

АВТОМАТИКА
СВЯЗЬ
ИНФОРМАТИКА

АСИ

ЖУРНАЛ ИЗДАЁТСЯ С 1923 ГОДА

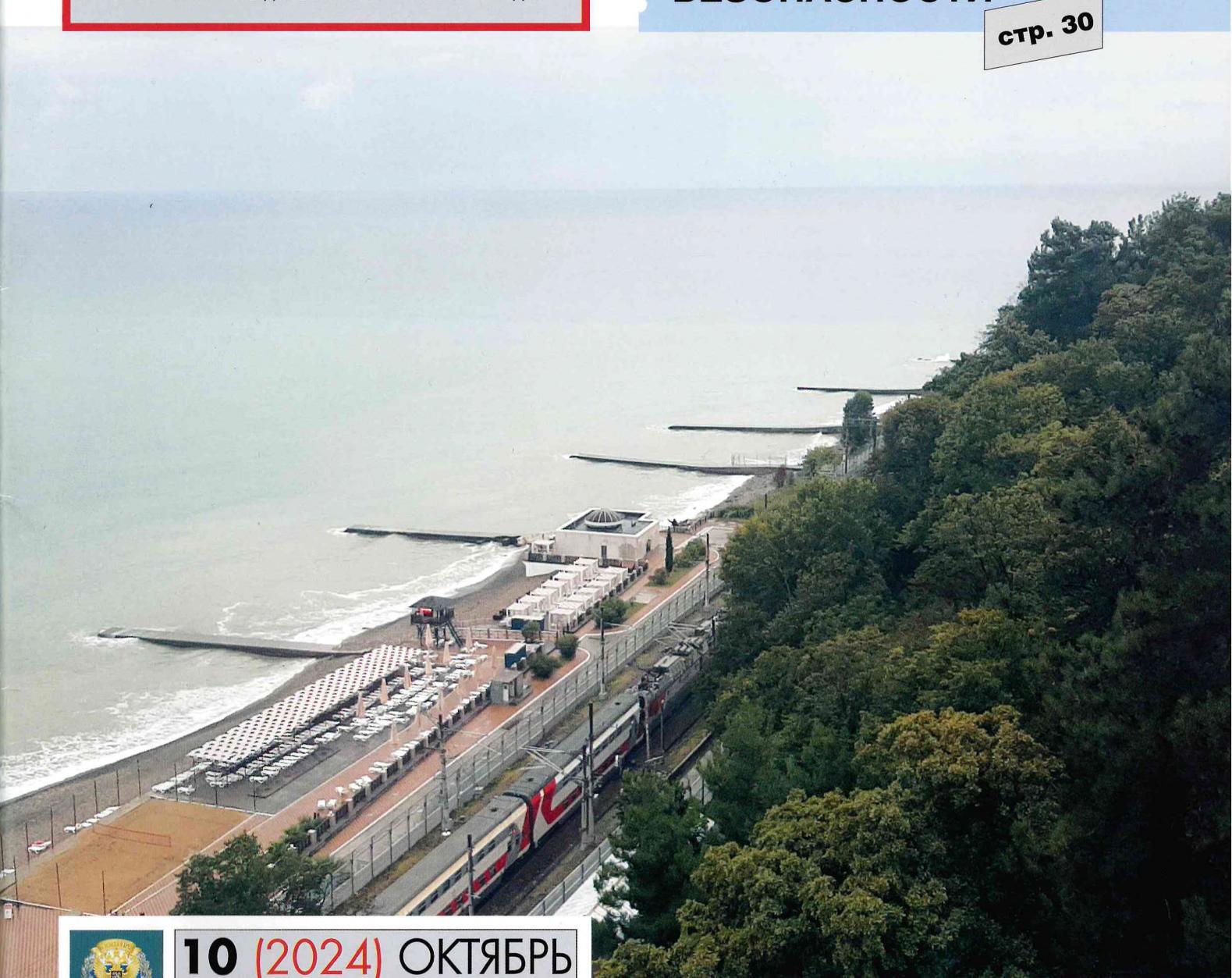
В НОМЕРЕ:

НОВЫЙ ЭТАП ВНЕДРЕНИЯ
ИННОВАЦИОННОГО
ВАГОННОГО ЗАМЕДЛИТЕЛЯ
Т-2020

стр. 8

30 ЛЕТ
НА ТРАЕКТОРИИ
БЕЗОПАСНОСТИ

стр. 30



РЖД

10 (2024) ОКТЯБРЬ

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



ОБЪЕДИНИМ УСИЛИЯ, СОЗДАВАЯ ВОЗМОЖНОСТИ

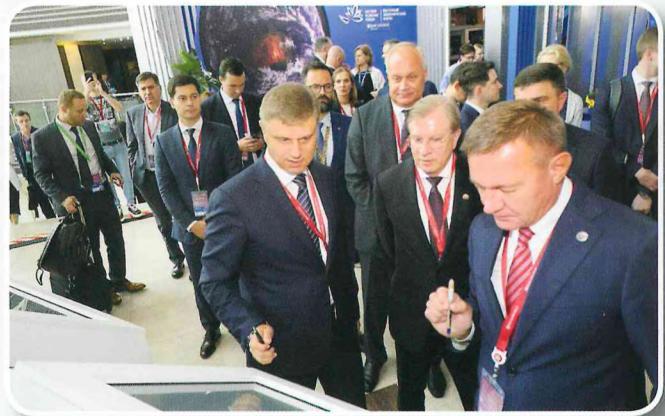
■ В сентябре Владивосток встречал участников IX Восточного экономического форума. Традиционно это мероприятие вносит значительный вклад в развитие конструктивных экономических связей России с другими государствами Азиатско-Тихоокеанского региона. Осуществляемое в его рамках прямое, неформальное общение между предпринимателями, представителями государственных ведомств и общественных структур позволяет обсуждать многие актуальные вопросы региональной повестки дня и разрабатывать полезные совместные проекты. Это направление нашло отражение и в девизе форума этого года: «Дальний Восток-2030. Объединим усилия, создавая возможности».

На пленарной сессии выступил Президент РФ В.В. Путин. В своей речи он заявил, что Байкало-Амурская магистраль должна стать не только полностью двухпутной, но и полностью электрифицированной. За последние десять лет на Транссибе и БАМе построено более 2 тыс. и модернизировано свыше 5 тыс. км пути. Возведено и реконструировано более 100 мостов и тоннелей, в том числе через реки Лену, Бурею, Селенгу. В этом году начат третий этап развития БАМа. В его рамках будут построены более 300 железнодорожных объектов, включая дублеры Северомурского, Кузнецковского, Кадарского тоннелей, а также мост через реку Амур. При этом очередной этап развития Восточного полигона превзойдет по масштабу Всесоюзнуюстройку.

Кроме того, глава страны поблагодарил железнодорожников и врачей за создание передвижного консультативно-диагностического поезда «Святой Пантелеймон». Подчеркнув необходимость обеспечения доступа жителей труднодоступных районов к современному медицинскому обслуживанию, он отметил, что к ряду дальневосточных населенных пунктов возможно доехать исключительно по железной дороге. Одновременно населению не хватает врачей и медучреждений с современным оборудованием.

Генеральный директор – председатель правления ОАО «РЖД» О.В. Белозёров принял участие в сессии «На Восток! Маршруты нового времени». Он подчеркнул, что разворот грузопотока с запада на восток состоялся. При этом увеличились не только экспортные потоки, но и перевозка грузов для дальневосточных потребителей.

В некоторых случаях потребности в перевозке грузов на восток превышают возможности ОАО «РЖД». Поэтому компания стремится увеличивать объемы, в том числе нетривиальными способами. В качестве примера О.В. Белозёров привел погрузку контейнеров в полувагоны, позволившую оперативно вывезти контейнерные грузы с Дальнего Востока вглубь страны.



На сессии «Контейнерная логистика Восточного полигона: вызовы и новые возможности» заместитель генерального директора ОАО «РЖД» – начальник Центра фирменного транспортного обслуживания Д.И. Мурев рассказал о разработке компанией технологических решений для увеличения объемов перевозок контейнеров. Одним из решений является увеличение длины поезда (до 120–140 вагонов). По его словам, в графике движения поездов на этот год уже предусмотрены подобные решения, на следующий год планируется продолжать эту практику. В то же время компания работает над увеличением длины состава до 142 вагонов. Однако терминалы отправки и прибытия должны быть готовы к обработке такого количества контейнеров.

В ходе сессии «Устойчивое партнерство. Что бизнес и НКО могут сделать сегодня для лучшего завтра?» начальник Департамента корпоративных коммуникаций ОАО «РЖД» Максим Лунев озвучил мнение, что поезд может стать инструментом для решения социальных вопросов. За последние годы холдинг сильно изменил подход к работе с внешней средой. Так, поезд может стать живым инструментом привлечения внимания к решению важной проблемы. Например, поезд «Амурский тигр» привлекает внимание общественности к проблемам охраны окружающей среды и защите исчезающих видов животных, а медицинские поезда доставляют квалифицированную медицинскую помощь на отдаленные территории.

Выставочная экспозиция ОАО «РЖД» на ВЭФ-2024 была преимущественно посвящена развитию Восточного полигона. На цифровом стенде компания представила информацию об основных направлениях ее деятельности.

Также посетители могли совершить виртуальную экскурсию по поезду «Святой Пантелеймон».

На стенде Нацпроектстроя все желающие почувствовали себя строителями железных дорог, присоединившись к чемпионату по закручиванию гаек. Кроме того, холдинг представил крупнейшие железнодорожные и инфраструктурные проекты в России, Монголии, Узбекистане и Казахстане, а также презентовал документальный фильм о строительстве БАМа.

Компания «Трансмашхолдинг» (ТМХ) представила макет первого в отечественном транспортном машиностроении пассажирского поезда на водородных топливных элементах.

НАУМОВА Д.В.



СОДЕРЖАНИЕ

Новая техника и технология

- Исаичева А.Г., Башаркин М.В., Шашин Д.А.
Разработка устройства мониторинга тягового тока 2
Красильников В.С.
Особенности размещения устройств контроля схода
на дополнительных шпалах и закладных брусьях 5

Берсенев А.С.,
Панишев С.Е.,
Кормишин В.Н.

НОВЫЙ ЭТАП ВНЕДРЕНИЯ ИННОВАЦИОННОГО ВАГОННОГО ЗАМЕДЛИТЕЛЯ Т-2020

СТР. 8



- Ханычев А.А.
Повышение надежности горочных стрелочных
электроприводов 10

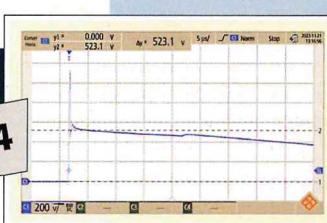
Обмен опытом

- Наумова Д.В.
Развитие сортировочного комплекса 12

Кузнецов М.Б.,
Павлов Е.В.,
Щербина Е.Г.

ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА УЗИП ДЛЯ ЗАЩИТЫ МИКРО- ПРОЦЕССОРНОЙ ТЕХНИКИ

СТР. 14



Телекоммуникации

- Роенков Д.Н., Богданов Д.Р.
Программно-определенное радио для мониторинга
состояния элементов инфраструктуры 18
Антонов А.А., Журавлев А.М., Алиев С.С., Нилов М.А.
Атмосферная оптическая связь. Области применения 23

Подготовка кадров

- Алецко С.Н., Давыдов А.И., Лукаш А.В.
Модель цифровых компетенций выпускников
технических специальностей 27

Юбилей

Головин В.И.,
Подкорытов С.А.,
Кондратьев А.Н.

30 ЛЕТ НА ТРАЕКТОРИИ БЕЗОПАСНОСТИ

СТР. 30



Предлагают изобретатели

- Свирский В.Ю.
Проекты новосибирских рационализаторов 35

За рубежом

- Новости 38

Наумова Д.В.
Объединим усилия, создавая возможности 2 стр. обл.

Наумова Д.В.
Энергия молодости 3 стр. обл.

На 1-й стр. обложки: перегон Сочи – Хоста Северо-Кавказской
дороги (фото Филиппиной Т.А.)

АВТОМАТИКА
СВЯЗЬ
ИНФОРМАТИКА

АСИ

10 (2024)
ОКТЯБРЬ

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



ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ
С 1923 ГОДА

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

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

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

Мнение редакции может
не совпадать с точкой
зрения авторов

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

Свидетельство о регистрации
ПИ № ФС77-21833
от 07.09.05

© Москва
«Автоматика, связь,
информатика»
2024

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА МОНИТОРИНГА ТЯГОВОГО ТОКА



ИСАЙЧЕВА
Алевтина Геннадьевна,
Приволжский государственный
университет путей сообщения,
кафедра «Автоматика, телемеха-
ника и связь на железнодорожном
транспорте», доцент, канд. техн.
наук, г. Самара, Россия



БАШАРКИН
Максим Викторович,
Приволжский государственный
университет путей сообщения,
кафедра «Автоматика, телемеха-
ника и связь на железнодорожном
транспорте», доцент, канд. техн.
наук, г. Самара, Россия



ШАШИН
Дмитрий Александрович,
ОАО «РЖД», Горьковская дирекция
инфраструктуры, Арзамасская дис-
танция сигнализации, централиза-
ции и блокировки, ведущий инженер
по эксплуатации технических
средств, г. Арзамас, Россия

Ключевые слова: автоматизация, технологический процесс, мониторинг, отказ, тяговый ток, рельсовые цепи, неравенство токов, асимметрия

Аннотация. Современные условия эксплуатации железнодорожного транспорта требуют внедрения автоматизированных технологических процессов (АТП). Сложность применения АТП заключается в удаленности обслуживаемых объектов, протяженности рельсовых линий (РЛ) и изменении климатических факторов их эксплуатации в широком диапазоне. Учитывая запрос службы автоматики и телемеханики Куйбышевской ДИ, для повышения информативности о состоянии РЛ и поддержки принятия решения об оперативности ее обслуживания разработано устройство мониторинга тягового тока УМ-ТТ.

■ Рельсовые линии являются составной частью рельсовых цепей, и, как правило, 30 % отказов приходятся на их конструктивные элементы, а именно: рельсовые нити, сборные токопроводящие рельсовые стыки (СТРС), рельсовые соединители, дроссельные перемычки [1]. Перечисленные элементы определяют направление комплексного подхода в разработке устройства контроля состояния РЛ.

Приоритетной задачей цифровой диагностики напольных устройств ЖАТ является увеличение спектра применения безлюдных технологий. Система технической диагностики и мониторинга устройств железнодорожной автоматики и телемеханики постоянно дополняется функциями, которые позволяют внедрить технологии автоматизированного контроля параметров устройств [2].

В СТДМ реализованы операции по измерению таких параметров, как уровень сигнала (измерение напряжения), сопротивление изоляции кабеля и др., которые ускоряют и (или) облегчают технологический процесс.

Оснащение современными измерительными

подсистемами, обеспечивающими возможность работы на предотказ, позволит изменить технологию обслуживания [3].

Авторами предлагается система контроля асимметрии тягового тока СКАТТ [4], которая состоит из контроллеров УМ-ТТ. Для станционных систем они располагаются в путевых ящиках, для перегонных – в релейном шкафу сигнальной установки РШ СУ или шкафу устройств защиты ШУЗН с возможностью интеграции с СТДМ (например, в АПК-ДК апробировано подключение разработанного устройства УМ-ТТ к контроллеру АДСУ-24/16).

Структурная схема подключения УМ-ТТ представлена на рис. 1, где показано, что устройство размещается в ШУЗН. Оно передает информацию в контроллер АДСУ-24/16 и далее по линии ДСН-ОДСН на автоматизированное рабочее место дежурного электромеханика АРМ-ШН поступает сигнал о величине асимметрии тягового тока. В зависимости от значения этого параметра у пользователя программы КЗ «Мониторинг» отображаются индикации «предотказ», «норма» или «отказ».

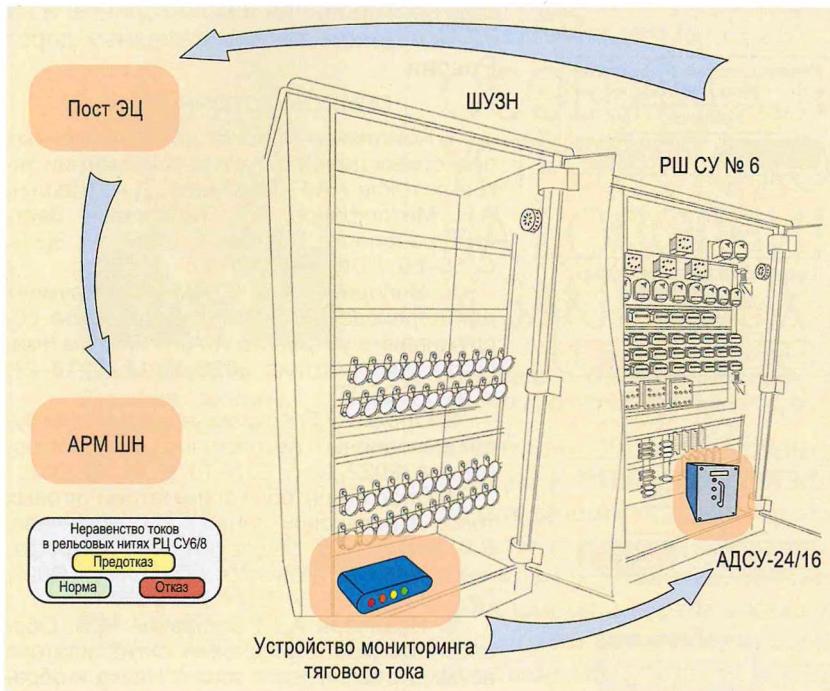


РИС. 1

Один из вариантов функциональной схемы устройства мониторинга тягового тока показан на рис. 2.

Датчики тока (D_1, D_2, D_3) подключаются к дроссельным перемычкам дроссель-трансформатора ДТ. С датчиков тока поступает сигнал на микроконтроллер. Информация о состоянии РЛ выводится на АРМ-ШН в виде показания коэффициента асимметрии тягового тока:

сигнал 12 В соответствует нормальному техническому состоянию РЛ – асимметрия тягового тока менее 4 %;

сигнал 6 В соответствует предотказному состоянию – асимметрия тягового тока от 4 до 6 %;

сигнал 0 В соответствует состоянию «отказ» – асимметрия тягового тока 6 % и более.

Для предиктивного анализа полученных данных о неравенстве токов в РН микроконтроллер программируется с учетом поставленной задачи пользователя.

Возможен вариант, когда результатом измерения являются только показания значения о превышении нормативного значения асимметрии 6 %. Тогда функции УМ-ТТ условно ограничиваются результатами «норма» или «отказ». Устройство в таком случае

работает в режиме сигнализатора, при этом прописывается алгоритм действий электромеханика на уровне выявления инцидента состояния РЛ. Однако реализация контроля состояния РЛ в понимании сигнализатора недостаточна для принятия решения при техническом обслуживании по состоянию [5], поскольку обслуживающему персоналу сложно будет сделать вывод о глобальности повреждений элементов, которые привели к превышению уровня напряжения на микроконтроллере.

Поэтому необходимо определить значение неравенства тяговых токов в РН как диагностического параметра контроля состояния РЛ и выявить область значений предотказного состояния (в пределах 4–6 % значения коэффициента асимметрии). Для определения области предиктива при принятии решения обслуживающим персоналом дистанции разработана имитационная модель расчета распределения тока в тяговой рельсовой сети методом наложения [6].

Неисправное состояние элемента РЛ определяет временной диапазон предотказного состояния. Изменение переходного сопротивления сборных токопроводящих рельсовых стыков от разбалтывания болтов исследовано в [7], мониторинг сопротивления СТРС – в [8], зависимость изменения напряжения на путевой обмотке реле при изломе рельса изложены в работах [9, 10].

Авторами предлагается провести исследования зависимости изменения неравенства тяговых токов от неисправного состояния конструктивных элементов РЛ. Для этого разработанное устройство УМ-ТТ необходимо апробировать на полигоне с дефектными рельсовыми нитями на бесстыковом пути, а также со СТРС и «рельсовыми рубками». По результатам исследования предлагается визуализировать состояние рельсовой линии с алгоритмом подсказки решения работникам дистанции СЦБ.

На рис. 3 показан один из вариантов диагностики РЛ по значению коэффициента асимметрии: когда после кратковременного предотказного состояния значение K_a не снижается до нормативного показателя, алгоритм поиска решения идентифицирует «излом рельса».

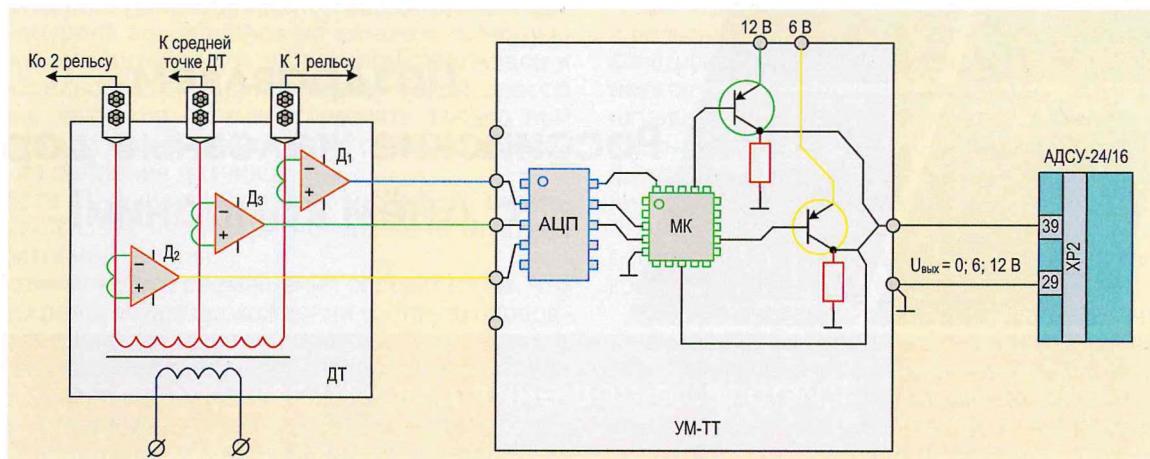


РИС. 2

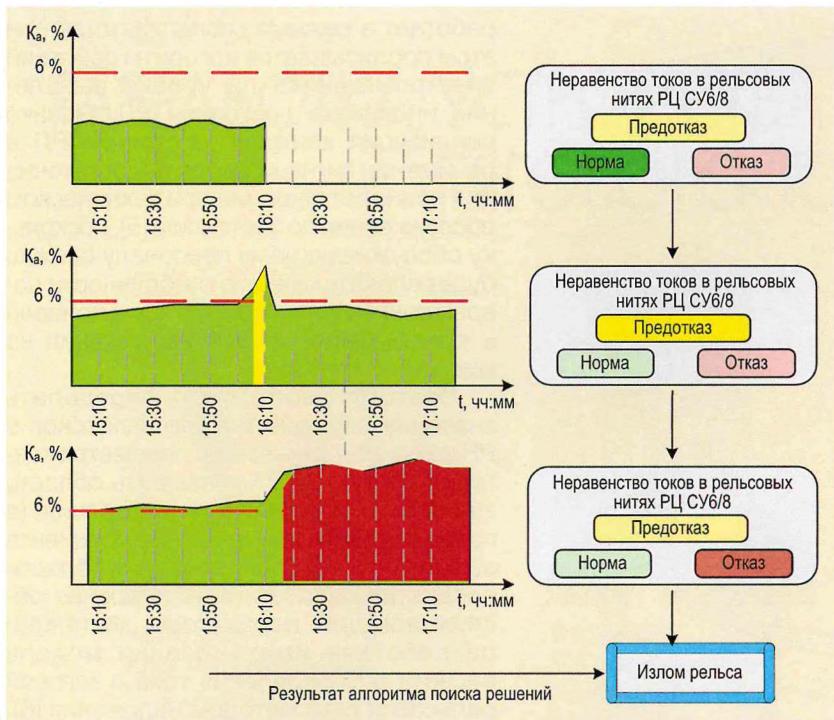


РИС. 3

В статье речь идет о применении УМ-ТТ для участков железных дорог с электротягой постоянного тока. Для участков с электротягой переменного тока в программу микроконтроллера необходимо внести изменения по пороговым значениям коэффициента асимметрии.

Предложенный технологический процесс направлен на комплексное наблюдение за износом элементов инфраструктуры, что позволяет перейти на обслуживание и содержание РЛ по фактическому состоянию.

