможность вызова и ведения переговоров с ДСП с любой ординаты станции.

Другое предложение электромеханика А.А. Мордовина и ведущего инженера О.Г. Голубевой – система двухсторонней парковой связи для малых и средних станций. Она применяется для замены вышедшей из строя аппаратуры системы СДПС.

В качестве источника схемного решения используется система СДПС-Ц2. Реализация выполнена на современной элементной базе. Составляющие элементы схемы СДПС представлены на рис. 4. На рисунке приняты следующие обозначения: ВЗУ – вводно-защитное устройство, БП 24 – блок электропитания 24 В для линии переговорных устройств (ПУ), БП 14, БП 5 – блоки для электропитания КСУ и БОП, ЛПУ – линейное входное устройство микрофонной цепи ПУ (линия ПУ), КСУ – коммутационное согласующее устройство, БОП – блок оповещения о приближении поездов.

Для изготовления корпуса шасси, в который монтируются блоки, применены два уголка 40х20 мм длиной 485 мм с высверленными в них отверстиями. Корпуса блоков (кассеты) состоят из четырех отрезков уголков, соединенных между собой. Конструкция проста в изготовлении, недорогая и крепкая (рис. 5).

Для защиты устройства от перенапряжений и статических разрядов во время грозы, наведенных на кабельные линии, устанавливается ВЗУ, собранное по классической схеме – разрядник и предохранитель. Это дает защиту вводных цепей усилительной аппаратуры. Схема собирается на универсальных платах размером 5х7 см. Предохранители для микрофонной линии ПУ используются на 1 А, для линии динамиков – на 5 А, разрядник 230 В. Конструкция ВЗУ изготавливается с учетом установки в 19-дюймовую стойку.

Электропитание линии ПУ осуществляется с помощью готовых модулей импульсного блока электропитания на 24 В. При этом для каждого фидера ПУ берется отдельный блок электропитания. Таким образом обеспечивается полная гальваническая развязка микрофонных цепей и более устойчивая работа всей установки в условиях плохой изоляции фидера (фидеров). Поскольку блок ЛПУ потребляет не более 50 мА, то с учетом светодиодов общее потребление тока не превысит 100 мА.

Блоки электропитания устанавливаются в корпус, сзади крепится универсальная плата размером 20х80 мм, и на ней для подключения блоков впаиваются винтовые клеммы. На передней панели устанавливаются два светодиода для сигнализации наличия электропитания.

Для электропитания внутренних элементов стойки СДПС задействуется импульсный блок на 14 В (ИРБИС БПС12В), входящий в комплект радиостанции РС-46МЦ. Он дополнен стабилизатором на 5 В, собранным на микросхеме LM 7805, смонтирован на универсальной плате размером 20х80 мм. Электропитание 5 В необходимо для блока КСУ, а 14 В – для схемы блока оповещения о приближении поездов.

Для реализации микрофонной цепи ПУ применяется блок ЛПУ, схема которого реализована на основе усилительной установки СДПС-Ц2, но с доработкой. Линия ПУ запитана через стабилизатор, собранный на микросхеме D1 LM317. Обязательное условие для трансформатора – это две первичные обмотки с равным количеством витков и соблюдением фазы обмоток. Управление оптопарой TLP181 выполняет программируемый источник опорного напряжения TL431CPK. Защита от бросков обратного напряжения, источником которого выступает первичная обмотка трансформатора в момент нажатия и отпускания кнопки «передача» на колонке, осуществляется благодаря диодам. Универсальная монтажная плата имеет размер 90х70 мм. Для удобства ее снятия и установки используются разъемы (рис. 6).

Коммутационное согласующее устройство построено на основе системы СДПС-Ц2 с некоторыми доработками. Входы коммутируются мультиплексором DG408DY. Управление включением входов с учетом приоритета реализовано на двух микросхемах. Триггер Шмитта с инверсией DD1 служит для согласования выхода открытого коллектора оптопары (блока ЛПУ) с микросхемой шифратора, выполненной на MC14532BCP, которая необходима для реализации приоритета. Для более точной настройки, юстировки и калибровки под разные оконечные усилители использованы перемычки.

КСУ имеет следующие технические данные: шесть входов с учетом приоритета; все входы имеют АРУ; систему шумопонижения (слабый сигнал в виде фона отсекается); выход на регистратор переговоров через разделительный трансформатор 0,25 и 0,5 В; выход на оконечный усилитель с разными уровнями 0,25, 0,5, 0,75 и 1 В; возможность регулировки выходного уровня (10 положений для более точной настройки громкости).

За основу БОП взяты два готовых модуля генератора прямоугольных импульсов, собранных на микросхеме таймера NE555, один из которых настроен на частоту 1 Гц, другой – на частоту 1 кГц, и дополненные



РИС. 5

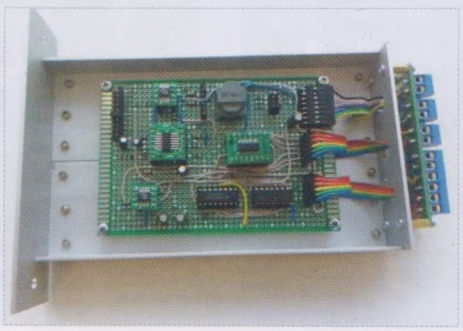


РИС. 6



РИС. 7

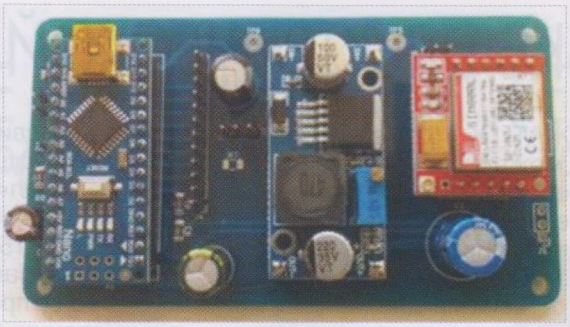


РИС. 8

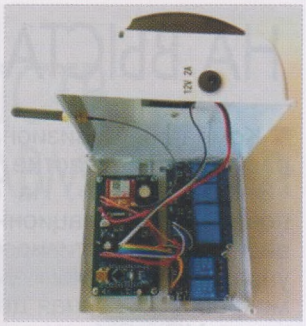


РИС. 9

небольшой схемой управления этими генераторами. Сигнал частотой 1 кГц через разделительный конденсатор С1 и резисторы R11, R13, подается на вход КСУ. Оповещение имеет максимальный приоритет, подается на вход 6.

Взамен старого усилителя «Степь-103» использован усилитель малой мощности D-класса ТУ-150D. Среди его преимуществ можно отметить компактность, КПД (более 90 %) и выходную мощность 150 Вт. Конструкция состоит из импульсного блока электропитания мощностью 500 Вт с двухполярным выходным напряжением ±50 В, усилителя, собранного на ШИМ-контролере IRS 2092, и выходного трансформатора с коэффициентом трансформации 4.5 (использован трансформатор от усилительной установки ТУУ 600Т-2). Стоит отметить, что без трансформатора усилитель рассчитан на нагрузку 4 Ом, а после трансформатора она составляет 81 Ом. Входная чувствительность усилителя около 0,8 В.

СДПС монтируется в 19-дюймовую стойку (рис. 7). Собранная система компактна, совместима с колонками разного типа (УПН, УПП и др.), проста и удобна в обслуживании.

Данное предложение позволяет организовать на станциях систему двухсторонней парковой связи, исключив затраты на приобретение дорогостоящего оборудования.

Еще одна разработка сотрудников РЦС (электромеханика А.А. Мордовина и ведущего инженера О.Г. Голубевой) – GSM-модуль удаленного управления устройствами в связевой комнате. С его помощью можно включать и отключать любую нагрузку, а также контролировать состояние кондиционера.

Модуль реализован на платформе одной из самых миниатюрных плат «Arduino Nano». Она работает на чипе микроконтроллера ATmega328P, но с меньшим форм-фактором, что особенно важно в условиях компактности.

Алгоритм работы программы позволяет выполнять замеры температуры и влажности, потребляемого тока кондиционера. Кроме того, добавлена функция автоматического включения кондиционера. Управление осуществляется с помощью установленной в модуль Micro-SIM карты через СМС-сообщения. GSM-модуль принимает СМС-сообщения, обрабатывает, исполняет команды и выдает отчет об их выполнении. В СМС-сообщении записывается команда, состоящая из двух цифр, первая из которых может содержать цифры от 0 до 6, а вторая 0 или 1.

Предусмотрены информационные, исполнительные и сервисные команды.

К информационным командам относятся:

00 – запрос на состояние каналов, приходит ответ: название станции, список каналов, что подключено на этих каналах и их состояние (включены или выключены);

01 – запрос на состояние кондиционера и температуры, приходит ответ: название станции, температура, влажность, замер потребляемого тока кондиционера, установленный режим – MANUAL, AUTO.

Исполнительными командами являются:

10, 20, 30, 40, 50 – канал выключить «OFF», приходит ответ;

11, 21, 31, 41, 51 – канал включить «ON», приходит ответ;

60 – нажатие кнопки «POWER» пульта управления кондиционера, приходит ответ о выполнении команды;

61 – переключение режимов кондиционера MANUAL/AUTO (MANUAL – ручной режим включения кондиционера, AUTO – автоматический режим, при котором каждый час проверяется состояние работы кондиционера, и если он выключен, то происходит его включение). Приходит ответ об установленном значении.

