



asi-journal-rzd.ru

АВТОМАТИКА СВЯЗЬ ИНФОРМАТИКА

3

2026



Издается
с 1923 года

2 Развиваем традиции научного поиска



13 Система речевого информирования машинистов АКИМ

20 Производство светодиодных систем



Обращение

Дорогие друзья, коллеги!

Совет директоров ОАО «РЖД» в конце января утвердил два стратегических документа, рассчитанных на период до 2030 г., – Комплексную программу инновационного развития холдинга «РЖД» (КПИР) и Стратегию управления интеллектуальной собственностью ОАО «РЖД» (СУИС).

Целевой образ будущего Российских железных дорог на горизонте ближайших пяти лет сформирован с учетом мировых технологических трендов, социально-экономических прогнозов авторитетных отечественных экспертов и результатов технологических сопоставлений холдинга «РЖД» с ведущими железнодорожными компаниями мира.

Многоплановая работа по реализации КПИР и СУИС в рамках целостной экосистемы инноваций станет новым этапом в целенаправленном ускоренном движении компании к технологическому лидерству и суверенитету. Для достижения поставленных целей необходимо активнее вовлекать в инновационную деятельность инженерный корпус компании, научно-исследовательские организации и отраслевые вузы. Все интересные идеи и эффективные решения должны пополнять портфель интеллектуальной собственности ОАО «РЖД» и максимально быстро доводиться до практической реализации в масштабах сети.

Важную роль в информировании работников отрасли об инновационных разработках и лучших практиках играют отраслевые журналы, регулярно освещающие ход выполнения научно-технических программ холдинга и публикующие статьи ведущих отраслевых экспертов.

Познавательного чтения!



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



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



3 Март 2026

Ежемесячный научно-теоретический
и производственно-технический журнал

Содержание

2



НИИАС – 70

Развиваем традиции научного поиска. *Долгий А.И.* _____ 2

История и современность. *Кисельгоф Г.К.* _____ 5

Цифровая железнодорожная станция на стадии комплексных испытаний. *Хатламаджиян А.Е., Яковлев В.А., Шапекин А.Е., Ольгейзер И.А., Корниенко К.И.* _____ 8

Система речевого информирования машинистов АКИМ. *Хатламаджиян А.Е., Шапекин А.Е., Катаенко А.А., Корниенко К.И., Петров В.С.* _____ 13

Проекты в сфере роботизации. *Кононов А.Ф., Макогон В.Д., Хатламаджиян А.Е., Шапекин А.Е.* _____ 15

Информация

Ключевой элемент единой транспортной системы. *Наумова Д.В.* _____ 18

Фестиваль природной фотографии. *Наумова Д.В.* _____ 35

Информационный вестник. *Наумова Д.В.* _____ 36

Новая техника и технология

Производство светодиодных систем. *Евдокимов В.С.* _____ 20

Применение метода риск-ориентированной диагностики для технических средств ЖАТ. *Бочкарев С.В., Бубнов В.П., Зуев Д.В.* _____ 23

Телекоммуникации

Влияние механических вибраций на анизотропию оптического волокна. *Савин Е.З., Неспанова Е.А.* _____ 27

Цифровые технологии

Детекция сверхмалых объектов с использованием радиометрических признаков. *Сацюк А.В.* _____ 30

Информационная безопасность

Повышение безопасности разработки программного обеспечения. *Апенько С.Н., Елизаров Д.А., Давыдов А.И., Лукаш А.В.* _____ 33

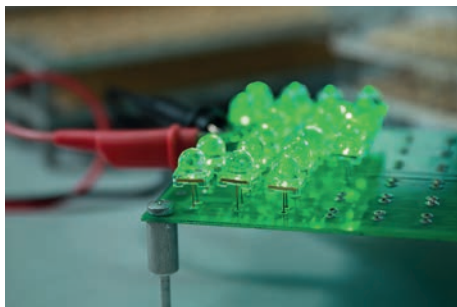
За рубежом

Новости. _____ 38

15



20



35





ДОЛГИЙ
Александр Игоревич,
АО «Научно-исследовательский
и проектно-конструкторский
институт информатизации,
автоматизации и связи на
железнодорожном транспорте»,
генеральный директор, канд.
техн. наук, Москва, Россия

РАЗВИВАЕМ ТРАДИЦИИ НАУЧНОГО ПОИСКА

Предшественником института АО «НИИАС» было, как известно, Конструкторское бюро Главного управления сигнализации и связи (КБ ЦШ), созданное 70 лет назад. Его первым директором был К.Д. Машков – лауреат Сталинской премии за разработку и внедрение устройств автоматической локомотивной сигнализации. История института неразрывно связана с развитием российских железных дорог, с судьбами ученых и специалистов, преданных делу, науке и транспортной отрасли.

■ Созданное в 1956 г. конструкторское бюро быстро переросло в организацию, способную создавать средства железнодорожной автоматики, телемеханики и связи. Например, впервые в Советском Союзе была разработана аппаратура автоблокировки на полупроводниковых элементах и развернута ее широкая реализация на сети.

В следующее десятилетие круг исследований значительно расширился, разрабатывались устройства диспетчерской централизации, автоблокировки и переездной сигнализации, автоматизации технологических процессов, железнодорожной связи и др. Была создана система частотной четырехзначной автоблокировки и многозначной АЛСН с автоматической регулировкой скорости, система диспетчерского контроля ЧДК, которая стала прообразом диспетчерской централизации, и первая автоматическая переездная сигнализация с рельсовыми цепями тональной частоты, устройства электропитания.

За три года было выпущено более 2600 новых двухканальных УКВ-радиостанций, аппаратура поездной радиосвязи и др. В 1972 г. вступила в эксплуатацию первая отечественная система «Экспресс-1», математическое обеспечение для которой разработали специалисты КБ ЦШ.

Годы до начала нового века стали для института важным этапом преобразования и развития, несмотря на происходившие в это время сложные процессы смены экономической формации в стране. Основное направление разработок сфокусировалось на микропроцессорных системах управления. Сюда прежде всего вошли первый отечественный микропроцессорный комплекс управления процессом расформирования составов на сортировочных горках КГМ-РИИЖТ, который был внедрен на станции Красный Лиман Донецкой железной дороги.

С 1989 г. институт разрабатывал автоматизированную систему роспуска составов на сортировочных горках. Она была впервые внедрена на сортировочной горке Орехово-Зуево Московской дороги. Знаменательным было появление новой бортовой микропроцессорной системы безопасности КЛУБ, которой был оборудован участок Москва – Бекасово. Основным направлением развития автоблокировки

в эти годы стало применение тональных рельсовых цепей без изолирующих стыков.

В этот период в институте были заложены основы создания перспективных систем автоматизированного управления перевозочным процессом, введены в эксплуатацию АСОУП, ДИСПАРК, ДИСТПС, «Грузовой экспресс», сформированы компетенции в области распределенных информационных систем, начата разработка сети передачи данных общего пользования для АСУ грузовыми и пассажирскими перевозками.

На пороге нового тысячелетия институт становится головным институтом отрасли, преобразовывается в ГУП «Российский научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи», а в 2007 г. на его базе формируется акционерное общество «НИИАС».

Начало XXI века институт встретил прорывными достижениями в сфере создания бортовых устройств безопасности для тягового и специального подвижного состава. Началось массовое внедрение на сети систем КЛУБ, КЛУБ-У, КЛУБ-П, БЛОК, и сейчас практически весь российский парк грузовых и пассажирских локомотивов, МВПС и ССПС оснащен такими приборами безопасности. Причем, отмечу, что специалисты института настояли на необходимости оборудования всех высокоскоростных и скоростных электропоездов «Сапсан» и «Ласточка» нашими устройствами безопасности.

В 2010-е гг. был дан старт разработке первой в России интеллектуальной системы управления железнодорожным транспортом. Это комплексный и масштабный проект, над развитием которого институт работает и сегодня.

Разработана комплексная система автоматизации сортировочных процессов КСАУ СП, которая является единственной в России сертифицированной по требованиям безопасности движения. При этом на 19 сортировочных станциях внедрено 24 таких комплексных системы.

Вместе с этим институт принимал непосредственное участие в подготовке и реализации проектов по созданию систем управления для транспортного обслуживания всех знаковых событий, проходив-



Сотрудники НИИАС за работой, 1970-е годы



Сотрудники НИИАС за работой на полигоне РСУДП, 2025 г.

ших в стране, включая Зимние Олимпийские игры, Чемпионат мира по футболу, Зимнюю Универсиаду и др. Знаковым проектом стало внедрение в 2016 г. технологии организации движения на Московском центральном кольце, за которую коллектив АО «НИИАС» был удостоен Премии Правительства РФ в области науки и техники.

В 2016 г. началось масштабное внедрение микропроцессорной автоблокировки с подвижным блоком участком, и в настоящее время в эксплуатации находится более 3 тыс. км. Кроме этого, впервые введен в эксплуатацию интегрированный пост автоматизированного приема и диагностики подвижного состава. Создание технологии предиктивной аналитики и внедрение 58 установок ППСС на 17 сортировочных станциях в течение последних пяти лет позволило увеличить гарантийные участки проследования грузовых вагонов по сети в 2,5 раза.

В свой 71 год развития институт вступает в исторический период, когда в основе глобальных мировых трендов лежит увеличение вклада технологических инноваций, цифровизация и проникновение искусственного интеллекта во все сферы жизни. Институт не просто следует технологическим трендам, а активно формирует их, обеспечивая цифровую трансформацию компании, внедрение передовых отечественных технологий и техники, вносит заметный вклад в укрепление технологического лидерства российских железных дорог. В условиях жесткой санкционной политики необходимость обеспечения технологического лидерства холдинга «РЖД» приобретает особую значимость.

Отвечая вызовам времени, институт структурирован под реализацию проектов полного инновационного цикла: от идеи до внедрения и сопровождения в процессе эксплуатации. Создана сквозная технология внедрения, включающая не только разработку, но и проектирование объектов, ввод и обеспечение их эксплуатации. Парадигмой развития является разработка и внедрение комплексных интеллектуальных технологий, автоматизация и роботизация большинства транспортных процессов.

Сейчас институт реализует немало масштабных и перспективных проектов. Это, прежде всего, формирование комплекса основных сквозных цифровых технологий стратегического и оперативного, сетевого и полигонного планирования перевозочного процесса. Завершено внедрение на сети дорог автоматизированной системы формирования нормативного и вариантного графиков

движения поездов (НГДП и ВГДП), системы сменно-суточного планирования (ССП). Ежемесячно для всех 16 дорог формируется массив больших данных, который включает в себя свыше 9 тыс. вариантных графиков, насчитывающих около 13 млн ниток, и содержит в общей сложности более 250 млн значений различных параметров основного технологического процесса ОАО «РЖД».

Разработка Системы управления и обеспечения безопасности движения РСУДП осуществляется при непосредственном участии специалистов Департамента технической политики, Центральных дирекций инфраструктуры и управления движением, Центральной станции связи в содружестве с ВНИИЖТом и российскими производителями. Впервые в мировой практике создан автоматизированный аппаратно-программный комплекс диагностики и мониторинга объектов железнодорожной инфраструктуры и природно-климатических условий (АПК ДМИ) по более чем 450 параметрам. В комплексе автоматически реализуются функции адаптивного автоматического управления движением поездов в зависимости от состояния инфраструктуры и погодных условий. Решаются вопросы реализации цифровой радиосвязи для ВСМ.

При реализации проекта ЦЖС на станции Челябинск-Главный выполнено более 800 этапов работ, обеспечена готовность 20 опытных образцов технических решений и начата их опытная эксплуатация, завершены строительно-монтажные работы по 10 объектам, введены в промышленную эксплуатацию 6 программных модулей. Здесь внедряется первый робот, первое применение искусственного интеллекта для взаимодействия с машинистами, первая технология автоматического задания маршрутов с передачей команд управления на беспилотный маневровый локомотив и другие инновации.

Перспективное технологическое решение представляет внедрение на полигоне Московской дороги импортозамещенной автоматизированной системы «График исполненного движения нового поколения» (ГИД НП), созданной совместно со специалистами Департамента информатизации ОАО «РЖД». Предстоит масштабная работа по ее тиражированию на сети дорог.

Во взаимодействии с Центральной дирекцией инфраструктуры создана концептуальная модель интегрированной платформы стратегического планирования и управления. Здесь впервые сформирован не только прогноз деградации пути, но и конкретная



Доклад А.И. Долгого на юбилейном мероприятии в честь 70-летия НИИАС

адресность с назначением ремонтов по месту инфраструктуры и определением сценария работ.

Важной вехой на пути создания беспилотных технологий стал запуск на МЦК в августе 2024 г. в постоянную эксплуатацию электропоезда с уровнем автоматизации УАЗ (без помощника машиниста). Сейчас на повестке дня – внедрение системы автоматического управления электропоездами без участия помощника машиниста на МЦК и 25 маршрутах шести железных дорог. Экономическая эффективность проекта обусловлена значительным снижением численности локомотивных бригад электропоездов. Эти технические решения стали основой для разработки систем технического зрения для высокоскоростного поезда.

Примером результативного внедрения интеллектуальных систем управления стало и развитие технологии интервального регулирования движения поездов «виртуальная сцепка» на Восточном полигоне. Достаточно сказать, что число поездов, проведенных в режиме ВСЦ в прошлом году, превысило 177,5 тыс. Это – существенный вклад в достижение исторических максимумов тарифного грузооборота и доставки грузов в порты Дальнего Востока.

Возможности технологии ВСЦ в повышении пропускной способности продемонстрированы при проведении испытаний на направлении Центр – Юг. Достигнуто обеспечение безопасного следования пассажирских поездов с интервалом 3–4 мин, а также на ряде участков, оборудованных автоблокировкой АБЦ-МШ, достигнуто безопасное сокращение межпоездного интервала до 2 мин.

Есть еще целый ряд технологий, создающих экосистему обеспечения безопасности, развиваемых институтом. Это приборы безопасности, автоматизированная система выдачи и отмены предупреждений (АСУВОП-3), планирования, учета и анализа проведения «окон» (АС АПВО-2), автоматизированные системы КАС АНТ и КАС АТ.

Вместе с практическими задачами специалисты института проводят ряд фундаментальных научных исследований, связанных с созданием доверенных систем искусственного интеллекта и машинного обучения. В первую очередь это вопросы формирования научной базы доказательства функциональной безопасности таких систем. В их основе лежат научные заделы, созданные под руководством профессора И.Б. Шубинского. Многие аспекты этого научного направления будут консолидированы в разрабатываемом совместно с институтами РАН многотомном

издании «Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты» под научным руководством члена-корреспондента РАН Н.А. Махатова. В этой работе мы очень плотно сотрудничаем с Белорусским государственным университетом путей сообщения, где эту деятельность возглавляет профессор К.А. Бочков.

И это далеко не все направления научно-технологического развития, где заметна роль института. Главный наш капитал – люди, преданные своему делу, науке и транспортной отрасли. В институте работали известные ученые и специалисты, внесшие значительный вклад в развитие систем управления технологическими процессами, автоматике, телемеханике и связи. Среди них Н.Ф. Пенкин, А.А. Танцюра, В.С. Дмитриев, И.Д. Блиндер, Ю.В. Ваванов, В.А. Коляда, Д.А. Коган, Д.В. Шалагин, В.И. Уманский, А.М. Замышляев и др.

Сегодня коллектив института насчитывает более 1400 сотрудников, включая академика РАН, 23 доктора и 87 кандидатов наук. Сформированы пять научных школ, которые возглавляют известные ученые Е.Н. Розенберг, В.Г. Матюхин, И.Б. Шубинский, С.М. Ковалев и А.А. Павловский.

Новые направления исследований и практического внедрения требуют адаптированных подходов в привлечении и развитии научных кадров. В институте в 2024 г. открыта собственная аспирантура по четырем научным специальностям, где обучаются 20 аспирантов, 17 из них – наши сотрудники.

Научные и практические результаты работы института можно увидеть во многих странах СНГ и дальнего зарубежья. Тысячи локомотивов и ССПС на пространстве 1520 оснащены нашими приборами безопасности. В метро столицы Чешской Республики – Праге установлены тональные рельсовые цепи.

Знаковым проектом для института и российских железных дорог является создание Единого диспетчерского центра в Сербии, который находится на завершающем этапе ввода в эксплуатацию. Для будущей работы Единого диспетчерского центра в подконтрольную эксплуатацию уже введены основные модули информационно-управляющего комплекса, развернута современная система поездной радиосвязи. Продолжается настройка интегрированной цифровой системы технологической связи и системы информационного обеспечения.

Закладывая фундамент будущего, наряду с уже упомянутыми проектами большой потенциал видится в создании современных робототехнических комплексов, антропоморфных роботов, в первую очередь для исключения технологических операций с опасными или физически тяжелыми условиями труда, а также развитие технологий физического искусственного интеллекта.

Стремительный ритм и изменения в жизни страны постоянно требуют напряженной работы научной мысли. Коллектив АО «НИИАС» сможет и впредь решать задачи, поставленные перед ним руководством страны и компании. Гарантией этому служит сплав опыта и молодости, творческая дерзость и креативность молодого поколения, сложившаяся в коллективе атмосфера высокой инженерной культуры, стремление претворять инновационные идеи в жизнь и многое другое.

Хочу пожелать всем сотрудникам постоянного творческого поиска, удачных проектов, отличного настроения, крепкого здоровья и счастья.