Внедрение устройства мониторинга тягового тока с элементами предиктивной аналитики позволит снизить количество отказов в работе рельсовых цепей, вызываемых асимметрией тягового тока, на 95 % для участков, оборудованных системами технического

диагностирования и мониторинга, и на 75 % в целом по сети железных дорог России.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Комплексный мониторинг перегонных рельсовых цепей с учетом асимметрии тяговых токов / А.Г. Исаичева, Д.А. Шашин, А.Н. Митрофанов, А.Е. Тарасова // Вестник транспорта Поволжья. 2020. № 3(81). С. 55–60. EDN: TRBCOF.

2. Володина О.В. СТДМ – инструмент для перехода на автоматизированное обслуживание устройств ЖАТ // Автоматика, связь, информатика. 2022. № 11. С. 18–21. EDN: FPOOJZ.

3. Орехов Э.Г. Ключевые показатели будут выполнены // Автоматика, связь, информатика. 2022. № 5. С. 8–10. EDN: MEIBZL.

4. Способ контроля асимметрии тяговых токов в рельсовой линии / А.Г. Исаичева, В.Г. Волик, М.В. Башаркин, А.Н. Митрофанов // Вестник транспорта Поволжья. 2020. № 5 (83). С. 29–34. EDN: FLFYCW.

5. Исаичева А.Г., Башаркин М.В. Обоснование места установки сигнализатора асимметрии тягового тока // Наука и образование транспорту. 2022. № 1. С. 326–328. EDN: WJZQBD.

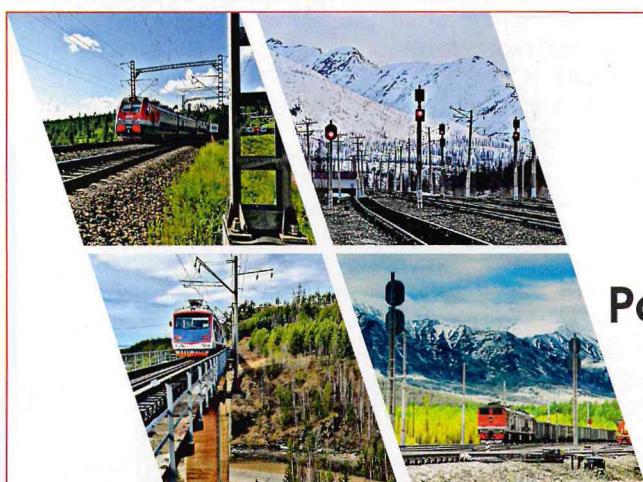
6. Исаичева А.Г., Солдатов А.А. Расчет распределения тока в тяговой рельсовой сети методом наложения // Наука и образование транспорту. 2023. № 1. С. 220–222. EDN: ZPVKIS.

7. Григорьев В.Л., Лабунский Л.С. Комплексное решение проблемы рельсового стыка электрифицированного транспорта. Самара: СамГАПС, 2005. 127 с.

8. Basharkin M.V., Isaicheva A.G. An algorithm for monitoring the transient resistance of a prefabricated conductive rail joint // Russian Electrical Engineering. 2023. Vol. 94, No. 10. P. 742–747. DOI: 10.3103/s1068371223100024. EDN: QGLOEK.

9. Солдатов А.А. Совершенствование алгоритма диагностики предотказного состояния рельсовых цепей // Автоматика, связь, информатика. 2022. № 9. С. 12–15. DOI: 10.34649/AT.2022.9.9.002.

10. Анализ динамических протоколов технического обслуживания рельсовых цепей / А.А. Солдатов, М.В. Башаркин, В.А. Фатеев, А.Г. Исаичева // Наука и образование транспорту. 2022. № 1. С. 352–354. EDN: NIJHNN.



21 ГОД
ОАО “РЖД”

Поздравляем
Российские железные дороги
с Днём компании!

ОГРН
+7 (495) 901-15-20
info@1520signal.ru
www.1520signal.ru

Цифровые решения для железных дорог

1520
СИГНАЛ

Реклама



КРАСИЛЬНИКОВ
Владимир Сергеевич,
Приволжский государствен-
ный университет путей
сообщения, Нижегородский
институт путей сообщения,
кафедра «Общеобразова-
тельные и профессиональные
дисциплины», доцент,
канд. физ.-мат. наук,
г. Нижний Новгород, Россия

УДК 621.396
DOI: 10.62994/AT.2024.10.10.002

ОСОБЕННОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ УСТРОЙСТВ КОНТРОЛЯ СХОДА НА ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ШПАЛАХ И ЗАКЛАДНЫХ БРУСЬЯХ

Ключевые слова: устройство контроля, подвижной состав, рельсошпальная решетка, шпалы, закладной брус

Аннотация. Устройства контроля схода подвижного состава имеют слабую защищенность от колебаний рельсошпальной решетки, возникающих при прохождении поезда, что снижает надежность работы устройств. Целью исследования является создание конструкции устройства, повышающей надежность его работы. Проанализированы различные устройства и способы их размещения в рельсовом пути. Исследованы технические решения с применением дополнительных шпал и закладных брусьев, определены их достоинства, ограничения и недостатки. Предложена конструкция нового устройства контроля схода подвижного состава, размещаемого в рельсовом пути без крепления к рельсошпальной решетке, благодаря чему размещение на нем устройство более надежно в работе.

■ Недостатком устройств контроля схода подвижного состава (УКСПС) является их вибрация при прохождении составов, приводящая к нарушению контрольной электрической цепи и, как следствие, к ложному срабатыванию устройства.

Данная статья является продолжением работ [1, 2], в которых рассматривались способы размещения УКСПС в рельсовом пути. В случае крепления опорной балки УКСПС к рельсам наблюдается повышенная вибрация устройства из-за колебаний рельсов. При креплении опорной балки к шпалам вибрация уменьшается из-за отсутствия непосредственного контакта балки с рельсами.

Цель работы – создание более надежной и устойчивой конструкции УКСПС, направленной на снижение влияния колебаний рельсошпальной решетки на элементы электрической цепи устройства.

УКСПС на шпалах рельсошпальной решетки. Более ранние УКСПС устанавливались на штатной деревянной шпале рельсошпальной решетки. Каждый датчик контроля закреплялся на шпале с помощью отдельных кронштейнов, а шпала прикреплялась к рельсам рельсовыми скреплениями. Такой способ крепления датчиков можно применять только при условии, что шпала имеет плоскую опорную поверхность для крепления датчиков.

В работе [3] была показана возможность размещения УКСПС на неплоской поверхности штатной железобетонной шпалы.

Недостаток такого размещения состоит в том, что колебания рельсов при прохождении составов передаются через шпалу на датчики контроля. Другим недостатком является необходимость проведения монтажа датчиков непосредственно на рельсовом пути.

В дальнейшем для установки УКСПС вместо штатных шпал использовались дополнительные деревян-

ные шпалы [4], закладные брусья [5–7] и специальные опорные балки из полимерных материалов [8].

УКСПС на дополнительной шпале, прикрепленной к рельсам. Применение дополнительной шпалы в межшпальном пространстве с креплением к рельсам для размещения УКСПС предпочтительнее, чем использование штатной шпалы, но только в случае ее замены при выходе из строя. В остальном этот способ крепления влечет те же самые неудобства, что и при использовании штатных шпал.

УКСПС на дополнительной шпале без крепления к рельсошпальной решетке. Одно из устройств контроля схода, УКСПС-ПМ, регламентированное для применения на сети железных дорог [4], представлено на рис. 1. Оно размещено на основании в виде дополнительной шпалы без крепления к рельсошпальной решетке.

Датчики контроля 1 устройства УКСПС-ПМ установлены на полимерной балке 2, прикрепленной к дополнительной деревянной шпале 3 без крепления последней к рельсам 4 или шпалам рельсошпальной решетки. В конструкции устройства, как и во всех УКСПС, применяются вспомогательные элементы – две укороченные шпалы 5 из дерева, уложенные в балластном слое вдоль пути рядом с основанием УКСПС и служащие для фиксации перемычек 6, соединяющих внешние датчики 1 с кабельными концевыми муфтами 7. Благодаря отсутствию крепления УКСПС-ПМ к рельсошпальной решетке датчики испытывают меньшее влияние от колебаний шпал при прохождении поездов.

Дополнительная стандартная деревянная шпала шириной 250 мм, уложенная в межшпальное пространство, оставляет слишком малый зазор с соседними шпалами (50 мм), что делает невозможным применение подбивочного инструмента для уплотнения балласта.

УКСПС на закладных брусьях. Для улучшения

условий для подбивки балласта применяют деревянные прямоугольные закладные брусья с меньшей шириной по сравнению с шириной шпалы. В качестве закладного бруса используется также и деревянная обрезная шпала, уложенная в межшпальное пространство с поворотом на 90° вокруг продольной оси. Это обеспечивает более глубокое залегание в балластном слое верхнего строения пути и допускает подбивку балласта.

Однако, УКСПС, размещенные в межшпальном пространстве на закладном брусе, прикрепленном к шпалам рельсошпальной решетки, имеют недостаток, состоящий в том, что колебания рельсов от проходящих поездов передаются от шпал через закладные брусья на датчики контроля.

Для решения проблемы передачи колебаний рельсов через закладные брусья на датчики контроля были разработаны варианты УКСПС, устанавливаемые на одном [5, 6] и двух [7] закладных брусьях без крепления к рельсошпальной решетке.

Устройство контроля УКСПС-ПМ-02, установленное на одном закладном брусе без его крепления к рельсошпальной решетке, показано на рис. 2. Опорной базой устройства (основанием) служил П-образный профиль из армированного стеклопластика. Электромеханические датчики устройства установлены на основании с помощью кронштейнов.

В [6] устройство контроля схода также было установлено на одном закладном брусе без крепления бруса к рельсошпальной решетке (рис. 3). Корпус 1 устройства с электромагнитными датчиками контроля выполнен из полипропилена и закреплен на поверхности деревянного закладного бруса 2 с помощью креплений 3. Закладной брус 2 прямоугольного сечения размещен между шпалами 4 рельсошпальной решетки, заглублен в балластном слое верхнего строения пути и не имеет крепления к шпалам или к рельсам.

Отсутствие крепления закладных брусьев к рельсошпальной решетке в устройствах [5, 6] уменьшает влияние колебаний от проходящих поездов на датчики контроля. Благодаря меньшей ширине бруса по сравнению со штатной деревянной шпалой в межшпальном пространстве остается больше места для применения подбивочного инструмента. Однако из-за малой опорной базы, равной площади нижней поверхности бруса, эти устройства не обладают достаточной устойчивостью.

Для повышения устойчивости было разработано УКСПС с размещением на двух закладных брусьях без крепления к рельсошпальной решетке [7]. Опорная балка УКСПС крепится к трем дополнительным горизонтальным балкам, которые опираются на два закладных бруса, расположенных в соседних шпальных ящиках. Опорная площадь данного устройства равна произведению длины закладного бруса на величину расстояния между соседними шпальными ящиками с добавлением ширины двух закладных брусьев. Эта площадь (3,8 м²) примерно в 5 раз больше опорной площади УКСПС на одном закладном брусе или на одной шпале, вследствие чего устройство [7] более устойчиво, чем устройства [4–6]. Однако использование не одного, а двух закладных брусьев и особенно трех дополнительных балок, делает конструкцию устройства [7] громоздкой из-за большого количества элементов и соединений между ними, что исключает также и возможность подбивки балласта.

Новое УКСПС с увеличенной опорной базой.
Для преодоления указанных недостатков известных

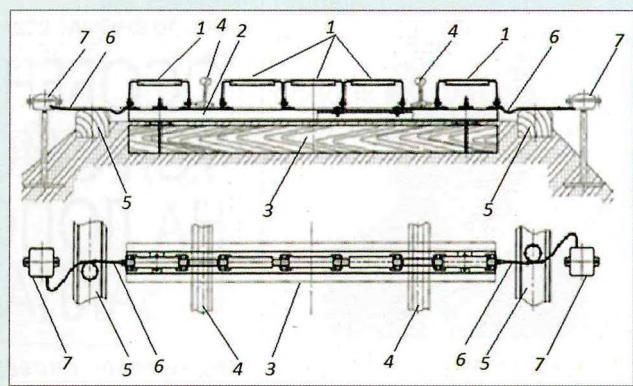


РИС. 1

устройства [1–8] предлагается конструкция нового УКСПС, представленного на рис. 4.

Устройство размещено на одном закладном деревянном брусе 1, на котором установлены датчики контроля 2, три из которых расположены внутри рельсовой колеи 3. Еще по одному датчику расположены с внешних сторон рельсовой колеи. Закладной брус 1 с помощью шурупов 4 прикреплен к двум укороченным шпалам 5. Датчики 2 установлены на закладном брусе 1 посредством кронштейнов 6. Элементы рельсовых соединений, рельсовые подкладки 7 и рельсовые скрепления 8, применяемые в рельсошпальной решетке, не используются для крепления закладного бруса 1 к рельсам. Внутренние датчики соединены перемычками 9 и 10 между собой, а внешние датчики соединены кабельными перемычками 11 с кабельными муфтами (не показаны). Перемычки 11 удерживаются на укороченных шпалах 5 фиксаторами 12. Закладной деревянный брус 1 изготавливается из переводного бруса (длина 3,0–6,5 м) для установки стрелочных переводов.

Укороченные шпалы 5 расположены в балластном слое верхнего строения пути под прямым углом к закладному брусу 1. В качестве укороченных шпал 5 применены полуспалы для подкрановых железнодорожных

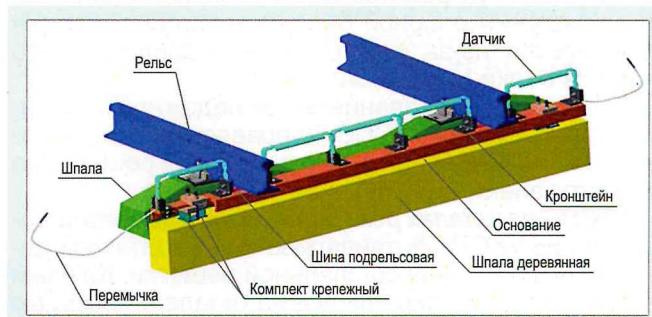


РИС. 2

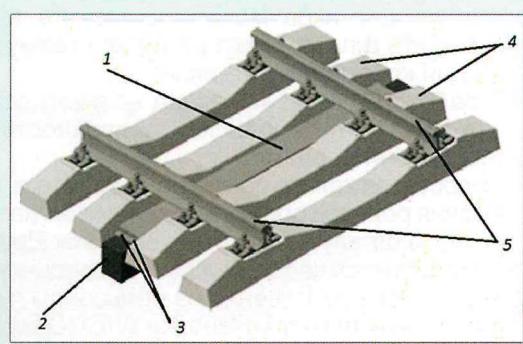


РИС. 3

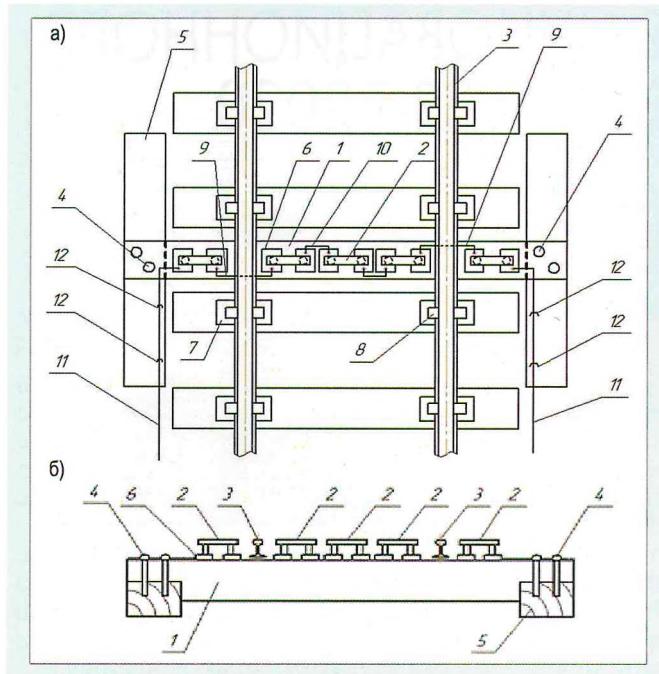


РИС. 4

рожных путей. Закладной брус 1 жестко соединен с серединами укороченных шпал 5 с помощью путевых шурупов. Укороченные шпалы, поддерживающие перемычки, выполняют дополнительную функцию опоры устройства. За счет этого в новом устройстве формируется опорная база большей площади.

При установке УКСПС на шпалах рельсошпальной решетки, а также на дополнительных шпалах и закладных брусьях с креплением к рельсам колебания рельсов при прохождении составов передаются через шпалы на датчики контроля.

Размещение УКСПС на дополнительной шпале или закладном брусе имеет преимущество в том, что облегчает их замену и демонтаж устройства по сравнению с размещением на штатных шпалах рельсошпальной решетки.

Преимущество размещения УКСПС на закладном брусе, а не на дополнительной шпале состоит в увеличении пространства для применения подбивочного инструмента.

Благодаря отсутствию в устройствах контроля схода соединений основания с рельсошпальной решеткой датчики испытывают от ее колебаний при прохождении поездов меньшее негативное воздействие, чем в случаях крепления основания к рельсам или шпалам. Однако первые устройства недостаточно устойчивы, так как их основания имеют небольшую площадь опорной базы. Основания этих устройств могут быть подвержены повороту вокруг продольной оси или смещению из нормированного положения относительно нижнего габарита вследствие вспучивания балластного щебня в периоды оттепели и заморозков. При ремонте пути и его подбивке также возможно механическое воздействие на основание, что может привести к его повороту и смещению. Недостаточная устойчивость снижает надежность работы устройств.

При размещении УКСПС на двух закладных брусьях увеличивается опорная площадь устройства и, соответственно, его устойчивость. Однако такое устройство излишне громоздко из-за большого количества элементов и соединений между ними.

Новое устройство по сравнению с устройством на двух закладных брусьях содержит значительно меньше элементов, более компактно и сохраняет возможность применения подбивочного инструмента для уплотнения балласта. Укороченные шпалы, поддерживающие перемычки в новом устройстве, выполняют дополнительную функцию его опоры. Способ соединения закладного бруса с укороченными шпалами в новом устройстве (с угловыми вырезами на концах основания, см. рис. 4) является одним из возможных, но не единственным. Варианты соединения могут выбираться в зависимости от конфигурации и глубины балластного слоя с внешних сторон рельсового пути.

Использование закладного бруса в виде удлиненной шпалы, увеличенной на двойную ширину стандартной шпалы ($2,75 \text{ м} + 2 \cdot 0,25 \text{ м} = 3,25 \text{ м}$), и двух полуспал, длина которых составляет 1,375 м, позволило увеличить опорную базу нового устройства до $4,5 \text{ м}^2$. Это больше площади ($3,8 \text{ м}^2$) опорной базы устройства на двух закладных брусьях в 1,2 раза. Вследствие этого новое устройство приобрело большую устойчивость. Оно может применяться для размещения в рельсовом пути с любым типом шпал, так как крепление основания устройства к рельсам или шпалам отсутствует.

Опорная база нового устройства контроля схода сформирована закладным бруском и укороченными шпалами для поддержки кабельных перемычек. Устройство имеет большую площадь опоры по сравнению с известными аналогами, благодаря чему обеспечивается его более высокая устойчивость и надежность работы.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Красильников В.С. Опорные балки для крепления устройств контроля схода в рельсовом пути // Автоматика, связь, информатика. 2023. № 12. С. 2–5. DOI: 10.34649/AT.2023.12.12.001.
2. Красильников В.С. Опорные балки для установки устройств контроля схода в межшпальном пространстве // Автоматика, связь, информатика. 2024. № 3. С. 12–14. DOI: 10.34649/AT.2024.3.3.003.
3. Красильников В.С. Несущие платформы для устройств контроля схода подвижного состава в виде шпал рельсошпальной решетки // Инновационный транспорт. 2023. № 2 (48). С. 47–50. DOI: 10.20291/2311-164X-2023-2-47-50.
4. ТНК ЦШ 0504-2020. Устройство контроля схода подвижного состава (УКСПС). Проверка состояния несущей конструкции и контрольного устройства УКСПС : утв. ЦДИ ОАО «РЖД» 22.04.2020. (Технико-нормировочные карты).
5. Устройство контроля схода подвижного состава на полимерном основании (УКСПС-ПМ) // ИнфоТех : официальный сайт. URL: <http://www.ntc-infotech.ru/razrabotki/razrabotki-dlya-sluzhb-stsb/ustrojstvokontrolja-shoda-podvizhnogo-sostava.html> (дата обращения: 06.08.2024).
6. Красильников В.С. Применение закладных брусьев для размещения несущих платформ устройств контроля схода подвижного состава // Инновационный транспорт. 2023. № 1 (47). С. 78–81. DOI: 10.20291/2311-164X-2023-1-78-81.
7. Пат. 153701 РФ, В61L 23/00. Устройство крепления платформы устройства контроля схода подвижного состава / Фадеев В.С., Штанов О. В., Паладин Н.М.; патентообладатель Фадеев В.С. № 2014134495/11; заявл. 22.08.14; опубл. 27.07.15; Бюл. № 21. 6 с.: ил.
8. Пат. 155788 РФ, В61L 23/00, В60K 28/10, В60K 28/14, G08B 21/00. Устройство контроля схода колесной пары с рельсами / Зайцев И.А., Ерилин Е.С., Исайчев Н.Г., Красильников В.С. и др.; заявитель и патентообладатель ОАО «РЖД». № 2015102034/11; заявл. 23.01.15; опубл. 20.10.15; Бюл. № 29. 4 с.: ил.

НОВЫЙ ЭТАП ВНЕДРЕНИЯ ИННОВАЦИОННОГО ВАГОННОГО ЗАМЕДЛИТЕЛЯ Т-2020



БЕРСЕНЕВ
Алексей Сергеевич,
ЗАО Концерн «ТРАНСМАШ»,
генеральный директор,
Москва, Россия



ПАНИШЕВ
Сергей Евгеньевич,
ЗАО Концерн «ТРАНСМАШ»,
коммерческий директор,
Москва, Россия



КОРМИШИН
Владимир Николаевич,
АО «Алатырский механический
 завод», главный конструктор,
 г. Алатырь, Россия

В этом году межгосударственному Концерну «ТРАНСМАШ» исполняется 32 года. Более 20 из них предприятие занимается разработкой и внедрением инновационного горочного оборудования, трансформаторов, путевого инструмента и аппаратуры ЖАТ. В настоящее время конструкторскими подразделениями Концерна ведется разработка оборудования и систем управления нового поколения, которые отвечают требованиям проекта «Цифровая железнодорожная дорога» и концепции «Индустрия 4.0».

Стремительное развитие цифровых технологий и внедрение перспективных технических средств ставит новые задачи перед разработчиками оборудования для сортировочных станций по улучшению эксплуатационных свойств вагонных замедлителей. Современный вагонный замедлитель должен быть универсальным, малообслуживаемым устройством, обеспечивающим экономию ресурсов при эксплуатации.

В 2021 г. конструкторами Алатырского механического завода (входит в состав Концерна «ТРАНСМАШ») был разработан вагонный унифицированный замедлитель Т-2020 (рис. 1). Он предназначен для регулирования скорости вагонных отцепов на горочных и парковых тормозных позициях механизированных и автоматизированных сортировочных горок.

При его создании специалисты учитывали опыт эксплуатации классических вагонных замедлителей и их выявленные недостатки, снижающие качество работы и ведущие к высоким эксплуатационным затратам, а также частому и длительному техническому обслуживанию.

Новое устройство включает инновационные конструкторские решения, просто в эксплуатации и требует меньше эксплуатационных затрат.

Два года замедлитель проходил опытную эксплуатацию на третьей тормозной позиции сортировочного парка станции Юдино Горьковской дороги. В августе этого года приемочной комиссией ОАО «РЖД» замедлитель Т-2020 введен в постоянную эксплуатацию.

В состав устройства входят железобетонное основание и приводные секции. Основание состоит из

трех плит с каждой стороны. Плиты жестко соединены между собой, обеспечивая изоляцию и нормальную работу рельсовых цепей. Они устанавливаются на подготовленное щебеночное основание, что обеспечивает устойчивость и жесткость конструкции замедлителя, исключающее его смещение при больших нагрузках.