Сервисными командами служат такие, как:

90 – команда проверки качества связи GSM, приходит ответ с параметрами качества;

91 – удаление СМС-сообщений (очистка памяти);

92 – команда времени внутреннего таймера, приходит ответ о времени внутреннего таймера (время непрерывной работы устройства).

Стоит отметить, что GSM-модуль принимает команды только из заранее введенного списка телефонов, а отличные от заданных условий, игнорируются системой и удаляются.

Весь алгоритм работы (замеры, вычисления) запрограммирован в контроллере платы «Arduino Nano». Узлы модуля монтируются на печатной плате (рис. 8). Измерение температуры и влажности реализовано на датчике DHT11. Состояние кондиционера оценивается по потреблению тока, измерение происходит через трансформатор ТА12-100 по принципу «токовых клещей». Реле (Relay) на 12 В подключается к разъему J4. Внешний вид собранного модуля в корпусе распределительной коробки представлен на рис. 9. На дистанционном пульте управления кондиционером дополнительно предусмотрены провода дублирования кнопки включения.

Таким образом, GSM-модуль способствует выявлению некорректной работы устройств в связевой комнате.

ВАДЧЕНКО О.А.

НА ВЫСТАВКЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МОБИЛЬНОСТИ

■ Компании Дивизиона ЖАТ ГК 1520 в очередной раз приняли участие в международной выставке «ЭлектроТранс». На стенде были представлены новейшие инновационные разработки компаний Дивизиона: автоматизированная система комплексного управления движением вагонов трамвая АСКУ ДВТ, микропроцессорная централизация для метрополитенов МПЦ-СМ, автоматизированная система диспетчерского управления движением поездов метро АСПУ ДПМ «Диалог».

Деловая программа прошла очень продуктивно для компании, создав условия для открытого диалога между участниками. Укрепились существующие и появились новые деловые контакты.





На стенде Дивизиона ЖАТ



Во время круглого стола

Посещаемость стенда стала самой высокой по сравнению с предыдущими годами. Особенным интересом пользовалась новейшая автоматизированная система комплексного управления движением вагонов трамвая (АСКУ ДВТ). Система обеспечивает эффективную и безопасную эксплуатацию трамвайных сетей за счет автоматизации управления. АСКУ ДВТ управляет по радиоканалу стрелочными переводами из кабины водителя и контролирует их положение. В результате повышается пропускная способность трамвайных линий. Специально для системы АСКУ ДВТ в рамках программы импортозамещения на Армавирском заводе (филиал ОАО «ЭЛТЕЗА») был разработан трамвайный электромагнитный привод с контрольными линейками ЭМПТ-31К на полностью отечественных компонентах.

В рамках деловой программы выставки состоялись круглые столы, организатором одного из которых выступила компания «1520 Сигнал». На круглом столе «Современные системы управления движением городского рельсового транспорта. Перспективы модернизации и развития» участники обсудили вопросы применения современных систем управления движением с высоким уровнем автоматизации, перспективы их применения для развития и модернизации существующих и вновь вводимых объектов инфраструктуры метрополитенов и других видов городского рельсового транспорта. С докладом по теме «Комплексные решения по системам управления движением поездов для метрополитенов» выступил ведущий инженер проектов метрополитена «1520 Сигнал» М.Ю. Новиков. Эта тема особенно актуальна, поскольку разработки компаний Дивизиона ЖАТ ГК 1520 активно внедряются на городском рельсовом транспорте.

Кроме того, в рамках выставки компанией «1520 Сигнал» был организован технический визит в электродепо «Сокол» – старейшее депо Московского метрополитена, работающее с 1938 г. Участникам визита была представлена система микропроцессорной централизации стрелок и светофоров МПЦ-ЭЛ, введенная в эксплуатацию в апреле 2021 г. Это стало важным рубежом, как для Дивизиона ЖАТ ГК 1520, так и для Московского метрополитена, поскольку микропроцессорная система была внедрена в метро впервые.

Система МПЦ-ЭЛ обеспечивает безопасное и бесперебойное движение поездов с предельно малыми интервалами попутного следования, что так важно для одной из самых загруженных транспортных систем в мире. МПЦ-ЭЛ оснащена самой современной комплексной системой повышения киберзащищенности и выполнена в пылезащищенном исполнении.

Визит получился информационно насыщенным и очень интересным. Компания получила большое количество положительных отзывов от посетителей.

Значение городского рельсового транспорта для жизни современного мегаполиса сложно переоценить. Сокращаются расстояния, высвобождается время, повышается уровень комфорта и безопасности передвижения. Технологии Дивизиона ЖАТ вносят важнейший вклад в развитие инфраструктуры общественного транспорта.

Пресс-служба «1520 Сигнал»

На правах рекламы

1520 СИГНАЛ

129344, Россия, Москва, ул. Летчика Бабушкина, вл. 1, стр. 2
Тел.: +7 (495) 901-15-20, факс: +7 (495) 901-15-21
E-mail: info@1520signal.ru,
www.1520signal.ru

УДК 656.25+331.45
DOI: 10.34649/AT.2022.11.11.005

РАЗВИТИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА



АНТОНОВ
Антон Анатольевич,
Российский университет транспорта РУТ (МИИТ), заведующий кафедрой «Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте», доцент, канд. техн. наук, Москва, Россия



КУЗЬМИН
Владислав Сергеевич,
Российский университет транспорта РУТ (МИИТ), кафедра «Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте», ассистент, Москва, Россия



ЦЫБАНОВ
Илья Анатольевич,
Российский университет транспорта РУТ (МИИТ), кафедра «Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте», аспирант, Москва, Россия

Ключевые слова: *охрана труда, травматизм, тоннель, путевые работы, обслуживание, ремонт, риск*

Аннотация. **В статье приводятся результаты качественного анализа и систематизации технических решений, направленных на снижение числа случаев производственного травматизма при проведении работ, связанных с выходом на пути. Сформулированы основные тенденции развития систем и устройств, обеспечивающих безопасные условия труда при обслуживании и ремонте путевых объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта и метрополитенов. Предложен концептуальный проект перспективных технических решений.**

Технологические процессы, связанные с обслуживанием и ремонтом инфраструктуры железнодорожного транспорта, предполагают нахождение персонала на путях или перемещение вдоль них без прекращения движения поездов. При наличии такого источника опасности, как подвижной состав, существенно возрастает вероятность получения работником производственной травмы высокой степени тяжести. Для снижения рисков, связанных с наездом подвижного состава на обслуживающий персонал, создается соответствующая инфраструктура технологических процессов.

Созданию и развитию такой инфраструктуры посвящено значительное число работ, среди которых можно выделить такие, как применение технологий искусственного интеллекта и соответствующих инструментов для снижения числа случаев производственного травматизма в ОАО «РЖД» [1], оценка эффективности информационной системы «Человек на пути» [2] и др.

Проводимые мероприятия по повышению безопасности труда существенно снизили количество несчастных случаев [3], однако задача достижения нулевого производственного травматизма остается актуальной.

Следует отметить, что достаточно редко рассматривается проблема развития технических мер, направленных на исключение случаев наезда, для участков железных дорог, проходящих в ограниченном пространстве (тоннели и эстакады).

Исследования показали, что подавляющее число технических решений относится к классу информационных. Схемы, отражающие основные потоки данных, характерные для информационных систем, представлены на рис. 1: с использованием группового оповещателя и терминала сигналиста (рис. 1, а); только группового оповещателя (рис. 1, б); группового оповещателя и персональных носимых терминалов у работников (рис. 1, в); группового оповещателя с информированием локомотивных бригад (рис. 1, г).

В таких системах и устройствах задача обнаружения приближающегося подвижного состава решается путем предупреждения работающих с помощью стационарных терминалов, устанавливаемых в зоне проведения работ, а также посредством носимых терминалов, которые выдаются каждому работнику. Характерным примером следует считать систему оповещения работников на железнодорожных путях при производстве ремонтно-путевых работ [4].

Системы, относящиеся к классу информационных, различаются между собой преимущественно по типу источника информации и виду оповещения (групповое, индивидуальное, смешанное).

В некоторых источниках описаны технические решения, использующие статические участки приближения. Например, при вступлении подвижного состава на участок формируются предупреждающие сигналы для работающих на путях. Они свойственны для перегонов, жестко привязаны к месту проведения работ и устанавливаются перед их началом. Варианты с динамическими участками приближения чаще предлагаются для случаев проведения работ на раздельных пунктах, имеющих путевое развитие.

В качестве источника информации до начала 2000-х гг. обычно применялись виброакустические датчики. В дальнейшем им на смену пришли ультразвуковые, а также терминалы сигналиста (сигналист самостоятельно формирует известительный сигнал о приближении подвижного состава). В более совершенных вариантах в качестве источников информации о движении состава использовались системы ЖАТ [5]. Кроме того, рассматривалось применение пространственных координат, получаемых с помощью глобальных навигационных спутниковых систем [6]. Развитие таких технических решений привело к использованию метода RTK (Real Time Kinematic) для повышения точности позиционирования.