**КИСЕЛЬГОФ****Геннадий Карпович,**

АО «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте», начальник отделения РСУ и ОБДП, Москва, Россия

ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОСТЬ

История научно-технического комплекса систем управления и обеспечения безопасности движения поездов (НТК СУ и ОБДП) – это во многом история становления и развития АО «НИИАС» на протяжении последних 50 лет. Ведь именно это подразделение является прямым наследником тех идей, которые легли в основу создания в 1956 г. КБ ЦШ. Как бы не менялось название института, главным приоритетом в деятельности компании всегда были направления, связанные с созданием систем железнодорожной автоматики, обеспечения безопасности движения и интервального регулирования.

■ История НТК СУ и ОБДП берет свое начало в середине 70-х гг. прошлого века и неразрывно связана с личностью и деятельностью Е.Н. Розенберга. Придя в КБ ЦШ после окончания МИИТа, он быстро проявил себя, как талантливый разработчик средств ЖАТ, и обратил свое внимание на бортовые устройства безопасности, являющиеся, как известно, адресатом данных от станционных и перегонных систем автоматики.

К середине 80-х гг. ситуация с бортовыми приборами безопасности характеризовалась большой номенклатурой различных приборов, созданных на устаревшей элементной базе, плохо сопрягающихся между собой и зачастую дублирующих функции друг друга. Основным бортовым прибором безопасности была аппаратура автоматической локомотивной

сигнализации АЛСН, выполненная на релейной элементной базе. В дополнение к ней применялись приборы УКБМ (устройство контроля бдительности машиниста), различные варианты устройств против самопроизвольного ухода поезда, прибор «Дозор» для контроля движения к светофору с запрещающим сигналом.

Ситуация усугублялась еще и тем, что нарастающие центробежные тенденции на территории Советского Союза привели к сокращению поставок в Россию аппаратуры АЛСН, так как производство было сосредоточено на Украине. К тому же в связи с необходимостью развития скоростного движения стало ясно, что возможности канала АЛСН и соответствующих бортовых устройств не позволяют решить данную задачу.

Все эти факторы и привели к тому, что в КБ ЦШ МПС под руководством Е.Н. Розенберга в 1988 г. началась разработка устройства нового поколения на современной микропроцессорной элементной базе, призванного объединить в себе функции основного и ряда дополнительных приборов безопасности, а также расширить функциональные возможности.

Отметим, что на тот момент в структурах МПС СССР микропроцессорная техника фактически не применялась, а использование однокристалльных микроЭВМ и вовсе отсутствовало в гражданском секторе советской промышленности и транспорта.

Важным функциональным новшеством новой системы стала возможность обработки данных из непрерывного рельсового канала



Е.Н. Розенберг, 1990-е годы



Разработка локомотивных приборов безопасности (И.М. Кравец, В.Н. Филатова, В.И. Зорин, Г.К. Кисельгоф, С.В. Киселева)



В.А. Гапанович вручает награду победителям Конкурса лучших инновационных разработок в номинации «Элементы инфраструктуры» гибридной системе управления движением на МЦК Е.Е. Шухиной, 2016 г.



В.А. Воронин

связи, использующего фазоразностную модуляцию АЛС-ЕН. Он позволил существенно расширить информационные возможности бортового оборудования АЛС. Применение канала АЛС-ЕН в дальнейшем позволило организовать скоростное движение на участке Санкт-Петербург – Москва с соблюдением всех требований безопасности.

Система КЛУБ стала первым шагом к созданию универсальной бортовой системы безопасности. В то же время эксплуатация КЛУБ совместно с другими бортовыми устройствами, такими как САУТ, ТСКБМ, КПД, выявила необходимость дальнейшей интеграции технических решений по объединению функций различных бортовых устройств железнодорожной автоматики. В 1997 г. началась разработка системы КЛУБ-У, а затем в середине нулевых годов в кооперации с НПО «САУТ» был разработан комплекс БЛОК, объединяющий функционал КЛУБ-У, САУТ и ТСКБМ.

Важнейшей отличительной особенностью КЛУБ-У стало применение спутниковой навигации для позиционирования локомотива по железнодорожной координате. В отличие от методов, применявшихся ранее, местоположение определяется ежесекундно, что исключает накопление какой-либо погрешности. Наличие в памяти устройства электронной карты с заложенными в нее координатами светофоров и других мест ограничения скорости позволяет осуществлять

прицельное торможение с заданной точностью.

В КЛУБ-У была реализована функция регистрации параметров движения на съемный электронный носитель с последующей автоматизированной расшифровкой результатов поездки. Это позволило отказаться от отдельного регистратора параметров движения. Сегодня в связи с успешным развитием АСУ НБД-2 появилась возможность автоматизировать процесс расшифровки без участия человека.

С 1995 г. началось массовое внедрение на сети железных дорог России комплексных локомотивных устройств безопасности КЛУБ. В настоящее время различными модификациями бортовых устройств безопасности, созданных в НТК СУ и ОБДП в содружестве с АО «ИРЗ» и НПО «САУТ», оснащено около 80 % тягового подвижного состава ОАО «РЖД». Эти системы широко представлены на железных дорогах Белоруссии, Казахстана и ряда других стран СНГ.

Выдающийся вклад в создание и последующее развитие бортовых устройств безопасности внесли такие специалисты, как Е.Е. Шухина, В.И. Зорин, С.В. Маршов, И.М. Кравец, В.П. Батраев, С.Г. Константинов, И.Н. Гринфельд, Т.В. Абрамова и многие другие.

Эпохальной вехой в развитии компетенций НТК СУ и ОБДП стало начало разработки в 2000 г. централизованной микропроцессорной автоблокировки на базе тональных рельсовых цепей –

АБТЦ-М. В основу схмотехники и программного обеспечения системы, обеспечивающих функциональную безопасность, легли технические решения, заимствованные из бортовых устройств.

С 2008 г. началось тиражирование системы АБТЦ-М на участке Сызрань – Сенная, а также на участке Шар – Усть-Каменогорск Казахской железной дороги. На сегодняшний день автоблокировкой АБТЦ-М производства АО «ИРЗ» и шкафным вариантом АБТЦ-МШ, созданным в содружестве с НПО «Элара», оборудовано несколько тысяч километров российских железных дорог, в том числе Московское центральное кольцо, участки БАМа, Крымский мост, обход Украины и др.

Еще одним важным этапом в наращивании творческого потенциала коллектива стала предложенная Е.Н. Розенбергом и специалистами НТК уникальная система управления движением для участка Адлер – Красная Поляна в рамках проекта Сочи-2014. В кооперации с АО «Радиоавионика» была реализована оригинальная бессветофорная технология передачи в бортовые устройства безопасности информации о поездной ситуации по каналу АЛС-ЕН.

Если в начале тиражирования АБТЦ-М и АБТЦ-МШ воспроизводили на новой элементной базе классический функционал, то подлинным порывом стал проект систем автоматики и функциональной безопасности для Московского

центрального кольца, запущенный в эксплуатацию в 2016 г.

Главным отличием этого проекта стала реализация бесцветных технологий с использованием идеологии «подвижных блок-участков», позволяющей существенно сократить интервал попутного следования. Особый вклад в создание идеологии подвижных блок-участков внес В.А. Воронин, который многие годы является руководителем отделения внедрения систем ЖАТ.

За создание системы управления для МЦК Е.Н. Розенберг, Е.Е. Шухина, В.А. Воронин были удостоены премии Правительства РФ. Среди специалистов, внесших существенный вклад в создание систем автоблокировки, стоит также отметить А.Ю. Рубанова, А.В. Маркова, С.И. Куваева, С.В. Маршова, И.М. Кравца, Ю.Н. Бордоноса, С.И. Шурыгина, Т.В. Абрамову, С.И. Мурина, А.Г. Баранова и многих других.

Еще одной важной особенностью системы управления на МЦК стало использование цифрового радиоканала в качестве дополни-

тельного источника ответственной информации о поездной ситуации. Здесь можно вспомнить несколько успешно реализованных проектов, таких как передача данных по цифровому радиоканалу на участке Москва – Нижний Новгород, позволяющая реализовать подъем скорости движения поездов без изменения расстановки путевых светофоров на перегоне, передача данных о расстоянии до препятствия при приеме поезда к тупиковой призме и др.

В настоящее время ведется активная работа по совершенствованию систем виртуальной сцепки поездов и гибридной системы управления движением.

Успешная реализация этого комплексного проекта стала возможной благодаря накопленным в НТК СУ и ОБДП уникальным компетенциям в области бортовых устройств безопасности, стационарных систем ЖАТ и средств цифрового радиоканала.

Создание комплексных систем интервального регулирования и управления перевозочным процессом – это те направления, которые

позволяют коллективу НТК СУ и ОБДП с оптимизмом смотреть в будущее, несмотря на непростые времена.

Деятельность коллектива НТК никогда не ограничивалась только совершенствованием традиционных систем автоматики и бортовых устройств безопасности магистрального железнодорожного транспорта. Ведется активная работа по созданию и внедрению современных систем с использованием виброакустических методов зондирования протяженных объектов, применению квантовых коммуникаций, современных систем цифровой радиосвязи и других передовых технологий науки и техники.

В настоящее время главным вызовом для коллектива является разработка РСУДП – Российской системы управления для высокоскоростного движения. Как и в предыдущих проектах коллектив работает над созданием бортовых, стационарных и радиоканальных компонентов системы с расширенным функционалом и есть уверенность – поставленные цели будут достигнуты.

ИНФОРМАЦИЯ

В МИРЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

ЛУЧШИЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ

■ В прошлом году на конкурс для лидеров ИТ-рынка «ComNews Awards. Лучшие решения для цифровой экономики» поступило рекордное количество заявок – более 500. Из них в шорт-лист попали 150. Основные критерии выбора проектов-победителей – эффективность, масштабируемость и значимость. В числе лауреатов – три железнодорожных проекта.

В номинации «Лучшее решение для управления техническим обслуживанием и ремонтом в транспортно-логистической отрасли» стал проект «Мобильный сотрудник». Его разработали в «РЖД-ТехСервис» (компании цифрового холдинга «РЖД-Технологии» и «ОМП»). Решение кардинально меняет подход к техническому обслуживанию и ремонту на выезде. Специально разработанное под ОС «Аврора», оно позволяет автоматизировать ключевые процессы: управление заявками, документооборот и контроль выполнения работ. Это дает ощутимый экономический эффект – сокращение времени операций, снижение доли ручного труда, повышение качества сервиса. Успех подтвержден в опытной эксплуатации на парке из 650 устройств с перспективой увеличения до 2 тыс. Архитектура решения позволяет адаптировать и масштабировать его под потребности и других заказчиков.

В номинации «Лучшая цифровая платформа для транспорта» победил проект «Цифровая платформа

«РЖД Медиа». Его разработала компания «ТТК – Цифровые решения» по заказу Дирекции скоростного сообщения ОАО «РЖД». «РЖД Медиа» – это мультисервисная цифровая платформа, созданная для повышения комфорта пассажиров в пути. Ее ключевая особенность в возможности доступа к развлечениям и сервисам без подключения к интернету в поезде. Платформа включает мобильное приложение и портал для использования на различных типах составов (в том числе поездах «Сапсан» и «Ласточка») и объектах инфраструктуры.

В номинации «Лучший проект в транспорте и логистике» награду получил проект «Оснащение автотранспорта ОАО «РЖД» бортовыми системами мониторинга» компании «ТрансТелеКом». Заказчик – Центр управления автотранспортом ОАО «РЖД». Автотранспорт РЖД оснащен аппаратурой спутниковой навигации, датчиками уровня топлива и угла наклона. Информация от установленного оборудования поступает в единый центр мониторинга для обеспечения эффективного контроля, также данные от устройств спутниковой навигации передаются в систему «ЭРА-ГЛОНАСС». Это позволяет повысить эффективность управления автопарком за счет оптимизации пробега, избежать необоснованных простоев, упростить контроль над целевым использованием автотранспорта, сделать более рациональными маршруты и снизить расход топлива.

<https://rzdigital.ru/>

ХАТЛАМАДЖИЯН**Агоп Ервандович,**

АО «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте» (АО «НИИАС»), заместитель генерального директора, доцент, канд. техн. наук, Москва, Россия

ЯКОВЛЕВ**Валерий Анатольевич,**

ОАО «РЖД», Южно-Уральская железная дорога, главный инженер, канд. техн. наук, г. Челябинск, Россия

ШАПЕКИН**Александр Евгеньевич,**

АО «НИИАС», Опытнo-конструкторское бюро, начальник, Москва, Россия

ОЛЬГЕЙЗЕР**Иван Александрович,**

АО «НИИАС», Опытнo-конструкторское бюро, заместитель начальника, Москва, Россия

КОРНИЕНКО**Константин Ильич,**

АО «НИИАС», Центр автоматизации технологических процессов в инфраструктурном комплексе, ведущий научный сотрудник, канд. техн. наук, Москва, Россия

УДК 656.257

DOI: 10.62994/AT.2026.3.3.001

ЦИФРОВАЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНАЯ СТАНЦИЯ НА СТАДИИ КОМПЛЕКСНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Ключевые слова: сортировочная станция, цифровая железнодорожная станция, верификация, валидация, комплексные испытания, межмодульное взаимодействие, комплексный мониторинг, подконтрольная эксплуатация

Аннотация. В феврале на площадке Южно-Уральской дороги состоялось заседание секции «Автоматизация и роботизация технологических процессов в инфраструктурном комплексе» Научно-технического совета АО «НИИАС» по теме «Цифровая железнодорожная станция». Ключевой темой обсуждения стала работа станции Челябинск-Главный в условиях внедрения новых цифровых технологий. Проект отличается уникальными масштабами и объемом задействованных ресурсов. ЦЖС на станции Челябинск-Главный включает в себя 23 модуля, 5 из которых находятся в опытной эксплуатации, а 18 за прошлый год сданы в постоянную эксплуатацию. В текущем году планируется проведение комплексной верификации и валидации проекта ЦЖС, в ходе которых будут проверяться целые технологические цепочки, включающие пять-шесть взаимосвязанных решений. ЦЖС станет основой для формирования нового подхода к разработке больших комплексных проектов в холдинге «РЖД».

■ Заседания научно-технического совета АО «НИИАС» по теме «Цифровая железнодорожная станция» в Челябинске проводятся ежегодно, начиная с 2024 г. В этом году в нем приняли участие специалисты института, руководители дороги, а также представители ООО «ТранСофтТелематика», являющиеся основными разработчиками программных модулей ЦЖС. Формат мероприятия позволяет обсудить текущее состояние проекта, имеющиеся проблемы и коллегиально, в режиме прямого диалога и мозгового штурма, рассмотреть возникающие вопросы.

Проект ЦЖС от этапа разработки и опробования отдельных опытных образцов [1] перешел в стадию комплексных испытаний. В прошлом году проведено более 200 комиссий, 23 программно-аппаратных комплекса (ПАК) введены в опытную эксплуатацию, по 12 ПАК выполнены приемочные комиссии, 9 модулей переведены в подконтрольную эксплуатацию. В 2026 г. запланированы строительно-монтажные и пусконаладочные работы, а также комплексные испытания проекта ЦЖС в целом.

АРХИТЕКТУРА И СОСТАВ ЦЖС НА СТАЦИИ ЧЕЛЯБИНСК-ГЛАВНЫЙ

■ Общая структура модулей ЦЖС включает в себя 10 инфраструктурных (в их составе находятся ПАК разработки АО «НИИАС») и 14 программных модулей. Более подробно структура ЦЖС представлена в публикациях [1, 2]. Станция Челябинск-Главный

выбрана пилотной для реализации ЦЖС, так как к запуску проекта уже имела значительное количество внедренных систем автоматизации технологических процессов.

Комплекс программных модулей необходим для перехода от ручного планирования сменно-суточной и текущей работы станции к автоматическому планированию с автоматическим построением программы действий для исполнения сформированных планов.

ПАК в составе инфраструктурных модулей, получив плановые задания, обеспечивают их исполнение в указанные временные промежутки. В момент возникновения фактических событий при исполнении плана устройства считывают фактическое время событий и передают его в комплекс задач Контроля исполнения. В случае критического отклонения запускается автоматическая корректировка плана Комплексом программных модулей. В цифровую модель станции сохраняются события с фактическим временем выполнения. Таким образом, обеспечивается ведение событий цифровой модели и контроль выполнения плана «с колеса».

УВЯЗКА ПРОГРАММНЫХ МОДУЛЕЙ И ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТНОЙ И ПОДКОНТРОЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

■ Реализация плана начинается с установки маршрутов движения подвижного состава. За это отвечают Модуль автоматической подготовки поездных и

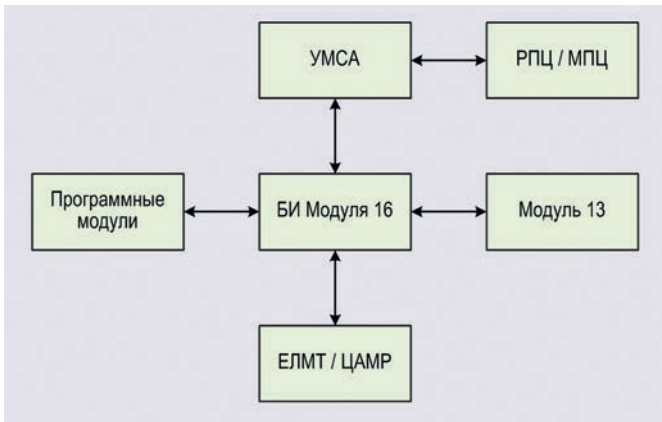


РИС. 1

маневровых маршрутов (Модуль 13) [3] и Система управления маршрутами на станции в автоматическом режиме (УМСА). Модуль 13 на основе заданий от модулей планирования производит определение трассы и выдает команды на установку маршрута. УМСА обеспечивает унифицированный интерфейс взаимодействия Модуля 13 с электрическими централизациями парков станции и автоматическую выдачу команд на установку маршрутов.