Такая конструкция позволяет увеличить срок службы вагонного замедлителя и выполнять его капитальный ремонт на месте без демонтажа всего замедлителя за счет замены отдельных модулей с применением крана малой грузоподъемности (мотовоза или ПРЛ). Это значительно сокращает срок и стоимость ремонта. Кроме того, благодаря монолитному железобетонному основанию обеспечивается стабильность положения замедлителя в пути и не требуется периодическая замена шпал.

Приводная секция замедлителя имеет одинаковое исполнение и полностью взаимозаменяемые запчасти для разной высоты до уровня головки рельса (450,



РИС. 1

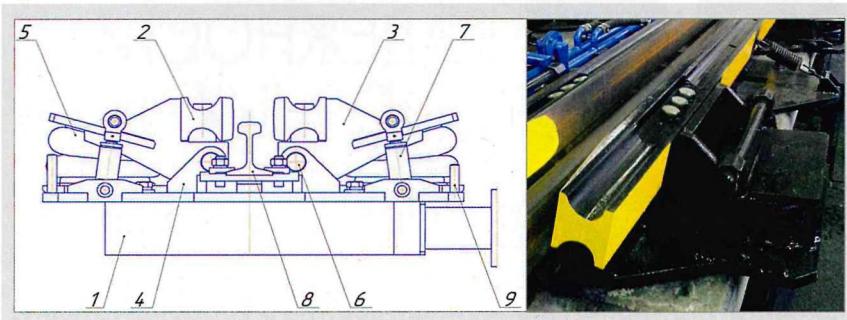


РИС. 2

600, 900, 1130 мм). Это позволяет унифицировать замедлители для разных тормозных позиций. Для установки на третью тормозную позицию высота до УГР составляет 450 мм, что дает экономический эффект при подготовительных монтажных работах.

Для установки на первую и вторую тормозные позиции при высоте до УГР 600 или 900 мм используются дополнительные металлические рамы (проставки) высотой 150 и 450 мм, которые поставляются вместе с замедлителем.

Приводная секция имеет симметричную конструкцию. Она состоит из двух балок, рычагов и основания, которое с помощью болтов крепится к бетонному основанию. Для облегчения обслуживания и ремонта в бетонном основании имеются закладные элементы и специальные пазы для фиксации болтов и защита от проворачивания.

Схема приводной секции изображена на рис. 2, где 1 – железобетонное основание; 2 – балка; 3 – рычаг; 4 – основание; 5 – пневмокамера; 6 – ось; 7 – регулятор хода рычага; 8 – рельс; 9 – ограничитель.

Тормозная система замедлителя состоит из нескольких кинематически не связанных между собой тормозных устройств, размещенных вдоль ходовых рельсов.

Благодаря симметричной конструкции и расположенным с двух сторон от колеса пневмокамерам эффективно используется тормозная мощность, а также обеспечивается стабильность усилия при смещениях колесной пары относительно колеи. Как следствие – снижается риск повреждения тележек вагонов и обеспечивается долговечность за счет равномерного износа тормозных балок. Такое размещение дало возможность исключить сложный уравновешивающий механизм, используемый в замедлителях КНЗ, КЗПУ, КЗПМ. Это упростило конструкцию тормозного устройства, повысило его надежность, уменьшило энергоемкость и значительно сократило трудозатраты на обслуживание замедлителя.

Регулировка замедлителя выполняется с помощью простого и надежного механизма – «упора».

Тормозные балки изготовлены из типового стально-го профиля без применения шин и шинных болтов, что существенно снизило количество болтовых соединений. Крепление балок к рычагам приводных секций осуществляется стандартными высокопрочными болтами.

Регулировка положения балок осуществляется регулировочными винтами.

Два года опытной эксплуатации показали низкий износ тормозных балок. Их конструкция позволяет выполнить разворот балки при износе верхней грани и продолжать ее эксплуатацию. При таком подходе замену балок на третьей тормозной позиции необходимо выполнять не чаще одного раза в семь лет при плановом ремонте замедлителя.

В конструкции рычажного механизма применены хромированные оси и самосмазывающиеся бронзографитовые втулки.

Симметричная конструкция замедлителя позволяет обеспечить равномерное усилие нажатия во всех точках, что подтверждено результатами испытаний приемочной комиссии.

Таким образом, замедлитель Т-2020 представляет собой малообслуживаемое тормозное устройство, поскольку:

не требуется периодическое смазывание втулок и осей рычагов;

не требуется периодическая протяжка шинных болтов, отсутствует сложный уравновешивающий механизм;

применены типовые высокопрочные болтовые соединения вместо специальных деталей;

замедлитель на железобетонном основании не требует демонтажа при капитальном ремонте, его конструкция устойчива;

уменьшена номенклатура применяемых деталей и запасных частей за счет унификации рычажного механизма (применяется один вид рычагов для всех исполнений замедлителя с УГР от 450 до 1130 мм);

отсутствуют прижимные и регулировочные болты, а регулировка замедлителя осуществляется без применения специального инструмента;

балки имеют повышенный ресурс и возможность разворота при износе верхней части.

За два года опытной эксплуатации по рекомендациям Управления автоматики и телемеханики были внесены изменения в руководство по эксплуатации в части оптимизации работ и периодичности обслуживания. Простота конструкции замедлителя Т-2020, его малообслуживаемость и модульность обеспечивают максимальное сокращение затрат на техническое обслуживание и диагностику. Специалистами Концерна произведены сравнительные расчеты затрат на обслуживание и ремонт замедлителей разных типов за жизненный цикл 25 лет. При их сопоставимой стоимости затраты на обслуживание меньше в 2,5 раза, стоимость ремонта – в 1,5 раза, а затраты на запчасти и материалы – в 10 раз.

При этом Т-2020 требует значительно меньших затрат на обслуживание не только в сравнении со старыми моделями, но и с современными замедлителями других производителей.

На правах рекламы





ХАНЫЧЕВ

Александр Александрович,
ОАО «ЭЛТЕЗА», Армавирский
электромеханический завод,
начальник ОТК, г. Армавир, Россия

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ГОРОЧНЫХ СТРЕЛОЧНЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ

Стрелочные электроприводы, используемые в горочной централизации, постоянно совершенствуются и модернизируются. Эти работы вызваны необходимостью повышения эксплуатационного ресурса и надежности устройств в условиях скоростного перевода стрелки, а также приведения к нормативным требованиям такого показателя, как время перевода.

■ На сортировочных горках в основном применяются электроприводы СПГБ-4Б и СПГБ-4М. Внедрение в их состав электродвигателя ЭМСУ-СПГ позволило улучшить эксплуатационные характеристики. Кинематическая схема электропривода СПГБ обеспечивала установленные параметры по времени перевода 0,6 с. Однако в реальных условиях, в зависимости от состояния стрелочного перевода, время перевода стрелки находилось на уровне критической отметки, что могло привести к сходу вагона.

В результате модернизации горочного стрелочного электропривода типа СПГБ-4М в 2018 г. была разработана и научно обоснована конструкция нового электропривода ПСГ-132 (рис. 1). Для снижения времени перевода в нем была изменена величина хода остряков со 154 мм до 132 мм. Уменьшение величины рабочего хода остряков достигнуто путем изменения силового механизма перевода и замыкания. Для этого на шибере и вал-шестерне автопереключателя сокращено число рабочих зубьев (на 1 зуб). При этом уменьшение хода шибера не нарушает требований ПТЭ по отводу остряка более 125 мм. Это позволило сократить время перевода с 0,6 до 0,48 с, снизить риск несвоевременного перевода стрелки за счет полученного запаса времени перевода.

По статистике наиболее уязвимыми узлами электроприводов СПГБ являются редуктор и фрикционная муфта. Для повышения надежности и долговечности в ПСГ-132 выполнен ряд конструктивных изменений.

Вместо вал-шестерни со шпоночным зацеплением разработан усиленный выходной вал с шлицевым зацеплением фрикционной муфты. За счет применения шлицевого зацепления в паре вал-шестерня/

втулка фрикционной муфты значительно повышена надежность работы редуктора. С момента внесения изменений обращений на завод по факту излома усиленной вал-шестерни не поступало.

Вместо муфты с металлическими фрикционными дисками, работающими в масле, применена фрикционная муфта с металлокерамическими дисками, работающая без масла. Конструкция муфты неразборная, приработанная в условиях завода и настроенная на срабатывание при усилии 4500–5500 Н. Она является демпферной и обеспечивает гашение кинетической энергии вращающихся масс электропривода в конце перевода. Исключение масла из редуктора позволяет избавиться от проблемы его утечки в корпус электропривода, снизить материалоемкость и трудоемкость обслуживания, связанного с заменой и пополнением масла в процессе эксплуатации, а также очисткой масляных загрязнений внутри электропривода и заменой манжет.

Для отличия редуктора с усиленной вал-шестерней, предназначенного для горочных электроприводов, на верхнюю крышку введена цветная маркировка редуктора (стикер зеленого цвета), также для исключения несанкционированного вскрытия в гарантийный период крышка редуктора опломбирована.

Внедрена конструкция новой усиленной кулачковой муфты с увеличенным поперечным сечением из материала сталь 45.

Применена новая конструкция курбельного выключателя (рис. 2) на базе микропереключателей, которая позволяет исключить недостатки открытых курбельных пружинных контактов, например, регулировку контактных пружин, а также повышает электро-безопасность за счет отсутствия открытых контактов.



РИС. 1

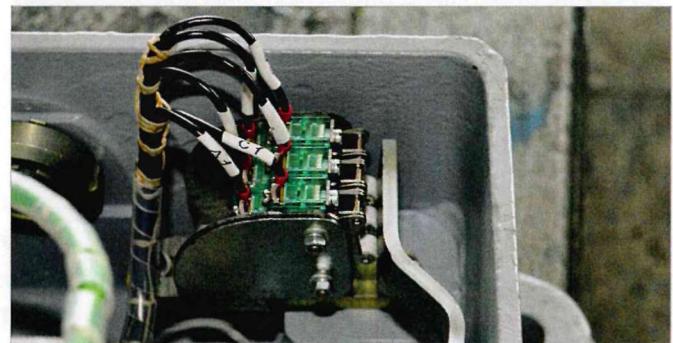


РИС. 2



РИС. 3

Степень защиты электропривода с IP 43 до IP 54 повышена за счет изменения конфигурации крышки. В ее конструкцию введены регулируемые вентиляционные клапаны и пеносиликоновое уплотнение (рис. 3), а также герметизирован ввод электрического жгута.

Ведется работа по повышению коррозионной стойкости крышки электропривода за счет применения полимерных композиционных материалов. Изготовлены опытные образцы, которым предстоит пройти комплекс испытаний. Внедрение полимерной крышки позволит сократить эксплуатационные затраты, связанные с окрашиванием, а также повысить стойкость к образованию конденсата.

Введение электрического жгута заводского изготовления (рис. 4) в состав электропривода также позволит сократить эксплуатационные расходы.

Кроме этого, для повышения надежности и долговечности в конструкцию устройства включены вкладыши в направляющую плиту для шибера и линеек, ролики рычагов автопереключателя (кроме ролика поводка датчика), вкладыш для постели шибера; фрикционная муфта с металлокерамическими дисками, втулка колеса корзины фрикционной муфты.

Назначенный срок службы до списания электропривода ПСГ-132 по сравнению с электроприводами СПГБ-4М и СПГБ-4Б увеличен с 3 до 15 лет. При условии неполной выработки ресурса увеличен гарантийный срок эксплуатации с 12 до 60 месяцев.

Из конструкции шибера и корпуса исключены масляные ванны. Изменение хода шибера потребовало и изменения конструкции контрольных линеек (увеличены пазы для контрольных рычагов). В ПСГ-132 как и в СПГБ используется электродвигатель ЭМСУ-СПГ, запрограммированный на ограничение переводного

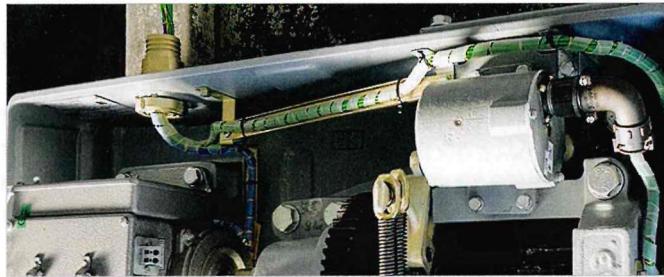


РИС. 4

усилия и тока перевода. При этом фрикционная муфта редуктора осуществляет функцию демпфера в конце перевода.

После испытаний в июле 2019 г. опытные образцы стрелочных горочных электроприводов ПСГ-132 введены в постоянную эксплуатацию на станции Разъезд 9-й км Северо-Кавказской дороги. Актом комиссии по квалификационным испытаниям в октябре того же года электропривод ПСГ-132 поставлен на производство на Армавирском электромеханическом заводе. Изделие получило сертификат соответствия Евразийского Экономического Союза. Электроприводы внесены в сетевой классификатор материально-технических ресурсов и доступны для заказа.

В апреле текущего года утверждена Программа мероприятий по замене горочных электроприводов СПГБ-4Б и СПГБ-4М на ПСГ-132, а также замене в эксплуатируемых электроприводах редукторов со шпоночным зацеплением на усиленный редуктор со шлицевым зацеплением.

При замене СПГБ на ПСГ-132 электропривод с ходом шибера 132 мм устанавливается на типовую стрелочную гарнитуру. При этом потребуется установка дополнительно двух вкладышей толщиной 11 мм между серьгой и остряком с двух сторон, замена болтов крепления на удлиненные и настройка регулировочными втулками контрольных тяг. Указанные действия необходимы для компенсации хода остряков 132 мм. В комплект поставки электропривода входят два вкладыша 11 мм и четыре удлиненных болта.

Технические решения, примененные в конструкции электропривода ПСГ-132, позволяют изменить периодичность регламентных работ за счет увеличения интервалов между проверками, а отдельные работы полностью исключить.

ЭЛТ ЗА
ОБЪЕДИНЕННЫЕ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ ЗАВОДЫ

**ПОЗДРАВЛЯЕМ
ОАО «РЖД»
С ДНЕМ
КОМПАНИИ!**

СОВРЕМЕННЫЕ
СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
ДВИЖЕНИЕМ ПОЕЗДОВ

Реклама

РАЗВИТИЕ СОРТИРОВОЧНОГО КОМПЛЕКСА

В Москве прошло заседание секции «Автоматика и телемеханика» Научно-технического совета ОАО «РЖД» по теме «Развитие сортировочного комплекса». В мероприятии приняли участие руководители и специалисты Управления автоматики и телемеханики, ПКБ И, служб автоматики и телемеханики, представители научных институтов и разработчики оборудования ЖАТ.

■ В ходе заседания участники обсудили результаты внедрения цифрового сортировочного комплекса, развития напольного оборудования, снятие рисков в работе сортировочной горки на станции Лужская Октябрьской дороги, а также организацию технического обслуживания горочных систем и компрессорного хозяйства.

Об итогах работы и основных направлениях развития сортировочного комплекса рассказал главный инженер Управления автоматики и телемеханики ЦДИ П.С. Сиделев. На сети железных дорог России функционируют 226 сортировочных горок. Из них 118 механизированные сортировочные горки, оборудованные вагонными замедлителями, и 28 – автоматизированные, 24 из которых оборудованы системой автоматического регулирования скорости скатывания отцепов. В настоящее время ведется техническое перевооружение сортировочных горок с внедрением комплексной системы автоматизации управления сортировочным процессом КСАУ СП на станциях Кочетовка Юго-Восточной и Хабаровск-2 Дальневосточной дорог.

На механизированных и автоматизированных сортировочных горках находятся в эксплуатации 2,6 тыс. стрелочных переводов, более 3,8 тыс. клещевидных и нажимных вагонных замедлителей, а также 4,4 тыс. домкратовидных замедлителей.

Если анализировать работу горочных устройств, то за последние 12 лет на сортировочных горках произошло 38 событий, связанных с нарушением безопасности движения при производстве маневровой работы на сортировочных горках. В основном, это отказы вагонных замедлителей, горочных электроприводов и КСАУ СП. По факторам отказы можно распределить на эксплуатационные (25 случаев), конструктивные (7 отказов) и деградационные (6 случаев). При этом число вагонов, поврежденных при роспуске по вине хозяйства СЦБ, снизилось до 0.

Основными ключевыми направлениями развития хозяйства автоматики и телемеханики на 2025–2027 гг. определены: обеспечение функциональной и информационной безопасности, импортозамещение наиболее критичной инфраструктуры (как напольных, так и постовых устройств), внедрение ресурсосберегающих технологий, развитие систем диагностики и мониторинга, развитие ремонтной составляющей и внедрение малообслуживаемых устройств.

Межгосударственный стандарт ГОСТ-33892-2016 определяет основные требования функциональной безопасности, предъявляемые к системам железнодорожной автоматики и телемеханики сортировочных станций. В этом документе определены конкретные требования к реализации функций безопасности горочной централизации и автоматического регулирования скорости скатывания отцепов, функций безопасности перевода горочных стрелок, а также безопасности увязки с системой электрической централизации. Кроме того, важное направ-

ление развития – это обеспечение функциональной и информационной безопасности программного обеспечения. Требования к обеспечению безопасности, а также порядок и критерии оценки соответствия им прописаны в стандарте СТО РЖД 02.049-2014.

Одним из наиболее критичных объектов в области импортозамещения является сортировочная горка станции Лужская, оснащенная автоматизированной системой управления MSR32. Обслуживание устройств этой системы осуществляется в соответствии с Договором сотрудниками АО «НИИАС». Для поддержания устойчивого работоспособного состояния устройств сервисной организации необходимо обеспечивать наличие запасных частей и материалов для устройств системы в соответствии с уже сформированным перечнем. Изготовлением российских аналогов гидравлических вагонных замедлителей занимается ЗАО Концерн «ТРАНСМАШ».

Ресурсосберегающие технологии в хозяйстве на сегодняшний день внедряются за счет замены устаревших компрессорных установок на модульные компрессоры. За счет имеющейся системы дистанционного управления и контроля это позволяет не только оптимизировать труд машинистов компрессорных установок, но и установить оптимальный режим работы компрессоров.

По итогам работы в 2024 г. проведен анализ загрузки сортировочных горок. По результатам выявлено, что 27 сортировочных горок имеют загрузку менее 50 %, 5 горок загружены менее 30 %. С учетом этого целесообразно рассмотреть возможность частичного закрытия сортировочных путей и консервации устройств.

Развитие микропроцессорных систем управления создает условия и для развития систем диагностики. На данный момент в хозяйстве создана система диагностики, позволяющая выявлять предотказы, и тем самым предотвращая отказы. В текущем году уже выявлено около 500 предотказов, способных повлечь задержки поездов. Кроме того, система диагностики дает возможность контролировать выполнение работ по техническому обслуживанию устройств СЦБ. При работе устройств сортировочных горок система вы-



Во время заседания

явления предотказов не менее важна, чем в работе станционных и перегонных устройств.

Повышение эффективности деятельности возможно также путем проведения организационных изменений. В частности, за счет перепрофилирования деятельности дистанций СЦБ и четкой специализации работ в пределах существующей численности. Сегодня охват ремонтной вертикали составляет более 87 %. Такая специализация снижает себестоимость содержания технических средств благодаря использованию вторичных материалов, так как отсутствует необходимость покупки новых устройств. Основная задача хозяйства в области развития сортировочных горок – расширение ремонтной вертикали и охват горочного оборудования.

Замена вагонных замедлителей парковой тормозной позиции типа РНЗ на малообслуживаемые вагонные замедлители типа КНЗ-5-2 обеспечивает снижение потребления электроэнергии, материалов на техническое обслуживание и трудозатрат.

Внедрение модульных автоматических компрессорных станций ведет к уменьшению потребления электроэнергии, затрат на содержание капитальных зданий и персонала машинистов компрессорных станций по контролю за состоянием опасных производственных объектов.

Управлением автоматики и телемеханики сформирована среднесрочная программа обновления устройств сортировочных горок, которая предусматривает приобретение вагонных замедлителей, компрессоров, оборудования для контроля заполнения путей, весомеров и управляющих компьютеров для системы КСАУ СП. Предусмотрена замена воздухосборников и установка модульных компрессорных установок. Сформирована трехлетняя программа по установке электроприводов типа ПСГ-132 и усиленных редукторов.

Тему развития цифрового сортировочного комплекса продолжил заместитель директора – главный инженер Ростовского филиала АО «НИИАС» **В.Н. Соколов**.

В конце прошлого года на нескольких станциях был успешно внедрен объектно-ориентированный горочный тренажер нового поколения. Среди его преимуществ: обучение навыкам ведения роспуска в автоматизированном режиме и посредством горочного интерактивного пульта, возможность реконфигурации объекта без изменений физической структуры устройств, а также отработка действий при нештатных ситуациях.

Комплекс компьютерного зрения для контроля занятости сортировочных путей КЗСП – это новое поколение контроля заполнения путей на основе технического зрения, алгоритмов линейного преобразования и глубокого обучения. Он обеспечивает возможность развития КСАУ СП в части точного позиционирования и определения скорости движения отцепов.

Устройство осуществляет контроль местоположения вагонов, их скоростей и динамики движения, остановки и расстояния между вагонами. Его важная функция – расчет продольного профиля сортировочного пути на основе анализа изменения скоростей вагонов. Это ведет к переходу от планового обслуживания сортировочных путей к обслуживанию по состоянию.

Актуальность автоматизации роспуска инновационных вагонов заключается в том, что существующие технические средства не позволяют корректно списывать подвижной состав сочененного типа и с нечетным количеством тележек в вагоне. Они также не дают возможность в автоматическом режиме проверять соответствие номеров вагонов в составе сортировочному листу. В то же время при внедрении устройства счета и контроля расцепа вагонов УСКР измерительный участок оборудуется устройствами

технического зрения для корректного списывания подвижного состава любой конфигурации (сочлененного, инновационного и др.). Кроме того, происходит автоматическая корректировка сортировочного листа при несоответствии номера вагона в составе, выявленного устройствами технического зрения.

С учетом роста количества сочененных вагонов на сети дорог ОАО «РЖД» внедрение УСКР позволит не допустить увеличения количества чужаков при роспуске в автоматическом режиме.

Выступление руководителя проекта Центра автоматизации технологических процессов в инфраструктурном комплексе ОКБ АО «НИИАС» **В.В. Городничева** касалось организации технического обслуживания и текущего ремонта системы MSR32 сортировочной горки станции Лужская Октябрьской дороги.

С 2022 г. в рамках договора между ОАО «РЖД» и АО «НИИАС Институт» выполняет комплекс мероприятий по обеспечению и восстановлению исправности системы согласно переданной ей технической и эксплуатационной документации. За это время не допущено ни одного отказа по вине персонала, повлекшего остановку роспуска или сбоя работы системы, все сбои в ее работе происходят из-за внешнего воздействия или отказа оборудования.

АО «НИИАС» совместно с ОКБ «Электроавтоматика им. П.А. Ефимова» выполняет комплекс мероприятий по импортозамещению элементов, блоков и узлов оборудования системы.

После отмены документа «Правила и нормы проектирования сортировочных устройств на железных дорогах колеи 1520 мм» возник вакуум в вопросах проектирования, модернизации и реконструкции сортировочных горок. Необходимо сформулировать новые принципы в подходе к моделированию профилей спускной части на сортировочных горках, радиусов кривых при укладке стрелочных переводов, профилей сортировочных путей под движение современных вагонов. Создание такого документа позволит проектировать сортировочные горки в полном объеме с учетом сегодняшних реалий, требующих полной автоматизации сортировочного процесса с учетом планируемого роспуска опасных грузов.

С докладами выступили главные инженеры служб автоматики и телемеханики нескольких дирекций инфраструктуры. Они поделились опытом организации внедрения ресурсосберегающих технологий, технического обслуживания горочных систем и работы ремонтных дистанций, а также результатами эксплуатации системы компьютерного зрения КЗСП.

Так, например, в первом полугодии 2024 г. проведен анализ данных КЗСП при расчете параметров прицельного торможения КСАУ СП на станции Кинель Куйбышевской дороги. Он показал актуальность их использования для повышения эффективности процесса расформирования составов. До конца этого года планируется включение данных КЗСП в алгоритм работы КСАУ СП, что увеличит пропускную способность горки, а также создаст возможность внедрения интегрированного комплекса автоматизации роспуска вагонов для перевозки опасных грузов ИКАР ОГ.

Разработчики представили инновационные решения в системе комплексной автоматизации сортировочного комплекса, способы повышения надежности горочных стрелочных электроприводов и др.

Участники НТС обменились мнениями и отметили, что в процессе заседания охвачено множество насущных вопросов, решение которых предстоит работникам хозяйства в ближайшее время.