Текущий уровень развития технологий искусственного интеллекта позволил задействовать их для обнаружения приближающегося подвижного состава к месту проведения работ и иных опасных факторов с помощью системы соответствующих сенсоров [7].

Затрагивался вопрос информирования машиниста о наличии препятствия движению с установленной скоростью. При этом предложено осуществлять такое информирование с помощью светодиодных вставок на средствах индивидуальной защиты работника.

Следует отметить, что только малая часть исследований посвящена техническим решениям, связанным с обеспечением остановки подвижного состава при создании условий, угрожающих работающим на путях. Их можно условно разделить на две группы. К первой относятся решения, позволяющие осуществлять остановку по приказу каждого отдельного работника (что может быть достаточно актуальным для составителей поездов на железнодорожных станциях). Во вторую группу входят технические решения, которые получают информацию об отсутствии работающих на маршруте следования поезда только от руководителя работ.

Среди основных тенденций развития технических мер по снижению уровня производственного травматизма можно выделить исключение влияния человеческого фактора при формировании уведомления о приближении подвижного состава к месту проведения работ; расширение номенклатуры типов обнаруживаемых опасностей для обслуживающего персонала. Кроме того, к тенденциям относятся повышение точности определения пространственных координат работающих на путях людей и формирование с их учетом динамических границ участков приближения; обеспечение торможения управляемого подвижного состава при приближении к работникам, находящимся в габарите приближения строений.

Вместе с тем, недостатками рассмотренных вариантов являются отсутствие автоматического определения наличия работающих на маршруте движения поезда и воздействий на локомотивные устройства безопасности с целью регулирования скорости движения при проследовании мест проведения работ без участия человека (руководителя работ или машиниста). Это связано с вероятностью ошибки человека-оператора, которая определяет уровень безопасности работающих

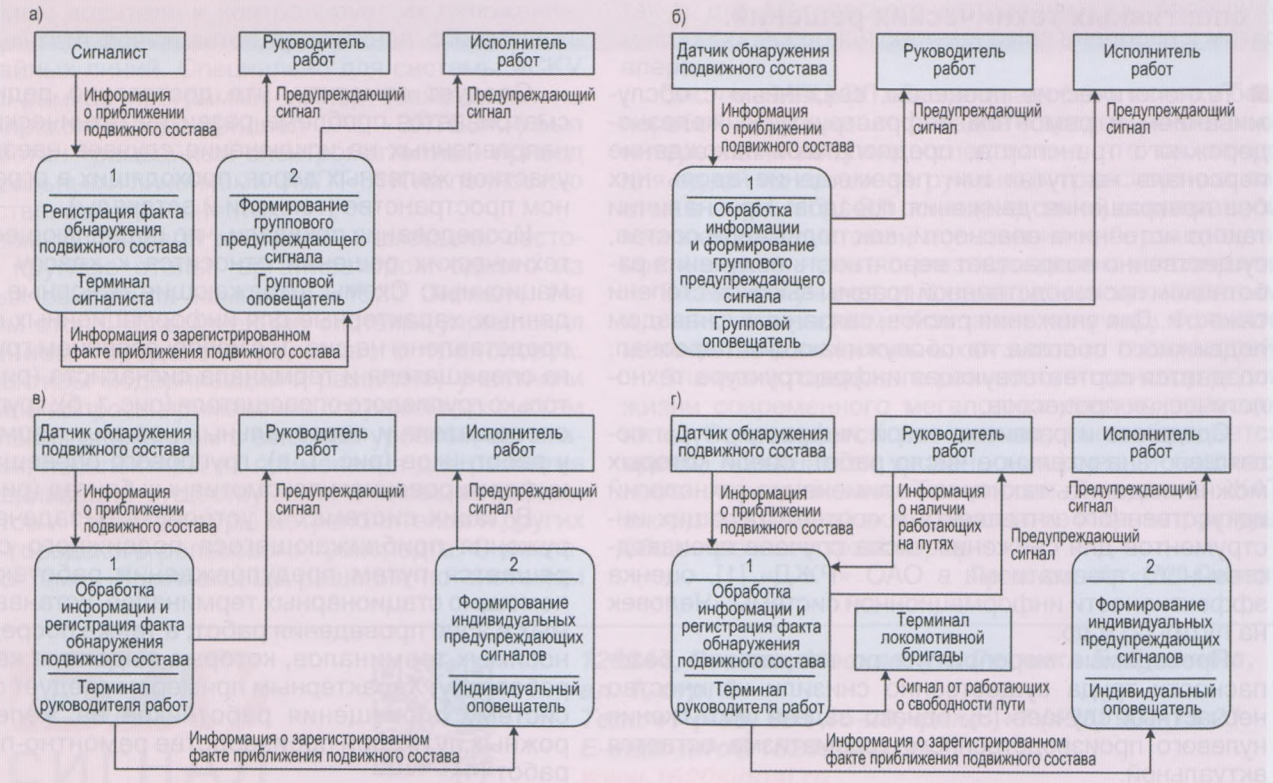


РИС. 1

на путях. Она может быть вызвана опасным действием (бездействием) третьих лиц или собственной способностью работника к восприятию информации и скоростью реакции, зависящих от его психофизического состояния. Известно, что вероятность ошибки человека-оператора велика и в большинстве случаев составляет 10^{-3}–10^{-4} [8]. Вероятность наезда также достаточна высока, в особенности в условиях ограниченной видимости или плохой слышимости.

Авторами сформулирован концептуальный проект перспективной системы обеспечения безопасности работающего на путях, исключающий влияние человеческого фактора. В его рамках предусмотрен переход к обеспечению безопасности путем регулирования и управления движением поездов и маневровых составов.

Решение этой задачи представляется возможным в первую очередь благодаря получению достоверной информации о пространственных координатах работающих на путях людей. Такую информацию возможно получать от автоматизированных систем планирования работ или мобильных рабочих мест. Схемы, отражающие основные потоки данных, показаны на рис. 2, а. Однако такой подход остается зависимым от человеческого фактора, поскольку связан с наличием мобильного терминала рабочего места, а также своевременной передачей информации в автоматизированную систему.

В связи с этим, создание полноценной системы регулирования требует использования путевой инфраструктуры – специализированных датчиков (рис. 2, б). К ним могут быть отнесены как видеокамеры с системой технического зрения, так и оптоволоконные датчики.

Приказы разрешения на движение поезда или маневровых составов могут передаваться по существующему каналу индуктивной связи «путь – локомотив» рельсовых цепей. При разработке систем регулирования движения поездов на базе радиоканала потребуется обеспечить передачу информации о наличии людей, в том числе персонала, на поезда и маневровые составы от радиоблокцентра.

Чтобы исключить ошибочные разрешения на движение предлагается дополнить системы ЭЦ/ДЦ специализированными блоками парирования (рис. 2, в). При наличии людей, работающих на путях, такие блоки исключат построение маршрутов через место проведения работ, имитируя занятость участка пути.

В настоящее время начато создание соответствующих технических решений и макетов. В частности, для метрополитенов разработано решение, в рамках которого обнаружение перемещения человека по тоннелю осуществляется посредством системы стационарных датчиков объема (инфракрасных датчиков движения) [9]. Она контролирует присутствие человека в тоннеле с учетом особенностей числа путей, наличия путевого развития, кривых и др.

Для организации системы пространство тоннеля разбивается на отдельные области, каждая из которых контролируется одним или несколькими датчиками объема. Протяженность отдельной области пространства тоннеля принимается равной эксплуатационной длине рельсовой цепи, расположенной на соответствующем участке пути. Такой принцип разбиения позволяет обеспечить удобство ограждения места нахождения работника, а также различать вид движущегося объекта: подвижной состав или человек.

Каждая точка доступа в тоннель (станция, вентиляционная шахта, насосная станция) оборудуется самостоятельной подсистемой контроля и управления. В базовом варианте, реализованном на макете, каждая точка доступа оборудована магнитным замком со считывателем карт.