Опытная эксплуатация Модуля 13 и УМСА проведена в парке «А» станции Челябинск-Главный. Упрощенная целевая структурная схема взаимодействия Модуля 13 и системы УМСА с системами электрической централизации и системами автомашиниста ЦАМР или информирования машиниста ЕЛМТ по заданию от программных модулей представлена на рис. 1.

В связи с большим количеством систем, участвующих в процессе, предложена поэтапная подконтрольная эксплуатация, состоящая из трех этапов:

- 1 – ручного ввода маневровых нарядов при автоматическом исполнении маршрутов;
- 2 – частичной автоматизации формирования и передачи нарядов;

3 – полностью автоматизированного формирования, передачи и исполнения нарядов при сохранении роли человека, как контролера и оператора в исключительных ситуациях.

Исполнение маневрового наряда подразумевает не только открытие светофора, но и движение локомотива по заданному маршруту, что обеспечивается работой маневровых локомотивов с функцией «Автомашинист» [4]. Однако полностью передать функции управления локомотивами на «Автомашиниста» на текущий момент не представляется возможным. В целевой модели предусмотрены три типа локомотивов, что обеспечивает замкнутый контур исполнения заданий ЦЖС и резервирование по функциям управления: новые локомотивы с функцией «Автомашинист»; маневровые локомотивы, которые осуществляют движение на станции с выездом за ее границы, например, вывозные, угловые и др.; поездные локомотивы.

Единый локомотивный маневровый терминал ЕЛМТ [5] является ключевым элементом для маневровых локомотивов без функции «Автомашинист»: на табло выводятся задания, необходимые для исполнения маневровых операций в контуре ЦЖС. Использование локомотивов с ЕЛМТ также рассматривается как резервный вариант на период обслуживания локомотивов с «Автомашинистом».

Включение поездных локомотивов в контур ЦЖС осуществляется с применением разработанного АО «НИИАС» Автоматического комплекса информирования машиниста с интеллектуальным распознаванием речи (АКИМ) [6].

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО И КОММЕРЧЕСКОГО ОСМОТРА

Целью автоматизации операций технического осмотра грузовых вагонов и коммерческого осмотра в парках приема и отправления станции Челябинск-Главный является снижение трудоемкости и перевод персонала на роль контролера исключительных ситуаций при

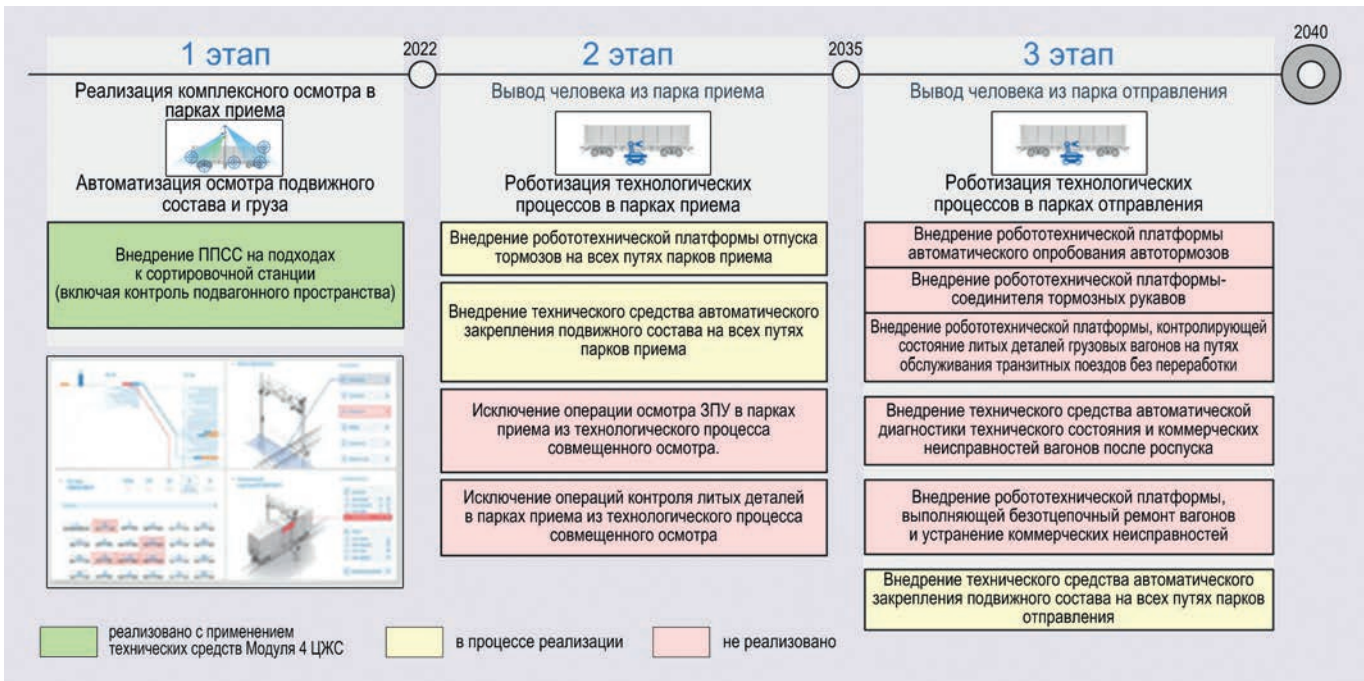


РИС. 2

автоматизированном выполнении типовых операций. Этапы цифровой трансформации процесса на сортировочной станции представлены на рис. 2.

Автоматизация осмотра вагонов и локомотивов на подходах к станции выполняется средствами интегрированного поста приема сортировочной станции ППСС [7] и автоматизированной системы контроля состояния локомотивов АСКОЛ.

ППСС обеспечивает автоматизированный контроль состояния вагонов на подходах к станции с выдачей объективированных диагностических признаков в информационные системы. АСКОЛ автоматизирует контроль параметров состояния локомотивов (включая выявление дефектов поверхности катания, лазерный контроль и контроль отдельных узлов), формируя основания для решений об отцепке/ремонте. Данные ППСС и АСКОЛ используются для актуализации цифрового профиля (двойника) подвижного состава и задач предиктивной диагностики.

Еще одним важным техническим элементом автоматизации осмотра подвижного состава является Роботизированная система отпуска и проверки действия автоматических тормозов у грузовых вагонов на железнодорожной станции (РТС). Система предназначена для выполнения в автоматическом режиме технологических операций отпуска и проверки действия автоматических тормозов у грузовых вагонов в парках прибытия и отправления станции.

Схема выполнения операций отпуска автоматических тормозов с использованием РТС представлена на рис. 3. Робот в автономном режиме (без внешнего информационного взаимодействия) запущен в опытную эксплуатацию в ноябре прошлого года.

К ключевым особенностям РТС можно отнести:
 использование искусственного интеллекта для детекции целевых объектов на грузовом вагоне;
 автономное движение РТС во время выполнения технологических операций;
 роевое управление группой роботов;
 высокая проходимость гусеничных мобильных платформ.

Предложено применить риск-ориентированный подход к автоматизации коммерческого осмотра. На основе статистики нарушений целостности ЗПУ на станции Челябинск-Главный за 2024–2025 гг. оцениваются вероятность события и потенциальный

ущерб при переносе операции контроля ЗПУ из парков приема в парки отправления. При подтверждении низкого уровня риска формируется предложение по изменению нормативной документации ОАО «РЖД» для станций, оснащенных устройствами ЦЖС.

ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ЦЖС

■ Для внедрения ЦЖС на Южно-Уральской дороге разработана Технология организации эксплуатационной работы цифровой железнодорожной станции (Технология). В ней описывается порядок взаимодействия работников хозяйства перевозок со смежными подразделениями при организации проведения плановых/внеплановых работ на инфраструктуре станции и прилегающих к ней перегонах, а также в случаях возникновения аварийных и нестандартных ситуаций в условиях работы по «малолюдной» или «безлюдной» технологиям.

Технология регламентирует порядок выполнения операций приема/отправления/расформирования/формирования поездов и обработки вагонов на путях общего и необщего пользования с минимальным участием человека при наличии взаимосвязанных программно-технических средств ЦЖС на станции Челябинск-Главный.

При этом управление железнодорожной станцией при внедрении ЦЖС может осуществляться в трех режимах:

- штатном (автоматическом), при условии исправного состояния всех модулей ЦЖС;
- резервном, при условии отказа одного или нескольких модулей ЦЖС;
- комбинированном, применяется для зон станции, не оснащенных ПАК ЦЖС (планирование выполняется модулями ЦЖС, а исполнение операций осуществляется уполномоченными работниками).

Технология описывает условия перехода из штатного режима работы ЦЖС в режимы резервного или комбинированного управления с описанием функционала конкретных ПАК и действий работников хозяйства перевозок.

КОМПЛЕКСНЫЙ МОНИТОРИНГ ЦЖС

■ Внедрением разрабатываемых модулей ЦЖС на пилотной станции Челябинск-Главный занимается АО «НИИАС». Это позволяет оперативно адапти-

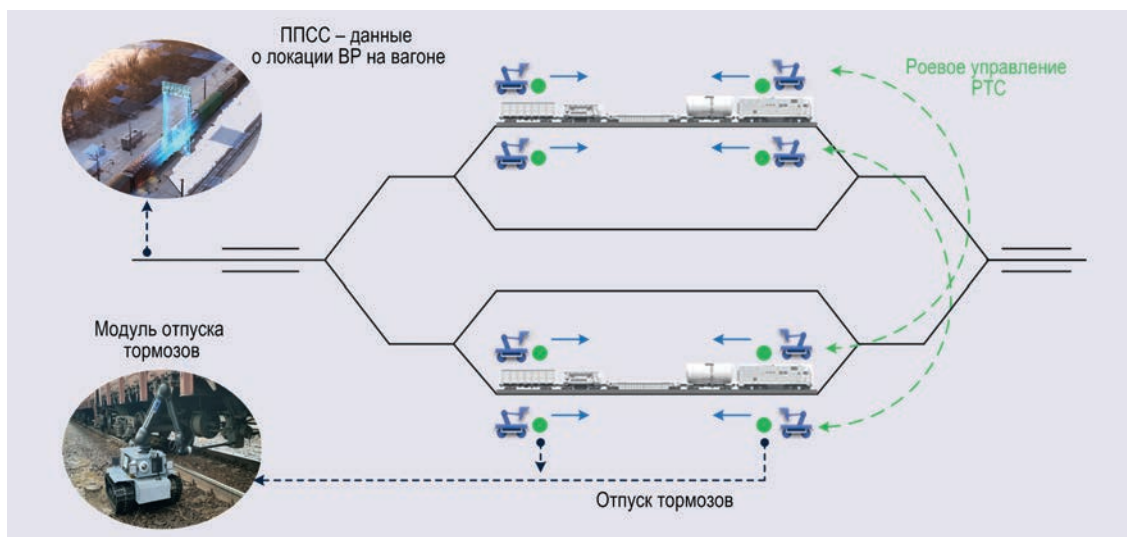


РИС. 3

ровать к местным условиям инновационные системы ЦЖС и при необходимости модернизировать их, что снижает капитальные затраты и повышает эффективность выполнения проекта. Научно-исследовательский блок также должен сопровождать весь процесс внедрения, начиная от технического задания на проектирование и заканчивая выводом изделия из эксплуатации по окончании ее срока. Для эксплуатации и сопровождения внедряемых модулей необходимо подготовить регламенты обслуживания и эксплуатационный персонал.

Для обеспечения бесперебойной и качественной работы ЦЖС АО «НИИАС» разрабатывает систему комплексного мониторинга, которая позволит:

повысить качество принятия решений, касающихся расходов на эксплуатацию и техническое обслуживание компонентов ЦЖС, исходя из их фактического состояния;

поддерживать заданный уровень надежности компонентов ЦЖС (минимизация простоев, отказов, падения эксплуатационных характеристик оборудования) за счет качественного информационного обеспечения процессов эксплуатации и технического обслуживания;

повысить уровень безопасности эксплуатации за счет организации оперативного доступа к требуемой для принятия решений информации в случае аварий и нестандартных ситуаций.

Для надежного функционирования ЦЖС на всех циклах от разработки до вывода из эксплуатации разработана эксплуатационная модель комплексного мониторинга. Она состоит из среды общих данных, системы комплексного мониторинга оборудования ЦЖС и единого центра компетенций. Эксплуатационная модель комплексного мониторинга, содержания, обслуживания и ремонта оборудования ЦЖС (ЭМ ЦЖС) приведена на рис. 4.

Комплексный мониторинг оборудования ЦЖС реализуется на основе трех взаимодополняющих

подходов, формирующих систему критериев оценки технического состояния и алгоритмы обработки диагностических данных.

Первый подход – внутренний контур мониторинга, основанный на данных самодиагностики инфраструктурных модулей ЦЖС. При необходимости он дополняется внешним контуром, использующим дополнительные средства сбора информации.

Второй – предполагает интеграцию с внешними системами мониторинга (СМ ГВЦ, ОУТ СС, СТДМ и др.) и модулем диагностики инфраструктуры для получения данных об объектах инфраструктуры, влияющих на работу ЦЖС.

Третий подход направлен на контроль взаимодействия программных и инфраструктурных модулей при выполнении ключевых технологических цепочек, критичных для автоматического режима работы. Контроль осуществляется по таймингу сообщений и результатам квитирования в контрольных точках, что позволяет выявлять не только локальные сбои, но и нарушения синхронизации между подсистемами. Такой метод особенно важен для операций, чувствительных к временным задержкам и соблюдению последовательности действий.

Комбинированный подход обеспечивает комплексную оценку состояния модулей ЦЖС с учетом влияния инфраструктурных элементов (СЦБ, электросвязи, энергоснабжения и др.). Кроме того, благодаря ему формируется информационная основа для оперативной оценки устойчивости технологических цепочек в динамике.

С учетом насыщенности и сложности разрабатываемых и эксплуатируемых систем в рамках проекта ЦЖС необходим авторский надзор за программным обеспечением до завершения процедур верификации и валидации, а также до завершения подконтрольной эксплуатации проекта ЦЖС. Такой подход снижает риск накопления системных дефектов на этапе ввода и стабилизации.