НАУМОВА Д.В.

ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА УЗИП ДЛЯ ЗАЩИТЫ МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ ТЕХНИКИ



КУЗНЕЦОВ
Михаил Борисович,
ООО «1520 Сигнал»,
системный инженер по защите
от перенапряжений, канд. физ.-
мат. наук, Москва, Россия



ПАВЛОВ
Евгений Владимирович,
ООО «1520 Сигнал»,
заместитель генерального
директора, канд. техн. наук,
Москва, Россия



ЩЕРБИНА
Евгений Геннадьевич,
ООО «1520 Сигнал»,
технический директор,
доцент, канд. техн. наук,
Москва, Россия

Ключевые слова: УЗИП, защита от перенапряжений, контроль параметров УЗИП

Аннотация. В статье описаны особенности выбора УЗИП для защиты системы микропроцессорной централизации стрелок и светофоров (МПЦ) при импортозамещении. Предложен унифицированный метод входного и периодического контроля параметров УЗИП, в том числе для комбинированных УЗИП, состоящих из последовательно включенных разрядника и варистора.

■ В условиях стремительного импортозамещения производители технических средств столкнулись со многими проблемами. Не исключением стала и область защиты от импульсных перенапряжений. Основные сложности связаны с отсутствием у новых производителей УЗИП готовых продуктов для использования в некоторых существующих технических решениях, скрытием ими некоторых важных параметров, а также нестабильностью ряда характеристик УЗИП. Эти обстоятельства наложились на отсутствие четких методов периодического контроля устройств защиты, хотя существуют ГОСТы, устанавливающие методы проверки УЗИП при их постановке на производство [1]. Единых норм на их периодическую проверку в условиях эксплуатации в настоящее время нет.

В ОАО «РЖД» существуют отдельные технологические карты на периодический контроль параметров различных УЗИП, однако в этих картах проверяются не все критически важные параметры. Кроме этого, нет методики, позволяющей отслеживать процесс деградации УЗИП и своевременно выявлять устройства, параметры которых близки к границам допустимых значений.

Рассмотрим некоторые аспекты выбора УЗИП при импортозамещении, особенности приемочных

испытаний и предложим унифицированную методику периодического контроля состояний УЗИП в процессе эксплуатации.

Основные принципы выбора УЗИП для защиты цепей аппаратуры ЖАТ приведены в [2] (разд. 8), где представлен алгоритм выбора основных характеристик УЗИП (максимальный импульсный ток i_{imp} , максимальное длительное рабочее напряжение, уровень выдерживаемых временных перенапряжений, уровень защиты, максимальный рабочий ток, максимальный выдерживаемый ток замыкания).

Однако применение [2] происходит медленно, а существующие технические решения по защите от импульсных перенапряжений не приводятся в соответствие с ГОСТом. Это связано также и с недостаточным набором информации от производителей УЗИП. Например, в [2] (разд. 8) указано, что установка разрядников в цепи постоянного тока допустима только в случае, если максимальный сопровождающий ток в защищаемой цепи не превосходит тока гашения дуги в разряднике. Именно эту характеристику не указывает производитель УЗИП (например, для широко используемого на объектах ОАО «РЖД» разрядника УЗП1РУ-1000). Если этот параметр не известен, разрядник должен быть запрещен для применения в цепях постоянного тока. Это может быть одной из

причин выхода из строя УЗП1РУ-1000 несмотря на то, что он рассчитан на пропускание импульсного тока 30 кА (10/350 мкс). При этом в [3] (таблица 6.3) даже для подземных кабелей электроснабжения максимальный ток, который должны выдерживать устройства ЖАТ, устанавливается на уровне 25 кА (при полном токе молнии 100 кА).

Немаловажным фактором выбора УЗИП является учет напряжения, действующего на него сверх номинального напряжения защищаемой цепи. Это – наведенное напряжение промышленной частоты (на участках с электротягой переменного тока) и небаланс напряжения в рельсовых цепях по причине асимметрии тягового тока. Так, если выбрать УЗИП без учета этих факторов, возможно его открытие при отсутствии импульсного перенапряжения только под воздействием наведенного напряжения или напряжения небаланса.

Указанная ситуация приводит к выходу из строя варисторов по причине протекания через них тока, близкого к 1 мА или даже превышающего это значение. Напомним, что 1 мА – это принятый критерий границы «открытия» варистора, а напряжение, при приложении которого к варистору через него протекает ток 1 мА, называется классификационным напряжением варистора. Поэтому критически важно знать допустимый разброс классификационного напряжения варисторов, а не только его максимально допустимое рабочее напряжение. Когда сумма номинального и наведенного напряжения достигает 500–600 В (амплитудное значение), не всегда возможно подобрать варистор, который имел бы одновременно и минимально допустимое значение классификационного напряжения, превышающее указанные значения на 10–20 %, и уровень защиты, не превышающий 1,5–1,7 кВ (принято с запасом для 2 кВ). Превышение этого уровня недопустимо, так как это значение соответствует уровню помехоустойчивости к микросекундным импульсным помехам согласно [4].

Наилучшим решением для защиты длинных цепей ЖАТ с напряжением ~220 В (цепи стрелок, светофоров и др.) является использование комбинированных УЗИП, состоящих из последовательно включенных разрядника и варистора [1]. При правильном подборе параметров устройство способно обеспечить как уровень защиты ~1,5 кВ, так и максимально допустимое рабочее напряжение ~450–500 В переменного тока (что соответствует 630–700 В амплитудного значения напряжения).

При подборе параметров варистора и разрядника для комбинированного УЗИП (содержащего эти

элементы, включенные последовательно) важно обеспечить следующие условия.

Первое условие. Классификационное напряжение варистора должно быть таким, чтобы после завершения прохождения импульса помехи, когда к УЗИП приложена только сумма рабочего напряжения цепи и наведенного напряжения, его сопротивление увеличилось настолько, чтобы ток, протекающий через УЗИП, упал до уровня, меньшего, чем ток гашения дуги разрядника. В большинстве случаев, если в паспортных данных на разрядник не указан ток гашения дуги, классификационное напряжение варистора можно подобрать только экспериментально.

Осциллограммы работы комбинированного УЗИП с правильно и неправильно подобранными параметрами варистора приведены соответственно на рис. 1, а, б. На УЗИП, состоящее из последовательно включенных варистора и разрядника, подавался импульс 2 кВ, 1,2/50 мкс, наложенный на напряжение промышленной частоты 400 В. В случае неправильно подобранных параметров варистора с классификационным напряжением 310 В после прохождения импульса и срабатывания УЗИП его дальнейшее закрытие не происходит. Для варистора с классификационным напряжением 430 В открытие УЗИП происходит только на время ~2 мс. При этом интеграл Джоуля переменного сопровождающего тока, протекающего через УЗИП, не превышает значения, на которое рассчитан предохранитель в защищаемой цепи.

Второе условие. Статическое напряжение разрядника должно быть таким, чтобы при его минимальном значении (отклонение значения статического напряжения пробоя разрядника от номинального – 20 % в обе стороны) не происходил бы пробой при максимальном рабочем напряжении, наложенном на максимальное наведенное напряжение. Как правило, для цепей с номинальным напряжением 220 В с учетом максимального наведенного напряжения (250 В) минимальное статическое напряжение пробоя разрядника должно быть не ниже ~640–680 В (здесь нужно учитывать, что в цепях с напряжением 220 В и изолированными от земли жилами разность потенциалов между любой жилой и землей всегда меньше 220 В и обычно составляет ~160–180 В).

Третье условие. Остаточное напряжение варистора при максимальном импульсном токе (для цепей светофоров, стрелок, рельсовых цепей – 2,5 кА, 10/350 мкс согласно [3]) должно быть таким, чтобы не привести к разрушению внутренних элементов защищаемых устройств. Дело в том, что испытания

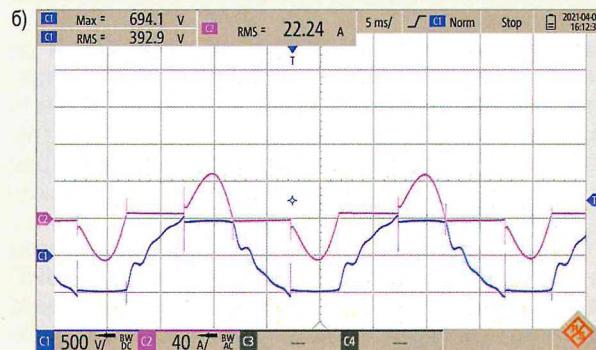
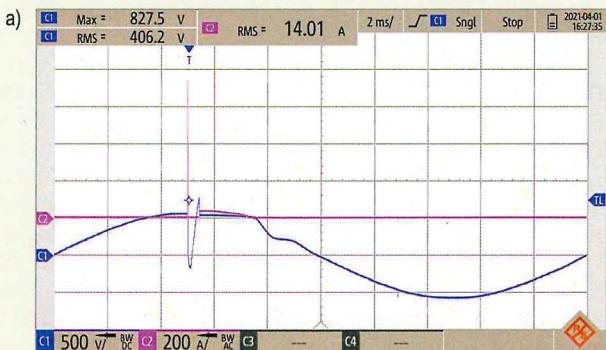


РИС. 1

на помехоустойчивость к микросекундным импульсным помехам проводят по [4] с помощью импульсов 1,2/50 мкс. Указанный импульс имеет значительно меньшую энергию, чем импульс 10/350 мкс с той же амплитудой. Поэтому на практике может оказаться, что защищаемая аппаратура выдерживает короткий импульс величиной 2 кВ и длительностью несколько десятков микросекунд, но выходит из строя при импульсе величиной 1 кВ длительностью несколько сотен микросекунд.

Подбор параметров варисторов, удовлетворяющих указанному условию, возможен только экспериментально, во время испытаний согласно [3]. Максимальное остаточное напряжение на варисторе при максимальном импульсном токе накладывает ограничение сверху на классификационное напряжение (поскольку эти величины связаны пропорционально, хоть и нелинейно). Так, для некоторых устройств (платы светофоров систем МПЦ) максимальное значение классификационного напряжения не должно превышать 430 В, а для других (платы контроля и управления стрелкой системы МПЦ) – 480 В.

Отметим некоторые особенности, проявившиеся только в процессе импортозамещения и связанные с технологией изготовления варисторов. Прежние поставщики и производители УЗИП для защиты аппаратуры МПЦ обеспечивали такую технологию изготовления, при которой каждый из трех необходимых при испытаниях максимальных импульсов (2,5 кА, 10/350 мкс) приводил к некоторой естественной деградации варистора, сопровождающейся уменьшением классификационного напряжения и, как следствие, снижением максимального остаточного напряжения. В результате при естественной деградации варистора его защитная функция даже улучшалась (при уменьшении ресурса варистора).

Однако у некоторых новых производителей технология изготовления варисторов несколько отличалась. Это приводило к возрастанию классификационного напряжения после каждого максимального импульса (2,5 кА, 10/350 мкс), что в итоге вызывало повышение остаточного напряжения и приводило к снижению защитных функций (на защищаемое устройство действовало большее напряжение). Такое поведение варисторов можно выявить только экспериментально.

Должен также быть экспериментально проверен факт отсутствия влияния УЗИП на работу защищаемой аппаратуры во всех режимах ее работы. В этом случае проверяется, например, отсутствие влияния УЗИП на работу схем контроля изоляции (если такие имеются), его устойчивость к максимальным рабочим токам и др.

После проведения работ по подбору УЗИП и до начала поставки на объекты должны быть определены параметры, которые следует контролировать в процессе текущей эксплуатации, и разработаны соответствующие технологические карты проверки УЗИП. К сожалению, существующие технологические карты не унифицированы [5].

Указанные проблемы привели к необходимости создания единообразной методики проверки УЗИП и, соответственно, созданию прибора, позволяющего осуществлять такую проверку. В результате по техническому заданию ООО «1520 Сигнал» компанией ООО НПП «Прорыв» был создан испытательный

генератор «ПРОРЫВ-УЗИП», особенности которого представлены в [5].

Для большинства рассмотренных комбинированных УЗИП проверка параметров может быть затруднена ввиду того, что точно определить его работоспособность можно, только измерив отдельно параметры варистора и разрядника. При этом специального тестового вывода (точки соединения разрядника и варистора) на подавляющем большинстве УЗИП не предусмотрено. В результате полную проверку классификационного напряжения варистора и статического напряжения разрядника по отдельности можно выполнить, только разобрав УЗИП, что недопустимо в условиях эксплуатации. Особенности ИГ «ПРОРЫВ-УЗИП», а именно величина тока импульса 1,2/50 мкс и возможность подключения осциллографа, делают эту задачу выполнимой.

Подробная осциллограмма, зарегистрированная при подаче импульса 1,2/50 мкс на комбинированный УЗИП, представлена на рис. 2. Очевидно, что она соответствует классическому виду, приведенному в [6] на рис. 3, д. Наличие «полки» с плавным наклоном длительностью несколько десятков микросекунд, заканчивающейся небольшим возрастанием напряжения и последующим падением после «закрытия» варистора, свидетельствует о наличии работоспособного варистора.

Для того, чтобы количественно оценить соответствие классификационного напряжения варистора требуемым значениям, были проведены дополнительные измерения. Во всех измерениях для определенности фиксировалось напряжение при подаче импульса 1,2/50 мкс через 2,4 мкс от начала импульса.

Во-первых, измерялись напряжения на «полке» варистора при воздействии импульса на УЗИП. Осцил-



РИС. 2

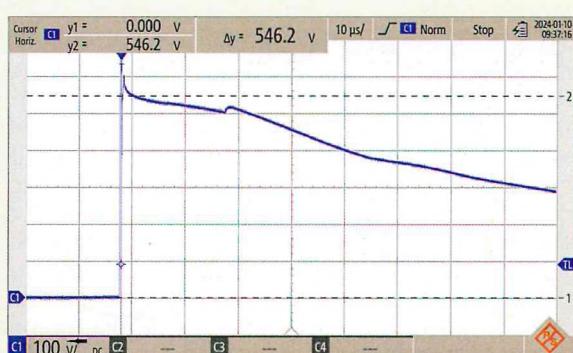


РИС. 3

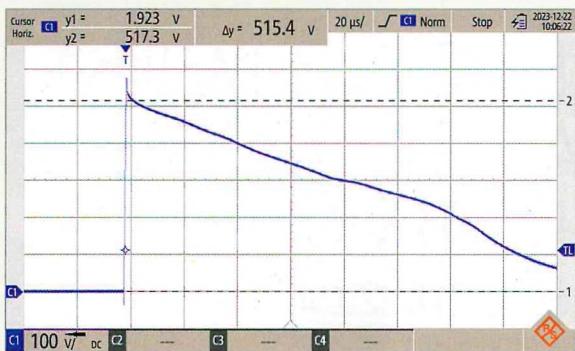


РИС. 4

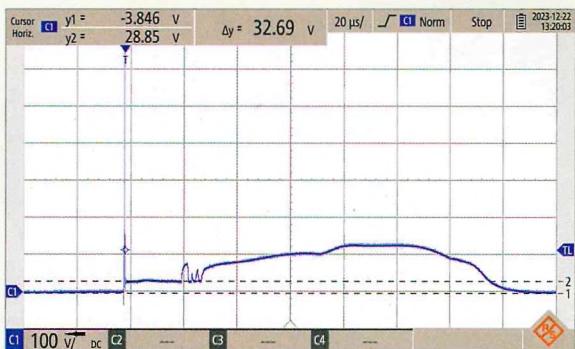


РИС. 5

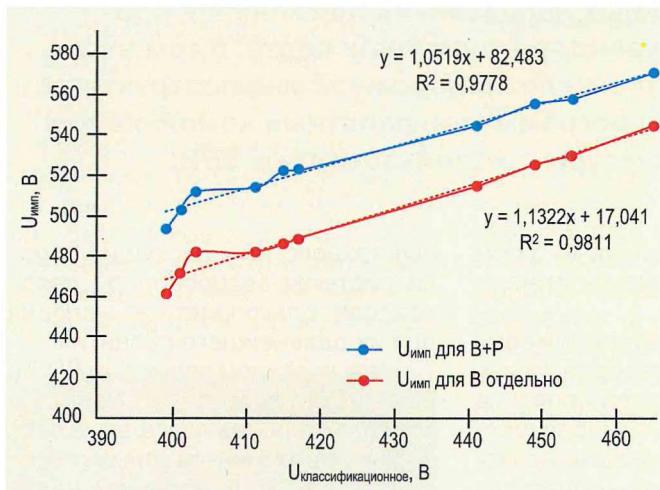


РИС. 6

Логограмма при воздействии импульса 1,2/50 мкс 2 кВ на варистор в составе УЗИП с классификационным напряжением варистора 441 В представлена на рис. 3. Во-вторых, измерялись напряжения на «полке» варистора при воздействии импульса отдельно на один варистор. Осциллограмма при воздействии импульса 1,2/50 мкс 2 кВ на разрядник в составе УЗИП с напряжением пробоя разрядника 800 В представлена на рис. 5. Также измерялись классификационные напряжения варисторов. В результате было определено, что напряжение на

разряднике составляет 31 ± 3 В для выбранных УЗИП (статическое напряжение разрядника – 800 В $\pm 10\%$). Указанная величина с хорошей точностью является разностью между напряжением на «полке» варистора при воздействии на УЗИП целиком и при воздействии только на варистор. Зависимости напряжения на «полке» через 2,4 мкс после начала воздействия импульса 1,2/50 мкс 2 кВ на УЗИП (варистор + разрядник – синяя кривая) и отдельно на варистор (красная кривая) от классификационного напряжения варистора приведены на рис. 6. Из графиков видно, что кривая зависимости линейна в рассматриваемом диапазоне напряжений.

Классификационное напряжение в этом случае будет вычисляться по формуле:

$$U_{\text{кл}} = (U_{\text{имп}} - 82,5)/1,052,$$

где $U_{\text{кл}}$ – классификационное напряжение варистора, В;

$U_{\text{имп}}$ – напряжение, измеренное через 2,4 мкс после начала воздействия импульса 1,2/50 мкс 2 кВ на УЗИП, В.

В этом случае, если для части УЗИП (УЗИП защиты цепей светофора) требуется, чтобы классификационное напряжение варистора не превышало 430 В, напряжение «полки» при воздействии импульса на УЗИП не должно превышать 535 В с точностью не хуже $\pm 10\%$.

Таким образом, получили дополнение к методике проверки комбинированных УЗИП, позволяющее с помощью осциллографа определять работоспособность и величину классификационного напряжения варистора, входящего в состав УЗИП. Данная методика применима только при использовании ИГ «ПРОРЫВ-УЗИП» (у других генераторов могут быть другие величины токов импульсов) и только для УЗИП с параметрами в рассматриваемом диапазоне (разрядник с номинальным статическим напряжением 800 В, варистор с классификационным напряжением 370–530 В). Для других типов УЗИП аналогичная методика может быть получена тоже экспериментально.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ IEC 61643-11-2013. Устройства защиты от перенапряжений низковольтные. Часть 11. Устройства защиты от перенапряжений, подсоединенные к низковольтным системам распределения электроэнергии. Требования и методы испытаний. Введ. 01.01.2015. М.: Стандартинформ, 2015.

2. ГОСТ Р 58232-2018. Объекты железнодорожной инфраструктуры. Комплексная защита от атмосферных и коммутационных перенапряжений. Общие требования. Введ. 15.01.2019. М.: Стандартинформ, 2018.

3. СТО РЖД 08.024-2015. Устройства железнодорожной автоматики и телемеханики защиты от атмосферных и коммутационных перенапряжений. Требования к характеристикам испытательных импульсных воздействий. Введ. 01.01.2016. М.: ОАО «РЖД», 2015.

4. ГОСТ 33436.4-1-2015. Совместимость технических средств электромагнитная. Системы и оборудование железнодорожного транспорта. Часть 4-1. Устройства и аппаратура железнодорожной автоматики и телемеханики. Требования и методы испытаний. Введ. 01.09.2016. Изм. 01.09.2019. М.: Стандартинформ, 2019.

5. Кузнецов М.Б., Щербина Е.Г., Павлов Е.В. Унификация методов контроля параметров УЗИП // Автоматика, связь, информатика. 2024. №1. С. 9–12. DOI: 10.34649/AT.2024.1.1.002.

6. ГОСТ IEC 61643-12-2022. Устройства защиты от импульсных перенапряжений низковольтные. Часть 12. Устройства защиты от импульсных перенапряжений в низковольтных силовых распределительных системах. Принципы выбора и применения. Введ. 01.03.2023. Изм. 01.09.2019. М.: ФГБУ «РСТ», 2022.

ПРОГРАММНО-ОПРЕДЕЛЯЕМОЕ РАДИО ДЛЯ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ИНФРАСТРУКТУРЫ

(Продолжение. Начало см. в журнале «АСИ», 2024, № 9)



РОЕНКОВ
Дмитрий Николаевич,
Петербургский государствен-
ственный университет путей
сообщения Императора
Александра I, кафедра
«Электрическая связь»,
доцент, канд. техн. наук,
член Общественного совета
при Росжелдоре, Санкт-
Петербург, Россия



БОГДАНОВ
Данил Ринатович,
Петербургский государственный
университет путей сообщения
Императора Александра I,
факультет «Автоматизация
и интеллектуальные техноло-
гии», кафедра «Электрическая
связь», аспирант,
Санкт-Петербург, Россия

Ключевые слова: программно-определенное радио, SDR, GNU Radio, LoRaWAN, мониторинг состояния элементов железнодорожной инфраструктуры, мониторинг состояния радиостанции

Аннотация. Статья посвящена оценке возможных направлений применения программно-определенного радио (SDR) на железнодорожном транспорте, в том числе организации мониторинга состояния элементов железнодорожной инфраструктуры с помощью SDR. Рассмотрен разработанный программно-аппаратный комплекс для мониторинга состояния элементов инфраструктуры с использованием SDR.

ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ И ОСНОВНЫЕ ТИПЫ УСТРОЙСТВ SDR

■ Концепция SDR была впервые представлена в конце 1980-х гг. инженером и специалистом по информатике Джозефом Митолой III. Он предложил идею радиоприемника, физический уровень которого можно было значительно изменить с помощью программного обеспечения, тогда как традиционные радиостанции, основанные на аппаратном обеспечении, требовали физических модификаций при любых изменениях их функциональности. Подход Митолы заключался в создании гибкой радиосистемы, легко адаптируемой программным методом к новым стандартам и протоколам.

В начале 1990-х гг. интерес американских военных к SDR привел к разработке проекта SpeakEasy radio. Радиостанция SpeakEasy работала в любом диапазоне частот

и поддерживала несколько форм сигналов, демонстрируя потенциал технологии SDR.

Технологические успехи в сфере цифровых процессоров, повышение частот, совершенствование аналого-цифровых преобразователей и другие инновации позволили перевести методы обработки сигналов в цифровую область. Это значительно изменило процесс проектирования радиосистем и их архитектуру. Последние поколения SDR, трансформировавшиеся в сложные программные системы, позволили значительно расширить коммуникационные возможности. SDR сделало жизненный цикл радиосистем более экономичным и эффективным, позволяя добавлять и обновлять системные функции без аппаратных изменений.

С начала XXI в. SDR-устройства активно применяются в коммерческом секторе. Внедрение цифро-

вых технологий и растущий спрос на системы беспроводной связи создали благоприятные условия для их дальнейшего развития.

Новым этапом эволюции SDR в 2001 г. стал проект GNU Radio. По сути это открытая платформа с набором инструментов для экспериментов с SDR. Внедренное через три года Universal Software Radio Peripheral (USR) активизировало развитие SDR, предоставив экономически эффективную аппаратную платформу для исследований и новых разработок.

В последнее десятилетие технология SDR продолжала развиваться благодаря увеличению вычислительной мощности, внедрению цифровой обработки сигналов, разработке программного обеспечения. Сегодня SDR широко используется от мобильной связи и вещания до радарной и спутниковой связи. Программ-



РИС. 1



РИС. 2

но-определенное радио стало неотъемлемой частью интернета вещей (IoT), обеспечивая беспроводное подключение между устройствами.

Наряду с преимуществами следует отметить и проблемы, сопутствующие развитию SDR, такие как: безопасность, функциональная совместимость и нормативные ограничения. Однако эти недостатки не уменьшают потенциальные

преимущества SDR – гибкость системы, экономическую эффективность и способность поддерживать новые стандарты связи.

С появлением технологий 5G, 6G, и др. спрос на адаптируемые системы связи возрастает. С учетом активного развития искусственного интеллекта и машинного обучения можно ожидать появления еще более сложных систем SDR, способных обучаться и адаптироваться к окружающей среде.