В перспективе возможно контролировать доступ

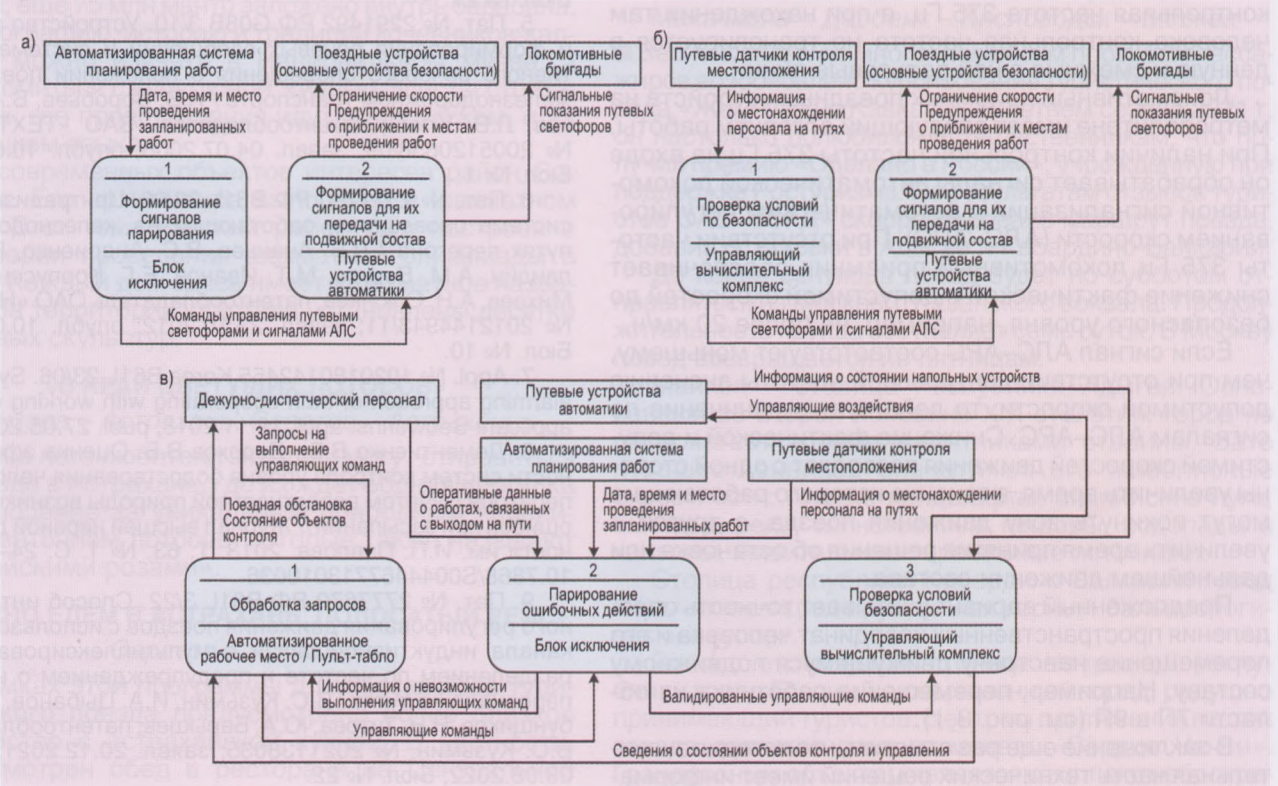


РИС. 2

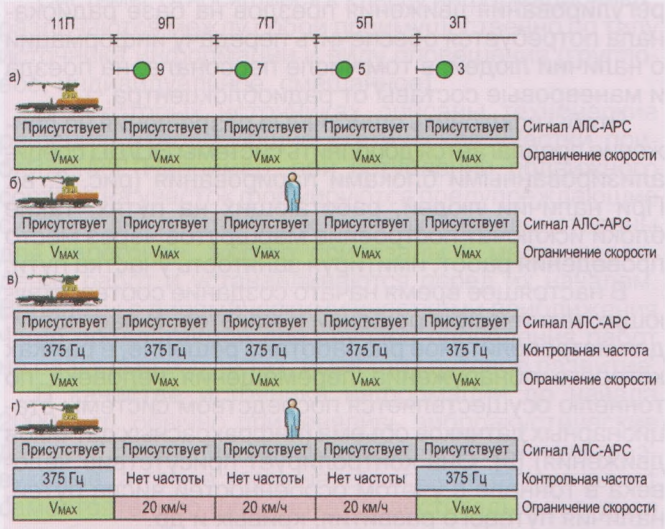


РИС. 3

с помощью подсистемы технического зрения и биометрии, а также интегрировать оборудование точек доступа с системами планирования и мониторинга выполнения обслуживания и ремонта инфраструктуры тоннеля. Это позволит исключить доступ в тоннель сотрудникам вне запланированного времени, а также не имеющим допуска к работам.

Для предупреждения наезда подвижного состава на человека предлагается осуществлять кодирование рельсовой цепи частотой 375 Гц, предусмотренной, но в настоящее время не задействованной в типовом оборудовании.

Ситуации в случае отсутствия системы показаны на рис. 3, а и 3, б. Варианты наличия системы представлены на рис. 3, в и 3, г. При отсутствии работника в границах эксплуатационных длин рассматриваемой и смежных с ней рельсовых цепей в нее подается контрольная частота 375 Гц, а при нахождении там человека контрольная частота не транслируется в данную и смежные с ней рельсовые линии.

Локомотивный приемник поездных устройств на метрополитене имеет следующий алгоритм работы. При наличии контрольной частоты 375 Гц на входе он обрабатывает сигналы автоматической локомотивной сигнализации с автоматическим регулированием скорости (АЛС–АРС). При отсутствии частоты 375 Гц локомотивный приемник обеспечивает снижение фактической и допустимой скоростей до безопасного уровня, например, не более 20 км/ч.

Если сигнал АЛС–АРС соответствуют меньшему, чем при отсутствии контрольной частоты значению допустимой скорости, то действует ограничение по сигналам АЛС–АРС. Снижение фактической и допустимой скоростей движения позволяет с одной стороны увеличить время, в течение которого работающие могут покинуть зону движения поезда, с другой – увеличить время принятия решения об остановке или дальнейшем движении состава.

Предложенный вариант учитывает точность определения пространственных координат человека и его перемещение навстречу движущемуся подвижному составу. Например, перемещение работника из области 7П в 9П (см. рис. 3, г).

В заключение еще раз отметим, что сегодня значительная часть технических решений имеет информационный характер. В некоторых из них наблюдается существенное влияние человеческого фактора на уровень безопасности обслуживающего персонала.

В рамках проекта разработаны схемы, отражающие основные потоки данных, содержащие требования к структуре и функционированию перспективной системы регулирования движения поездов с учетом присутствия работников по маршруту следования поезда или маневрового состава. Ведутся работы по созданию макетов соответствующих систем и подтверждению их технико-эксплуатационных характеристик.

Дальнейшие шаги связаны с осуществлением технико-экономического расчета, направленного на выбор стратегии постепенного перехода от информационных систем к системам регулирования движения поездов с учетом присутствия работников на маршруте следования поезда или маневрового состава, а также на выбор критериев сравнения различных систем обеспечения безопасных условий труда.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Пазуха А.А. Искусственный интеллект для безопасного технического обслуживания, эксплуатации и технологии ремонта устройств электроснабжения ОАО «РЖД» // Безопасность труда в промышленности. 2021. № 6. С. 46–51.

2. Эффективность применения системы информации «человек на пути» в профилактике наездов подвижного состава / Д.Л. Раенок, Е.А. Муштонина, Г.В. Голышева, Ю.В. Завьялова // Проблемы безопасности российского общества. 2017. № 3. С. 56–59.

3. Производственная безопасности и охрана труда : Годовой отчет ОАО «РЖД» за 2020 г. // Российские железные дороги: официальный сайт. 2021. URL: https://ar2020.rzd.ru/ru/sustainable-development/health-safety (дата обращения 30.08.2022).

4. Пат. № 2701267 РФ B61L 23/06. Система оповещения работников на железнодорожных путях при производстве ремонтно-путевых работ / А.Г. Джавршян, Д.А. Динец, Е.Л. Лагерев, Д.В. Лыткин; патентообладатель ФГБОУ ВО ИрГУПС. № 2018110929; заявл. 27.03.2018; опубл. 25.09.2019; Бюл. № 27.

5. Пат. № 2291492 РФ G08B 3/10. Устройство анализа и формирования речевых сообщений и система оперативного речевого оповещения о положении поездов на железнодорожном транспорте / А.В. Воробьев, В.А. Клочков, Л.В. Уткин; патентообладатель ЗАО «ТЕХТРАНС». № 2005120658/09; заявл. 04.07.2005; опубл. 10.01.2007; Бюл. № 1.

6. Пат. № 2511750 РФ B61L 23/06. Централизованная система оповещения работающих на железнодорожных путях перегона / Д.В. Ананьев, В.С. Андриенко, В.И. Баландин, А.М. Вериго, М.Т. Иванов, Е.Г. Корпусенко, Л.Г. Михеев, А.Н. Слюняев; патентообладатель ОАО «НИИАС». № 2012144943/11; заявл. 23.10.2012; опубл. 10.04.2014; Бюл. № 10.

7. Appl. № 1020180142455 Korea B61L 23/06. System for alarming approach of train cooperating with working clothes / applicant Seowonns. appl. 19.11.2018; publ. 27.05.2020.

8. Дементиенко В.В., Дорохов В.Б. Оценка эффективности систем контроля уровня бодрствования человека-оператора с учетом вероятностной природы возникновения ошибок при засыпании // Журнал высшей нервной деятельности им. И.П. Павлова. 2013. Т. 63, № 1. С. 24–32. DOI 10.7868/S0044467713010036.

9. Пат. № 2777670 РФ B61L 3/22. Способ интервального регулирования движения поездов с использованием канала индуктивной связи с мультиплексированием с разделением по частоте и предупреждением о наличии персонала на путях / В.С. Кузьмин, И.А. Цыбанов, А.К. Табунщиков, Н.Н. Титова, Ю.А. Барышев; патентообладатель В.С. Кузьмин. № 2021138035; заявл. 20.12.2021; опубл. 08.08.2022; Бюл. № 22.

РОССИЯ ИЗ ОКНА ПОЕЗДА

В ОАО «РЖД» активно разрабатываются новые комфортные маршруты для путешественников, использующих поезда в качестве «отелей на колесах». Мы продолжаем рассказывать нашим читателям о разнообразии туристических поездов. В этой статье речь пойдет о путешествии по югу России.