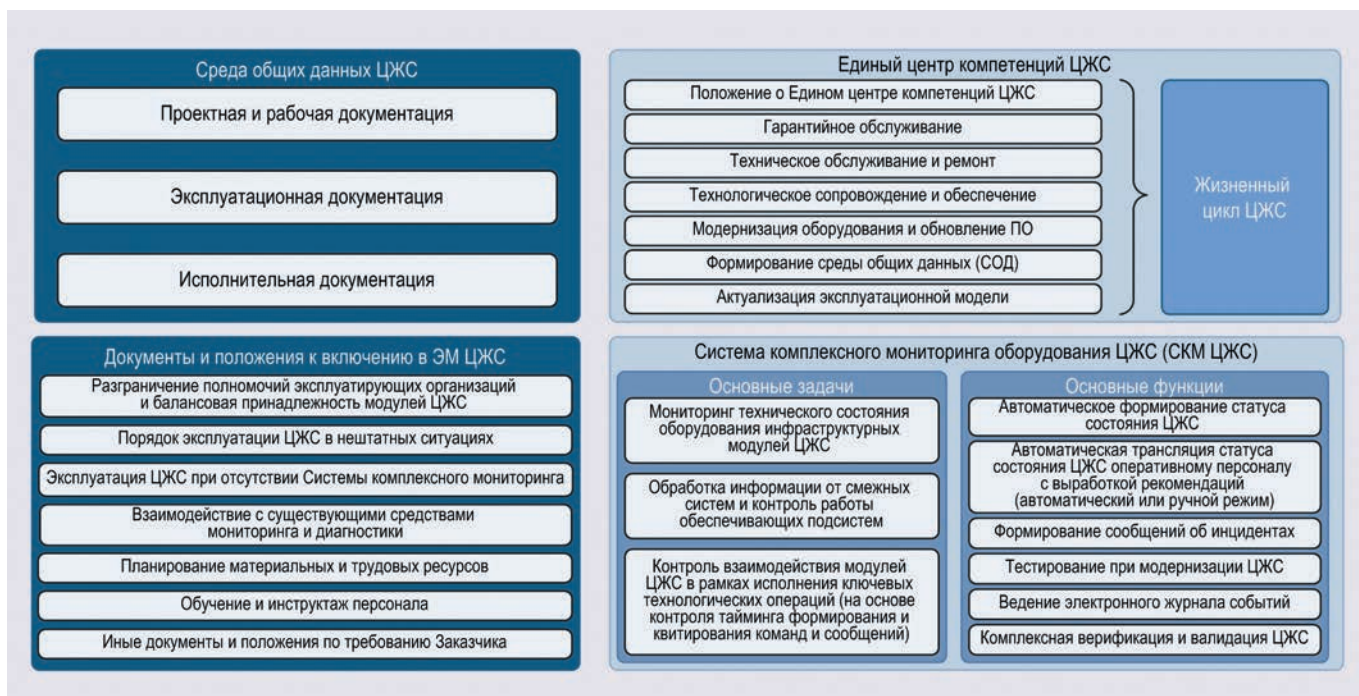


РИС. 4

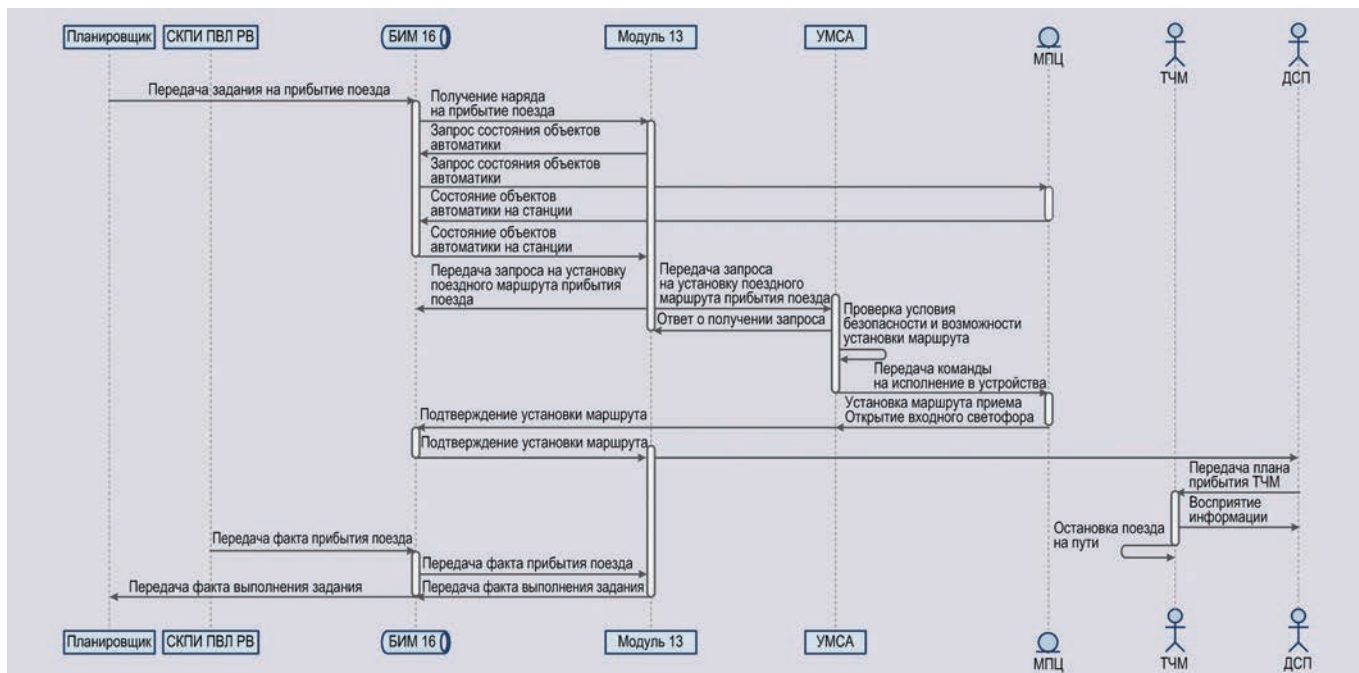


РИС. 5

КОМПЛЕКСНЫЕ ИСПЫТАНИЯ, ВЕРИФИКАЦИЯ И ВАЛИДАЦИЯ

■ В 2025 г. выполнено поэтапное включение модулей в общий контур управления станцией. «График реализации и проведения испытаний инфраструктурных и программных модулей ЦЖС» уточнялся по мере готовности модулей, что позволило синхронизировать и взаимоувязать их испытания. Приоритетом являлись проверка корректности работы модулей, получение и передача входных и выходных данных модулей (с использованием ручного ввода данных). Испытания позволили оценить работоспособность систем и устранить несоответствия на стыках взаимодействия модулей. Проведенные приемочные комиссии подтвердили работоспособность модулей и их соответствие требованиям технических заданий.

В текущем году планируется проведение комплексной верификации и валидации проекта ЦЖС. На этапе комплексных испытаний выполняется проверка технологических цепочек межмодульного взаимодействия [8]. Для фиксации сценариев обмена сообщениями разрабатываются диаграммы последовательностей, позволяющие формализовать порядок сообщений, контрольные точки и критерии успешного завершения операций.

С ноября 2025 г. при проведении опытной эксплуатации Модуля 13 и УМСА реализуется процесс автоматического приема поезда, представленный на рис. 5. По заданию от модулей Планирования в автоматическом режиме Модулем 13 рассчитывалась трасса маршрута. Далее команда на установку маршрута через УМСА передавалась в МПЦ для построения маршрута и открытия светофора. Информирование машиниста на этом этапе выполнялось ДСП, который получал информацию с АРМ МПЦ. Устройствами СКПИ ПВЛ РВ фиксировался факт прибытия поезда, далее Модуль 13 передавал факт выполнения задания в модуль Планирования.

Ключевой задачей текущего этапа является проверка межмодульного взаимодействия, включая

контроль временных параметров и проверку в контрольных точках для последующих процедур верификации и валидации в условиях реальной работы станции. На данный момент сформированы проект календарного графика комплексных испытаний и состав рабочей группы, выполняется детализация перечня сценариев и контрольных точек.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Цифровая железнодорожная станция – от концепции к реальному внедрению. Андреев В.Е., Долгий А.И., Кудюкин В.В., Хатламаджиян А.Е., Гришаев С.Ю., Ольгейзер И.А. // Автоматика, связь, информатика. 2023. № 9. С. 2–6. DOI 10.34649/AT.2023.9.9.001.
2. Кадры для Цифровой железнодорожной станции / С.Ю. Гришаев, В.В. Кудюкин, А.Е. Хатламаджиян, И.А. Ольгейзер // Автоматика, связь, информатика. 2024. № 5. С. 29–32. DOI 10.62994/AT.2024.5.5.003.
3. Модуль автоматической подготовки поездных и маневровых маршрутов. А.А. Катаенко, К.И. Корниенко, А.Е. Шапекин, П.Е. Ярнов. // Автоматика, связь, информатика. 2025. № 10. С. 7–9. DOI 10.62994/AT.2025.10.10.001.
4. Мыльников, П.Д. Цифровая модель пути как основа развития систем управления и безопасности подвижного состава / П.Д. Мыльников, Д.А. Якушев, В.Ф. Иванов // Вестник Института проблем естественных монополий: Техника железных дорог. – 2024. – № 2(66). – С. 24–32.
5. Зуев, Г.А. Перспективные технологии // Автоматика, связь, информатика. 2019. № 7. С. 21–24. DOI 10.34649/AT.2019.7.7.003.
6. Патент № 2849038 С1 Российская Федерация, МПК В61L 27/00, Н04М 11/04, G08B 25/00. Система речевого информирования машиниста: заявл. 21.04.2025: опубл. 22.10.2025 / А.И. Долгий, А.А. Катаенко, К.И. Корниенко [и др.]; заявитель Акционерное общество «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте».
7. Хатламаджиян, А.Е. Интегрированный пост автоматизированного приема и диагностики подвижного состава на сортировочных станциях / А.Е. Хатламаджиян, А.И. Лебедев // Вагоны и вагонное хозяйство. – 2019. – № 2(58). – С. 9–13.
8. Верификация и валидация компьютерных моделей / А.В. Сальников, М.С. Французов, К.А. Виноградов [и др.] // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2022. – № 9(750). – С. 100–115. – DOI 10.18698/0536-1044-2022-9-100-115.

ХАТЛАМАДЖИЯН**Агоп Ервандович,**

АО «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте» (АО «НИИАС»), заместитель генерального директора, доцент, канд. техн. наук, Москва, Россия

ШАПЕКИН**Александр Евгеньевич,**

АО «НИИАС», Опытно-конструкторское бюро, начальник, Москва, Россия

КАТАЕНКО**Анна Александровна,**

АО «НИИАС», Центр автоматизации технологических процессов в инфраструктурном комплексе, начальник, Москва, Россия

КОРНИЕНКО**Константин Ильич,**

АО «НИИАС», Центр автоматизации технологических процессов в инфраструктурном комплексе, ведущий научный сотрудник, канд. техн. наук, Москва, Россия

ПЕТРОВ**Вадим Сергеевич,**

АО «НИИАС», Центр автоматизации технологических процессов в инфраструктурном комплексе, руководитель проекта, Москва, Россия

УДК 656.257

DOI: 10.62994/AT.2026.3.3.002

СИСТЕМА РЕЧЕВОГО ИНФОРМИРОВАНИЯ МАШИНИСТОВ АКИМ

Ключевые слова: сортировочная станция, регламент переговоров, цифровая железнодорожная станция

Аннотация. Одной из приоритетных задач Комплексной программы инновационного развития холдинга «РЖД» является цифровизация и автоматизация технологических процессов. Реализуемый в компании проект «Цифровая железнодорожная станция» [1–3] (ЦЖС) входит в состав комплексного научно-технического проекта «Цифровая железная дорога», внедряемого в рамках мероприятий по реализации программы «Цифровая экономика Российской Федерации». В ходе реализации проекта ЦЖС разработаны программно-аппаратные комплексы для автоматизации действий дежурного по станции в процессе приготовления маршрутов и контроля ситуации при поездных и маневровых передвижениях. В статье рассказано об Автоматическом комплексе информирования машиниста с интеллектуальным распознаванием речи АКИМ, который предназначен для автоматической передачи информации о подготовленном маршруте машинистам поездных локомотивов. АКИМ планируется применять в составе Цифровой железнодорожной станции для обеспечения выполнения регламента переговоров.

■ Согласно существующему Регламенту переговоров дежурный по станции должен информировать машинистов локомотивов о подготовленных маршрутах и планах маневровой работы. Существующая система организации взаимодействия при приеме поезда показана на рис. 1, где графически обозначены: КЛУБ – Комплексное локомотивное устройство безопасности движения поездов; ДСП – дежурный по станции; желтым цветом выделены системы и участники процесса, которые при внедрении ЦЖС изменят свой функционал (например, дежурный по станции перестанет управлять движением поездов на станции, а будет осуществлять функции контроля).

В рамках ЦЖС планирование маневровых и поездных передвижений по станции возлагается на Комплекс программных модулей. При этом ДСП выполняет контролирующие функции, но не принимает участия в приготовлении маршрутов. Для обеспечения выполнения регламента переговоров возникла потребность в организации передачи информации о подготовленном маршруте на борт локомотива в автоматическом режиме без участия человека.

Для взаимодействия ЦЖС с машинистами маневровых локомотивов разработан Единый локомотивный маневровый терминал (ЕЛМТ) [4–5]. На него выводится информация о маневровых заданиях, которые должен выполнить машинист. Одной из целей разработки ЕЛМТ является исключение регламента переговоров при маневровой работе (например, доведение плана маневровой работы и др.).

Статистика показывает, что на станции Челябинск-Главный обращается более тысячи поездных

локомотивов. Оборудование их устройствами ЕЛМТ потребует значительных финансовых затрат.

Для реализации информирования машиниста о подготовленном маршруте в автоматическом режиме АО «НИИАС» разработан Автоматический комплекс информирования машиниста с интеллектуальным распознаванием речи (АКИМ) [6]. Особенность его внедрения заключается в отсутствии необходимости оснащения поездных локомотивов дополнительными устройствами. Взаимодействие осуществляется посредством существующей поездной радиосвязи. Такое решение позволяет:

снизить стоимость внедрения (оборудование устанавливается только на станции);

упростить процесс внедрения (для машинистов ведение переговоров с АКИМ не отличается от ведения переговоров с человеком).

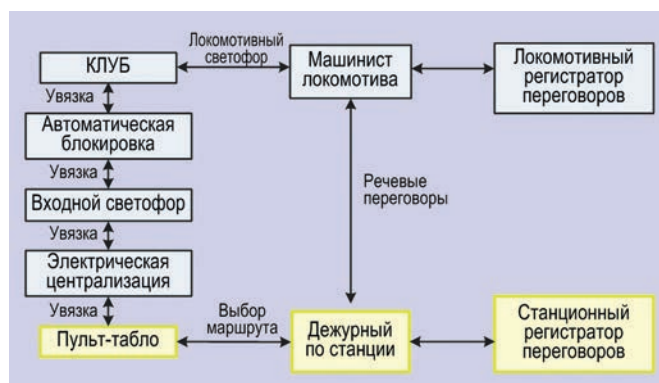


РИС. 1

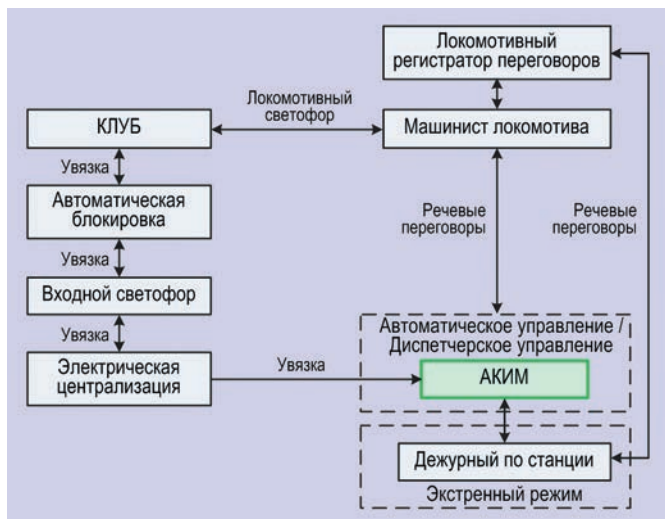


РИС. 2

Схема организации взаимодействия при приеме поезда с использованием АКИМ представлена на рис. 2, где пунктиром выделены режимы управления, а зеленым цветом – предлагаемый Автоматический комплекс информирования машиниста с интеллектуальным распознаванием речи.

При автоматическом управлении станцией установка маршрута производится с помощью Модуля подготовки поездных и маневровых маршрутов [7] по маневровым нарядам от Комплекса программных модулей, осуществляющих планирование работы станции.

АКИМ собирает со смежных подсистем информацию о состоянии объектов СЦБ и предстоящем плане работы с поездом. Выполняется проверка условий (выбирается регламент) для начала ведения переговоров. Далее переговоры машиниста и АКИМ происходят в соответствии с регламентом переговоров. Пример алгоритма работы АКИМ при приеме поезда приведен на рис. 3.

В случае, если машинист неправильно воспринял информацию или три раза не отозвался на вызов, АКИМ сигнализирует ДСП о необходимости принятия мер. Далее ведение данного поезда передается под ответственность дежурного по станции в соответствии с действующими инструкциями. В случае необходимости ДСП может отключить функции АКИМ и сам вести переговоры с машинистами прибывающих поездов с соблюдением регламента переговоров (например, в случае перевода станции в резервный режим управления). Все варианты штатных и нештатных условий работы прорабатываются и вносятся в алгоритмы работы АКИМ в зависимости от местных условий работы станции.

Помимо использования АКИМ в составе ЦЖС комплекс можно применять на станциях с диспетчерским управлением. Это позволит снизить нагрузку на поездных диспетчеров за счет необходимости ведения переговоров с машинистами поездных локомотивов.

Еще одной важной функцией АКИМ является контроль ведения регламента переговоров. Центральная дирекция управления движением систематически ведет работы по повышению безопасности движения. Два года назад принята концепция по внедрению для этих целей систем с использованием искусственного интеллекта [8]. На данный момент в рамках опытной

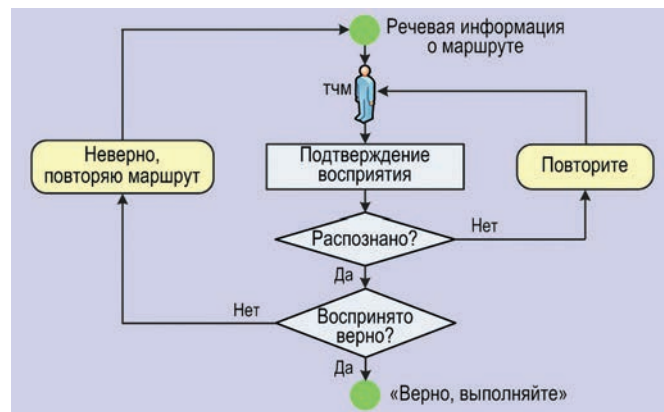


РИС. 3

эксплуатации АКИМ производит автоматическую транскрибацию переговоров с выводом информации на АРМ АКИМ и контроль выполнения регламентов при автоматическом информировании машиниста. В дальнейшем планируется доработка функционала комплекса в части автоматизации контроля соблюдения установленного порядка ведения служебных переговоров, благодаря чему АКИМ можно будет применять для этих целей на станциях.