В настоящее время можно выделить три вида SDR-устройств.

Устройства SDR на основе звуковой карты оцифровывают сигнал и передают его далее на аналоговый акустический вход. Для их реализации требуется дорогая звуковая карта с высокой максимальной частотой, разрядностью и уровнем сигнал/шум в АЦП/ЦАП. Однако такие устройства сняты с производства и больше не поддерживаются производителями, поэтому цена одной звуковой карты кратно превышает стоимость SDR других видов.

SDR, содержащие в своей конструкции АЦП, способны сразу передавать цифровые сигналы в ПК. Такие устройства составляют большую часть современных SDR. Они построены по принципу приемника на базе гетеродина, за исключением того, что АЦП заменяет НЧ-блок и вступает в работу сразу после переноса частоты. Полоса пропускания устройств составляет 2–10 МГц. Наиболее распространенные SDR-приемники (модели RTL-SDR, SDRPlay, Airspy) представлены на рис. 1.

У данных устройств есть недостаток – наличие зеркальных каналов приема, проникающих через фильтры. Использование даже дорогих моделей не позволяет полностью избавиться от помех, создаваемых мощными передатчиками.

DDC (Digital Down Conversion) SDR – самые современные на сегодня устройства. В них отсутствует гетеродин, а сверхбыстрый АЦП с частотой оцифровки порядка 100 млн семплов в секунду сразу оцифровывает входной сигнал, поступающий от антенны, что позволяет (по теореме Котельникова) осуществлять прием сигнала с частотой, равной половине частоты

дискретизации (до 50 МГц). Поток данных обрабатывается быстро действующей программируемой логической интегральной схемой, а затем полоса частот шириной до 6 МГц передается в ПК.

Верхний предел частоты DDC SDR часто ограничен спектром 30–50 МГц. На сегодня одним из лучших устройств DDC считается Flex 6600 (рис. 2) с 16bit 245.76Msps АЦП. Оно позволяет принимать сигналы в режиме DDC до частоты 122 МГц.

РАЗРАБОТКА ПАК ДЛЯ МОНИТОРИНГА ЖЕЛЕЗНО- ДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

■ Для разрабатываемого программно-аппаратного комплекса рассмотрим оборудование и программное обеспечение.

В качестве широкополосного SDR-приемника (3 МГц) выбран RTL SDR V3 Pro (рис. 3) (DVB-T+DAB+FM+SDR с контроллером Realtek RTL2832U и тюнером Rafael Micro R820T2 TCXO+BIAS-T+HF). Диапазон его рабочих частот от 0,5 МГц до 1,8 ГГц. Приемник компактен и прост в эксплуатации, может применяться для носимой системы мониторинга.

Для работы данного приемника необходима библиотека Osmocom. Это программный проект с открытым исходным кодом (open-source), реализующий несколько стандартов мобильной связи, включая GSM-R, DECT, TETRA и др. Приемник поддерживает несколько типов кодирования, включая NFM (частотную модуляцию), AM (амплитудную модуляцию), LSB (однополосную модуляцию), USB (Upper sideband – аналог предыдущего, но с применением верхней боковой полосы), WFM (широкополосную частотную модуляцию) и др.

Программно-аппаратная радиосистема USRP B20 (Universal Software Radio Peripheral) (рис. 4) представляет собой компактную аппаратную плату для SDR, позволяющую быстро проектировать и реализовывать гибкие программируемые системы радиосвязи [6].

Устройство предназначено для приема и передачи сигналов, а компактные размеры обеспечивают простоту интеграции в крупные системы для исследований и



РИС.3

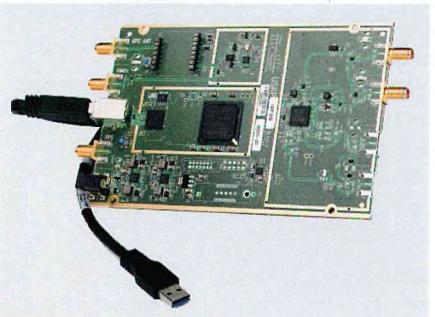


РИС. 4

производства. Плата оснащена программируемой логической интегральной схемой (ПЛИС) Xilinx Spartan-6 XC6SLX75 с радиочастотным покрытием в диапазоне от 70 МГц до 6 ГГц. Радиочастотный интерфейс использует радиочастотную интегральную схему (RFIC) AD9364 Analog Devices, оснащенную приемопередатчиком с полосой пропускания 56 МГц. Через USB 3.0-соединение производится электропитание схемы и потоковая передача данных на главный компьютер.

Радиосистема USRP B20 является идеальной платформой для проведения экспериментов с радиосигналами, включая FM, TV, сигналы сотовых сетей, Wi-Fi и др.

Среди ее особенностей можно выделить:

поддержку API для GNU Radio, C++ и Python;

12-битные АЦП и ЦАП гибкой частоты оцифровки;

поддержку внешнего сигнала PPS и внешнего опорного сигнала 10 МГц;

гибкую мгновенную полосу от 200 кГц до 56 МГц;

опцию синхронизации с GPS (опция GPSDO);

наличие одного канала приема и одного канала передачи, возможность полудуплексной или дуплексной передачи.

Программно-определяемое радиоустройство Ettus USRP серии B200 выполнено на единой плате, где объединены радиотракт, интегрированная микросхема приемо-передатчика AD9364 (Ettus USRP B200), ПЛИС Xilinx Spartan-6, интерфейс USB 3.0, а также система синхронизации.

Антенна для передачи сигнала используется всенаправленная (Wi-Fi с усилением до 5 дБ и разъемом RP-SMA), предназначенная для беспроводных сетей стандарта 802.11b/g/n. Для приемника применяется телескопическая антенна. Она легко настраивается на необходимую длину волн.

Программное обеспечение GNU Radio – это открытое ПО и набор инструментов для разработки [6] программно-определяемых радиосистем (SDR). Они дают возможность разработчикам и инженерам радиосвязи создавать гибкие и программируемые радиосистемы, используя компоненты



РИС. 5

обработки сигналов и модули обработки потоков, представляемые библиотекой GNU Radio. В случае недостатка стандартных средств можно создать собственные программные блоки с помощью языка программирования Python.

Все проекты в GNU Radio состоят из блоков, которые можно разделить на несколько категорий.

Источник сигнала – блок, принимающий сигналы с радиоприемников (USRP Source и RTL-SDR Source), генераторы сигналов (Signal Source (константа, синусоида, косинусоида, меандр, пилообразный сигнал)), импорт формы сигнала из звукового файла (Wav File Source), импорт бинарных или строковых данных из файла (File Source). Чаще всего источник оснащен только выходными коннекторами (out), но в некоторых случаях он может принимать на вход

командные сообщения (command), позволяющие изменять его параметры.

Сток (получатель, слив) сигнала предназначен для вывода обработанных данных. Например, информация отображается в виде осциллографа или передается на звуковую карту с последующим воспроизведением с помощью динамиков или наушников. В качестве примеров можно привести QT GUI Time Sink (осциллограф), File Sink (запись потока данных в файл). В левой части стока находится входной коннектор (in).

Блоки обработки сигнала – это фильтры, интерполяторы и блоки, выполняющие различные математические операции, такие как умножение, суммирование, деление, определение максимума и минимума и др. Их назначение – обработка сигналов, преоб

Тип и цвет	Байт	Описание
Complex Float 64	16	Комплексные данные (вещественная I составляющая 64 бита и мнимая Q составляющая 64 бита)
Complex Float 32	8	Комплексные данные (вещественная I составляющая 32 бита и мнимая Q составляющая 32 бита)
Complex Integer 64	16	Комплексные данные (вещественная I составляющая 64 бита и мнимая Q составляющая 64 бита)
Complex Integer 32	8	Комплексные данные (вещественная I составляющая 32 бита и мнимая Q составляющая 32 бита)
Complex Integer 16	4	Комплексные данные (вещественная I составляющая 16 бит и мнимая Q составляющая 16 бит)
Complex Integer 8	2	Комплексные данные (вещественная I составляющая 8 бит и мнимая Q составляющая 8 бит)
Float 64	8	Числа с плавающей запятой двойной точности (аналог long double)
Float 32	4	Числа с плавающей запятой обычной точности
Integer 64	8	Целые числа со знаком, 64 бита
Integer 32	4	Целые числа со знаком, 32 бита (int)
Integer 16	2	Целые числа со знаком (short)
Integer 8	1	Целые числа со знаком (char)
Bits	1	Биты (отдельные биты байта)
Message Queue		Очередь сообщений
Async Message		Асинхронное сообщение
Bus Connection Wildcard		Подключение к шине

РИС. 6

разование значений в комплексную форму и обратно.

Блоки принимают сигналы на вход и выводят на выход. Они могут быть в одном из трех состояний: Enabled (блок активен), Disabled (блок отключен, он не используется в проекте), Bypass (блок используется в качестве соединителя, но не производит обработку сигнала). Визуальные различия между состояниями показаны на рис. 5.

Блоки графического интерфейса предназначены для изменения величин и переменных во время выполнения проекта. Это позволяет изменять частоту радиостанции и менять параметр ее децимации. У данных блоков отсутствуют входные и выходные коннекторы. В ранних версиях GNU Radio применялись блоки WX, но сейчас их вытеснили QT GUI.

Системные блоки (невизуальные) – это глобальные переменные, константы и прочие изменяемые параметры. Они позволяют менять параметры проекта GNU Radio. Часто встречающийся пример – переменная samp_rate (частота дискретизации – ЧД). Данная переменная присутствует в каждом новом проекте. Чем выше эта частота в каждом новом проекте GRC, тем более высокочастотный принятый сигнал можно восстановить без потерь. Другим системным блоком является блок опций, позволяющий задать название проекта, указать автора,

включить или выключить графический интерфейс.

Блок Rational Resampler используется для изменения текущей частоты дискретизации, позволяя выполнять децимацию и интерполяцию. Децимация делит samp_rate на целое число, а интерполяция умножает. Часто децимация и интерполяция необходимы для того, чтобы получить дробные значения коэффициента частоты дискретизации. Это особенно актуально при обработке звука, когда требуется прийти от 1 МГц к 44,1 кГц.

Коннекторы блоков окрашены в цвет, показывающий тип их данных (рис. 6). При соединении коннекторов с разными типами данных соединительная линия окрашивается в красный цвет, а проект становится недоступным для запуска, пока ошибка не будет устранена. GNU Radio запрещает соединять входы с входами, а выходы с выходами.

Ключевые особенности GNU Radio:

гибкость и программируемость: GNU Radio позволяет пользователям создавать свои собственные радиосистемы, определяя обработку сигналов и потоки данных с помощью блоков и модулей GNU Radio;

поддержка широкого спектра устройств: совместимость с различными SDR-платами и устройствами, такими как USRP (Universal Software Radio Peripheral), HackRF,

RTL-SDR, osmoSDR и др., что делает его универсальным инструментом для разработки радиосистем;

сообщество и поддержка: GNU Radio – это проект с открытым исходным кодом, и он поддерживается сообществом разработчиков и инженеров, что обеспечивает постоянное развитие и поддержку программы;

обширная библиотека компонентов: GNU Radio предоставляет богатую библиотеку предопределенных компонентов для обработки сигналов, модуляции, демодуляции, фильтрации и многое другое, что ускоряет процесс разработки радиосистем.

Сегодня GNU Radio широко используется в исследованиях, промышленности и образовании для создания программно-определяемых радиосистем различной сложности [7].

В третьей части статьи будут рассмотрены примеры применения SDR для мониторинга состояния объектов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

6. USRP™ B200. USRP™ B210. USRP™ B200mini. USRP™ B200mini-i. USRP™ B205mini. Серии USRP™ B200/210, USRP™ B200mini : руководство пользователя. 12 с. URL: <https://sotemgroup.ru/uploads/files/>

7. Костин М.С., Ярлыков А.Д. Архитектурно-конфигурируемые SDR-технологии радиомониторинга и телеметрии. М.; Вологда: Инфра-Инженерия, 2021. 144 с.

Подписка на бумажную версию журнала «АВТОМАТИКА, СВЯЗЬ, ИНФОРМАТИКА» на второе полугодие 2024 г.

Для оформления подписки через Почту России (можно на 1 месяц) достаточно перейти по ссылке <https://podpiska.pochta.ru/press/П5063>, заполнить заявку на получение журнала на домашний адрес, до востребования или через почтовый ящик и оплатить подписку онлайн. Стоимость одного номера 411,75 руб., на полугодие 2470,50 руб.

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

Наши авторы и читатели могут также приобрести номера журналов по перечислению с самовывозом из Центра научно-технической информации и библиотек – филиала ОАО «РЖД» (Рижская площадь, д. 3).

Стоимость одного экземпляра для физ. лиц 349,80 руб. с учетом НДС
для юр. лиц 578,60 руб. с учетом НДС

Для оформления счета для покупки журналов обращайтесь в ЦНТИБ по телефонам:

+7 (499) 262-81-58, +7 (499) 262-54-29

В октябре ОАО «РЖД» исполняется 21 год. По традиции ко Дню компании отличившиеся сотрудники отмечены корпоративными наградами за многолетнюю и добросовестную работу.

ЗАСЛУЖЕННЫЕ НАГРАДЫ

За достижение высоких результатов в профессиональной деятельности, внедрение инновационных технологий и обеспечение эффективной работы железнодорожного транспорта награждены:

знаком «ПОЧЕТНЫЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНИК ОАО «РЖД»:



Воронин Юрий Васильевич – электромеханик Свердловск-Сортировочной дистанции сигнализации, централизации и блокировки Свердловской дирекции инфраструктуры;

Дорогов Иван Викторович – старший электромеханик Верещагинской дистанции сигнализации, централизации и блокировки Свердловской дирекции инфраструктуры;

Ивашевская Людмила Михайловна – инженер службы эксплуатации Центральной станции связи;

Каракулов Юрий Викторович – начальник лаборатории автоматики и телемеханики Хабаровской дистанции сигнализации, централизации и блокировки Дальневосточной дирекции инфраструктуры;

Кунегин Андрей Валерьевич – начальник Тверского регионального центра связи Октябрьской дирекции связи;

Лорис Ирина Геннадьевна – электромеханик Пугачевской дистанции сигнализации, централизации и блокировки Приволжской дирекции инфраструктуры;

Максимов Сергей Никитич – старший электромеханик Казанского регионального центра связи Нижегородской дирекции связи;

Меренкова Марина Анатольевна – старший электромеханик Вяземской дистанции сигнализации, централизации и блокировки Дальневосточной дирекции инфраструктуры;

Минасъян Владимир Зурабович – электромеханик Туапсинской дистанции сигнализации, централизации и блокировки Северо-Кавказской дирекции инфраструктуры;

Мирошников Владимир Александрович – электромеханик Аскизской дистанции сигнализации, централизации и блокировки Красноярской дирекции инфраструктуры;

Митина Ирина Сергеевна – начальник отдела УПМ службы СМК ГВЦ;

Орехов Эдуард Геннадьевич – начальник Управления автоматики и телемеханики Центральной дирекции инфраструктуры;

Осадчий Александр Иванович – электромеханик Минераловодской дистанции сигнализации, централизации и блокировки Северо-Кавказской дирекции инфраструктуры;

Редина Кира Петровна – ведущий инженер по эксплуатации технических средств Оренбургской дистанции сигнализации, централизации и блокировок Южно-Уральской дирекции инфраструктуры;

Редичкин Владимир Петрович – начальник участка производства Сальской дистанции сигнализации, централизации и блокировки Северо-Кавказской дирекции инфраструктуры;

Сауткин Михаил Борисович – старший электромеханик Инской дистанции сигнализации, централизации и блокировки Западно-Сибирской дирекции инфраструктуры;

Смирнов Олег Викторович – электромеханик Вологодской дистанции сигнализации, централизации и блокировок Северной дирекции инфраструктуры;

Соловьева Наталья Анатольевна – ведущий инженер по эксплуатации технических средств Красноярской дирекции связи;

Спиридов Андрей Юрьевич – начальник отдела УПП Новосибирского ИВЦ;

Страшнов Максим Владимирович – главный инженер Самарской дирекции связи;

Чернов Сергей Владимирович – старший электромеханик Узловской дистанции сигнализации, централизации и блокировки Московской дирекции инфраструктуры;

Чечиватов Михаил Анатольевич – старший электромеханик Новосибирской дистанции сигнализации, централизации и блокировки Западно-Сибирской дирекции инфраструктуры;

Шестихин Евгений Иванович – заместитель начальника Владимирской дистанции сигнализации, централизации и блокировки Горьковской дирекции инфраструктуры.

Поздравляем с высокой наградой!

АТМОСФЕРНАЯ ОПТИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ. ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ



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



ЖУРАВЛЁВА
Любовь Михайловна,
Российский университет
транспорта РУТ (МИИТ),
профессор кафедры
«Автоматика, телемеханика
и связь на железнодорожном
транспорте», профессор,
д-р техн. наук, Москва, Россия



АЛИЕВ
Сулейман Сулу оглы,
Российский университет
транспорта РУТ (МИИТ),
кафедра «Автоматика,
телемеханика и связь
на железнодорожном
транспорте», аспирант,
Москва, Россия



НИЛОВ
Михаил Алексеевич,
Российский университет
транспорта РУТ (МИИТ),
кафедра «Автоматика,
телемеханика и связь
на железнодорожном
транспорте», аспирант,
Москва, Россия

Ключевые слова: атмосферная оптическая связь, оптические модемы, области применения, компании-производители

Аннотация. В статье приведены сведения о новых беспроводных каналах передачи информации в инфракрасном диапазоне длин волн, область применения которых в последнее время значительно расширилась. Атмосферная оптическая связь (FSO) в отличие от радиосвязи обладает нечувствительностью к электромагнитным помехам, значительно более высокой скоростью передачи, простотой развертывания оборудования. Каналы FSO широко используются в телекоммуникационных сетях в качестве «моста» между вышками базовых станций, крышами зданий в локальных сетях корпораций, учреждений и др. Даны краткая характеристика компаний, занимающихся исследованиями, разработкой и производством оборудования FSO, а также параметры выпускаемых модемов.

■ Интенсивная информатизация современного общества приводит ко все более возрастающим требованиям к пропускной способности каналов связи. Сегодня наиболее востребованными являются беспроводные технологии передачи информации, традиционно использующие радиосредства. Однако ресурсы дециметрового частотного диапазона для высокоскоростных телекоммуникационных систем почти исчерпаны. Дальнейшее увеличение скорости передачи сигналов возможно только при условии освоения более высоких частот. Именно поэтому стандарты мобильной связи 5G и

6G рассчитаны на сантиметровый диапазон. Радикальное решение повышения пропускной способности заключается в переходе на инфракрасный диапазон частот с длиной волны 1–2 мм и меньше.

Активное применение цифровых каналов атмосферной оптической связи (FSO) в «окнах прозрачности» волоконно-оптических линий началось в 2000-х гг. За основу передачи цифрового сигнала через атмосферу (или космическое пространство) была принята модуляция излучения в нелицензируемом (инфракрасном или видимом) диапазоне длин волн с последующим его детекти-

рованием оптическим фотоприемным устройством [1].

Требование прямой видимости луча света от лазера накладывает определенные ограничения на высоту установки и направленность приемопередающих устройств. Оптимальный диапазон высоты – расстояние от уровня крыш самых высоких зданий до нижней границы зоны облачности. Важными моментами при инсталляции оборудования являются минимизация апертуры и обеспечение точной направленности излучения передатчика. По мере распространения лазерного луча его границы размываются, поэтому приемники

и передатчики монтируются на опорах конечной жесткости. Пример оборудования FSO, смонтированного на уровне крыши дома, представлен на рис. 1 [2].

Повышенный интерес к FSO особенно в последнее время объясняется такими уникальными свойствами беспроводной оптической связи, как сложность обнаружения оптического сигнала, невозможность перехвата сообщений и подавления связи средствами радиоэлектронной борьбы (РЭБ). Благодаря быстроте и удобству развертывания каналов такая технология широко используется в локальных сетях аэропортов, правительственные учреждений, при организации временных коммуникаций во время проведения разных мероприятий, например автогонок «Формула 1».

Реализацией проектов в области FSO занимаются известные отечественные и зарубежные институты, в том числе Институт проблем передачи информации РАН, Московский технический университет связи и информатики, Рязанский государственный радиотехнический университет и др. Области применения FSO представлены на рис. 2.

Следует отметить, что одна из важнейших технических задач, поставленная правительством РФ, – развитие космической связи на основе технологии FSO для организации каналов между спутниками. Вместе с тем модемы FSO применяются в сетях мобильной связи в качестве каналов между базовыми станциями. Для ретрансляции сигналов между беспилотными летательными аппаратами (БПЛА) также может использоваться инфракрасный диапазон, не подверженный воздействию средств РЭБ. Реализация такого проекта возможна при условии создания оптических модемов, способных организовать уверенную связь между подвижными объектами. Решением такой задачи в настоящее время занимаются все ведущие мировые научные центры.

Перспективность FSO объясняется возможностями производства элементной базы, гарантирующей выполнение требуемых показателей качества и надежности для передачи высокоскоростной информации.



РИС. 1

Канал FSO обеспечивает величину вероятности ошибки $P_{\text{ош}} = 10^{-9}$ и коэффициента доступности 0,999 на расстоянии не более 1 км [3]. Однако зависимость от состояния атмосферы приводит к тому, что доступность канала обратно пропорциональна дальности передачи [4]. Так, при дальности 40 км доступность в среднем за год может снизиться в два раза. Вероятность ошибки FSO тоже зависит от условий распространения света в атмосфере, а именно соблюдения энергетического (оптического) баланса FSO, а также скорости передачи сигналов.

Происходит постоянное совершенствование технологии беспроводной оптической связи, касающееся способов обнаружения и коррекции оптической оси, подстройки мощности сигнала в передатчике, автоматической регулировки усиления в фотоприемнике. Основное направление исследований – увеличение дальности, скорости передачи информации и надежное сопровождение оптической оси канала FSO в

условиях рассеивающих и поглощающих факторов атмосферы, а также турбулентности (неоднородности показателя преломления света) [5].

Современные оптические модемы оснащены специальными устройствами, позволяющими отслеживать световой луч, противостоять вибрациям опор и зданий, на крышах которых устанавливается аппаратура FSO, а также бороться с атмосферными помехами.

Среди отечественных компаний, продвигающих на рынке телекоммуникаций оптическую беспроводную связь, следует отметить «Мостком» (Рязань) и «Оптические телесистемы» (Санкт-Петербург). Первая – проектирует и создает стационарные модемы разного типа (M1-40GE), разрабатывает различные варианты оборудования FSO для связи стационарных и подвижных объектов [6]. Вторая – устанавливает оборудование разного типа (БОКС) [7]. К примеру, специалисты компании «Оптические телесистемы» совместно с разработчиками российской компании «Quantum Optical Systems Co Ltd» осуществили поставку и подключение модемов лазерной гигабитной связи Lantastica TZR пятого поколения в курортно-санаторном комплексе в Сочи.

В настоящее время оптические беспроводные линии функционируют в Москве (для связи между учрежденческими мини-АТС), Уфе (связь в аэропорту), Находке (в сети бизнес-центров), Санкт-Петербурге (в технопарке «Полиграфмаш»), Петрозаводске (в узлах компьютерной сети интернет-провайдера Ситилинк) и



РИС. 2

др. Основная задача FSO в этих случаях заключается в организации каналов связи на расстоянии не более 500 м по схеме «точка-точка» между зданиями, где установлены узлы коммутации, сегменты сети, бизнес-центры, рабочие офисы и др.

Модемы Lantastica TZR обладают новыми функциями для создания надежного канала связи. Так, функция Auto Track обеспечивает постоянное наведение модемов

друг на друга, Auto Zoom – необходимую мощность лазерного луча в зависимости от атмосферных явлений, Auto Rate – оптимальную скорость в FSO и переключение на радиорезерв при необходимости.

В оптической конструкции лазерного модема Lantastica TZR применяются лавинные фотодиоды. Их чувствительность на порядок выше, чем у PIN-диодов, что гарантирует надежный прием сигнала даже при сильных осадках.