«ЦВЕТУЩАЯ СТЕПЬ»

Москва – Ростов-на-Дону – Элиста – Москва

В рамках одного маршрута посетить донскую столицу и столицу Калмыкии могут пассажиры туристического поезда «Цветущая степь». В весенние рейсы они смогут не только увидеть интересные города с самобытной культурой, но и станут свидетелями уникального явления – цветения калмыцкой степи, которая покрывается ковром из ярких цветов.

Расписание поезда специально составлено таким образом, чтобы путешественники могли уехать из столицы в конце недели, посетить достопримечательности и вернуться домой в понедельник вечером.

Элиста считается одним из самых экзотических туристических направлений в нашей стране. Сюда едут ради восточного колорита, буддийских святынь и бескрайних степей.

Культовым местом является Золотая обитель Будды Шакьямуни – главное буддистское святилище города. Обитель видно из любой точки города, высота храма составляет 63 м. Внутри установлена вторая по величине в Европе статуя Будды высотой 9 м. На верхнем этаже храма находится резиденция Далай-ламы.

Познакомиться с восточной религией можно и в центре города, где расположена Пагода Семи Дней. Внутри находится барабан весом 2 т и высотой 2 м. Он подарен столице Калмыкии ламами индийского монастыря. На барабане написана главная буддистская мантра, еще 75 млн мантр заложено внутрь барабана.

Этнографию, историю и традиции кочевников-калмыков можно изучить в Национальном музее, а познакомиться с культурной жизнью Элисты стоит в театрах, где представления идут и на русском, и на калмыцком языках.

Из современных объектов интересен район Сити-Чесс. Его архитектура выполнена в шахматном стиле. Этот тематический район был построен в преддверии проведения шахматной олимпиады в 1998 г. Каждый дом здесь имеет «шахматное название». На территории квартала установлены десятки жанровых скульптур.

«В КРАЙ ЦВЕТУЩИХ ЛОТОСОВ»

Самара – Астрахань, Саратов – Астрахань

В конце лета любители экзотики могут отправиться на поезде в Астрахань, где их ждет водная прогулка и наблюдение за уникальным природным явлением – цветением лотосов, которые также называют «каспийскими розами».

«ВКУСНО ЕДЕМ В АСТРАХАНЬ. ПОЛОСАТЫЙ РЕЙС»

Саратов – Астрахань

В рамках этой программы для пассажиров туристического поезда предусмотрено более близкое знакомство с астраханской кухней. В частности, предусмотрен обед в ресторане на Центральной набережной Волги с последующим посещением одного из бахчевых хозяйств, где выращивают знаменитые астраханские арбузы. Там же организована дегустация местных дынь и арбузов.

Астрахань – древний город, сохранивший множество архитектурных и исторических памятников. Город расположен на 11 островах, омываемых пятью реками. За обилие мостов и каналов его часто сравнивают с Венецией.

Самый известным архитектурным памятником является белокаменный Астраханский кремль XVI века, расположенный на самом высоком месте в центре города. Он включает 22 объекта, многие из которых сохранили свой первоначальный вид.

Неподалеку от Астрахани находится культурно-исторический центр «Сарай-Бату». На этой территории в 1965 г. начались археологические исследования, в результате которых ученые пришли к выводу, что здесь располагалась историческая столица Золотой Орды, основанная в 1250 г.

Для съемок исторического кино в 2011 г. здесь была проведена частичная реконструкция средневекового города. Были восстановлены бани, площади, водопровод, дома знати, «норы» рабов. В дальнейшем декорации были приспособлены под туристическую достопримечательность.

«ЖЕМЧУЖИНА КАВКАЗА»

Москва – Майкоп – Нальчик – Грозный – Махачкала – Дербент – Кисловодск – Москва

Весной 2022 г. по многочисленным просьбам пассажиров возобновлено курсирование туристического поезда «Жемчужина Кавказа». В летнем сезоне 2021 г. он настолько полюбился путешественникам, что получил премию «Сделано в России», учрежденную при поддержке Ростуризма. По результатам отзывов туристов ОАО «РЖД» скорректировало маршрут поезда, добавив остановки в Адыгее и Кабардино-Балкарии.

До конца сентября поезд будет по субботам отправляться из Москвы с Казанского вокзала. Продолжительность круиза составляет семь суток. В Москву поезд возвращается по пятницам.

Майкоп – столица Республики Адыгея. Основанный во второй половине XIX столетия, город не располагает яркими памятниками старины. Зато путешественников впечатляют его живописные окрестности: горные ландшафты, альпийские луга, быстрые реки, таинственные пещеры, водопады и каньоны, живительные термальные источники.

Столица республики Кабардино-Балкария город Нальчик позиционируется как горный бальнеологический курорт.

Заново отстроенная столица Чеченской республики город Грозный – современный город, радушно принимающий туристов. Центром притяжения гостей города является главная мечеть «Сердце Чечни». Грандиозным объектом является комплекс небоскре-

бов «Грозный Сити». Рядом расположен зеленый оазис «Цветочный парк».

Махачкала, столица Дагестана, является одним из крупнейших городов Северо-Кавказского федерального округа.

Колоритный Дербент является одним из самых старых городов России.

Кисловодск – знаменитая здравница, старинный город с богатой историей и архитектурой, окруженный потрясающими природными красотами.

«СОЧИ»

Туапсе – Сочи – Гагра

Туристический поезд курсирует шесть раз в неделю. Все вагоны оформлены в ретро-стиле эпохи СССР. В поезде имеется фотокупе для снимков на память.

В пути пассажиры поезда могут насладиться видами уникальных природных ландшафтов и горных вершин. Поезд делает остановки в популярных курортных городах.

В Туапсе особое внимание стоит уделить лесопарку Кадош. В самом городе интересна платановая аллея с вековыми деревьями, морской порт и берущая у него начало набережная.

Сочи – город-курорт, предоставляющий отдых на любой вкус. Помимо пляжного, оздоровительного и активного отдыха туристы могут вдоволь насладиться природой в дендрарии с коллекцией растений со всего света или Сочинском национальном парке. В нескольких километрах от города есть множество природных интересных мест: гора Ахун, Агурские водопады, тисо-самшитовая роща и др.

Гагра – это один из наиболее популярных курортов Абхазии, расположенный в небольшой бухте. Среди достопримечательностей города можно выделить крепость-кастеллу, построенную римлянами в IV веке, а также Приморский парк принца Ольденбургского, где собрано более шестисот растений из разных уголков Земли.

«КРЫМСКИЙ ВОЯЖ»

Москва – Воронеж – Тамань – Севастополь – Евпатория – Симферополь – Феодосия – Керчь – Ростов-на-Дону

С февраля этого года у туристов появилась возможность совершить увлекательный тур по городам Крыма на первом экскурсионном двухэтажном поезде из Москвы.

В каждом городе маршрута туристов ожидает прогулка по значимым историческим местам.

Тамань – признанный центр гастрономии и виноградарства. Ежегодно здесь проходит фестиваль виноделия «Таманская лоза», где можно продегустировать лучшие местные марки вина.



Реклама турпоезда «Сочи»



Поезд на Крымском мосту

Сам по себе город-музей. Так можно сказать о Севастополе. Главные достопримечательности связаны с его военной историей. Крымская война отражена в Панораме «Оборона Севастополя» и на выставках Сапун-горы.

Это город-порт, вся его жизнь связана с Черным морем. Заповедник «Херсонес Таврический» познакомит гостей города с историей Севастополя средневековых и античных времен. Уникальным памятником религии и истории является пещерный монастырь Инкерманский.

Уютный крымский курорт Евпатория обладает богатой историей, насчитывающий 2,5 тыс. лет. В честь этой памятной даты в центре города возведена Мемориальная стена, описывающая основные вехи его истории. Прикоснуться к древней истории можно в музеях на местах археологических раскопок греко-скифских городищ «Кара-Тобе» и «Чайка».

Симферополь – второй по величине город Крыма. В его окрестностях расположены Мраморная пещера и водопад Су-Учхан. Древняя история города нашла отражение в дошедших до наших дней памятниках археологии и архитектуры, таких как «Неаполь Скифский» или мечеть Кебир-Джами. Узнать больше об истории и особенностях региона можно в Центральном музее Тавриды.

История Феодосии началась много веков назад. Одним из самых интересных памятников старины является Генуэзская крепость Кафа. Несколько уцелевших башен, построенных в XIV веке, расположены в разных частях города. Со времен средневековья в городе сохранилось много религиозных построек. Много мест в Феодосии связано с именем художника-мариниста Ивана Айвазовского. В местной картинной галерее хранится большая коллекция полотен художника.

Керчь – удивительный город, который также сохранил множество памятников истории. Особенно интересны руины античных поселений, курганы и склепы древних правителей. В хорошем состоянии сохранились средневековые крепости Керченская и Еникале. В Керчи находится самая старая церковь страны – Храм Святого Иоанна Предтечи (757 г.).

Одним из новейших сооружений является Крымский мост – самый длинный транспортный переход (19 км) из когда-либо возведенных в России, состоящий из двух параллельных мостов: двухпутного железнодорожного и четырехполосного автомобильного. Мост через Керченский пролив соединил полуостров Крым с материковой частью страны.

Весной 2023 г. планируется запуск туристического поезда «Гастротур Юг» из Москвы в Тамань.

НАУМОВА Д.В.