Автоматический комплекс информирования машиниста с интеллектуальным распознаванием речи в прошлом году успешно прошел опытную эксплуатацию на станции Челябинск-Главный в рамках реализации проекта «Цифровая железнодорожная станция». Динамика полученных от локомотивных бригад ответов на информирование от АКИМ за первые 10 недель опытной эксплуатации показала, что потребовалось около пяти недель, чтобы машинисты адаптировались к нововведению. В текущем году планируется подконтрольная эксплуатация и дальнейшее расширение функционала АКИМ.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Цифровая железнодорожная станция – от концепции к реальному внедрению. В.Е. Андреев, А.И. Долгий, В.В. Кудюкин, А.Е. Хатламаджян, С.Ю. Гришаев, И.А. Ольгейзер // Автоматика, связь, информатика. 2023. № 9. С. 2–6. EDN: WYCVAE. DOI: 10.34649/AT.2023.9.9.001.
2. Концепция «Цифровая железнодорожная станция»: утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 07.11.2018 № 1049 (в ред. 05.06.2020 № 1217р).
3. Долгий А.И. Технологии интенсивного развития ОАО «РЖД» – эффективный ответ на современные вызовы // Железнодорожный транспорт. 2025. № 7. С. 6–15. EDN: EUZNIJ.
4. Чигиренков А.С., Романов Н.В. Единый локомотивный мультимедийный терминал – средство интеграции устройств «Цифрового локомотива» // Локомотив. 2019. № 7 (751). С. 8–9. EDN: BCQFMZ.
5. Зуев Г.А. Перспективные технологии // Автоматика, связь, информатика. 2019. № 7. С. 21–24. EDN: TSGPLL. DOI: 10.34649/AT.2019.7.7.003.
6. Патент № 2849038 РФ, В61L 27/00, H04M 11/04, G08B 25/00. Система речевого информирования машиниста / А.И. Долгий, А.А. Катаенко, К.И. Корниенко [и др.]; патентообладатель АО НИИАС. № 2025110038; заявл. 21.04.2025; опубл. 22.10.2025; Бюл. № 30.
7. Модуль автоматической подготовки поездных и маневровых маршрутов. А.А. Катаенко, К.И. Корниенко, А.Е. Шапкин, П.Е. Ярнов // Автоматика, связь, информатика. 2025. № 10. С. 7–9. EDN: MKVKPF. DOI: 10.62994/AT.2025.10.10.001.
8. Концепция применения речевой аналитики для повышения уровня безопасности движения в ОАО «РЖД» № 69 от 23.01.2024 г.

ПРОЕКТЫ В СФЕРЕ РОБОТИЗАЦИИ



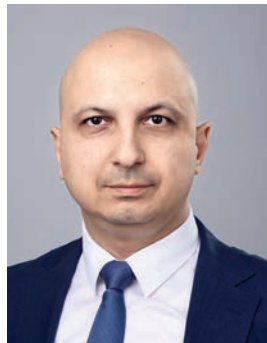
КОНОНОВ

Алексей Федорович,
АО «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте», Центр роботизации технологических процессов, главный эксперт, д-р техн. наук, Москва, Россия



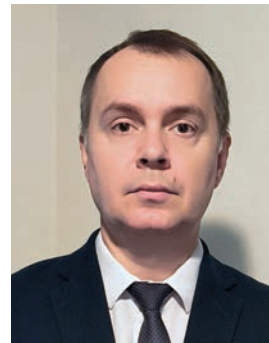
МАКОГОН

Вадим Дмитриевич,
АО «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте», Центр роботизации технологических процессов, начальник, Москва, Россия



ХАТЛАМАДЖИАН

Агоп Ервандович,
АО «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте», заместитель генерального директора, канд. техн. наук, доцент, Москва, Россия



ШАПЕКИН

Александр Евгеньевич,
АО «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте», Опытно-конструкторское бюро, начальник, Москва, Россия

Ключевые слова: цифровая железнодорожная станция, роботизация, робототехнический комплекс, робототехническая система, сортировочная станция, роспуск, отпуск тормозов, физический искусственный интеллект

Аннотация. Современные вызовы требуют совершенствования транспортной системы и технологий перевозок. Мощным инструментом для этого служит роботизация. Создание и внедрение роботов на инфраструктуре железнодорожного транспорта является востребованной и в то же время весьма сложной научно-технологической задачей. Для большинства производственных процессов и операций, выполняемых на инфраструктуре железных дорог, отсутствуют готовые «коробочные» решения в области робототехники. Поэтому зачастую приходится выполнять достаточно высокорисковые проекты, в рамках которых создаются эффективные оригинальные изделия. Специалисты одного из ведущих центров роботизации отрасли АО «НИИАС» создают подобные решения. В статье представлен обзор проектов института по данной тематике.

■ Роботизация все больше проникает во все сферы жизнедеятельности. Роботы, порожденные прогрессом науки и технологий, приходят как помощники людей для удовлетворения их растущих потребностей.

Характерно, что роботизация транспортно-логистической сферы в мире происходит более высокими темпами по сравнению с другими сферами применения роботов. Важной и актуальной задачей является роботизация железнодорожного транспорта [1, 2]. Возможности роботов применительно к инфраструктуре железных дорог динамично прогрессируют синхронно с развитием науки и технологий, оказывая при этом стимулирующее воздействие на них [3].

В рамках комплексного научно-технического проекта «Цифровая железная дорога», являющегося составной частью комплекса мероприятий по реализации программы «Цифровая экономика Российской Федерации», создается цифровая железнодорожная станция (ЦЖС). Комплекс взаимосвязанных программно-технических средств ЦЖС призван обеспечить расчет и выполнение технологических операций

приема, отправления и пропуска поездов, обработки вагонов и локомотивов на станции и путях необщего пользования с минимальным участием человека.

Несмотря на создание ЦЖС многие технологические процессы по-прежнему выполняются вручную и требуют нахождения человека в опасной зоне. При этом обработка составов на станциях занимает свыше 60 % общего времени доставки грузов [4]. Следовательно, необходимы решения, направленные на роботизацию опасных для человека операций, и способные существенно повлиять на эффективность переездового процесса.

К таким решениям относятся робототехнический комплекс (РТК) для расцепки вагонов на сортировочной станции, а также роботизированная система (РТС) для отпуска и проверки действия автоматических тормозов у грузовых вагонов на железнодорожной станции [4–8]. Их внедрение обеспечивает поэтапный переход от автоматизированного к автоматическому управлению работой железнодорожной станции.

РОБОТОТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ РАСЦЕПКИ ВАГОНОВ

■ РТК предназначен для автоматизации процесса расцепки вагонов при роспуске движущихся составов на сортировочной горке. Конструкция РТК рассчитана на непрерывное круглосуточное функционирование при круглогодичной эксплуатации в различных погодных условиях. Общий вид РТК в процессе его работы в разное время года представлен на рис. 1.

В состав робототехнического комплекса входят:
мобильная платформа с манипулятором;
несущая конструкция, по которой перемещается мобильная платформа;
система управления перемещением мобильной платформы;

система обеспечения робототехнического комплекса электропитанием;

центральный пост управления для взаимодействия с системой управления ЦЖС и формирования команд для роботов, размещаемых на сортировочной станции.

Подвижной состав при роспуске вагонов может надвигаться на скоростях до 10 км/ч. Мобильная платформа, двигаясь параллельно составу по несущей конструкции (рельсовым направляющим), синхронизируется с движением распускаемого состава и позиционируется относительно сцепного устройства. Синхронизация движения обеспечивается по скорости и ускорению с учетом параметров надвига. Для этого система технического зрения с искусственным интеллектом распознает автосцепку и формирует управляющие воздействия на привод мобильной платформы.

После синхронизации скоростей выполняется прецизионное наведение манипулятора со специализированным рабочим инструментом в виде двупалой вилки на механизм автосцепки. Система технического зрения распознает цепочку автосцепки, наводит рабочий инструмент точно на нее и проворачивает цепочку для расцепки вагонов. Далее мобильная платформа перемещается к началу рабочего участка со скоростью до 6 м/с, после чего цикл работы повторяется. Результаты выполнения операции расцепки вагонов передаются в ЦЖС по каналам оперативно-технологической связи.

Для полной автоматизации процесса расцепки вагонов в РТК предусмотрена возможность интегрированного взаимодействия с беспилотным локомотивом и комплексной системой автоматизации управления сортировочным процессом. В ходе надвига осуществляется синхронизация скоростных и динамических параметров движения, что обеспечивает согласованную работу робототехнического комплекса и тягового подвижного состава. Обмен управляющей и телеметрической информацией позволяет координировать действия всех задействованных систем ЦЖС в автоматическом режиме без участия персонала.

В целях обеспечения безопасной эксплуатации при движении мобильной платформы на высоких скоростях в комплексе реализована система безопасности. При возникновении помех движению РТК и

угрозе столкновения с препятствием используются данные от лидара, установленного на мобильной платформе. В случае появления посторонних объектов в зоне работы РТК лидар детектирует препятствия на дальности до 150 м, после чего вычислитель формирует команду на экстренную остановку мобильной платформы для предотвращения столкновения. Дополнительно в процессе работы робототехнический комплекс непрерывно проводит самодиагностику и проверку работоспособности с выдачей соответствующих сообщений в ЦЖС.

РОБОТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ОТПУСКА И ПРОВЕРКИ ДЕЙСТВИЯ АВТОМАТИЧЕСКИХ ТОРМОЗОВ У ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ

■ Роботизированная система предназначена для эксплуатации на станции в парках прибытия и отправления грузовых поездов. В парке прибытия работают мобильные роботы, осуществляющие отпуск автоматических тормозов у грузовых вагонов, а в парке отправления аналогичные роботы выполняют проверку действия тормозов. Виды мобильных роботов для отпуска и проверки действия тормозов приведены на рис. 2.

В состав роботизированной системы входят:
мобильные роботы для отпуска автоматических тормозов;

мобильные роботы для проверки действия автоматических тормозов;

мобильные роботы для очистки от снега маршрутов движения роботов;

базовые станции для размещения мобильных роботов и их подзарядки;

центральный пост управления для взаимодействия с системой управления ЦЖС и формирования команд для мобильных роботов.

Перед началом работы РТС получает команду на выполнение соответствующих операций с центрального поста управления, который непосредственно взаимодействует с ЦЖС.

В парке прибытия мобильный робот, получив задание, начинает автономное перемещение вдоль состава и останавливается напротив целевого элемента грузового вагона – воздухораспределителя. Бортовая система технического зрения выполняет распознавание воздухораспределителя, цепочки выпускного клапана и самого клапана, предназначенного для стравливания воздуха из тормозной системы вагона.

По результатам идентификации элементов вагона робот манипулятором осуществляет механическое воздействие на выпускной клапан толкательным движением либо посредством натяжения цепочки,



РИС. 1





РИС. 2

обеспечивая тем самым стравливание воздуха и, как следствие, отпуск тормозов.

После этого робот контролирует результат с использованием бортовой системы технического зрения. Алгоритмы искусственного интеллекта анализируют положение штока тормозного цилиндра и состояние тормозных колодок на отжатие или прижатие. При задвинутом положении штока и отжатых колодках фиксируется успешный отпуск тормозов.

В парке отправления мобильные роботы по заданию от ЦЖС аналогичным образом автономно перемещаются вдоль состава и с помощью системы технического зрения выполняют проверку действия автоматических тормозов, контролируя положение штока тормозного цилиндра и состояния тормозных колодок.

В зимний период эксплуатации РТС часто возникает необходимость расчистки технологических маршрутов для движения мобильных платформ, выполняющих операции в рамках технического обслуживания грузовых вагонов. В таких случаях мобильный робот, оснащенный снеговым отвалом, перемещается по всем технологическим маршрутам движения мобильных роботов, выполняя операцию по очистке их от снега.

Представленные технические решения относятся к категории высокорисковых. С одной стороны, это обусловлено высокими и жесткими требованиями к надежности выполняемых операций, а с другой – сложностью условий эксплуатации РТС. Качество проведения технического обслуживания грузовых вагонов непосредственно влияет на безопасность движения поездов. Поэтому робот, выполняющий технологические операции, не имеет «права на ошибку».

Свои задачи РТС выполняет в условиях пересеченной местности станции, в результате чего на мобильные платформы во время движения вдоль состава влияет тряска, вибрация и разного рода препятствия. В то же время для выполнения правильных действий с элементами тормозной системы грузовых вагонов РТС должна безошибочно распознавать достаточно мелкие детали и воздействовать на них. Для выполнения комплекса подобных противоречивых требований разработчики применили множество оригинальных программных и технических решений.

Робототехнические комплексы функционируют как структурные компоненты ЦЖС и интегрированы в ее общую архитектуру управления. Результаты их работы автоматически передаются в модули ЦЖС для синхронизации действий смежных подсистем и формирования управляющих воздействий на последующие этапы технологического цикла. Такая интеграция обеспечивает сквозную информационную

связность всех компонентов ЦЖС и непрерывность автоматизированного управления процессами обработки железнодорожных составов.

Эффективность рассмотренных проектов подтверждается успешными испытаниями созданных изделий. Эта работа позволила усилить компетенции специалистов института в области робототехники. Приобретенные знания, умения и опыт открывают новые перспективы развития данного направления.

Следующим этапом развития станет внедрение решений на основе физического интеллекта с применением биоморфных и антропоморфных робототехнических систем. Такие платформы характеризуются повышенной адаптивностью к сложным условиям эксплуатации, способностью эффективно перемещаться по неровной поверхности железнодорожной инфраструктуры, а также автономно принимать решения.

В качестве практического примера рассматривается использование биоморфной роботизированной платформы (робособаки) для выполнения операций контроля состояния железнодорожной инфраструктуры, проверки действия тормозов, а также диагностики состояния грузовых вагонов при их выходе из ремонта. Реализация этих возможностей позволит продвигать последующие этапы развития ЦЖС и сформирует новый технологический облик транспорта будущего.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Роботизация на железнодорожном транспорте / А.И. Долгий, А.Е. Хатламаджиян, А.В. Озеров, А.В. Бочков // Интеллектуальный транспорт. 2025. Вып. 3 (35). С. 4–32. EDN: JCBFIE.
2. Кудюкин В.В. Роботизация как необходимый элемент повышения эффективности процесса железнодорожных перевозок // Транспорт Российской Федерации. 2023. № 1–2 (104–105). С. 13–16. EDN: OZWXSY.
3. Кудюкин В.В. Роботизация технологических процессов железнодорожного транспорта как драйвер создания отечественной электронной компонентной базы // Мир робототехники : сайт. 2024. 20 мая. URL: <https://roboticsworld.ru/cases/robotizatsiya-tehnologicheskikh-protsesov-zheleznodorozhnogo-transporta-kak-drayver-sozdaniya-otekh/>.
4. Кудюкин В.В., Тарасов К.А., Чулахин Д.В. Робототехнический комплекс – компонент цифровой железнодорожной станции // Автоматика, связь, информатика. 2023. № 8. С. 10–14. EDN: QYICSY.
5. Кудюкин В.В., Вуколов А.В., Кузьмин В.С. Имитационное моделирование работы робототехнических комплексов, предназначенных для расформирования составов на сортировочных горках // Автоматика на транспорте. 2025. Т. 11, № 1. С. 16–29. EDN: UBHDRQ.
6. Цифровая железнодорожная станция – от концепции к реальному внедрению // В.Е. Андреев, А.И. Долгий, В.В. Кудюкин, А.Е. Хатламаджиян, С.Ю. Гришаев, // Автоматика, связь, информатика. 2023. № 9. С. 2–6. EDN: WYCVAE. DOI: 10.34649/AT.2023.9.9.001.
7. Формирование объективных показателей работы сортировочной станции на основе данных «от колеса» / А.Е. Хатламаджиян, И.А. Ольгейзер, А.В. Суханов, В.С. Иерусалимов // Автоматика на транспорте. 2024. Т. 10, № 3, С. 254–268. EDN: OJYLTE.
8. Долгий А.И. Технологии интенсивного развития ОАО «РЖД» – эффективный ответ на современные вызовы // Железнодорожный транспорт. 2025. № 7. С. 6–15. EDN: EUZNII.

КЛЮЧЕВОЙ ЭЛЕМЕНТ ЕДИНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ

В Москве прошло итоговое заседание правления ОАО «РЖД», посвященное подведению итогов деятельности компании в прошлом году и планам работы на текущий год.

■ Вице-премьер Правительства РФ **В.Г. Савельев** обозначил ключевую задачу для холдинга на этот год – достичь объема погрузки не менее 1 млрд 132 млн т. Успешное выполнение этой задачи напрямую повлияет на финансовые показатели компании и состояние всей отрасли железных дорог.

Подводя итоги прошлого года, вице-премьер отметил, что началась реализация проекта высокоскоростной магистрали Москва – Санкт-Петербург. Уже идет строительство тестового участка от Зеленограда до Твери протяженностью 129 км. Он станет полигоном для испытаний первого российского высокоскоростного поезда. Сейчас в создании магистрали задействованы около 18 тыс. строителей и более 8 тыс. ед. техники.

ОАО «РЖД» – флагман российской транспортной отрасли по внедрению искусственного интеллекта и цифровых решений. По итогам прошлого года сеть квантовых коммуникаций, развернутая компанией, составила около 8 тыс. км.

Министр транспорта РФ **А.С. Никитин** подчеркнул, что ОАО «РЖД» – ключевой элемент единой транспортной системы страны. Он отметил исторический рекорд в работе пассажирского комплекса, высочайший уровень удовлетворенности клиентов, развитие туристических маршрутов. Сильной стороной холдинга «РЖД» также является уровень цифровизации.

Говоря о создании ВСМ, министр обратил внимание на то, что к решению этой задачи необходимо подходить комплексно. Ключевым должно стать время пассажира в пути от отправления до прибытия в пункт назначения. Работа по ВСМ должна быть теснейшим образом интегрирована с пригородным транспортом.