Таблица 1

Технические характеристики	Типы модемов				
	M1-GE-SL	M1-10GE	M1-20GE	M1-30GE	M1-40GE
Пропускная способность, Гбит/с	1	10	20	30	40
Дистанция, м	15000	1500	1400	1300	1200
Задержка канала, мкс	250	5	5	5	5
Интерфейсы	2 порта RJ-45 SFP-порт	1 порт 10G SFP+	2 порта 10G SFP+	3 порта 10G SFP+	4 порта 10G SFP+
Тип канала	Стандартный IEEE 802.3az	Прозрачный протоколо-независимый	Прозрачный протоколо-независимый	Прозрачный протоколо-независимый	Прозрачный протоколо-независимый
MTU, не более, байт	1600	16000	16000	16000	16000
Потребляемая энергия	AC 100–240 50–60 Гц DC 48 ±12 В				
Потребляемая мощность, Вт	50	46	48	49	50

Таблица 2

Характеристика	Модель					
	KC-100	KC-110	KC-200	KC-210	KC-300	KC-500
Вероятность ошибки, не более	10 ⁻⁹					
Время наработка на отказ, не менее, ч	100000					
Передатчик	1 лазер	1 лазер	4 лазера	4 лазера		
Мощность излучения, мВт	30	30	200	200		
Расходимость излучения, мрад	5,0	5,0	3,0	0,5/3,0		
Приемник	ріп	лфд	ріп	лфд	лфд	лфд
Минимальная чувствительность, дБм	-41	-55	-41	-55	-55	-55
Диаметр приемных объективов, мм	100					
Количество приемных объективов, шт.	1	1	2	3		
Энерговооруженность, d1*, дБ	25	39	25	39	54	66
Коэффициент метеоустойчивости, не более, Вт	2,1	3,3	2,1	3,3	4,5	5,5
Питание, В	-48, ~220 или другое по согласованию					
Потребляемая мощность, не более, Вт	25	50	90			
Рабочий диапазон температур, °С	от -50 до +60					
Габариты, мм	230x160x180	450x230x300	580x410x410			

* – приведенные (к дистанции 1 км) значения:
DL – динамический диапазон (допустимое ослабление мощности сигнала в атмосфере) на дистанции L;
KL – отношение длины линии связи к метеорологической дальности видимости (МДВ), при которой может произойти разрыв связи

Характеристики оптических модемов отечественных производителей «Мостком» и Quantum Optical Systems приведены в табл. 1 и 2 соответственно.

Все модели могут быть оснащены одним из следующих интерфейсов: G. 703/E1...E4, Ethernet (Fast, Gigabit), STM-1, STM-4, различными протоколами передачи данных и программным обеспечением, встроенными системами управления и мониторинга.

Зарубежные компании также занимаются разработкой, производством и установкой оборудования FSO [8–11].

Американская компания Laserlight является пионером в области развития FSO для космических приложений (особенно спутниковых группировок). Она создает глобальную сеть ячеистой структуры для передачи высокоскоростных данных в самые удаленные районы земного шара с помощью межспутниковой связи на основе FSO. Проект включает в себя интеллектуальную маршрутизацию, обеспечивает большую надежность, более низкие затраты на эксплуатацию сети и минимальные задержки в передаче данных.

Задача расширения структуры сети мобильной связи 5G и более последних поколений, а также повышение пропускной способности между базовыми станциями решает другая американская компания – Collier. Она разрабатывает транспортную архитектуру, отличающуюся надежностью и высокой масштабируемостью. Гибридная технология имеет в своем составе FSO и радиоканалы, которые значительно повышают надежность и качество связи в режиме реального времени с более низкой стоимостью передачи.

Немецкая компания Rivada Space Networks предлагает глобальную сеть связи OuterNet на базе FSO, использующей группировку из 600 спутников. Высокоскоростное подключение с низкой задержкой в любом месте обеспечивается с помощью сети, образуемой орбитальной спутниковой группировкой и наземными станциями связи. Это позволяет государственным учреждениям безопасно обмениваться информацией в режиме реального вре-

Таблица 3

Фирма	Модель	Тип излучателя	Время наработки на отказ, ч	Средняя мощность излучателя, мВт	Угол расхождения луча, мрад	Дальность связи на эталонной погоде, м
Катарсис	БОКС-10МПД	П/п диод	100	200	4	850
ИТЦ	ЛАЛ2+4000	Лазерный диод	100	37	0,5	2170
Plaintree	FIRLAN ET-350	4x п/п диода	н/д	80	7	870
Crown-Tech Ltd.	LaserBit LB-2500E10	Лазерный диод	н/д	25	0,4	1880
Optical Access	EtherLink TS10/Eth	4x VCSEL лазерные диоды	70	14,5	2,5	1330
LightPointe Communications	MultiLink 20/4000	2 лазерных диода	н/д	10	3	1640
PAV Data Systems	SkyNet 6000-170	3 лазерных диода	107	300	3-11	2540
SilCom	Freespace-Fibre	Лазерный диод	н/д	20	8,7	730

мени, а предприятиям – получать доступ к надежному и безопасному соединению для глобальных операций.

Британская компания Cablefree имеет широкий спектр коммуникационных решений free space для высокоскоростного беспроводного подключения с максимальной пропускной способностью сети 10 Гбит/с. Технология FSO активно используется в широком спектре практических приложений в метро, медицинских учреждениях, в процессе проведения соревнований. Компания использует оборудование FSO разных поставщиков и не требует обновления программного обеспечения безопасности.

Другая британская компания FSO PAV Data Systems производит оборудование, различающееся типами поддерживаемых сетевых технологий и областями применения. Например, устройства семейства SkyNet предназначены для корпоративных СПД и магистральных сетей операторов связи с трафиками Ethernet (максимальной дальностью связи 6 км), Fast Ethernet (4 км), Token Ring (2 км, скорость 1–16 Мбит/с), FDDI (4 км) и STM-1/ATM ОС/3 (4 км, 155 Мбит/с с перспективой 622 Мбит/с).

Системы SkyCell подключают трансиверы и контроллеры базовых станций мобильной связи по интерфейсам G.703/E1, E2 и E3 со скоростями 2, 8 и 34 Мбит/с и максимальной дальностью 6 км. SkyVision обеспечивает под-

ключение выносного широковещательного и телевизионного оборудования на расстоянии до 500 м со скоростью передачи 270 Мбит/с и интерфейсом SDI (Serial Digital Interface). SkyView позволяет формировать полудуплексные и дуплексные каналы для транспортировки видеопотоков и данных телеметрии на расстояние до 4 км.

Сравнительная характеристика технических параметров аппаратуры FSO отечественных и зарубежных компаний представлена в табл. 3 [12]. Из нее видно, что по надежности и дальности связи наилучшими являются оптические модемы отечественного производителя ИТЦ (Инновационно-технологического центра информационных и оптических технологий) и британской компании PAV Data Systems.

В настоящее время по критерию пропускной способности лидирует американская компания «MRV», которая выпустила модель TereScope10GE со скоростью передачи данных 10 Гбит/с. Рекордную дальность связи сегодня гарантирует компания «fSONA» (Канада), FSO-системы которой передают информацию со скоростью 52 Мбит/с на расстояние 7,7 км.

В заключение статьи хотим подчеркнуть, что к атмосферной оптической связи проявляется все больший интерес как к высокоскоростной технологии передачи информации и в России, и за рубежом.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. FSO технология и ее история // АО «Мостком». URL: <https://old.mostkom.ru/fsotech.htm> (дата обращения: 20.06.2024).

2. Беспроводной канал 10 Гбит/с : Ключевые особенности и результаты тестирования / Кузнецов С.Н., Поляков С.Ю., Alali O., Bahaa H. // Инновации в науке, производстве и образовании : сборник трудов Междунар. научно-практ. конференции. Рязань, 2013. С. 83–90.

3. Квантово-оптические системы : сайт компании. URL: <http://www.qos.ru/ru/index.php> (дата обращения: 20.06.2024).

4. Влияние погодных условий на надежность атмосферной оптической связи / Зеленюк И.Ю., Огнев И.В., Поляков С.Ю., Широбакин С.Е. // Вестник связи. 2002. № 4. С. 85–97.

5. Снижение уровня ошибок при передаче высокочастотных оптических сигналов в условиях турбулентной атмосферы за счет использования статистики уровня приемного сигнала / Керносов М. Ю., Кузнецов С. Н., Огнев Б. И., Паршин А. А. // Фотоника. 2020. Т. 14, № 5. С. 424–436.

6. Поляков С.Ю., Широбакин С.Е. Оборудование АОЛС серии «Мост» – «вездеход последней мили» // Технологии и средства связи. 2003. № 5.

7. Оптические телесистемы: отзывы // Оптические телесистемы. URL: http://www.optica.ru/?page=optica_13.htm (дата обращения: 20.06.2024).

8. Where to buy free-space optical communication systems // RP-Photonics Buyer's Guide. URL: https://www.rp-photonics.com/bg/buy_free_space_optical_communication_systems.html (дата обращения 20.06.2024).

9. Top 10 leading companies in the global free space optics communication technology market // Emergen Research : site. 2023. Apr. 20. URL: <https://www.emergenresearch.com/blog/top-10-leading-companies-in-the-global-free-space-optics-communication-technology-market> (дата обращения 20.06.2024).

10. 4 Top free space optics companies // StartUs Insights : site. 2023. URL: <https://www.startus-insights.com/innovators-guide/4-top-free-space-optics-startups-impacting-telecom-industry/> (дата обращения: 20.06.2024).

11. Фирмы PAV // Издательство «Открытые системы». 2020. 16 авг. URL: <https://www.osp.ru/nets/2000/08/141321> (дата обращения: 20.06.2024).

12. Анализ технологии и оборудования FSO // Койшибаев А.Т. Организация транспортной сети с использованием системы FSO : дипломная работа. Астана, 2014. URL: https://studbooks.net/2087953/informatika/analiz_tehnologii_aborudovaniya (дата обращения: 20.06.2024).

МОДЕЛЬ ЦИФРОВЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ВЫПУСКНИКОВ ТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ



АПЕНЬКО
Светлана Николаевна,
Омский государственный
университет им. Ф.М. Достоевского, заведующий
кафедрой менеджмента и
маркетинга, г. Омск, Россия



ДАВЫДОВ
Алексей Игоревич,
Омский государственный
университет путей сооб-
щения, доцент кафедры
«Информационная безопас-
ность», г. Омск, Россия



ЛУКАШ
Александр Викторович,
Омский государственный универси-
тет путей сообщения, заместитель
начальника учебно-методического
управления, начальник учебного
отдела, г. Омск, Россия

Ключевые слова: цифровая трансформация, специалист, обучение, компетенции, данные, информационные технологии

Аннотация. В статье рассмотрены основные элементы построения траектории обучения выпускников технических специальностей железнодорожных высших учебных заведений с целью максимального удовлетворения потребностей цифровой трансформации отрасли.

■ В железнодорожной отрасли работает более 700 тыс. человек, по специальностям и направлениям подготовки в железнодорожных учебных заведениях среднего профессионального и высшего образования обучается более 100 тыс. человек. Всего в ОАО «РЖД» существует более 200 должностей и профессий, по которым действует 92 профессиональных стандартов.

Чтобы предприятие оставалось в числе лидирующих, его работники должны обладать набором компетенций не только в профессиональной области (специальные знания, умения и навыки, необходимые для выполнения специфических профессиональных функций и конкретной предметной области), но и располагать знаниями модели «5К+Л»: компетентность, клиентоориентированность, корпортивность и ответственность, качество и безопасность, креативность и инновационность, лидерство.

В современном мире невозможно в полном объеме обладать этими навыками без так называемых «цифровых» компетенций – набора знаний и умений для взаимодействия с устройствами и применения информационных технологий.

В ОАО «РЖД» принята и реализуется Стратегия цифровой трансформации. Согласно ее положениям в холдинге приветствуется развитие цифровой корпоративной культуры на всех уровнях организационной структуры: от высшего руководства до рядовых работников. При этом важно развивать цифровые

компетенции как при получении среднего и высшего образования в отраслевых учебных заведениях, так и во время прохождения повышения квалификации. Кроме того, прохождение аттестационных испытаний в системе дистанционного обучения подразумевает наличие у каждого работника определенного уровня знаний и умений в области взаимодействия с вычислительными системами.

В действующем федеральном государственном образовательном стандарте по специальности «Подвижной состав железных дорог» в качестве «цифровой» указана компетенция ОПК-3 «Способен представлять информацию в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий с учетом основных требований информационной безопасности».

Для специальностей «Эксплуатация железных дорог», «Системы обеспечения движения поездов» и «Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей» указана ОПК-2 «Способен применять при решении профессиональных задач основные методы, способы и средства получения, хранения и переработки информации, в том числе с использованием современных информационных технологий и программного обеспечения».

Образовательные организации при формулировании профессиональных компетенций могут добавлять некоторые дополнительные умения и навыки в

области информационных технологий, но чаще всего этим правом не пользуются, возможно, в силу определенной инерции железнодорожного образования. Кроме того, в ОАО «РЖД» работают специалисты различных профессий, в том числе и не связанных напрямую с основной функцией компании. Для них в железнодорожных вузах реализуются так называемые «непрофильные» специальности.

Для изучения информационных технологий в учебных планах чаще всего устанавливаются следующие дисциплины: «Информатика», «Математическое моделирование систем и процессов» и «Информационные технологии в профессиональной деятельности». Эти дисциплины обычно изучаются на начальных курсах, когда обучающийся практически ничего не знает о будущей специальности.

В настоящее время активно ведется разработка стандартов нового поколения, которые будут введены в действие с 1 сентября 2025 г. В них авторы предлагают конкретизировать цифровые компетенции будущих специалистов. Модель цифровых компетенций можно представить, как вложенную структуру (рис. 1). Смысл подобной модели в том, что наборы навыков, находящиеся во внутренних сегментах структуры модели, должны быть обязательно реализованы и представлены во внешних сегментах структуры.

К цифровым компетенциям в данной модели отнесены следующие группы: цифровая культура, предполагающая наличие определенных навыков и норм поведения человека с учетом особенностей применения цифровой среды и цифровых технологий; базовые цифровые компетенции – навыки и умения работы с универсальными цифровыми технологиями и инструментами, позволяющими эффективно организовать рабочий процесс в организации; профессиональные цифровые компетенции – навыки и умения работы с узкоспециализированными, профессиональными цифровыми инструментами, технологиями интеллектуального анализа данных, управления, программирования и защиты компьютерных систем от неправомерного воздействия. Специалисты этой группы должны обладать специализированным дополнительным (профессиональная переподготовка) или высшим образованием по соответствующему направлению.

Авторами предпринята попытка разграничить уровни владения цифровыми компетенциями по видам деятельности в компании, чтобы каждый специалист мог не только уметь применять информационные технологии в профессиональной деятельности, но и был членом общества, в совершенстве владеющим определенными универсальными цифровыми навыками.

Так, компетенции первой группы «Цифровая культура» включают в себя набор основных знаний и умений, необходимых для комфортной жизни в обществе (основы информационной безопасности, использование государственных информационных систем) и выполнения профессиональных задач (запуск и авторизация в приложении, печать и сканирование документов, формулирование поисковых запросов для поиска нормативных документов и научно-технической информации). Эти компетенции должны закладываться

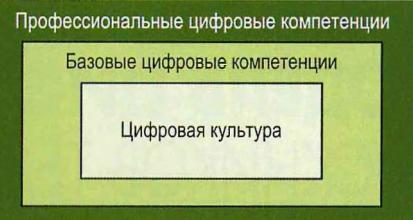


РИС. 1

начиная со старших классов школы на всем протяжении обучения в учреждениях среднего и высшего образования, а также при послевузовском образовании. Для контроля сформированности знаний в этой группе имеет смысл использовать формат тестирования.

В свете растущего объема мошеннических действий особое место занимает информационная безопасность. Прежде всего она предписывает необходимость использования надежных паролей (при возможности – биометрической или двухфакторной авторизации), контроль приложений на мобильных и стационарных устройствах, периодическое обновление ПО и др.

Компетенции второй группы («базовые») (рис. 2) в основном требуются офисным работникам для эффективного выполнения профессиональных задач при безусловном владении компетенциями первой группы.

Базовые цифровые компетенции предполагают умение работников применять средства сетевых коммуникаций (мессенджеры, системы видеоконференцсвязи для проведения удаленных совещаний и переговоров); текстовые редакторы (форматирование текста, создание таблиц, вставка объектов и др.); электронные таблицы (расчеты, компьютерная визуализация численной информации, а также элементы «офисного» программирования).

В настоящее время при переходе на импортозамещающие программные продукты на всех уровнях образования целесообразно изучение пакета «Мой офис», входящего в операционную систему Astra Linux, внедряемую в большинстве крупных компаний в нашей стране.

Важнейшим элементом модели базовых цифровых компетенций работника холдинга «РЖД» является знание и умение защищать информацию конфиденциального характера, а также обеспечивать защиту персональных данных. В данном блоке компетенций это создание зашифрованных архивов информации, а также правильное хранение документов на рабочем месте. Для оценки сформированности базовых компетенций уже мало использования тестирования,

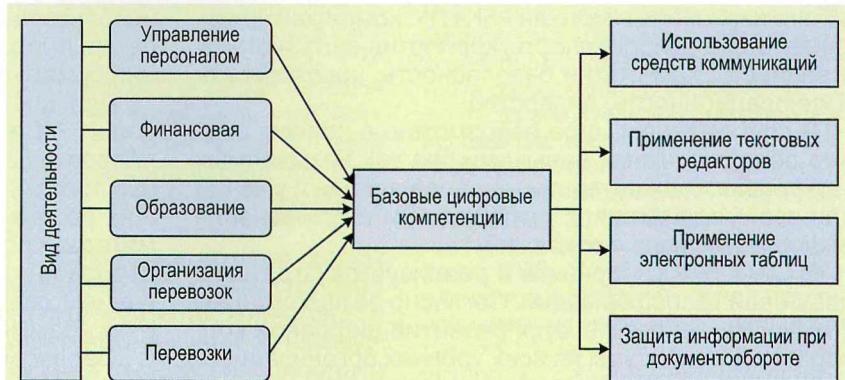


РИС. 2



РИС. 3

целесообразно использование собеседований и демонстрационных экзаменов.

Третья группа цифровых компетенций («профессиональные») (рис. 3) необходима работникам, непосредственно связанным с управлением и содержанием информационной инфраструктуры, обеспечивающим реализацию политики цифровой трансформации отрасли, а также тем сотрудникам, от оперативности и эффективности стратегических решений которых зависит безопасность железнодорожного транспорта.

Практически все работники этой группы должны обладать знаниями в области алгоритмизации и основных конструкций языков программирования, чтобы грамотного формировать технические задания и контролировать их выполнение при разработке ПО.

Важно также уметь применять методы управления базами данных: резервное копирование, репликация, организация распределенных информационных систем, мониторинг систем реального времени. Управленцам необходимо знать основы построения моделей бизнес-процессов, их анализа и модернизации, а также создания дорожной карты цифровой трансформации с обязательным выделением ключевых показателей эффективности (KPI) процесса.

В связи с вызовами в сфере информационной безопасности компаний необходим сильный блок по планированию и управлению в этой области, созданию моделей угроз и анализа рисков для каждого бизнес-процесса. Формированию модели компетенций ответственных работников в области кибербезопасности будет посвящена отдельная статья.

В Центральной дирекции инфраструктуры, в частности в Управлении автоматики и телемеханики, а также в Центральной станции связи цифровые технологии применяются широко. Поэтому имеет место разделение работников по необходимым уровням освоения цифровых компетенций в соответствии с профессиональными функциями.

В настоящее время даже специалистам, работающим «в поле» (электромеханики), требуются базовые цифровые компетенции второго уровня, так как они используют в своей работе МРМ-Ш на основе карманного компьютера и другие информационные системы.

Для руководства дистанций, начальников участков, старших электромехаников, инженеров центров диагностики и мониторинга, а также научных работников проектных институтов кроме базовых цифровых компетенций требуются и некоторые профессиональные.

Они помогут успешно выполнять задачи, связанные с применением систем автоматического проектирования и технологий обработки числовой информации с помощью макросов и микропрограмм.

В Департаментах информатизации, квантовых коммуникаций и управления информационной безопасностью, являющихся «локомотивом» цифровой трансформации отрасли, большинство работников имеют профильное высшее образование в своей предметной области. Однако важно идти в ногу со временем и постоянно совершенствовать свои знания. Для этого целесообразно создавать курсы повышения квалификации в рамках системы дистанционного обучения работников. Специалистам

высшего звена этих подразделений необходимо повышать уровень своих знаний в рамках менеджмента цифрового развития организаций с целью своевременной реакции на состояние внешней среды и выработки управляющих воздействий.

«Держать руку на пульсе» стоит и профильным учебным заведениям. Так, в Омском государственном университете путей сообщения при построении образовательной программы для специальностей «Системы обеспечения движения поездов», «Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте», «Телекоммуникационные системы и сети железнодорожного транспорта» и «Радиотехнические системы и сети железнодорожного транспорта» введена дисциплина «Прикладное программирование». В рамках обучения студенты получат знания в области программной инженерии и базовых навыков программирования на языке Python.

При создании программ повышения квалификации для работников ОАО «РЖД» введен модуль «Цифровые технологии на железнодорожном транспорте», призванный познакомить обучающихся с задачами программы цифровой трансформации в конкретных подразделениях и, при необходимости, построить траекторию индивидуального развития.

При органичном применении рассмотренной модели цифровых компетенций работников, ее эффективном применении и контроле будут сформированы предпосылки к построению цифровой железнодорожной доро- ги и реализации Стратегии цифровой трансформации ОАО «РЖД».

Исследование выполнено за счет гранта Российской научного фонда № 24-28-20314 «Развитие цифровых сервисов профессиональных и надпрофессиональных компетенций выпускников вузов в управлении персоналом промышленных предприятий».

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Бацокин А.О. Практические аспекты применения искусственного интеллекта при формировании модели компетенций (на примере железнодорожной отрасли) // Экономика и управление. 2023. Т. 29, № 7. С. 843–850. DOI: 10.35854/1998-1627-2023-7-843-850.
- Модель корпоративных компетенций ОАО «РЖД» : утв. решением Правления ОАО «РЖД» от 13 мая 2019 г. № 25 // Сибирский государственный университет путей сообщения : официальный сайт. URL: <http://www.stu.ru/announ/index.php?an=2041> (дата обращения: 21.06.2024).
- Горева О.В., Кученко С.М. Формирование корпоративных компетенций ОАО «РЖД» в контексте непрерывного образования // Техник транспорта : образование и практика. 2021. Т. 2., вып. 1. С. 8–16. DOI: 10.46684/2687-1033.2021.1.8-16.

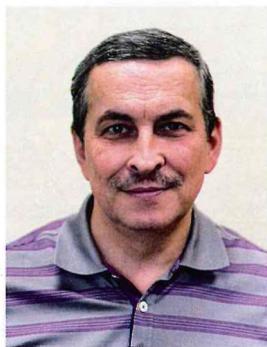
30 ЛЕТ НА ТРАЕКТОРИИ БЕЗОПАСНОСТИ



ГОЛОВИН
Владимир Иванович,
ООО «НПО САУТ», замес-
тель директора по научной
работе, академик Российской
Инженерной Академии,
г. Екатеринбург, Россия



ПОДКОРЫТОВ
Сергей Александрович,
ООО «НПО САУТ»,
заместитель директора
по техническим вопросам,
г. Екатеринбург, Россия



КОНДРАТЬЕВ
Александр Никифорович,
ООО «НПО САУТ», ведущий
инженер отдела НИР-САУТ,
г. Екатеринбург, Россия

**В ноябре текущего года исполняется 30 лет одному из лидеров российского прибо-
ростроения железнодорожной автоматики – НПО САУТ. Оно было создано на базе
Уральского отделения Всесоюзного НИИ железнодорожного транспорта в ноябре
1994 г. при поддержке Министерства путей сообщения РФ.**

■ ООО «НПО САУТ» осуществляет разработку и поставку инновационных микропроцессорных систем управления и обеспечения безопасности движения тягового подвижного состава. Продукция научно-производственного предприятия, обеспечивающая безопасность управления тяговым и моторвагонным подвижным составом, востребована не только в России, но и за ее пределами.

Первые разработки электронно-вычислительного устройства контроля скорости ЭВУКС – прототипа системы автоматического управления тормозами (САУТ) – были выполнены специалистами-новаторами электровозного депо Пермь Свердловской дороги в 1956 г. ЭВУКС тогда собирался на электронных лампах и электромагнитных реле и применялся на электросекциях Ср3 для точного автоматического измерения скорости движения и пройденного пути.

В 1965 г. впервые были проведены поездные испытания ЭВУКС на опытном участке Пермского отделения Свердловской дороги. У каждого светофора располагались путевые генераторы системы автоматизированного управления тормозами, а локомотивная аппаратура САУТ, построенная на полупроводниковых приборах, размещалась в головном вагоне электросекции Ср3.