НОВОСТИ

КАНАДА

■ Компания TransPod представила первое в мире транспортное средство для сверхскоростных перевозок со скоростью более 1000 км/ч – FluxJet.

Инновация радикально повысит доступность отдаленных городов и сократит время в пути для пассажиров, уменьшит углеродный след и будет способствовать значительному экономическому росту региона.

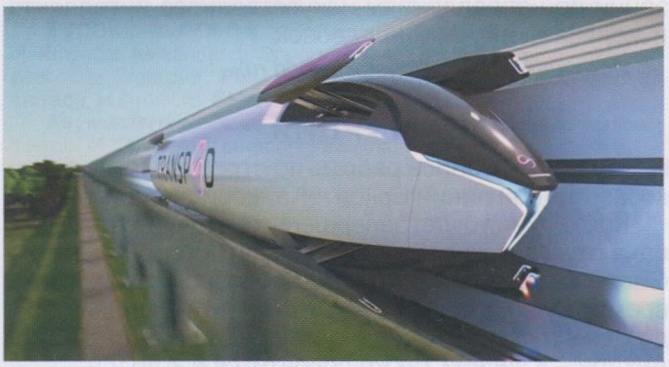
FluxJet представляет собой полностью электрическое транспортное средство, фактически являющееся гибридом между самолетом и поездом. При этом оно быстрее реактивного самолета и в три раза быстрее высокоскоростного поезда.

При движении разработка использует магнитный подвес оригинальной конструкции на всех этапах движения капсулы в трубе с разреженным воздухом. Это позволяет добиться большей устойчивости капсулы при движении с высокой скоростью по сравнению с воздушной подушкой, предусмотренной в Hyperloop.

Для тяги капсулы используется линейный двигатель с активной системой управления в реальном времени, которая получает в том числе данные от датчиков, сканирующих пространство перед капсулой. Для уменьшения аэродинамического сопротивления предусмотрен отвод воздуха при движении капсулы через специальные воздуховоды, проходящие по всей ее длине.

Длина капсулы составит 25 м, диаметр – 3,25 м. Капсула сможет перевозить до 54 пассажиров, в ней предусмотрено место для двух инвалидных колясок и четырех стоек для багажа. В грузовом варианте FluxJet способна транспортировать 10 т грузов. Предполагается, что капсулы будут следовать с интервалом до 2 мин.

На презентации в Торонто уменьшенная копия FluxJet показала свои летные возможности. Весящая почти тонну капсула продемонстрировала процедуру подъема, движения и посадки.



FluxJet будет эксплуатироваться исключительно на линии TransPod Line – сетевой системе со станциями в ключевых точках и крупных городах. Линия соединит города Калгари и Эдмонтон в канадской провинции Альберта. Начались предварительные работы по строительству, включая оценку воздействия на окружающую среду. Когда TransPod Line будет введена в эксплуатацию, поездка по этому транспортному коридору обойдется пассажирам примерно на 44 % дешевле, чем билет на самолет, а выбросы углекислого газа сократятся на 636 тыс. тонн в год.

Источник: www.interfax.ru

ГЕРМАНИЯ

■ Транспортная компания Дрездена Dresdner Verkehrsbetriebe (DVB) опробовала технологию окраски рельсов в белый цвет, чтобы снизить их температуру в жаркую погоду. В двух районах города на участках длиной несколько сотен метров на шейку и подошву рельсов нанесли белую краску, не содержащую растворителей, чтобы проверить, насколько это позволит уменьшить нагрев рельсов при интенсивном солнечном излучении в летние месяцы.

Повышение температуры рельсов может привести к их деформации и выбросам пути прежде всего на участках, изолированных от автодорожной инфраструктуры.

Расходы по проекту составили 500 евро. В течение лета были проведены несколько замеров температуры рельсов с покраской и без нее. Согласно предварительным результатам испытаний, отражающая способность белого лакокрасочного покрытия позволяет снизить температуру рельсов на 7–8 °С, однако это покрытие требует регулярного обновления.

DVB рассматривают эту технологию как один из способов обеспечить устойчивую работу железных дорог в условиях глобального потепления, вследствие которого летние температуры в Германии существенно выросли. Ее главным преимуществом являются сравнительно невысокие затраты при значительной экономии на ремонте пути.

Источник: www.zdmira.com

■ Германский центр авиации и космонавтики (DLR) провел исследование, как акция на покупку месячного абонемента за девять евро на железных дорогах Германии повлияла на мобильность пассажиров.

Месячные проездные билеты за девять евро были введены при поддержке правительства Германии и позволяли без ограничений пользоваться местным и региональным общественным транспортом, включая автобусы, трамваи и железные дороги, но не действовали в поездах дальнего следования. В большинстве случаев билеты использовали для поездок на небольшие расстояния до 50 км. Акция действовала в течение трех летних месяцев.

В опросе приняли участие около 2,5 тыс. человек. Он показал, что акционный абонемент привлек большое число пользователей общественного транспорта и снизил резкий спад пассажиров на транспорте в летние месяцы. Около 30 % опрошенных воспользовались акционным билетом.

В целом акция была позитивно воспринята населением. Она получила высокий уровень одобрения у 70 % респондентов, причем более 60 % посчитали, что такие билеты являются хорошим поводом не пользоваться личным автомобилем. Тем не менее, лишь 39 % опрошенных выразили готовность чаще пользоваться общественным транспортом, а чет-

верть опрошенных вообще не готовы переходить на него.

Билеты за девять евро прежде всего покупали молодые люди, которые и так чаще других слоев населения пользуются общественным транспортом для поездок к местам работы или учебы.

С началом пандемии коронавируса характер мобильности населения существенно изменился: люди стали отдавать предпочтение личным автомобилям. Акция с билетами за девять евро изменила эту тенденцию на противоположную. Пассажиры начали возвращаться на общественный транспорт.

Стоит отметить, что DB оказались недостаточно готовы к летнему наплыву пассажиров. Поезда часто были переполнены и следовали с опозданиями. Тем не менее, некоторые партии и общественные организации требуют от правительства страны продлить акцию с дешевыми билетами на общественный транспорт.

Источник: www.dlr.de

■ На участке городской железной дороги Гамбурга S-Bahn протяженностью 23 км с развернутой сетью 5G началась коммерческая эксплуатация парка из четырех трехвагонных электропоездов в режиме GoA2 с автоматическим трогании с места, разгоном, торможением и остановкой. При этом машинист присутствует в кабине.



Этот проект под названием «Sensors4Rail» реализуется с июля 2018 г. в рамках программы цифровизации железных дорог Digitale Schiene Deutschland (DSD). В течение нескольких лет коммерческой эксплуатации предполагается проверить эффективность работы установленных на электропоездах систем технического зрения в разных сценариях эксплуатации, а также накопить данные с датчиков для дальнейшего обучения нейронных сетей.

Sensors4Rail реализуется совместно с проектом по интеграции автоматизированных поездов в график движения вместе с неавтоматизированным подвижным составом. Это позволит создать универсальное решение для внедрения автоматизированной техники без необходимости серьезной модернизации инфраструктуры.

Специально для проекта компания Siemens Mobility модернизировала четыре трехвагонных поезда Bombardier класса 474, выпущенных в 1999 г., оснастив их 4 радарами, 4 камерами (три в видимом диапазоне спектра и одна в среднем инфракрасном диапазоне) и 6 лидарами. Промежуточный вагон был оборудован системой управления движением ETCS уровня 2 поверх системы автоведения ATO. ETCS позволяет регулировать интервалы движения поездов и контролирует их скорость, в свою очередь ATO управляет тяговой и тормозной системой поезда. Новая технология позволит сократить интервалы движения, оптимизировать время посадки и высадки пассажиров, тем самым увеличив пропускную способность линии на 30 %.

Для сети S-Bahn Гамбурга сейчас законтрактованы 64 поезда класса 490 от Alstom, которые также будут оснащены ETCS поверх ATO. Новый парк планируется ввести в эксплуатацию в 2025 г.

Источник: www.rollingstockworld.ru

■ Компания Siemens в консорциуме из 17 организаций планирует создать систему стандартов для испытаний и применения искусственного интеллекта в региональных поездах.

Проект получил название safe.trAIn и запланирован к реализации до конца 2024 г. В нем также участвуют 16 партнеров машиностроителя, в том числе Немецкий институт стандартизации DIN и Ассоциация производителей электротехники, электроники и IT-решений VDE.

Актуальность проекта Siemens объясняется задачей сокращения интервалов движения поездов на существующей инфраструктуре, что таким образом привлечет дополнительный пассажиропоток с других видов транспорта и обеспечит выполнение государственных задач по снижению выбросов углекислого газа. Компания отмечает, что такой подход может быть альтернативой проектам строительства новых путей, для реализации которых требуются 20–30 лет и значительные капитальные затраты.

Результатом работы должно стать обеспечение вывода решений участников проекта в части автоматизации на рынок железнодорожного подвижного состава (участвуют такие IT-компании как BIT Technology Solutions, Bridgefield, Edge Case Research, ITQ, Merantix Labs и SETLabs). Дополнительно проведенная работа ляжет в основу процессов стандартизации по направлениям искусственного интеллекта и железнодорожных перевозок.

Источник: www.rollingstockworld.ru

ТУРЦИЯ

■ В Турции начались работы по строительству высокоскоростной линии Еркёй – Кайсери длиной 142 км.