Генеральный директор – председатель правления ОАО «РЖД» **О.В. Белозёров** назвал 2026 год периодом масштабного производства и строительства ВСМ. Кроме того, глава компании отметил, что решение объявить текущий год Годом пассажира принято неслучайно. Его проведение 10 лет назад дало значимые результаты на перспективу: получил широкое развитие железнодорожный туризм, в прошлом году поставлен рекорд по отправлению пассажиров (1,311 млрд человек). Темп роста объема отправленных пассажиров ОАО «РЖД» планирует поддержать и в этом году.

Предстоит проработать и принять программные мероприятия по преобразованию облика пассажирского комплекса, соответствующего тенденциям развития вплоть до 2050 г.

Он также сообщил, что несмотря на

общее снижение погрузки в прошедшем году продемонстрирован ее устойчивый рост по ключевым направлениям для экономики страны.

Заметно увеличились экспортные перевозки минеральных удобрений, заполнение провозной способности контрольного сечения Восточного полигона при мощности 180 млн т составило 174,3 млн т.

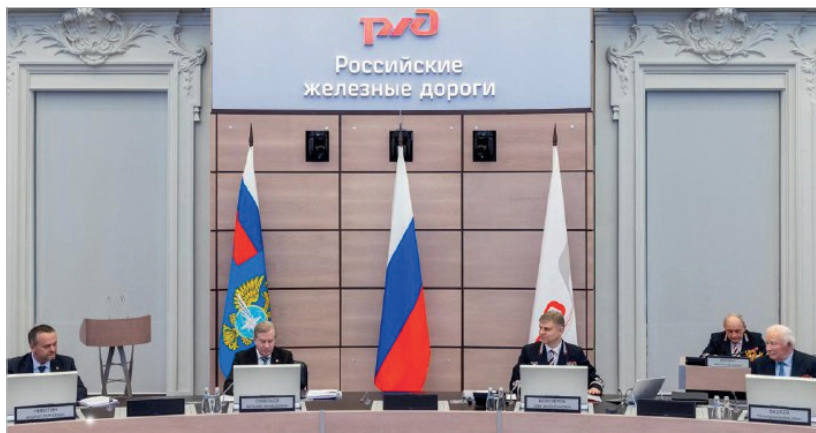
В этом году приоритетом для компании будет борьба с фактами преднамеренного завышения объема заявок над имеющейся грузовой базой. Поскольку компания несет расходы по обеспечению перевозок не получая доходов, должны быть приняты жесткие меры по исправлению этой ситуации, нужно развивать договорные механизмы на принципах «вези или плати».

Глава компании также обозначил необходимость пересмотра практики ввода конвенционных ограничений, сокращения отказов в приеме заявок. Решения вместе с партнерами должны прорабатываться по принципу «win-win».

Генеральный директор озвучил предложение создать программу под внедрение нового поколения инноваций в грузовом вагоностроении. Потребность в новых конструктивных решениях он связал с наличием существенного профицита парка, который оценивается в 220 тыс. грузовых вагонов. Оптимизация парка вагонов должна идти в увязке с программой по его обновлению.

В качестве примеров нового поколения инноваций О.В. Белозёров привел модели восьмиосных полувагонов и цистерн, которые позволяют за счет реализации специального сцепа перевозить больше грузов. Так, партии таких полувагонов 12-5991 «Урал» от «Уралвагонзавода» и 15-1271 «Находка» от «РМ Рейл» уже находятся в эксплуатации.

Объем международных грузоперевозок по сети составил 529 млн т. Об этом сообщил первый за-



Во время заседания



Предлагаемые технические требования к комплектации и облику инновационного грузового вагона

меститель генерального директора ОАО «РЖД» **С.А. Павлов**. Он отметил, что продолжает расти объем грузоперевозок с Китаем (более 186 млн т). В планах – увеличение курсирования регулярных ускоренных контейнерных поездов через Забайкальск, а также обмена поездами через железнодорожные пункты пропуска.

Знаковыми событиями прошлого года стало возобновление пассажирского сообщения с Китаем (поезд Суйфэнхэ – Гродеково) и Северной Кореей (поезд Туманган – Хасан, беспересадочные вагоны Пхеньян – Москва и Пхеньян – Хабаровск).

Логистические сервисы на МТК «Север – Юг» переходят в «цифру»: компания договорилась о перевозках по безбумажной технологии и обмене данными о дислокации вагонов с Азербайджанскими железными дорогами, также подписан регламент об обмене данными с Иранскими железными дорогами.

На восточном маршруте коридора «Север – Юг» продлены на год конкурентоспособные ставки на грузоперевозки с железными дорогами Ирана, Казахстана и Туркменистана.

В связи со снятием ограничений на транзит грузов в Армению через территорию Азербайджана в ноябре прошлого года из России в Армению проследовал первый за долгие годы поезд с зерном. Сейчас поставки стали регулярными. Планируется и дальше развивать перевозки по этому маршруту.

По словам заместителя генерального директора ОАО «РЖД» **И.Н. Колесникова** программа Года пассажира станет основой долгосрочного развития пассажирского комплекса холдинга. «Мы делаем первый шаг к новой трансформации пассажирского блока и планируем в течение года завершить разработку мероприятий на ближайшие два года с перспективой до 2037 г.», – отметил докладчик.

Он рассказал, что основной акцент будет сделан на развитии сервисов и услуг. При этом особое внимание будет уделено маломобильным гражданам, пассажирам с детьми и животными.

В том числе планируется: открыть залы ожидания Центра содействия мо-

бильности еще на 10 вокзальных комплексах, увеличив количество таких вокзалов до 72;

запустить услугу перевозки детей без сопровождения взрослых в дневных поездах дальнего следования и расширить перечень детских товаров;

расширить полигон реализации концепции питания пассажиров до 85 поездов;

открыть первые специализированные пространства на вокзалах для пассажиров с питомцами и запустить в поездах продажу линейки товаров для домашних животных;

расширить функционал сервиса по поиску забытых вещей и многое другое.

Продолжится развитие маршрутной сети регулярных и туристских поездов и обновление пассажирской инфраструктуры. Кроме того, по всей сети будут проходить различные тематические и культурные мероприятия и акции.

Первый заместитель генерального директора ОАО «РЖД» **С.А. Кобзев** доложил, что грузооборот и погрузка на экспорт в восточном направлении достигли в прошлом году исторического максимума. Таких результатов удалось достигнуть благодаря тому, что реализуемые на протяжении ряда лет технологии организации движения поездов стали нормой и приобрели массовый характер для работы всего Восточного полигона. Так, в режиме виртуальной сцепки по железным дорогам восточной части страны проведено 89 тыс. поездок, осуществлен пропуск порядка 38 тыс. поездов массой 7100 т, что также является историческим максимумом.

Говоря о реализации планов по погрузке, стоящих перед компанией в текущем году, С.А. Кобзев назвал задачи, которые предстоит решать в приоритетном порядке. Среди них: своевременное обеспечение грузоотправителей подвижным составом, продолжение совместной с участниками рынка работы по повышению эффективности использования вагонного парка, а также совершенствование цифровых алгоритмов оценки возможностей железнодорожной инфраструктуры.

НАУМОВА Д.В.



ЕВДОКИМОВ
Вячеслав Сергеевич,
 АО НПО «РоСАТ» (входит
 в Дивизион «Железные
 дороги» ГК Нацпроектстрой),
 заместитель генерального
 директора, г. Армавир, Россия

ПРОИЗВОДСТВО СВЕТОДИОДНЫХ СИСТЕМ

АО НПО «РоСАТ» с 2007 г. занимается разработкой и производством светодиодного напольного оборудования общего и специального назначения. Уже более 15 лет продукция предприятия успешно эксплуатируется на инфраструктурных объектах **ОАО «РЖД»**, железных дорогах промышленного транспорта, железных дорогах стран ближнего и дальнего зарубежья, метрополитенах России.

■ На предприятии в г. Армавир организован полный цикл производства светофоров и светодиодных светооптических систем (ССС). Здесь на одной территории сосредоточены все процессы от разработки и изготовления светодиода до отгрузки готового изделия. Перед отправкой заказчику каждая единица СССР проходит приемо-сдаточные испытания с выполнением восьмичасового технологического прогона в собственной фотометрической лаборатории.

АО НПО «РоСАТ» производит всю линейку железнодорожных светофоров: мачтовые, карликовые, светофоры на мостиках и консолях, а также все типы и виды светофоров для метрополитена.

Для светофорного оборудования освоена технология производства деталей из полимерных и композитных материалов. Благодаря своим высоким механическим характеристикам в широком диапазоне температур, превосходной

коррозионной стойкости, малому весу и невысокой стоимости полимеры и композиты эффективно заменяют металлические материалы и не требуют коррозионной защиты и периодической окраски. Кроме того, использование таких материалов в производстве светофорных головок и составных частей светофоров позволяет в 3–5 раз улучшить эксплуатационные характеристики всего изделия, а срок эксплуатации увеличить до 30 лет.

Светооптические светодиодные системы мачтового (СССМ 200-1, СССР 200-1У) и карликового (СССК 160-1) железнодорожных светофоров предназначены для установки в современный корпус мачтового или карликового светофоров взамен линзовых комплектов с лампами накаливания.

ССС обеспечивают подачу красных, желтых, зеленых, синих и лунно-белых сигналов для управления движением и обеспечения безопасности движения поездов.

Для огней мачтовых железнодорожных светофоров с резервным питанием от местного источника постоянного тока служат СССР с универсальным питанием СССРМ 200-1У.

ССС устойчивы к воздействию изменения температуры окружающей среды (от –60 до +65 °С), верхнего значения относительной влажности воздуха 100 % при температуре 25 ±10 °С, инея и росы, динамической пыли, а также солнечного излучения.

По способу защиты человека от поражения электрическим током системы относятся к классу «0». Электрическая изоляция их токоведущих частей относительно ее корпуса выдерживает без пробоя и перекрытия от источника мощностью не менее 0,5 кВА испытательное напряжение 1500 В.

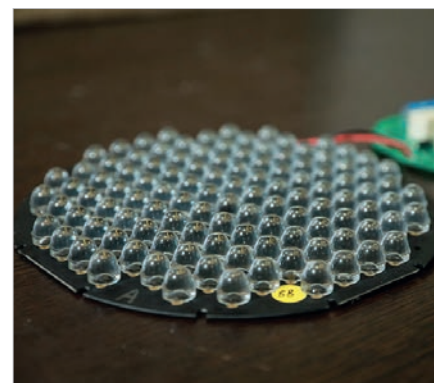
В СССР применена конструкция светодиодной матрицы, изготовленной по технологии chip-on-board, с линзами асферического типа и без использования медной под-



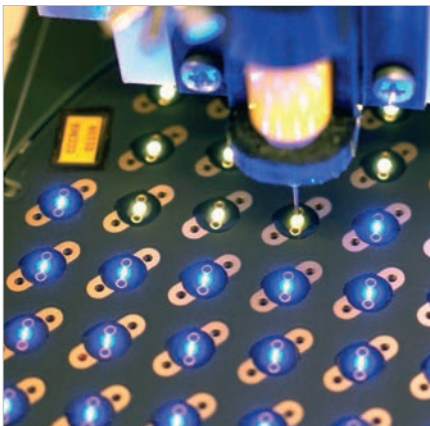
СССК 160-1



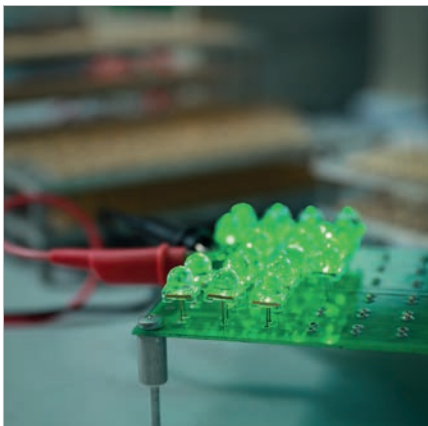
СССМ 200-1, СССРМ 200-1У



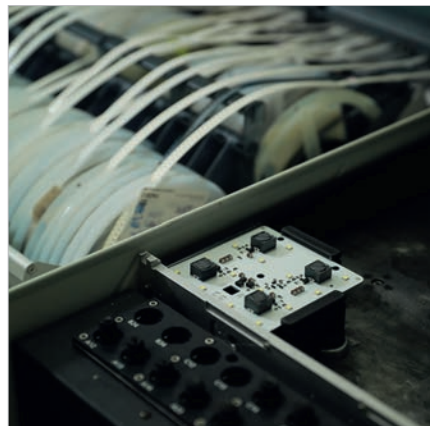
Светодиодная матрица СССР



Нанесение гель-люминофорной смеси на матрицу ССС



Производство светодиодов



Участок SMD монтажа

ложки. На светодиодной матрице для мачтовых систем расположены 112 светодиодов, для карликовых систем – 68 светодиодов. Такая технология многократно повышает уровень степени резервирования и в целом значительно увеличивает эксплуатационную надежность ССС. Высокую вандалоустойчивость обеспечивают колпаки из ударопрочного оптического поликарбоната.

Для ССС не требуются внешние специализированные блоки питания, устанавливаемые в шкафах или на постах ЭЦ (питание осуществляется от трансформатора СТ4-Г).

Светодиодные системы имеют действующие технические решения по увязкам с МПЦ-И, МПЦ-ЭЛ, МПЦ-ЭЛ-20, ЭЦ-ЭЛ, АБТЦ-ЕМ и др.

Использование в железнодорожных светофорах светодиодных систем обеспечивает больший срок службы без замены (не менее 15 лет) и снижение затрат на обслуживание. Гарантия на

ССС для светофоров составляет 5 лет.

С 2024 г. НПО «РоСАТ» активно развивает новое направление – светодиодное освещение объектов транспортной инфраструктуры. Наиболее востребованными являются: прожекторы серии РоСАТ-СРС, предназначенные для установки на жестких поперечинах контактной сети; консольные светильники РоСАТ-ДКУ для наружного освещения станций и открытых территорий; мощные прожекторы РоСАТ-ДМО для применения в составе высокомагистровых осветительных установок.

Среди преимуществ приборов можно выделить следующие:

высокая энергоэффективность более 150 лм/Вт;

уникальная комбинированная оптическая система для равномерного распределения и соблюдения нормативной освещенности рабочей поверхности;

широкий диапазон питающего напряжения 90–305 В;

отдельно вынесенная защита драйвера и светодиодов от перенапряжения;

разделенный силовой и световой отсеки, исключая взаимное влияние, для снижения тепловой деградации электронных компонентов в течение срока службы прибора;

большой диапазон рабочих температур (от +55 до –60 °С);

высокий класс виброустойчивости МСЗ;

наличие разъема 7-pin NEMA Socket для применения прибора в интеллектуальных системах управления освещением;

расширенная гарантия до 7 лет.

В рамках комплексного подхода к работе с проектами НПО «РоСАТ» предоставляет квалифицированную консультационную помощь заказчикам в проведении энергетического обследования системы освещения объекта, необходимых светотехнических расчетов и подбора оборудования для освещения сортировочных и



Оптические элементы линз светодиодов



Участок изготовления светодиодов



Объект, оснащенный светодиодными светильниками

пассажиры станций, вокзальных комплексов, депо и др.

В настоящее время световые приборы НПО «РоСАТ» успешно внедрены и применяются на объектах инфраструктуры Дальневосточной, Московской и Октябрьской дорог.

Кроме этого, в текущем году планируется постановка на производство и выпуск новых светодиодных маршрутных указателей, светодиодной зеленой полосы, акустических извещателей, переездных и пешеходных железнодорожных светофоров.

Совместно с компаниями Дивизиона ЖАТ ГК «НПС» запущен новый проект «Освоение и организация серийного производства электроприводов рельсового

транспорта». В рамках программы импортозамещения оборудования для трамвайных хозяйств городов России освоен выпуск двух типов стрелочных электроприводов для автоматизации трамвайного движения. Все изделия производятся при использовании полностью российских комплектующих, сырья и материалов.

Электропривод ЭМПТ-31К предназначен для автоматического переключения трамвайных стрелочных переводов с шириной колеи до 1524 мм, с гибкими острьями R30 и R50, включенными в систему электрического управления и контроля.

Основными особенностями электропривода являются: фиксация и запираение рабочей тяги

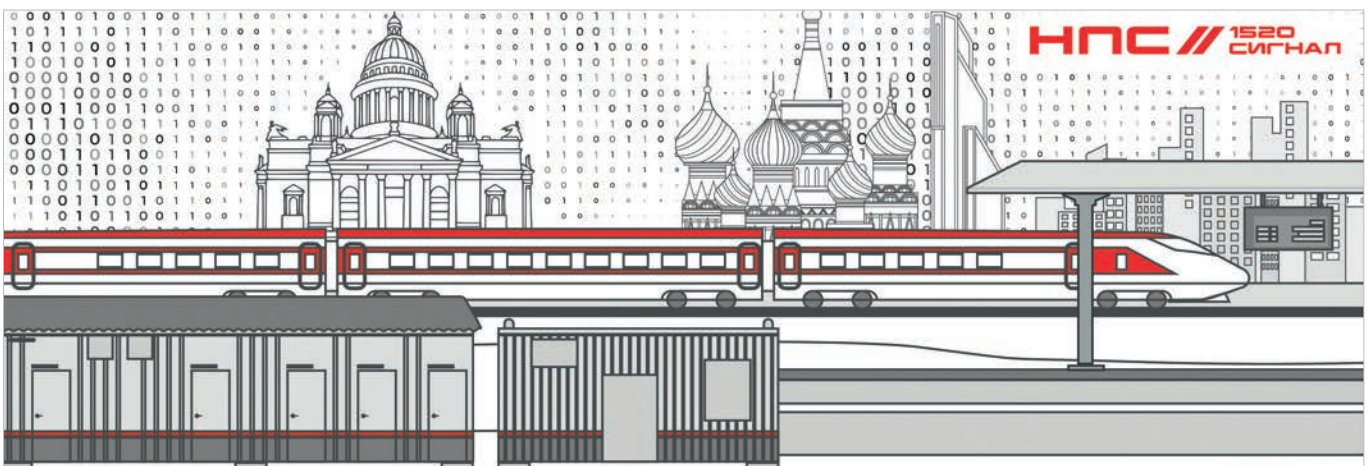
в обоих крайних положениях; наличие датчиков контроля обоих крайних положений рабочих и контрольных тяг; блокировка перевода при нахождении в узле ручного перевода постороннего предмета; герметичность корпусов.