Для продолжения работы в данном направлении в 1966 г. была создана отраслевая научно-исследовательская лаборатория «Автоматизация остановки поезда перед запрещающими сигналами» (ОНИЛ). Ее заведующим стал канд. техн. наук, доцент В.И. Зонов, а в состав вошли аспиранты В.И. Головин, Ю.Г. Кутыев, В.Л. Нестеров, В.А. Гасилов и И.А. Журавлев. Коллектив ОНИЛ продолжил теоретические

и практические исследования в области создания системы автоматического управления тормозами. Ученые проектировали компоненты и подсистемы, производили расчеты, связанные с режимами торможения поездов, выполняли лабораторные и поездные испытания опытных образцов устройств.

Научное руководство работами осуществлял, а с середины 1967 г. курировал все разработки и внедрение САУТ главный инженер, заместитель начальника Главного управления локомотивного хозяйства МПС канд. техн. наук, доцент Б.Д. Никифоров.

В 1971 г. образована Отраслевая научно-исследовательская лаборатория «Автоматизация остановки поезда перед запрещающими сигналами» на базе УЭМИИТа (сегодня УрГУПС). Позже она была реорганизована в лабораторию «Локомотивные системы автоматического управления торможением поездов» в составе Уральского отделения ВНИИЖТ.

В тот период там проводились работы по оптимизации алгоритмов прицельного торможения для пригородных электропоездов на участке Москва-Савеловская – Дмитров Московской дороги.

В 1994 г. на базе лаборатории было создано ООО «НПО САУТ», 30-летний юбилей которого и отмечается в этом году.

Сегодня путевыми устройствами САУТ оборудованы 15 железных дорог России, исключая Калининградскую. Более 2 тыс. станций оснащены путевыми устройствами САУТ: САУТ-Ц, САУТ-ЦМ, САУТ-ЦМ/НСП. Локомотивной аппаратурой САУТ различной модификации, а также локомотивными устройствами безопасности, содержащими в себе функционал САУТ, оборудовано более 15 тыс. локомотивов и моторвагонного подвижного состава.

Внедрение путевых устройств началось с участков, оборудованных путевыми устройствами САУТ-У, Свердловск – Шаля и Свердловск – Дружинино Свердловской дороги в 1986 г. У поколения САУТ-У путевые точки располагались не только на станциях, но и у каждого проходного светофора, а специфика конфигурации обуславливалаась элементной электронной базой того времени. Вследствие такого построения системы при проектировании путевых устройств разработчики вынуждены были пользоваться так называемой «группировкой маршрутов», т.е. задавать маршруты приема не на каждый путь станции, а на группу путей. Принцип группировки просуществовал до появления станционных устройств САУТ-ЦМ/НСП. Их важным преимуществом является возможность задания кодовой посылки для передачи маршрута движения на каждый путь в отдельности независимо от величины станции. С этого момента, а внедрение САУТ-ЦМ/НСП началось в 2010 г., техническое решение «группировка маршрутов» запрещено к внедрению нормативными документами ОАО «РЖД».

Сегодня при проектировании путевых устройств САУТ обязательным является формирование кодовых посылок для маршрутов приема поездов на каждый путь станции в отдельности без применения «групповых маршрутов». В настоящий момент это единственная система, позволяющая определять точное местоположение подвижной единицы и функционирующую независимо от внешних факторов.

В 90-е гг. почти на всех дорогах России стали внедряться путевые устройства САУТ-Ц. В октябре 1992 г. комиссией МПС проведены ее приемочные испытания. Система была рекомендована для внедрения на сети железных дорог. Ею было оборудовано более 20 тыс. км. Многие станции, оборудованные аппаратурой САУТ-Ц, продолжают функционировать по сей день.

Отличительная особенность аппаратуры САУТ-Ц – исключение проходных точек САУТ на перегонах за счет применения кодированных генераторов на выходе станции в сочетании с локомотивной базой путевых параметров САУТ, размещенной в локомотивной аппаратуре. Такое решение значительно повышало надежность аппаратуры в целом, а использование на локомотиве электронной памяти для хранения путевых параметров перегонов обеспечивало сокращение требуемого напольного оборудования и кабеля в 3–4 раза.

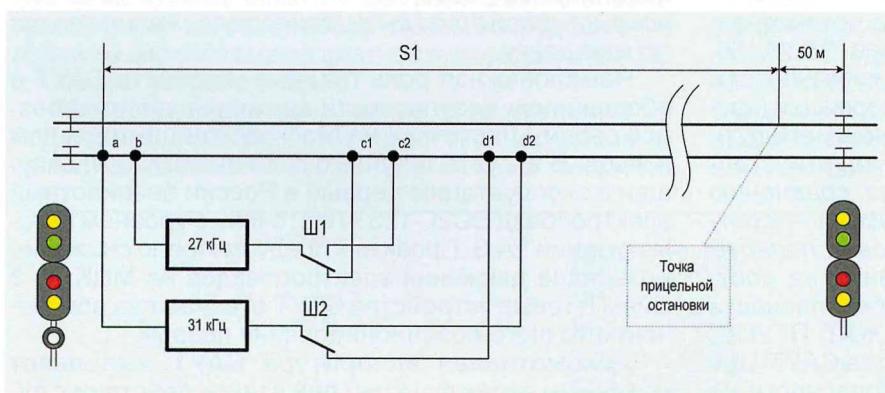


Схема включения путевой точки САУТ-У

Применение генераторов на выходе станции с кодированным сигналом было переходным этапом от системы передачи информации аналоговым способом к цифровому. В 2000-е гг. произошел полный переход от аналогового способа передачи информации с пути на локомотив с использованием принципов физического моделирования на цифровой способ посредством кодированного сигнала. Началось внедрение следующего поколения путевой аппаратуры – САУТ-ЦМ. Все без исключения путевые точки стали передавать информацию на борт локомотива в кодированном виде.

Путевые генераторы стали более «интеллектуальными»: появилась авторегулировка выходного тока, цифровая индикация работы и другие функции. Это было положительно оценено работниками дистанций СЦБ, например, в процессе эксплуатации генераторов САУТ-ЦМ отпала необходимость в контроле переключений длин шлейфов и изменений их длины в зависимости от скорости движения состава по станции, а также регулировке уровня тока в шлейфах.

Совместная работа путевых и локомотивных устройств САУТ-ЦМ повысила функциональность, качество и сервис аппаратуры. Кроме этого, появилась возможность ее диагностирования. В целом количество оборудованных станций устройствами САУТ-ЦМ превысило количество станций с САУТ-Ц. Но постовая часть, отвечающая за формирование маршрутов САУТ, по-прежнему оставалась в релейном исполнении, что накладывало ограничения на функционал системы в целом.

Стоит отметить, что на участках, оборудованных путевой аппаратурой САУТ-ЦМ, комиссионные проверки выявляют примерно в 5 раз меньше замечаний к работе устройств по сравнению с участками, оборудованными САУТ-Ц.

Вместе с развитием научно-технического прогресса, появлением новых электрических компонентов развивалась локомотивная и путевая система САУТ. Знаковые перемены произошли при переходе всей путевой аппаратуры на микропроцессорные элементы, включая и постовые блоки. Также появлялись новые требования к аппаратуре в плане функциональных возможностей, в частности повышение точности позиционирования на путях станций. Разработанная микропроцессорная система САУТ-ЦМ/НСП позволила задавать и транслировать на локомотив кодовые маршруты приема на каждый путь станции в отдельности без применения «групповых маршрутов». И это не единственное достоинство новой системы. К преимуществам можно отнести использование двухпроводной линии связи от поста ЭЦ до напольных устройств вместо многожильного кабеля, возможность передачи на локомотив информации о количестве свободных впередилежащих блок-участков и др. Данная модификация путевых устройств САУТ и сегодня является инновационной и широко внедряемой.

В декабре 2009 г. прошли приемочные испытания на станции Баженово Свердловской дороги



Постовые блоки САУТ-ЦМ/НСП при увязке с релейной ЭЦ

современного поколения путевых устройств – станционных устройств САУТ-ЦМ/НСП – в варианте увязки с релейной ЭЦ.

Спустя три года на станции Дрезна Московской дороги проведены приемочные испытания станционных устройств САУТ-ЦМ/НСП в варианте увязки с микропроцессорной ЭЦ. Разработаны и утверждены технические решения по увязке данного оборудования с микропроцессорными централизациями EbiLock-950, МПЦ ЭЛ (разработчик 1520 Сигнал), ЭЦ ЕМ (разработчик Радиоавионика), МПЦ И (разработчик НПЦ Промэлектроника), МПЦ-МЗ-Ф (разработчик Форатек АТ), МПЦ МПК (разработчик ЦКЖТ ПГУПС), МПЦ-АСК (разработчик АСК).

Среди преимуществ станционных устройств САУТ-ЦМ/НСП можно выделить возможность реализации передачи данных о маршрутах движения по радиоканалу, что особенно актуально при внедрении автоворедения и функций «виртуальной сцепки».

Достоинствами применения радиоканала являются: полнота передачи информации (возможность одновременной передачи информации о нескольких маршрутах движения строго адресованным локомотивам); непрерывность передачи информации.

В 2022 г. совместно с АО «НИИАС», АВП Технология и Лабораторией радиосвязи на станции Красноярск-Восточный и участке Красноярск-Восточный – Марийск Красноярской дороги были проведены испытания по передаче информации в бортовые устройства безопасности о порядке следования и параметрах движения впередишедшего поезда, передаче на локомотив данных о маршруте приема и прибытии поезда на станцию в автоматизированном режиме. Маршруты приема формируются станционной аппаратурой САУТ-ЦМ/НСП и передаются в автоматизированном режиме по радиоканалу на локомотив с использованием цифровых радиомодемов РМЦ/2.150. Достоинство применения радиоканала заключается в полноте и непрерывности передачи информации (возможно передавать второй по ходу движения маршрут).

Одно из самых значимых преимуществ станционных устройств САУТ-ЦМ/НСП по сравнению с другими системами сбора информации – соответствие требованиям четвертого уровня полноты безопасности УПБ-4 (SIL4). Заключения на соответствие высшему уровню полноты безопасности получены в Испытательном центре ЖАТ ПГУПС. Как следствие – станционные устройства САУТ-ЦМ/НСП соответствуют требованиям безопасности не только в составе самой аппаратуры САУТ, но и при



Комплект аппаратуры САУТ-ЦМ/НСП

совместном использовании с другими системами, осуществляя сбор данных в безопасном формате.

Совместно с НИИАС разработано и внедрено техническое решение по использованию станционных устройств САУТ-ЦМ/НСП для передачи на локомотив информации по радиоканалу о количестве свободных блок-участков. Это позволило обеспечить повышение участковой скорости с сохранением заданного уровня безопасности на станциях Ундол, Болдино, Колокша скоростного полигона Москва – Нижний Новгород.

Также совместно с АО «НИИАС» на станции Подлипки-Дачные Московской дороги реализовано техническое решение «Комплекс технических средств передачи ответственной информации о поездной ситуации на перегоне и станции в бортовые приборы безопасности от постовой аппаратуры САУТ-ЦМ/НСП».

Устройства САУТ-ЦМ/НСП были использованы в Многоуровневой системе управления и обеспечения безопасности движения поездов для средних и малых станций – УВК СИР.

Для бесперебойного курсирования электропоездов ЭС1 («Ласточка») в период проведения Зимних Олимпийских игр в 2014 г. на скоростном участке Сочи – Красная Поляна Северо-Кавказской дороги было успешно реализовано техническое решение для скоростного движения с возможностью резервирования канала АЛС-ЕН на скоростях свыше 160 км/ч.

Кроме этого, при использовании путевых устройств САУТ на этом участке в Безопасном локомотивном объединенном комплексе БЛОК в пути следования выполняется автоматическое переключение таблиц АЛС-ЕН и номера пути следования, что позволяет оптимизировать действия локомотивной бригады в процессе движения поезда по маршруту.

Немаловажная роль путевых устройств САУТ в обеспечении безопасности движения электропоездов серии «Ласточка» на Московском центральном кольце. В августе текущего года на МЦК был запущен в эксплуатацию первый в России беспилотный электропоезд ЭС2Г-113 «Ласточка» с уровнем автоматизации УА-3. Проектом предусмотрено снижение интервала движения электропоездов на МЦК до 3 мин. Путевые устройства САУТ отвечают за обеспечение точного позиционирования поезда.

Локомотивная аппаратура САУТ выполняет максимум своих функций при взаимодействии с путевыми устройствами САУТ, обеспечивая высокий



Блоки БПМ-МПЦ, размещенные на стативе



Проверка работы путевых устройств вагоном-лабораторией

уровень безопасности и оптимальные эффективные режимы движения. Конфигурация системы с путевыми устройствами САУТ позволяет увеличивать пропускную способность за счет построения кривой скорости локомотива по точным данным о маршрутах движения, включающих в себя расстояния до светофоров и мест ограничений скорости, по тормозному коэффициенту, рассчитанному локомотивной аппаратурой САУТ в пути следования.

Станционные устройства САУТ-ЦМ/НСП находят свое применение не только на магистралях ОАО «РЖД», но и на подъездных путях промышленных предприятий, где происходит внедрение микропроцессорных централизаций.

Надежность функционирования аппаратуры напрямую связана с качественным сервисным обслуживанием и диагностикой работы устройств. Гарантийный и постгарантийный ремонт организован через авторизованные сервисные центры. КИПы оснащены необходимой сервисной аппаратурой. Проверки оборудования с выездом на дороги или по записям регистратора параметров САУТ (РПС) с выдачей результатов эксплуатирующему персоналу осуществляют специалисты предприятия по графику. В результате проводимой работы по указанным проверкам, внедрению инновационных устройств САУТ-ЦМ/НСП, совершенствованию баз данных и других мероприятий количество сбоев в работе устройств САУТ с 97,6 тыс. в 2009 г. за десять лет снизилось до 3,9 тыс.

Неоценимую пользу при внедрении и обслуживании путевых устройств САУТ принесли самоходные вагоны-лаборатории служб автоматики и телемеханики. В процессе пусконаладочных работ для выполнения проверочных поездок были задействованы самоходные вагоны-лаборатории, оборудованные различными системами диагностики устройств АЛС и путевых устройств САУТ.

Такие проверки начинались с применения на подвижной лаборатории простого чернильного самописца, а затем стали применяться такие си-

стемы, как «Контроль», им на смену пришла более современная модификация – «МИКАР», в составе которых уже имелись блоки для контроля работы устройств САУТ.

С появлением в составе локомотивной аппаратуры регистраторов параметров САУТ (РПС) выявление неисправностей путевых устройств стало более оперативным, что также сказалось на улучшении качества состояния путевых устройств.

Нельзя не отметить, что передача информации на борт локомотива посредством путевых устройств САУТ в текущих реалиях является наиболее надежным методом в части независимости от внешних факторов по сравнению со спутниковыми системами или аналогичными способами передачи данных. При этом стоимость применения САУТ значительно ниже, чем у других систем интервального регулирования движения поездов.

Последние годы НПО САУТ ведет активную работу по импортозамещению аппаратуры на программном и схемотехническом уровнях. Так, программное обеспечение станционных устройств САУТ-ЦМ/НСП внесено в реестр Российского программного обеспечения.

Важную роль в надежности аппаратуры играют устройства грозозащиты. Специалистами НПО САУТ проведены испытания в ИЦ ВИТУ станционных устройств САУТ-ЦМ/НСП. По их результатам получено положительное заключение о проведении испытаний на стойкость к воздействию импульсных токов и перенапряжений.

Путевые устройства САУТ в составе общей системы безопасности САУТ ответственны за самое ценное – жизнь и безопасность людей. Поэтому мы постоянно улучшаем качество нашей продукции и расширяем ее функциональные возможности. Система менеджмента НПО САУТ сертифицирована на соответствие требованиям стандарта ГОСТ Р ISO 9001-2015, имеется сертификат соответствия, выданный «Регистром сертификации на федеральном железнодорожном транспорте».



620027, г. Екатеринбург,
ул. Челюскинцев, 15, оф. 220
info@saut.ru
www.saut.ru

На правах рекламы

ЗАСЛУЖЕННЫЕ НАГРАДЫ

За достижение высоких результатов в профессиональной деятельности, внедрение инновационных технологий и обеспечение эффективной работы железнодорожного транспорта награждены:



знаком «ЗА БЕЗУПРЕЧНЫЙ ТРУД НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ 40 ЛЕТ»:

Анишкин Михаил Дмитриевич – старший электромеханик Брянск-Унечской дистанции сигнализации, централизации и блокировки Московской дирекции инфраструктуры;

Бечкинов Николай Александрович – электромеханик Махачкалинской дистанции сигнализации, централизации и блокировки Северо-Кавказской дирекции инфраструктуры;

Бондаренко Сергей Тарасович – электромеханик Краснодарского регионального центра связи Ростовской дирекции связи;

Бродич Ирина Владимировна – начальник производственно-технического отдела Волховстроевской дистанции сигнализации, централизации и блокировки Октябрьской дирекции инфраструктуры;

Галаев Евгений Игоревич – электромеханик Логинской дистанции сигнализации, централизации и блокировки Северной дирекции инфраструктуры;

Еремкина Евгения Владимировна – электромеханик Рязань-Узловой дистанции сигнализации, централизации и блокировки Московской дирекции инфраструктуры;

Еферов Алексей Александрович – старший электромеханик Ульяновской дистанции сигнализации, централизации и блокировки Куйбышевской дирекции инфраструктуры;

Жарких Николай Михайлович – электромеханик Новокузнецкой дистанции сигнализации, централизации и блокировки Западно-Сибирской дирекции инфраструктуры;

Кайнов Виталий Михайлович – начальник отделения автоматики и телемеханики Проектно-конструкторского бюро по инфраструктуре;

Коссых Лидия Владимировна – технолог отдела ОКС Хабаровского ИВЦ;

Крылова Татьяна Константиновна – ведущий инженер по эксплуатации технических средств Рижско-Савеловской дистанции сигнализации, централизации и блокировки Московской дирекции инфраструктуры;

Кунянькин Евгений Иванович – инженер Медведевской дистанции сигнализации, централизации и блокировки Октябрьской дирекции инфраструктуры;

Лукашевич Александр Александрович – электромеханик Брянск-Сухиничской дистанции сигнализации, централизации и блокировки Московской дирекции инфраструктуры;

Мишкин Сергей Юрьевич – электромеханик Бердяушской дистанции сигнализации, централизации и блокировки Южно-Уральской дирекции инфраструктуры;

Мохан Александр Евгеньевич – старший электромеханик Пугачевской дистанции сигнализации, централизации и блокировки Приволжской дирекции инфраструктуры;

Петрушина Татьяна Евгеньевна – электромеханик Бекасовской дистанции сигнализации, централизации и блокировки Московской дирекции инфраструктуры;

Савченко Любовь Васильевна – электромеханик Краснодарской дистанции сигнализации, централизации и блокировки Северо-Кавказской дирекции инфраструктуры;

Сивицкая Елена Анатольевна – электромеханик Псковской дистанции сигнализации, централизации и блокировки Октябрьской дирекции инфраструктуры;

Скрыльник Василий Акимович – электромеханик Тимашевской дистанции сигнализации, централизации и блокировки Северо-Кавказской дирекции инфраструктуры;

Стекачев Борис Николаевич – начальник участка производства Курской дистанции сигнализации, централизации и блокировки Московской дирекции инфраструктуры;

Сыропятов Игорь Германович – электромеханик Ишимской дистанции сигнализации, централизации и блокировки Свердловской дирекции инфраструктуры;

Туманова Лариса Юрьевна – ведущий инженер по организации и нормированию труда отдела экономики и финансов Ярославского ИВЦ;

Хлыстов Игорь Николаевич – инженер по эксплуатации технических средств Пензенской дистанции сигнализации, централизации и блокировки Куйбышевской дирекции инфраструктуры;

Цыганова Наталья Ивановна – электромеханик Тюменской дистанции сигнализации, централизации и блокировки Свердловской дирекции инфраструктуры;

Шаталов Сергей Александрович – электромеханик Кузбасского регионального центра связи Новосибирской дирекции связи;

Юрова Лариса Алексеевна – электромеханик Жигулевской дистанции сигнализации, централизации и блокировки Куйбышевской дирекции инфраструктуры.

Поздравляем с высокой наградой!

ПРОЕКТЫ НОВОСИБИРСКИХ РАЦИОНАЛИЗАТОРОВ

Несмотря на высокий уровень технологичности информационно-вычислительного оборудования и систем, сотрудники ГВЦ принимают активное участие в рационализаторской деятельности. Сразу несколько предложений работников Новосибирского ИВЦ по совершенствованию эксплуатационной деятельности и повышению надежности функционирования устройств приняты к тиражированию. О некоторых из них рассказано в этой статье.

■ Заместитель начальника эксплуатационно-технического отдела **Д.В. Шахов** и ведущий инженер эксплуатационно-технического отдела **Р.Ю. Трифонов** разработали и внедрили проект по принудительной вентиляции серверных стоек. Для улучшения охлаждения оборудования в серверных зонах была усовершенствована система распределения воздушных потоков.

В машинных залах ИВЦ в серверных стойках размещается оборудование ОАО «РЖД», а также в рамках услуги «Collocations – размещение оборудования клиента на площадях центра» оборудование внешних клиентов. Для его бесперебойной работы в серверной должен соблюдаться определенный температурный режим. Это достигается за счет организации «горячих» и «холодных» коридоров и подачи холодного воздуха под фальшпол машинного зала (рис. 1).

При установке и вводе в эксплуатацию нового оборудования система мониторинга, как правило, фиксирует в некоторых стойках увеличение температуры до критических значений, что может приводить к сбою в работе информационных систем.

Причиной увеличения температуры является тепловое излучение вновь введенного оборудования, ограниченное пространство помещения, избыточное давление за счет подпора воздуха из-под пола, а также отсутствие мощной вытяжки.

Для устранения данной проблемы было предложено принудительно удалять горячий воздух из зоны «горячих» коридоров с по-

РИС. 1



мощью вентилятора через гофрированный воздуховод за пределы зоны серверов непосредственно на вход кондиционера (рис. 2).

Рационализаторы прикрепили к потолку гибкий воздуховод диаметром 200 мм и длиной 13 м с воздухозаборниками над серверными стойками в зоне выхода

горячего воздуха. Выходное отверстие воздуховода расположили за пределами комнаты, непосредственно у воздухозаборника прецизионного кондиционера. В разрыв воздуховода установили канальный вентилятор VKK 200 с электропитанием от электрощита с монтажной панелью ЩМП.

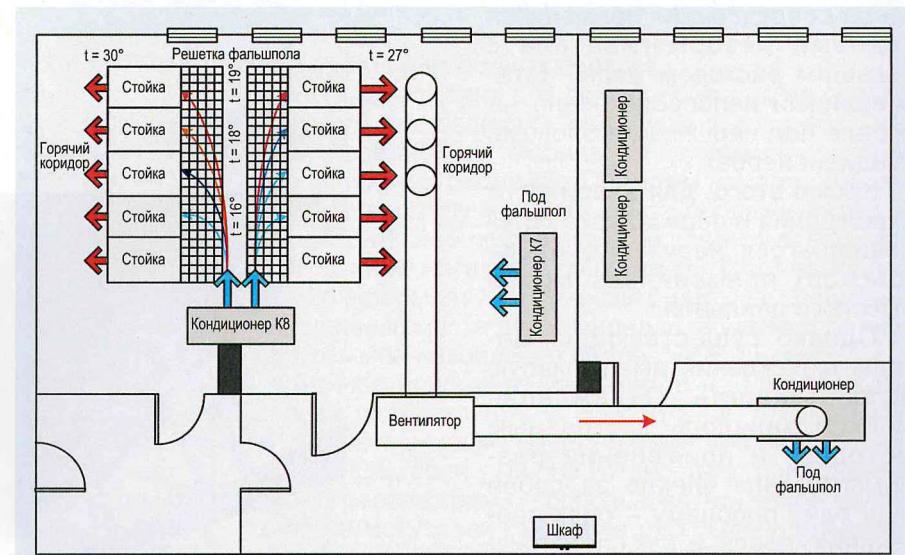


РИС. 2

Эксперимент с частью серверных стоек показал эффективность данного способа охлаждения оборудования. Поэтому было принято решение о подключении воздухозаборников над каждой стойкой для удаления горячего воздуха (рис. 3).