Когда линия будет завершена, она будет интегрирована с высокоскоростной железной дорогой Анкара – Сивас. Ее ввод в эксплуатацию позволит сократить время в пути между Еркёем и Кайсери с нынешних 3,5 ч до одного часа. Длительность поездки по маршруту Анкара – Кайсери также сократится с 7 до 2 ч.

На линии планируется построить 15 железнодорожных тоннелей общей протяженностью 16 км, а также 136 переездов.

Согласно прогнозу министерства транспорта и инфраструктуры страны, запуск новой линии позволит ежегодно перевозить между Анкарой, Еркёем и Кайсери 11 млн пассажиров и 650 тыс. т грузов.

Источник: ru.rayhaber.com

ЕВРОПА

■ Сообщество европейских железнодорожных и инфраструктурных компаний (CER) направили открытое письмо в Европейскую комиссию, в котором призвали к дальнейшим мерам по защите железных дорог, как основы устойчивой мобильности и транспорта в ЕС, от воздействия продолжающегося повышения цен на энергоносители.

К концу года средняя цена за электроэнергию для железнодорожных операторов составит около 420 евро за МВт·ч, что как минимум втрое выше чем в 2021 г., при этом в некоторых странах наблюдается десятикратный рост. Цены 2023 г. могут превысить 500 евро за МВт·ч. В результате расходы на железнодорожные перевозки продолжают значительно расти.

Очевидно, что в текущей ситуации виды транспорта, зависящие от ископаемого топлива, получают конкурентное преимущество по сравнению с экологичным, но более затратным, железнодорожным транспортом. Это затрудняет переход ЕС к «зеленому» образу жизни.

Среди предложений железнодорожников: поддержка за счет средств, полученных от налогообложения сверхприбыли энергетиков, а также исключение железнодорожной отрасли из планов по сокращению потребления электроэнергии в часы пик.

Источник: www.globalrailwayreview.com

ABSTRACTS

Radio communication on low-intensity railway sections

LAPUNOV SERGEY, Central Communications Station – branch of JSC Russian Railways, head of the technical policy sector, Moscow, Russia, lapunovsi@css.rzd.ru

ROENKOV DMITRY, candidate of engineering science, associate professor; Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University, assistant professor of the department «Telecommunications», Saint-Petersburg, Russia, roenkov_dmitry@mail.ru, SPIN-code 7312-5208

PLEKHANOV PAVEL, candidate of engineering science, associate professor, Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University, assistant professor of the department «Telecommunications», Saint-Petersburg, Russia, pavelplekhanov@gmail.com, SPIN-code 1532-9427

GLUHOV IVAN, Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University, graduate student of the department «Telecommunications», Saint-Petersburg, Russia, ivan.gluhov.960709@gmail.com

Keywords: low-intensity railway sections, radio communication on low-intensity railway sections, short-wave ionospheric radio communication, satellite communication

Abstract. The article considers the main characteristics of low-intensity railway sections (LRS) that affect the choice of the option for building technological radio communications, gives a classification of the LRS of JSC «Russian Railways», describes possible ways of organizing traffic on the LRS, as well as control systems and ensuring the safety of trains on the LRS. A unified scheme for building a radio communication system on the LRS is presented, an algorithm for choosing the optimal option for organizing radio communications in relation to each specific low-intensity site is given.

Application of IoT technologies on the way to digitalization of the railway complex

KUTSENKO SERGEY, St. Petersburg State University of Railways of Emperor Alexander I, Faculty of «Continuous forms of Education», Dean, Ph.D (Tech), kutsenko@pgups.ru, SPIN-code 6942-9620

EVDOKIMOVA OLGA, St. Petersburg State University of Railways of Emperor Alexander I, Department of Electrical Communication, Associate Professor, Ph.D (Tech), St. Petersburg, Russia, evdokimovaog_kf@mail.ru, SPIN-code 3700-3098

Keywords: digitalization; digital technologies; telecommunications; Internet of things, IoT; personnel training

Abstract. The main trends of digitalization of the infrastructure of the domestic railway complex are formulated in the article, examples of implemented projects are given. Of the technologies specified in the article, the introduction of which is supposed to be carried out on the way to digitalization, the basic advantage of the Internet of Things technology is formulated, some realized options for using IoT technical solution are considered and new ones are proposed. The issues of standardization and security of data transmission are noted. Special attention in the article is paid to the problem of personnel potential. The new directions of training specialists at the St. Petersburg State University of Railways of Emperor Alexander I (PGUPS) oriented at the formation of students' digital competencies on the basis of the laboratory "Internet of Things" are underlined.

High-precision digital maps and positioning systems

MYLNIKOV PAVEL, JSC «Research and Design Institute of Informatization, Automation and Communication in Railway Transport», Branch, First Deputy Director, St. Petersburg, Russia, p.mylnikov@vniias.ru

Keywords: high-definition electronic map, positioning system, geoinformation technology, automatic locomotive control system, autonomous railway transport systems

Abstract. The development of geoinformation technologies brings to a new level the operation of rolling stock on-board systems due to the complex processing of information from navigation sensors and the use of a high-definition electronic map. The article presents solutions that are successfully used for high-precision operation in the automatic train operation system at passenger traffic and for automatic movement of rolling stock without the participation of the driver.

Conducting a laboratory experiment of the icing sensor

BUBNOV VLADIMIR, Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University, Full Professor, Doctor of Engineering Sciences, Saint Petersburg, Russia, bubnov1950@yandex.ru; SPIN-code: 3114-6579, ORCID: 0000-0002-6742-3011

BARAUSOV VIKTOR, LLC «KTN», general director, Saint Petersburg, Russia, barausovv@gmail.com, SPIN-code: 3742-3909

ZABUZOV VYACHESLAV, A.F. Mozhaysky Military-Space Academy, Department of Information and Computing Systems and Networks, docent, Ph.D (Tech.), Saint Petersburg, Russia, zzvvss80@mail.ru

SULTONOV SHOKHRUKH, Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University, postgraduate, Saint Petersburg, Russia, sultonovsh@yandex, SPIN-code: 7241-7158, ORCID: 0000-0002-0462-8677

Keywords: icing sensor, innovative sensor, automatic system, heating, electric heating, turnout, test bench, climate chamber, heater, ARDUINO, controller, temperature sensor

Abstract. The article presents the results of a laboratory experiment with an icing sensor using an experimental stand. The block diagram and the relationship between the equipment of the stand are given, the sensor tests are described in detail. The sequence of testing is presented. Based on the test results, the dependences of the temperature of the working surface of the plate on the time from the moment the heater was turned on were plotted. To evaluate the functioning of the icing sensor in real weather conditions and the method for detecting icing on the working surface, a computer simulation model was developed and studied in the Matlab environment.

Development of technical facilities for reduction of industrial injuries

ANTONOV ANTON, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Automation, Telemechanics and Communications in Railway Transport, Russian University of Transport, Moscow, Russia, ant-a-antonov@yandex.ru, SPIN-code 2148-7260.

KUZ'MIN VLADISLAV, Assistant, Department of Automation, Telemechanics and Communications in Railway Transport, Russian University of Transport, Moscow, Russia, vs.kuzmin@bk.ru, SPIN-code 6104-1809

TSYBANOV ILYA, graduate student, Department of Automation, Telemechanics and Communications in Railway Transport, Russian University of Transport, Moscow, Russia, cybanov.2012@mail.ru, SPIN-code 2252-5113

Keywords: labor protection, injuries, tunnel, track works, maintenance, repair

Abstract. The article presents the results of a qualitative analysis and systematization of technical solutions aimed at reducing the number of industrial injuries in the course of work related to getting on the track. The main trends in the development of systems and devices aimed at ensuring safe working conditions in the maintenance and repair of track facilities of the railway transport infrastructure are formulated. A conceptual design of promising technical solutions is proposed.

ПАМЯТИ Н.Н. БАЛУЕВА



19 октября 2022 г. после непродолжительной болезни скончался бывший начальник Департамента автоматики и телемеханики ОАО «РЖД», главный эксперт Центра технологической экспертизы АО «НИИАС» Николай Николаевич Балуев.

Ушел из жизни уважаемый всеми человек, уникальный СЦБист, почти 40 лет отдавший железнодорожному транспорту. Любящий муж и отец.

Николай Николаевич родился 13 ноября 1961 г. в Горьковской (сейчас – Нижегородской) области. Инженерный талант и тяга к железной дороге начали проявляться в нем со школьных лет. Будучи старшеклассником, он принимал активное участие в пусконаладочных работах вместе с электромеханиками дистанции сигнализации и связи, вникал во все тонкости работы, демонстрировал ответственный и серьезный подход к делу.

После окончания ЛИИЖТа в 1984 г. Н.Н. Балуева распределили в Арзамасскую дистанцию сигнализации и связи на должность электромеханика СЦБ. Здесь он «дорос» до руководителя службы автоматики и телемеханики Горьковской дороги. В 2001 г. Николаю Николаевичу предложили работу начальника отдела в Департаменте автоматики и телемеханики ОАО «РЖД», который он возглавил спустя 10 лет. В 2012–2015 гг. в должности заместителя начальника Центральной дирекции инфраструктуры по технической политике и развитию Н.Н. Балуев руководил инженерным блоком филиала ОАО «РЖД». Он внес большой вклад в разработку перспективных проектов скоростного и высокоскоростного сообщения.