В зависимости от типа силового механизма электропривод может быть электромагнитным или электрогидравлическим.

Электропривод ЭМПТ-23ПР предназначен для механизированного, а при необходимости и аварийного ручного переключения стрелочных переводов, с целью изменения направления движения трамвайного транспорта, а также для их удержания в крайних положениях.

Вариант электропривода без устройства управления удерживает остряки в положении, определяемом последним проходом трамвая. Электропривод с устройством управления удерживает остряки в положении, предварительно заданном при электрическом управлении и контроле. Инженерные решения позволяют адаптировать его к любому диапазону ширины колеи от 1000 до 1524 мм.

На сегодняшний день география эксплуатации электроприводов охватывает такие города, как Москва, Саратов и Калининград. В ближайшее время планируется опытная эксплуатация новых моделей на базе ГУП «Московский метрополитен».



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

Создаем Цифровое Будущее



ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА РИСК-ОРИЕНТИРОВАННОЙ ДИАГНОСТИКИ ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ЖАТ



БОЧКАРЕВ
Сергей Владимирович,
ООО «Синтез АТ», технический
директор, канд. техн. наук,
Санкт-Петербург, Россия



БУБНОВ
Владимир Петрович,
Петербургский государственный
университет путей сообщения
Императора Александра I,
профессор, д-р техн. наук,
Санкт-Петербург, Россия



ЗУЕВ
Денис Владимирович,
ООО «Синтез АТ», генераль-
ный директор, канд. техн. наук,
Санкт-Петербург, Россия

Ключевые слова: железнодорожная автоматика, риск-ориентированная диагностика, частично наблюдаемый марковский процесс, цифровой двойник, система технической диагностики и мониторинга, стрелочный электропривод, обслуживание по фактическому состоянию

Аннотация. В статье рассматривается задача повышения надежности и безопасности эксплуатации технических средств железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ) в условиях износа оборудования и ограниченной наблюдаемости диагностических параметров. Показано, что существующие системы технической диагностики и мониторинга не обеспечивают своевременного выявления деградационных и предотказных состояний, что приводит к скрытым отказам и росту эксплуатационных рисков. Предложен метод риск-ориентированной диагностики, основанный на формализации процесса оценки технического состояния устройств ЖАТ в виде частично наблюдаемого марковского процесса принятия решений. Модель учитывает вероятностную динамику деградации, неопределенность диагностических данных, влияние эксплуатационных воздействий и стоимость последствий отказов. На примере стрелочного электропривода показана реализация модели и выбор оптимального управляющего воздействия на основе минимизации ожидаемого эксплуатационного риска.

■ Анализ статистических данных по отказам показывает, что на сети железных дорог РФ эксплуатируются технические средства ЖАТ с превышением нормативного срока эксплуатации (большое количество отказов кабельных и рельсовых линий, стрелочных электроприводов приходится на деградационные). Общие потери поездо-часов по причине деградационных отказов составляют более 36 % [1].

В настоящее время предупреждение и обнаружение причин возникновения отказов элементов технических средств находится на низком уровне. При использовании существующих средств техниче-

ской диагностики остается доля необнаруживаемых отказов, которые влияют на безопасность и бесперебойность движения поездов.

Ограниченные возможности действующих СТДМ по выявлению отклонений, скрытых состояний объекта и причин отказов, а также территориальная рассредоточенность объектов увеличивают риск несвоевременных профилактических действий.

Под скрытым состоянием объекта понимается совокупность его фактических эксплуатационных характеристик и функциональных свойств, определяющих уровень исправности, степень деградации и близость

к отказу, которые недоступны прямому измерению вследствие ограничений диагностических средств и неопределенности процессов функционирования.

Цель предложенного метода диагностики – повысить уровень надежности работы ЖАТ за счет формализации и реализации риск-ориентированной диагностики в условиях неполной наблюдаемости на основе аппарата частично наблюдаемого марковского процесса принятия решений (ЧНМП) с интеграцией в цифровой двойник (ЦД) инфраструктуры [2, 3, 4], обеспечив рациональный выбор воздействия на объект (наблюдение, техническое обслуживание, ремонт, замена) при минимизации ожидаемого эксплуатационного риска.

На сети ОАО «РЖД» эксплуатируется большое разнообразие технических средств ЖАТ, и к каждому из них предъявляется обязательное требование – исправное функционирование с целью обеспечения безопасности движения поездов и требуемого уровня пропускной способности.

Среди характеристик технических средств ЖАТ (СПУ, рельсовая цепь, кабель, аппаратура) как объектов диагностирования [5] можно выделить следующие:

изменчивость (необходимо учитывать те состояния объекта, в которые он может перейти);

условия внешней среды (сложные условия эксплуатации: климатические, динамические, электромагнитные, механические);

тенденции к ухудшению характеристик (со временем диагностические параметры могут ухудшаться в связи с износом и старением материалов);

сложная структура технических средств ЖАТ (аппаратура располагается на посту ЭЦ и на поле).

Риск-ориентированная диагностика [6, 7, 8] устройств ЖАТ строится на модели, которая учитывает неопределенность текущего состояния объекта контроля и помогает выбирать оптимальные действия для его обслуживания. Устройство может находиться в одном из шести состояний (от полностью исправного до предельного износа) и со временем переходить в другие под влиянием повреждений или отказов. Сопоставление состояний объекта, событий и действий над объектом приведено в табл. 1.

Поскольку точное состояние напрямую не наблюдается, система опирается на косвенные диагностические данные: параметры работы, журналы событий,

статистику инцидентов и данные самодиагностики. На основе этих наблюдений и вероятностных моделей переходов между состояниями рассчитывается наиболее вероятное текущее состояние, после чего выбирается управляющее воздействие: от простого наблюдения до замены устройства с учетом его стоимости и риска отказа.

Для определения степени влияния управляющего воздействия на объект контроля вводится вес стоимости действия $a_n \in A$. Это коэффициент, который характеризует относительный вклад данного действия в интегральную оценку выбора управляющих воздействий над объектом эксплуатации.

Выполним нормирование веса стоимости действия $a_n \in A$ в диапазоне [0, 1]:

0 – минимальная стоимость, т.е. наблюдение;

1 – максимальная стоимость, т.е. замена устройства.

Тогда коэффициент стоимости составит:

a_1 (наблюдение / отсутствие вмешательства) – 0,0;

a_2 (регламентное обслуживание ТО) – 0,25;

a_3 (внеплановый ремонт) – 0,60;

a_4 (вывод устройства в резерв / замена) – 1,00.

Такое распределение отражает реальную иерархию затрат, рисков и последствий вмешательств при эксплуатации устройств ЖАТ и обеспечивает корректное функционирование риск-ориентированной модели частично наблюдаемого марковского процесса принятия решений.

Критерий оптимальности минимизирует суммарный эксплуатационный риск за весь жизненный цикл. Он учитывает не только цену самого действия (ремонт, обслуживание), но и потенциальные последствия отказа – простои, снижение пропускной способности, угрозы безопасности движения. Таким образом, метод позволяет принимать взвешенные, экономически обоснованные решения по техническому обслуживанию даже при неполной информации о состоянии оборудования.

Выполним формализацию риск-ориентированной диагностики устройств железнодорожной автоматики (ЖАТ) в виде частично наблюдаемого марковского процесса принятия решений.

Математическая формулировка задачи заключается в обновлении вероятностного состояния:

$$b_{t+1}(s') = \eta Z(o_{t+1}|s', a_t) \sum_{s \in S} T(s'|s, a_t) b_t(s),$$

где η – нормировочный коэффициент;

Т а б л и ц а 1

Состояние S	Событие I	Действие A
Исправное (исправность)	–	Наблюдение
Работоспособное (неисправное)	Повреждение	Наблюдение
Работоспособное (предотказное)	Предотказ	Проведение регламентного обслуживания
Неработоспособное	Частичный отказ	Внеплановый ремонт
Нерабочее	Полный отказ	Внеплановый ремонт
Предельное	Ресурсный отказ	Замена устройства

Т а б л и ц а 2

Элемент СЭП (j)	N_j	p_{ij}	$p_{ij} \%$
Автопереключатель	183	0,4022	40,22
Электродвигатель	113	0,2484	24,84
Курбельный контакт	48	0,1055	10,55
Фрикционное сцепление	48	0,1055	10,55
Контрольные линейки	25	0,0549	5,49
Шибер	16	0,0352	3,52
Редуктор	12	0,0264	2,64
Муфта	5	0,0110	1,10
Демпфирующие устройства	4	0,0088	0,88
Другие	1	0,0022	0,22

$Z(o|s', a)$ – модель наблюдений;
 $T(s'|s, a)$ – модель переходов;
 s_t – скрытое техническое состояние в момент времени t ;
 a_t – выбранное действие;

$R(s_t, a_t)$ – мгновенное значение риска.
 Математическая формулировка описывает, как изменяется вероятностное состояние оборудования, как учитываются диагностические данные и как система принимает решения.

Рассмотрим пример риск-ориентированной модели управления состоянием стрелочным электроприводом.

Формируем вектор наблюдений из диагностических параметров [11]:

$$y_t = [T_{sw(t)}, I(t), e(t)],$$

где T_{sw} – время перевода;

I – ток или усилие;

$e(t)$ – контроль крайнего положения.

Обозначим априорную вероятность отказа элемента j :

$$p_j = N_j / 455,$$

где p_j – вероятность отказа элемента j стрелочного электропривода;

N_j – количество отказов элемента j стрелочного электропривода;

455 – общее количество отказов стрелочного электропривода.

Результаты расчетов вероятности отказов элементов стрелочного электропривода приведены в табл. 2.

Рассмотрим пример численного расчета риска на одном шаге и выбор $a_i \in A$.

Для примера рассмотрим четыре состояния: $S = \{S1 \text{ (исправно)}, S2 \text{ (деградация)}, S3 \text{ (предотказ)}, S4 \text{ (отказ)}\}$.

Пусть на текущем шаге по диагностике получены следующие данные:

$zT \geq 3$ (время сильно выросло);

$zI \geq 2$ (ток/усилие выросли);

$e = 0$ (крайнее положение не подтверждено).

Тогда пример вероятностной оценки состояния:

$b(S1) = 0,05$, $b(S2) = 0,20$, $b(S3) = 0,45$, $b(S4) = 0,30$.

Стоимости действий (условные единицы):

$C(a1) = 1$ (наблюдение);

$C(a2) = 5$ (ТО);

$C(a3) = 25$ (внеплановый ремонт);

$C(a4) = 60$ (замена/резерв).

Зададим ущерб от отказа (задержки/риски): $C_{cons} = 200$. Типовые (примерные) значения вероятности возникновения отказа в течение рассматриваемого горизонта (шага управления) $P(\text{fail} | Si, a)$ при состоянии Si и действии a приведены в табл. 3:

В результате:

$$P_{fail} = \sum_i b(Si) \cdot P(\text{fail} | Si, a),$$

где $b(Si)$ – вероятностная оценка состояния.

Т а б л и ц а 3

$P(\text{fail} Si, a)$	a1	a2	a3	a4
S1	0,001	0,001	0,001	0,0005
S2	0,01	0,008	0,005	0,001
S3	0,25	0,15	0,05	0,01
S4	0,80	0,60	0,20	0,05

Рассчитаем ожидаемую стоимость шага по формуле:

$$J(a) = C(a) + P_{fail}(a) \cdot C_{cons}.$$

Получим результат:

a1: $P_{fail} = 0,3546 \rightarrow J(a1) = 1 + 0,3546 \cdot 200 = 71,92$;

a2: $P_{fail} = 0,2492 \rightarrow J(a2) = 5 + 0,2492 \cdot 200 = 54,84$;

a3: $P_{fail} = 0,0836 \rightarrow J(a3) = 25 + 0,0836 \cdot 200 = 41,72$;

a4: $P_{fail} = 0,0197 \rightarrow J(a4) = 60 + 0,0197 \cdot 200 = 63,94$.

Выберем минимум $J(a)$:

$a = a3$ (внеплановый ремонт).

При высокой вероятностной оценке состояния на S3 и S4 ремонт дает наилучший компромисс «стоимость действия ↔ снижение риска», тогда как замена уменьшает риск сильнее, но экономически проигрывает из-за высокой цены $C(a4)$.

Также метод эффективно применяется для диагностики рельсовых цепей – одного из важных элементов систем ЖАТ, определяющих занятость участка пути.

При диагностике рельсовых цепей анализируются данные систем ТДМ:

напряжение на путевом реле в нормальном (путь свободен, путевое реле под током) и шунтовом (путь занят, путевое реле обесточено) режимах работы рельсовой цепи $U_{рн}$ и $U_{рш}$;

сопротивление изоляции кабеля R_k ;

напряжение на путевом генераторе и приемнике (в случае тональных рельсовых цепей) $U_{вых.пг}$ и $U_{вх.пп}$;

параметры кодов (в случае кодовых рельсовых цепей);

состояние путевого реле $P(t)$.

Таким образом, формируем вектор наблюдений из диагностических параметров на примере тональных рельсовых цепей [11]:

$$y_t = [U_{рн}, U_{рш}, U_{вых.пг}, U_{вх.пп}, R_k, P(t)].$$

Рассмотрим пример численного расчета риска на одном шаге и выбор $a_i \in A$.

Для примера рассмотрим четыре состояния: $S = \{S1 \text{ (исправно)}, S2 \text{ (деградация)}, S3 \text{ (предотказ)}, S4 \text{ (отказ)}\}$.

На основе данных [1] определим вероятности $p(Si)$ для матрицы перехода между состояниями S .

По данным [1] количество выявленных инцидентов типа «неисправность» в СТДМ за 2024 г. составляет 407826 шт.

Количество инцидентов на рельсовую цепь типа «неисправность» составляет:

$$407826 \cdot 0,3 = 122348 \text{ шт.},$$

где 0,3 – доля отказов, которые приходятся на рельсовые цепи.

Вероятность перехода в S1 $p(S1)$:

$$1 - 0,002 - 0,201 - 0,005 = 0,79.$$

Вероятность перехода в S2 $p(S2)$:

$$291/122348 = 0,002.$$

По статистике на один отказ приходится примерно 37 предотказов ≈ 24642 .

Вероятность перехода в S3 $p(S3)$:

$$24642/122348 = 0,201.$$

Вероятность перехода в S4 $p(S4)$:

$$666/122348 = 0,005 \cdot 169 + 0,004 = 0,824.$$

Тогда пример вероятностной оценки состояния относительно уровней для случая:

$U_{рн} < 1$ (рельсовая цепь свободна, напряжение на путевом реле на нижней границе);

$U_{рш} = 0$ (рельсовая цепь свободна);

$U_{вых.пг} = 1$ (напряжение на выходе путевого генератора в норме);

$U_{\text{вх.пп}} < 1$ (напряжение на входе путевого генератора упало);

$R_k = 1$ (сопротивление изоляции кабеля в норме);

$P(t) = 1$ (путевое реле под током);

$b(S1) = 0,24, b(S2) = 0,30, b(S3) = 0,45, b(S4) = 0,01$.

Считаем ожидаемую стоимость шага (стоимость действий и ущерб от отказа примем согласно примеру для стрелочного электропривода):

$a1: P_{\text{fail}} = 0,12374 \rightarrow J(a1) = 1 + 0,12374 \cdot 200 = 25,748$;

$a2: P_{\text{fail}} = 0,07614 \rightarrow J(a2) = 5 + 0,07614 \cdot 200 = 20,228$;

$a3: P_{\text{fail}} = 0,02624 \rightarrow J(a3) = 25 + 0,02624 \cdot 200 = 30,248$;

$a4: P_{\text{fail}} = 0,00542 \rightarrow J(a4) = 60 + 0,00542 \cdot 200 = 61,084$;

Выберем минимум $J(a)$:

$a = a2$ (регламентное обслуживание).

При высокой вероятностной оценке состояния на $S2$ и $S3$ регламентное обслуживание дает наилучший компромисс «стоимость действия \leftrightarrow снижение риска», тогда как внеплановый ремонт уменьшает риск сильнее, но экономически проигрывает из-за высокой цены $C(a3)$.