Данное предложение успешно применяется в отделе ЭТО Новосибирского ИВЦ. Проведенными контрольными измерениями установлено, что более качественный воздухообмен между системами кондиционирования и серверными стойками позволил снизить температуру в «горячих» зонах машинного зала до оптимальных значений.

■ Инженер эксплуатационно-технического отдела М.О. Шуплецов разработал систему охлаждения для предотвращения перегрева и отключения прецизионных кондиционеров.

В летний период, при возникновении пиковых значений температуры окружающего воздуха выше +30 °C, возникает проблема перегрева наружных блоков кондиционеров, размещенных на крыше пристройки здания Новосибирского ИВЦ.

Из-за значительного тепловыделения оборудования в помещениях машинных залов ИВЦ остановка даже одного кондиционера влечет за собой повышение температуры до критических значений. Это может привести к выходу из строя дорогостоящего оборудования.

Для решения проблемы перегрева оборудования применялся садовый разбрызгиватель с большим расходом воды, установленный непосредственно на кровле под наружными блоками кондиционеров.

Кроме этого, для аварийного охлаждения и перезапуска остановившегося наружного блока (блоков) применялась мойка высокого давления.

Однако существующие методы охлаждения имели малую эффективность. Охлаждение мойкой являлось экстренным методом, а применение разбрызгивателя влекло за собой еще одну проблему – риск протекания кровли, и, как следствие, затопление находящихся под ней помещений.

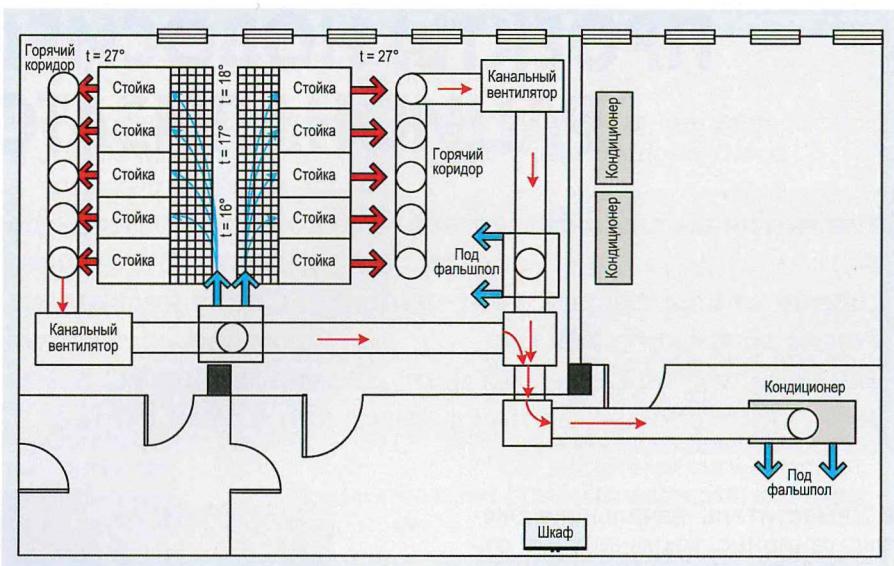


РИС. 3

Предложение М.О. Шуплецова заключается в применении вместо садового разбрызгивателя системы создания водяного тумана низкого давления. Из-за мелкодисперсного распыления расход воды снижается в 4 раза, так как большая ее часть в виде водяной пыли затягивается вентилятором непосредственно в радиатор каждого из блоков.

Наличие воды на ламелях радиатора в моменты, когда вен-

тиляторы охлаждения не запущены, дополнительно охлаждает наружный блок кондиционера, что влияет на частоту запуска вентилятора. Как следствие увеличивается длительность цикла кондиционера, экономится ресурс двигателей вентиляторов и электроэнергия.

Для организации системы орошения понадобились форсунки для создания водяного тумана, водонесущая трубка, фильтр для



РИС. 4



РИС. 5



РИС. 6

тонкой очистки воды, а также насос повышения давления.

Кроме этого, для установки системы орошения были изготовлены специальные крепления. П-образный стальной профиль, а также профиль круглый алюминиевый крепятся к основаниям наружных блоков в зависимо-

сти от расположения на высоте 150 мм от нижней кромки радиатора. К профилю крепятся крючки, через которые протягивается и посредством талрепов натягивается трос. Все болтовые соединения должны быть затянуты и проверены на надежность крепления.

Далее на трос при помощи нейлоновых стяжек фиксируются форсунки-распылители (4 шт. на один блок), а также водонесущая трубка (рис. 4, 5). Из-за большой длины для выравнивания давления собирается параллельно-последовательная схема подключения форсунок, подключенных к коллектору, насосу, фильтру тонкой очистки и далее к водопроводу (рис. 6).

Во время тестирования системы орошения при температуре окружающего воздуха от +29 до +33 °C было отмечено отсутствие отключений кондиционеров по причине перегрева наружных блоков.

Данное предложение также успешно применяется в отделе ЭТО НИВЦ.

СВИРСКИЙ В.Ю.,

начальник технического отдела
Новосибирского ИВЦ

В МИРЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

НА СЕТИ РЖД МОГУТ ПОЯВИТЬСЯ ЧЕТЫРЕ ЦИФРОВЫХ СТАНЦИИ

■ Как минимум четыре цифровых железнодорожных станции могут появиться на сети РЖД к 2030 г. Об этом на научно-практической конференции Минтранса и РАН рассказал заместитель генерального директора – главный инженер ОАО «РЖД» А.М. Храмцов.

Он отметил: «Тиражирование новых технических решений к 2030 г. на четырех крупнейших сортировочных станциях с перспективой внедрения на всех станциях первого класса позволит связать перевозки в единый поток, контролируемый и организуемый на основе цифровой модели искусственным интеллектом» (цитата по РЖД ТВ).

Как сообщал ранее заместитель генерального директора ОАО «РЖД» Е.И. Чаркин, проект ЦЖС предполагает «создание станции, где все процессы совершаются без участия человека».

На цифровой станции расцепка вагонов, например, будет осуществляться промышленным роботом, диагностирование технического состояния вагонов и их учет – интеллектуальными системами технического зрения и сканирующими устройствами.

Сейчас пилотный проект ЦЖС реализуется на Южно-Уральской дороге. В рамках «пилота» внедрен ряд модулей, отражающих принцип работы ЦЖС. Это средства контроля передвижения вагонов и локомотивов в реальном режиме времени, автоматизированные заградительные устройства на путях сортировочного парка, пост автоматизированного приема и диагностики подвижного состава на подходах к станции, мобильные рабочие места у оперативного персонала и др.

О внедрении робота-расцепщика – одного из элементов ЦЖС на станции Челябинск-Главный год назад сообщала пресс-служба РЖД. Робототехнический комплекс установлен на мобильной платформе, которая движется по специальной рельсовой конструкции, установленной вдоль пути. Это решение позволит полностью автоматизировать роспуск вагонов с горки.

<https://rzddigital.ru/>

ПРОДАЖИ БИЛЕТОВ НА ЭЛЕКТРИЧКИ БУДУТ ДОСТУПНЫ В ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИИ РЖД

■ РЖД в 2025 г. планируют начать продажи билетов на электрички на сайте и в веб-приложении, сообщает ТАСС. Там же можно посмотреть расписание движения пригородных поездов.

Веб-приложение для покупки билетов на поезд дальнего следования было запущено в апреле. Оно адаптировано для мобильных устройств на всех операционных системах. При этом приложение сохраняет весь функционал сайта продажи билетов ticket.rzd.ru. Веб-приложение не требует отдельной установки из магазинов приложений. С его помощью можно оформлять, в том числе билеты на специализированные места для инвалидов, воспользоваться программой накопления баллов «РЖД Бонус».

Сейчас приобретение билетов на пригородные поезда доступно только в мобильном приложении «РЖД пассажирам» на платформе Android. Пользователи iOS, если у них не установлено приложение «РЖД пассажирам», воспользоваться такой функцией не могут, так как ранее оно было удалено из App Store.

<https://rzddigital.ru/>

НОВОСТИ

КИТАЙ

■ Компания CRRC выпустила первый электропоезд для высокогорных районов Чунцина.

Максимальная рабочая скорость четырехвагонного состава достигает 160 км/ч, пассажировместимость – 420 человек. Он оснащен двигателями на постоянных магнитах, обеспечивающими трогание с места и движение на участках с уклоном до 50 %. Также поезд оборудован системой предиктивной диагностики состояния компонентов.

Дополнительно к преимуществам подвижного состава относится система автоворедения на уровне GoA2 (машинист находится в кабине) с автоматическим троганием с места, разгоном, торможением и остановкой. Также предусмотрена возможность перехода на максимальный беспилотный уровень GoA4. Кузов поезда выполнен из алюминиевого сплава.

Подвижной состав предназначен для курсирования на пригородной линии протяженностью 37,5 км с 9 станциями, соединяющей районы Бишань и Тунлян. Ожидается, что она откроется в декабре этого года.

Источник: www.crrcgc.cc

■ Первый монорельсовый поезд доставлен из Китая в бразильский город Сан-Паулу.

Первый из 14 заказанных монорельсовых поездов для строящейся линии 17 (Gold) сети метро Сан-Паулу прибыл в порт Сантус в июне 2024 г., второй должен появиться в Бразилии в конце года, остальные изготовитель поставит в течение следующего года.



После соединения вагонов в поезд начнется процесс его тестирования для получения сертификата безопасности и допуска к эксплуатации. На автоматизированной линии 17 будет применена система управления движением поездов по радиоканалу (CBTC). Пятивагонный поезд рассчитан на перевозку 616 пассажиров, из которых 114 смогут ехать сидя, также предусмотрены места для лиц с ограниченной мобильностью.

Монорельсовый поезд передвигается по бетонной несущей структуре шириной 800 мм. В каждом вагоне – по две тележки, каждая из которых оснащена тяговым двигателем, двумя опорными, четырьмя направляющими и двумя стабилизирующими колесами.

Поезд может развивать скорость до 80 км/ч, питаясь постоянным током напряжением 750 В. Он также оснащен аккумуляторными батареями, что позволит продолжить движение до следующей остановки в случае отключения основного источника.

Ввод в эксплуатацию линии 17 протяженностью 17,7 км намечен на июнь 2026 г., она станет первой монорельсовой линией сети метро Сан-Паулу.

Источник: www.zdmira.com

ЯПОНИЯ

■ В Японии представили антропоморфного многофункционального робота, который будет обслуживать железнодорожную инфраструктуру.



Робот может переносить грузы весом до 40 кг, работать на высоте до 12 м. Он управляется оператором через VR-гарнитуру и будет использоваться для замены и ремонта сигнального оборудования, удаления веток деревьев вдоль путей, покраски металлоконструкций, ремонта контактной сети. Робот установлен на стреле передвижного путевого крана, который доставляет его к месту работы.

Разработка новой технологии стала ответом на дефицит кадров в Японии, население которой быстро стареет. Ожидается, что использование робота повысит производительность труда на 30 % и поможет избежать несчастных случаев. Кроме того, внедрение этого робота позволит «людям всех полов и возрастов» работать на обслуживании железных дорог.

Источник: www.westjr.co.jp

ГЕРМАНИЯ

■ Компания Alstom и транспортная компания Hamburger Hochbahn подписали рамочный контракт на поставку поездов метро DT6 и систему сигнализации CBTC Urbalis для линии U5 гамбургского метро. После завершения работ поезда смогут курсировать по линии с интервалом движения 90 с.

Соглашение включает поставку 254 поездов с уровнем автоматизации GoA2 и 120 составов метро с уровнем автоматизации GoA4 (без машиниста в кабине).

Все поезда будут поставлены в четырехвагонном исполнении. Полностью беспилотные поезда будут использоваться на линии U5, которая в настоящее время находится в стадии строительства. Поезда с уровнем автоматизации GoA2 постепенно заменят ва-

гоны DT4 и будут курсировать в полуавтоматическом режиме на участках существующей сети.

Производство поездов нового поколения DT6 будет проходить на заводе Alstom в Зальцгиттере (Германия) и должно начаться в 2026 г., поставка первых вагонов запланирована на начало 2028 г. Пассажирские перевозки на первом участке новой линии U5 запланированы на 2029 г.

Источник: www.alstom.com

ФРАНЦИЯ

■ Компания Siemens Mobility внедрила инновационную технологию автоматизации на 14-ю линию метро Парижа, впервые в мире повысив уровень автоматизации движения подвижного состава с уровня GoA4 до Trainguard MT CBTC.



Trainguard MT CBTC – это система автоматизации, которая позволит увеличить пропускную способность сети и снизить расход энергии. Она дает возможность точно определять местоположение поезда на маршруте, дистанционно регулировать его скорость и вести постоянный мониторинг работы систем под-

вижного состава. Также с помощью CBTC интервалы между поездами будут сокращены до 85 с.

Модернизацией парижского метро занимается и французский концерн Alstom, который в феврале 2023 г. совместно с оператором IdFM и транспортным учреждением Большого Парижа SGP презентовал проект автоматизированного подвижного состава для 18-й линии. Первые поезда будут введены в эксплуатацию в 2026 г.

Источник: www.railtech.com

НИДЕРЛАНДЫ

■ В Нидерландах провели тестовый запуск своей технологии Hyperloop. Местный стартап Hardt Hyperloop объявил, что их прототип капсулы без пассажиров проехал 90 м при скорости до 30 км/ч.

На следующем этапе планируются заезды на скорости до 100 км/ч в разреженной до 100 Па атмосфере и с прохождением разветвлений. Завершить тесты планируется в 2025 г.

Испытания проходят в Европейском центре Hyperloop в Вендаме на стенде длиной 420 м и с диаметром трубы 2,5 м. Его особенность – разделение трубы, что позволяет отрабатывать прохождение кривых и разветвлений. Площадка создана на средства частных инвесторов и бюджетные гранты. Она является открытой для всех разработчиков.

Идея Hyperloop уже более 10 лет, но до коммерческой реализации пока не дошел ни один проект, а первый стартап (Hyperloop One) был закрыт в декабре прошлого года. В то же время эксперименты продолжаются, а самую протяженную вакуумную линию в 60 км строит китайская компания CASIC с целью достичь скорости в 1000 км/ч.

Источник: www.rollingstockworld.ru

ABSTRACTS

Development of a traction current monitoring device

ALEVINA G. ISAICHEVA, Volga State Transport University, Associate professor of the department «Automation, telemechanics and communication on railway transport», Ph.D (Tech.), Samara, Russia, isaycheva@samgups.ru

MAKSIM V. BASHARKIN, Volga State Transport University, Associate professor «Automation, telemechanics and communication on railway transport», Ph.D (Tech.), Samara, Russia, m.basharkin@samgups.ru

DMITRIY A. SHASHIN, JSC «Russian Railways», Gorky Directorate of Infrastructure, Arzamas signaling, centralization and blocking distance, leading engineer for the operation of technical equipment of the brigade for the maintenance of technical documentation and certification of SCB devices, Arzamas, Russia, shashin_d@mail.ru

Keywords: automation, technological process, monitoring, failure, traction current, rail circuits, inequality of currents, asymmetry

Abstract. Modern operating conditions of railway transport require the introduction of automated technological processes (ATP). The complexity of the ATP application lies in the remoteness of the serviced facilities, the length of the rail lines (RL) and changes in the climatic factors of their operation in a wide range. Taking into account the request of the automation and telemechanics service of the Kuibyshev Directorate of Infrastructure, a traction current monitoring device DM-TC has been developed to increase information about the state of

the radar and support decision-making on the efficiency of its maintenance.

Features of placement of vanishing control devices on additional sleepers and embedded beams

VLADIMIR S. KRASILNIKOV, Volga State Transport University, Nizhny Novgorod Institute of Railway Engineering, Department of General Education and Professional Disciplines, Associate Professor, Candidate of Physics.-mat. of sciences, Nizhny Novgorod, Russia, vskrasilnikov@ya.ru, SPIN-код: 2304-4962

Keywords: control device, rolling stock, rail grating, sleepers, embedded timber

Abstract. The devices for monitoring the derailment of rolling stock have weak protection against vibrations of the rail grating that occur during the passage of trains, which reduces the reliability of the devices. The purpose of the study is to create a device design that increases the reliability of its operation. Various devices and ways of their placement in the rail track are analyzed. Technical solutions with the use of additional sleepers and embedded beams are investigated, their advantages, limitations and disadvantages are determined. It is shown that placing the device on an additional sleeper or embedded beam facilitates the replacement and dismantling of the device. Placing the device on one embedded beam increases the space for sealing the ballast. When installing the device on two embedded beams, the supporting area of the device increases. However, such a device is unnecessarily cumbersome due to the large number of elements.

Microprocessor equipment SPD selection particularities

MIKHAIL B. KUZNETSOV, «1520 Signal» LLC Surge Protection System Engineer, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Moscow, Russia, mikhail.kuznetsov@1520signal.ru

EVGENY V. PAVLOV, «1520 Signal» LLC Deputy General Manager, Candidate of Technical Sciences, Moscow, Russia, evgeny.pavlov@1520signal.ru

EVGENY G. SHCHERBINA, «1520 Signal» LLC Technical Director, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Moscow, Russia, evgeny.shcherbina@1520signal.ru

Keywords: SPD, surge protection, SPD testing

Abstract. The paper describes issues of selection SPD parameters for protection of microprocessor interlocking equipment and other railway automation and telemechanics systems in conditions of import substitution. A unified method of SPD parameters monitoring is proposed, including for combined SPD consisting of a series-connected spark gap and varistor.

Software-defined radio for monitoring the condition of infrastructure elements

DMITRY N. ROENKOV, Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University, assistant professor of the department «Telecommunications», associate professor, Ph.D. (Tech.), member of the Public Council at Roszheldor, Saint-Petersburg, Russia, roenkov_dmitry@mail.ru, SPIN-код: 7312-5208

DANIL R. BOGDANOV, Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University, Faculty of Automation and Intelligent Technologies, Department of Electrical Communication, postgraduate student, Saint-Petersburg, Russia, dan.d9@yandex.ru

Keywords: Software-defined radio, SDR, GNU Radio, LoRaWAN, monitoring the condition of railway infrastructure elements, monitoring the condition of the radio station

Abstract. The article is devoted to the assessment of possible applications of software-defined radio (SDR) in railway transport, including the organization of monitoring the state of railway infrastructure elements using SDR. The developed hardware and software complex for monitoring the state of infrastructure elements using SDR is considered.

Applications of atmospheric optical communication equipment

ANTON A. ANTONOV, Russian University of Transport (RUT MIIT), Department of Automation, Telemechanics and Communication in Railway Transport, Head of the Department, Associate Professor, Ph.D. (Tech.), Moscow, Russia, ant-a-antonov@yandex.ru, SPIN-код: 2148-7260

LUBOV M. ZHURAVLEVA, Russian University of Transport (RUT MIIT), Department of Automation, Telemechanics and Communication in Railway Transport, Professor, Associate Professor, Dr.Sci. (Tech.), Moscow, Russia, zhlobov@mail.ru

SULEYAN S. ALIYEV, Russian University of Transport (RUT MIIT), Department of Automation, Telemechanics and Communication in Railway Transport, PhD student, Moscow, Russia, aliyevreads@gmail.com

MIKHAIL A. NILOV, Russian University of Transport (RUT MIIT), Department of Automation, Telemechanics and Communication in Railway Transport, PhD student, Moscow, Russia, asp-nil@bk.ru

Keywords: atmospheric optical communication, optical modems, applications, manufacturing companies

Abstract. The article provides information about new wireless channels for transmitting information in the infrared wavelength range, the scope of which has recently expanded significantly. Free-space optics (FSO), unlike radio communications, is insensitive to electromagnetic interference, has a significantly higher transmission rate, and is easy to deploy equipment. FSO channels are widely used in telecommunication networks as a "bridge" between the towers of base stations, roofs of buildings in local networks of corporations, institutions, etc. A brief description of the companies involved in the research, development and production of FSO equipment, as well as the parameters of the manufactured modems, is given.

Model of digital competencies of technical graduates

SVETLANA N. APENKO, Omsk State University named of F.M. Dostoevsky, Head of the Department of Management and Marketing, Omsk, Russia, apenkosn@yandex.ru, SPIN-код: 7884-0792

ALEXEY I. DAVYDOV, Omsk State University of Railway Engineering, Associate Professor of the Department of Information Security, Omsk, Russia, davydovai@bk.ru, SPIN-код: 9039-4400

ALEXANDER V. LUKASH, Omsk State University of Railway Engineering, deputy head of the educational and methodological department, head of the educational department, Omsk, Russia, lukashs2017@bk.ru, SPIN-код: 5341-6273

Keywords: digital transformation, specialist, training, competencies, data, information technology

Abstract. The article examines the main elements of constructing a learning trajectory for graduates of technical specialties at railway higher educational institutions in order to maximally meet the needs of the digital transformation of the industry.

АВТОМАТИКА
СВЯЗЬ
ИНФОРМАТИКА



Главный редактор:
Филюшина Т.А.

Редакционная коллегия:

Аношкин В.В.,
Безродный Б.Ф., д-р техн. наук,
Воронин В.А., Вожмянин 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,
Семёнов К.В., Сиделев П.С.,
Слюняев А.Н.,
Трясов М.С., канд. техн. наук,
Храмцов А.М.,
Хромушкин К.Д., канд. техн. наук,
Чаркин Е.И.

Редакционный совет:

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

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 30.09.2024

Формат 60x88 1/8.

Усл. печ. л. 6,84. Усл. кр.-отт. 8,00

Уч.-изд. л. 10,1

Зак. 24156

Тираж 720 экз.

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

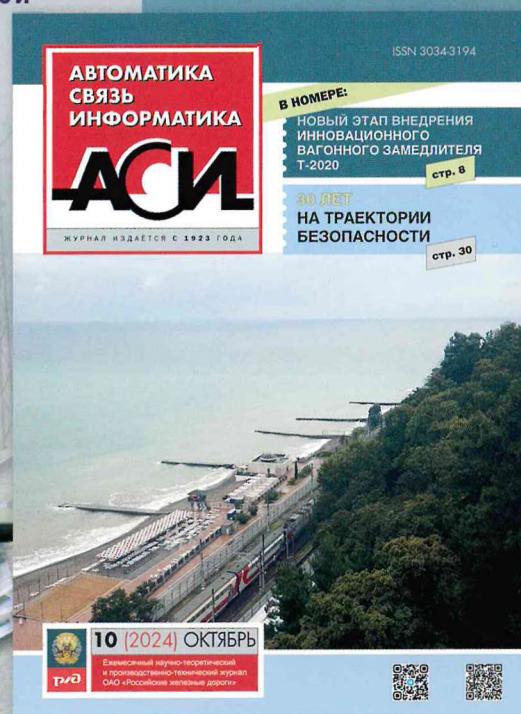
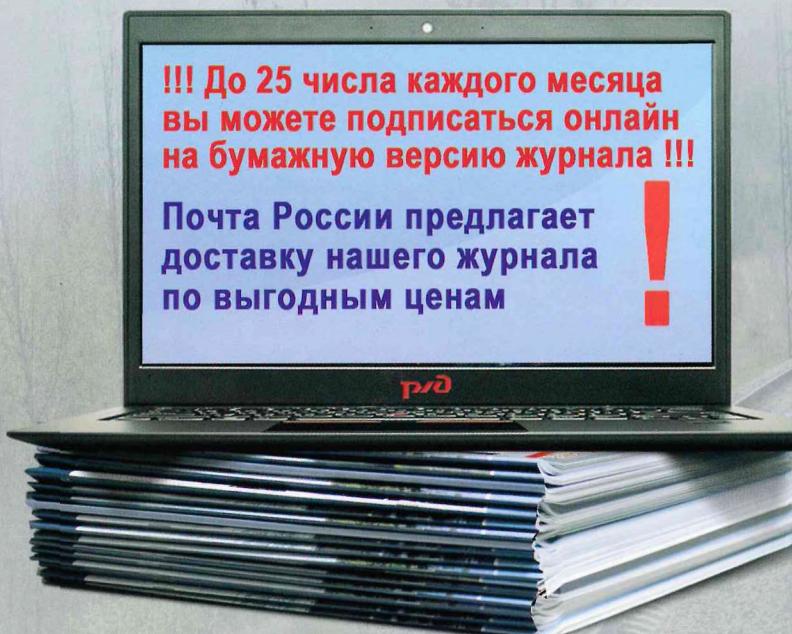
ЖУРНАЛ «АСИ»

приглашает к сотрудничеству!

Почта России
П5063
П5074

УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

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



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/item/avtomatika-svyi_az-informatika/