В дальнейшем, работая на различных должностях Центра организации скоростного и высокоскоростного сообщения, ПКБ И, АО «НИИАС», Н.Н. Балуев не переставал выполнять функции эксперта в области инновационных решений по железнодорожной автоматике и телемеханике.

Способность Николая Николаевича помнить наизусть все схемы устройств СЦБ вызывала у его коллег глубокое уважение. Во всех, даже самых сложных, ситуациях он старался «дойти до истины», отыскать нужные аргументы. При этом всегда сохранял спокойствие и рассудительность.

Его уважали за уникальную интуицию, колоссальное трудолюбие, любили за открытость, жизнерадостность и стремление оказать помощь тому, кто в ней нуждается. Он жил с СЦБистами одной жизнью и беззаветно служил интересам железнодорожной отрасли, был предан выбранной профессии, щедро делился знаниями и идеями с коллегами, был чутким и отзывчивым товарищем.

Н.Н. Балуев обладал обширным кругом увлечений и умений. Близкие и друзья никогда не забудут, насколько вкусными были его домашние заготовки, сыры и наливки, которые могли бы дать фору лучшим промышленным образцам аналогичной продукции. Его инженерный талант проявился и при разработке проекта загородного дома, и при наполнении его современными элементами «умного» дома. Он искренне увлекался всяким делом, которым занимался, а от этого был безгранично работоспособным.

Железнодорожная отрасль понесла невосполнимую утрату, но светлая память о Николае Николаевиче навсегда сохранится в наших сердцах.

АВТОМАТИКА СВЯЗЬ ИНФОРМАТИКА
АСИ

Главный редактор:
Т.А. Филюшкина

Редакционная коллегия:
Аношкин В.В., Балуев Н.Н., 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., Слюняев А.Н., Трясов М.С., 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, Кнышев И.П., д-р техн. наук, Лисин С.Ю., Петренко Ф.В., Петров А.И., Поменков Д.М., канд. техн. наук, Солдатенков Е.Г., Сансызбаев М.А., Сиделев П.С., Талалаев В.И., канд. техн. наук, Ушакова А.С., Черномазов А.В., Шабельников А.Н., д-р техн. наук, Шаманов В.И., д-р техн. наук, Шубинский И.Б., д-р техн. наук

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

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

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

Компьютерная верстка Е.И. Блиндер

Подписано в печать 31.10.2022
Формат 60x88 1/8.
Усл. печ. л. 6,84. Усл. кр.-отт. 8,00
Уч.-изд. л. 10,1

Зак. 22102
Тираж 760 экз.

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

ДОСТИЖЕНИЯ РОССИЙСКОГО ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА



В рамках Российской недели общественного транспорта в Москве состоялась 11-я международная выставка «ЭлектроТранс»: электрическая мобильность, продукция и технологии для электрического транспорта и метрополитенов. Она объединила на одной площадке крупнейшие российские и зарубежные компании в сфере общественного транспорта.

За годы проведения выставка стала традиционным местом встречи специалистов отрасли с поставщиками подвижного состава и комплектующих, проектными организациями, всеми, кто задействован в перевозке пассажиров городским общественным транспортом и планировании транспортной сети.

Текущая обстановка не могла не оказать влияние на состав экспонентов. В выставке приняли участие преимущественно российские компании с оборудованием и техникой отечественного производства, имеющими высокую степень локализации. На экспозиции были представлены беспилотные такси, модернизированные электробусы, экологичные трамваи и другой инновационный общественный транспорт. Так, производители из Тулы продемонстрировали «Муравьев» – гольфкары на электрической тяге, которые уже нашли применение в российских регионах. Например, в Москве именно «Муравьи» перевозят гостей Речного вокзала и других парков. Прогулочный электрокар способен вместить до десяти пассажиров. Электрокар с грузовой платформой может перевезти до 2 т грузов.

На выставке можно было увидеть юбилейный пятитысячный троллейбус «Olgerd» белорусского производителя. Он обладает увеличенным автономным ходом и оборудован специальной системой для незрячих пассажиров. Для их удобства разработано приложение, с помощью которого они могут получить всю необходимую информацию о маршруте, передать водителю сигнал о посадке и активировать сигнал на двери, чтобы найти ее и самостоятельно сесть.

Еще одной премьерой стал троллейбус «Адмирал» новой модификации. Благодаря системе автономного хода он способен преодолевать до 20 км по улицам, не имеющим контактной сети.

Посетители могли ознакомиться с работой системы учета пассажиропотока «Автокондуктор», позволяющей отследить количество входящих и выходящих пассажиров, рассчитать число проданных билетов и, таким образом, контролировать ситуацию по оплате проезда в каждой транспортной единице.





Была представлена электрическая маневровая тяговая машина с бимодальным ходом «Антей А1» для работы на предприятиях железнодорожного транспорта. Она способна буксировать по рельсовым путям составы прицепной массой до 250 тонн. Управление осуществляется с помощью переносного пульта, транспортное средство может быть оснащено различными типами аккумуляторов и сцепных приборов.

Производители индивидуального электротранспорта презентовали новые модели велосипедов с электромоторами, электросамокаты с системой интеллектуального отслеживания маршрута движения и повышенной проходимости для экстремальных путешествий на природе.

Особый интерес посетителей вызвали различные зарядные станции для коммерческого и частного электротранспорта. Разработчики представили как стационарные, так и компактные (подвесные) модули для быстрой и медленной зарядки с различным набором функций (включая интерактивные табло и терминалы для бесконтактной оплаты) и разъемами разных типов. Вместе с «железом» также поставляется программное обеспечение: IT-платформы для владельцев ЭЗС и мобильные приложения для водителей.

Музей транспорта Москвы привлек внимание участников выставки стендом с электрическим пикапом Москвич-2335Е1 – отечественным электромобилем, выпущенным в 1997 г. в количестве 15 экземпляров.

Вопросы, связанные с разработкой современных транспортных средств и комплектующих на собственных мощностях, стали одной из основных тем деловой программы мероприятия.

Состоялось множество круглых столов, конференций и дискуссий, на которых участники обсудили интеграцию железнодорожного и городского общественного транспорта; адаптацию к новым реалиям в бесконтактной оплате проезда; перспективы развития общественного транспорта в регионах; инновационные технические решения в области управления трамвайными стрелочными переводами; создание «арктических автобусов» для всесезонных перевозок в труднодоступные малонаселенные села Севера и Арктики и многое другое.

Спикеры дискуссионного клуба «Приоритетные направления развития мобильности населения и повышения качества услуг: мультимодальность, экология, цифровизация» рассмотрели готовность россиян к сокращению использования личного транспорта в пользу общественного, повышение эффективности общественного транспорта за счет применения импортозамещающих технологий, а также возможности предиктивной аналитики в облаке в транспортной отрасли.

Кроме того, для специалистов были организованы технические визиты в Краснопресненское трамвайное депо, электродепо «Сокол» и «Митино» и в электробусный парк «Красная Пахра».

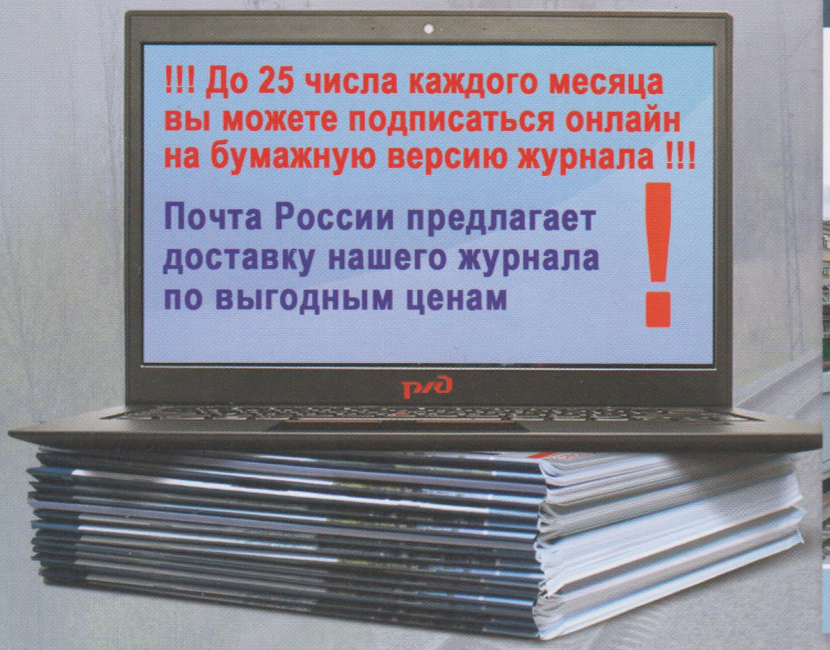
НАУМОВА Д.В.

Почта Росси
П5063
П5074

ЖУРНАЛ «АСИ»
приглашает к сотрудничеству!

УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

Журнал «Автоматика, связь, информатика» более 95 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:
129272, Москва,
Рижская пл., д. 3

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

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

Оформить онлайн-подписку также можно через наш сайт www.asi-journal-rzd.ru 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/

ISSN 0005-2329, Автоматика, связь, информатика, 2022, № 11, 1–48