Таким образом, предложена риск-ориентированная модель управления стрелочным электроприводом на основе частично наблюдаемого марковского процесса. Наблюдения формируются по измеряемым параметрам (время перевода стрелки, ток/усилие, контроль крайнего положения), а вероятностная оценка технического состояния задается распределением вероятностной оценки состояния. Функция управления минимизирует суммарные дисконтированные затраты, включающие стоимость эксплуатационных воздействий и ожидаемый риск отказа, определяемый как произведение вероятности отказа на величину последствий. Априорные вероятности отказов отдельных элементов СЭП определены по статистике и используются для приоритизации диагностических гипотез и выборов эксплуатационных воздействий.

В условиях отсутствия возможности своевременного определения достоверного состояния устройств ЖАТ частично наблюдаемый марковский процесс принятия решений выступит математическим аппаратом, позволяющим формализовать процесс определения технического состояния и выбора управляющих воздействий (обслуживание, ремонт, замена).

Применение модели ЧНМПР для диагностики ЖАТ, согласно оценкам различных источников, позволит показать:

снижение интенсивности отказов на 10–20 %;
точность определения предотказных состояний более 95 %;

снижение стоимости жизненного цикла на 15–25 %;
увеличение пропускной способности на 10–20 %.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Комплексный анализ эксплуатационной деятельности хозяйства автоматики и телемеханики за 2024 год : отчет / Управление автоматики и телемеханики Центральной дирекции инфраструктуры – филиал ОАО «РЖД». М., 2025. 117 с.

2. Применение технологии цифрового двойника инфраструктурного комплекса ОАО «РЖД» (ЦД) : временная концепция : утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 9 июня 2021 года №1281/р.

3. Зуев Д.В., Бочкарев С.В. Цифровой двойник инфраструктуры железнодорожной автоматики и телемеханики // Транспорт Российской Федерации. 2022. № 3 (100). С. 19–22. EDN: OWHSBE.

4. Преимущества технологии цифрового двойника инфраструктуры. С.С. Юханов, Д.В. Зуев, С.В. Бочкарев, А.А. Федоров // Автоматика. Связь. Информатика. 2021. № 4. С. 18–21. EDN: XOJFKQ.

5. Бочкарев С.В., Лыков А.А. Метод определения технического состояния устройств железнодорожной автоматики // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2012. № 4 (33). С. 45–50. EDN: RAIWON.

6. Саттон Р.С., Барто Э. Дж. Обучение с подкреплением : введение. 2 изд. М.: ДМК Пресс, 2020. 552 с.

7. Hahsler M., Kamalzadeh H. POMDP: Introduction to partially observable Markov decision processes // The Comprehensive R Archive Network: site. 2021. URL: <https://cran.r-project.org/web/packages/pomdp/vignettes/pomdp.html>.

8. Кутюянц Ю.А. Оценка параметров скрытых марковских процессов с непрерывным временем // Автоматика и телемеханика. 2020. № 3. С. 86–113. EDN: YZSEQD.

9. Методика оценки рисков, связанных с функционированием систем железнодорожной автоматики и телемеханики ОАО «РЖД» : утв. ОАО «РЖД» 21.11.2015 № 3031р.

10. Бочкарев С.В., Лыков А.А., Марков Д.С. Методика комплексной оценки показателей эффективности систем технического диагностирования и мониторинга // Развитие элементной базы и совершенствование методов построения устройств железнодорожной автоматики и телемеханики : сборник научных трудов. СПб.: Издательство ПГУПС, 2014. С. 14–22. EDN: TYLKVТ.

11. Инструкция по техническому обслуживанию и ремонту устройств и систем сигнализации, централизации и блокировки : утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 30.12.2015 г. № 3168р (ред. от 01.09.2016 №1795р, от 18.02.2019 №286/р).

ЦИФРОВОЙ АРХИВ АСИ

А мы к вам с отличными новостями! Теперь у нашего журнала «Автоматика, связь, информатика» появился полноценный цифровой архив!

Все выпуски журнала за его столетнюю историю доступны по ссылке

<https://asi.npsrail.ru>



■ **Ищите отдельные статьи или номера журналов с поиском по авторам, выпускам или годам**

■ **Скачивайте журналы**

■ **Расширяйте кругозор и пополняйте «копилку» знаний, читая наш журнал**

Уникальная информация о развитии железнодорожной автоматики, связи и информатизации, изобретениях, интересных людях и событиях стала доступнее и ближе!

Благодарим за поддержку при создании архива ГК «Нацпроектстрой».

ВЛИЯНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ВИБРАЦИЙ НА АНИЗОТРОПИЮ ОПТИЧЕСКОГО ВОЛОКНА



САВИН
Евгений Зиновьевич,
Дальневосточный государственный университет путей сообщения, профессор, канд. техн. наук, г. Хабаровск, Россия



НЕСПАНОВА
Елена Андреевна,
Дальневосточный государственный университет путей сообщения, ассистент, г. Хабаровск, Россия

Ключевые слова: железнодорожный транспорт, механические вибрации, волоконный световод, анизотропия, длина регенерационного участка, скорость передачи информации

Аннотация. В статье приведены результаты исследования воздействия механических вибраций от подвижного состава железных дорог на изменение показателей преломления оптического волокна и, как следствие, влияние анизотропии на параметры поляризованного излучения. Показано, что при воздействии механических вибраций изменяется эллиптичность и угол поворота большой оси эллипса поляризованного излучения. Это приводит к усилению поляризационной модовой дисперсии и является причиной значительного уширения импульсов цифрового оптического сигнала, из-за чего ограничивается длина регенерационного участка и уменьшается скорость передачи информации. Возникающая анизотропия в оптических волокнах подвешенного кабеля может привести к существенному ухудшению качества передаваемой информации, что отрицательно скажется на пропускной способности линий технологической связи и, таким образом, на перевозочном процессе.

■ На железнодорожном транспорте важная роль принадлежит системам и устройствам связи, бесперебойная и качественная работа которых обеспечивает эффективность перевозочного процесса, безопасность движения поездов. В настоящее время широкое распространение получили наиболее совершенные цифровые системы передачи информации, основу которых составляют волоконно-оптические кабели (ВОК).

При строительстве волоконно-оптической магистрали между европейской частью России и странами азиатско-тихоокеанского региона был выбран самый производительный способ прокладки ВОК: подвеска на опорах контактной сети электрифицированных железных дорог. Однако подвесные волоконно-оптические кабели подвержены влиянию различных внешних факторов, в том числе воздействию электромагнитного поля, температуры окружающей среды, сверхвысоким частотам, а также механическим вибрациям [1].

В идеальном одномодовом волоконном световоде (ВС) ортогональные составляющие электромагнитной волны должны соответствовать друг другу, поскольку

показатели преломления сердцевины ВС по осям X и Y практически одинаковые. В действительности же существует анизотропия (свойства среды, включающие тепло- и электропроводность, показатели преломления и другие в различных направлениях внутри этой среды), вызванная разностью фаз между ортогональными составляющими световой волны. Это приводит к проявлению так называемой поляризационной модовой дисперсии (PMD).

При прохождении подвижного состава по неровной поверхности рельсов в теле земляного полотна возникают механические колебания низкочастотного диапазона. Они через опоры оказывают воздействие на подвесной волоконно-оптический кабель. Как показали исследования [2], эти вибрации усиливают поляризационную модовую дисперсию в волоконном световоде, что совместно с хроматической дисперсией существенно ограничивает дальность непосредственной связи и скорость передачи информации.

В волоконных световодах при распространении световой волны наблюдается эллиптическая поляризация, основными параметрами которой являются эллиптичность и угол поворота большой оси эллипса.

Параметр	Данные параметров с учетом изменяющейся разности показателей преломления (Δn)										
	0,001	0,003	0,005	0,007	0,009	0,011	0,013	0,015	0,017	0,018	0,019
η	0,026	0,280	0,248	0,380	0,600	0,475	0,246	0,630	0,428	0,739	0,431
θ , рад.	0,542	0,779	0,766	0,771	0,734	0,777	0,706	0,737	0,764	0,716	0,706
$\tau_{эл}$, пс/км	1,327	1,796	1,718	2,083	3,231	2,462	1,714	3,493	2,259	4,946	2,271
$\tau_{уп}$, пс/км	0,892	1,282	1,261	1,269	1,208	1,279	1,161	1,212	1,258	1,179	1,161

При воздействии механических вибраций происходит изменение указанных параметров. Известны формулы [3] эллиптичности и угла поворота большой оси эллипса при воздействии механических вибраций, в которых фигурирует параметр Δn . Он представляет собой разность показателей преломления сердцевины волокна для ортогональных составляющих поляризованного излучения.

При этом наиболее важное воздействие на изменение характеристик поляризованного излучения оказывает силовое воздействие F_0 , а также частота Ω механических вибраций. Вместе с этим интерес вызывает влияние показателя Δn и анизотропии волоконного световода на параметры поляризованного излучения в результате воздействия механических вибраций.

Известно, что при движении подвижного состава в теле земляного полотна возникают колебания, частота которых составляет 5–100 Гц [4, 5]. Выполненные исследования позволяют утверждать, что максимальное проявление PMD при воздействии на волоконный световод механических вибраций наблюдается при силовом воздействии $F_0 = 33,7$ Н и частоте $\Omega = 30$ Гц.

Изменение эллиптичности и угла поворота большой оси эллипса свидетельствуют о том, что в одномодовых оптических волокнах под воздействием механических вибраций возникает поляризационная модовая дисперсия, которая приводит к увеличению длительности импульсов (уширению импульсов).

Уширение импульсов $\tau_{эл}$, зависящее от изменения эллиптичности поляризованного излучения η , рассчитывается [6] по формуле:

$$\tau_{эл} = \frac{\lambda \cdot \arccos(\eta_0) \left(\frac{1}{1-\eta} \right)}{2\pi c}, \text{ с/км,}$$

где λ – длина волны поляризованного излучения;

η_0 – начальная эллиптичность, которая наблюдается на выходе волоконного световода при отсутствии механических вибраций.

Уширение импульсов $\tau_{уп}$ за счет изменения угла поворота большой оси эллипса поляризованного излучения θ определяется [1] как:

$$\tau_{уп} = \frac{\theta \cdot \lambda}{\pi c}, \text{ с/км.}$$

С помощью этих формул можно рассчитать значения эллиптичности, угла поворота большой оси эллипса и соответствующие уширения импульсов в зависимости от разности показателей преломления Δn при воздействии механических вибраций. Параметры поляризованного излучения и уширения импульсов с учетом изменяющейся разности показателей преломления представлены в табл. 1.

Следует отметить, что уширение импульсов за счет изменения эллиптичности доминирует в общей картине воздействия механических вибраций, но для полной их оценки необходимо учитывать и уширение импульсов при изменении угла поворота большой оси эллипса. Тогда суммарное уширение импульсов $\tau_{РМД}$ при воздействии механических вибраций определится по среднеквадратичному закону сложения.

С помощью данных, приведенных в табл. 1, выполнен расчет суммарного уширения импульсов $\tau_{РМД}$ в зависимости от разности показателей преломления Δn , который воспроизведен в виде графика на рис. 1. При этом максимальная величина уширения импульсов для рассматриваемого диапазона $\tau_{РМД} = 5,084$ пс/км наблюдается при значении разности показателей преломления 0,018.

Для одномодовых волоконных световодов в первую очередь, нужно учитывать хроматическую дисперсию. Удельный коэффициент хроматической дисперсии $D(\lambda)$ в соответствии с рекомендациями МСЭ-Т для волокна типа G.655 на длине волны $\lambda = 1,55$ мкм находится в пределах 1–10 пс/нм·км [7]. Допуская, что ширина спектра источника излучения соответствует 1 нм, уширение импульсов за счет хроматической дисперсии составит 1–10 пс/км.

Суммарное уширение импульсов τ_{Σ} за счет хроматической и поляризационной модовой дисперсий, вызванных разностью показателей преломления Δn , определится также, как и ранее, по среднеквадратичному закону.

Графики уширения импульсов за счет хроматической дисперсии (синий), поляризационной модовой дисперсии (зеленый) и суммарного уширения импульсов (красный) для диапазона хроматической дисперсии от 1,0 до 10,0 пс/км с учетом воздействия механических вибраций при условии, что

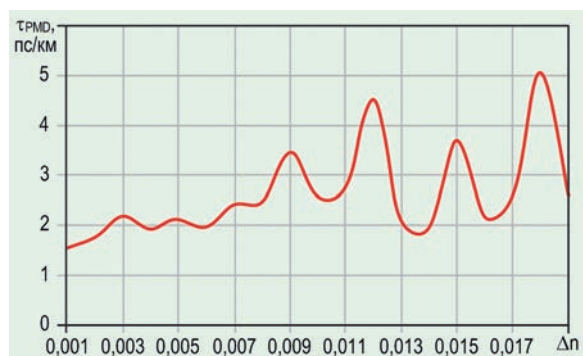


РИС. 1

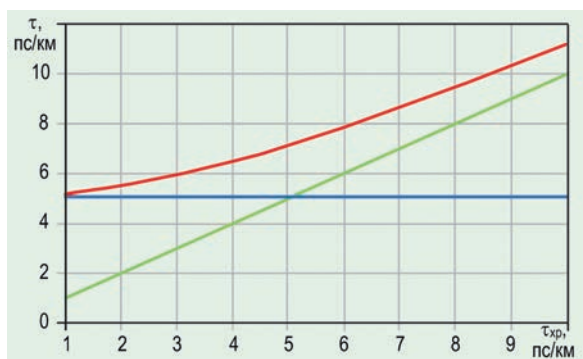


РИС. 2

Таблица 2

Аппаратура SDH	Длина регенерационного участка (км) в зависимости от суммарного уширения импульсов τ_{Σ} (пс/км)									
	5,182	5,463	5,903	6,469	7,131	7,864	8,652	9,479	10,34	11,22
STM-1	311	295	273	249	226	205	186	170	156	144
STM-4	78	74	68	62	56	51	46	42	39	36
STM-16	19	18	17	15	14	13	12	11	10	9
STM-64	5	5	4	4	4	3	3	3	2	2

Таблица 3

τ_{Σ} (пс/км)	Скорость передачи информации (Мбит/с) для соответствующей длины регенерационного участка (км)								
	50	60	70	80	90	100	110	120	130
5,084	983	820	702	615	546	492	447	410	378
5,182	965	804	689	603	536	482	439	402	371
5,463	915	763	654	572	508	458	416	381	352
5,903	847	706	605	529	471	423	385	353	326
6,469	773	644	552	483	429	386	351	322	297
7,131	701	584	501	438	390	351	319	292	270
7,864	636	530	454	397	353	318	289	265	245
8,652	578	482	413	361	321	289	263	241	222
10,34	484	403	346	302	269	242	220	202	186
11,22	446	371	318	279	248	223	203	186	171

τ_{PMD} соответствует максимальному значению при разности показателей преломления 0,018, приведены на рис. 2.

Таким образом, до значения 5,084 пс/км уширение импульсов за счет действия механических вибраций преобладает над хроматической дисперсией. К концу рассматриваемого диапазона суммарное уширение импульсов асимптотически приближается к уширению импульсов за счет хроматической дисперсии. При этом воздействием механических вибраций можно пренебречь.

Известно, что дисперсия ограничивает длину регенерационного участка и скорость передачи информации [8]. Расчетные длины регенерационного участка для аппаратуры синхронной цифровой иерархии в зависимости от суммарного уширения импульсов τ_{Σ} представлены в табл. 2.

Данные расчета скорости передачи информации при воздействии механических вибраций с учетом хроматической дисперсии в волоконных световодах показаны в табл. 3. Причем темным фоном в таблице выделена область, для которой использование аппаратуры SDH нецелесообразно.

Таким образом, поляризационная модовая дисперсия в совокупности с хроматической дисперсией существенно ограничивает пропускную способность оптических волокон.

Подводя итог, можно отметить, что влияние анизотропии оптических волокон, вызванное воздействием механических вибраций при движении подвижного состава по не идеально ровной и прерывистой поверхности рельсов, на дальность связи и скорость передачи информации исследовано впервые. При этом установлено, что механические вибрации увеличивают анизотропию оптических

волокон и тем самым усиливают проявление поляризационной модовой дисперсии. Максимальное уширение импульсов наблюдается при разности показателей преломления сердцевин волокон при ортогональных составляющих электромагнитной волны, равной 0,018.

Уширение импульсов для установленной анизотропии оптического волокна при воздействии механических вибраций становится соизмеримым с хроматической дисперсией. Более того, до значения 5,084 пс/км уширение импульсов за счет действия механических вибраций преобладает над хроматической дисперсией, поэтому в расчетах длины регенерационного участка и пропускной способности волоконных световодов необходимо в обязательном порядке учитывать проявление поляризационной модовой дисперсии.

Также установлено, что для аппаратуры SDH, работающей на скорости свыше 622 Мбит/с, длина регенерационного участка из-за проявления хроматической дисперсии и анизотропии оптического волокна вследствие воздействия механических вибраций становится настолько незначительной, что применять данную аппаратуру для передачи цифровой информации нецелесообразно.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Савин Е.З. Воздействие внешних факторов на поляризационные явления в волоконных световодах. Хабаровск : Изд-во ДВГУПС, 2011. 111 с. EDN: QMUYJH.
2. Савин Е.З., Шевцов А.Н. Совместное воздействие внешних факторов на подвесной волоконно-оптический кабель // Транспорт Азиатско-Тихоокеанского региона. 2023. № 4 (37). С. 94–100. EDN: EPKQJF.
3. Войкусов Т.С., Савин Е.З. Воздействие механических вибраций на поляризационные явления в оптических волокнах // Известия РАН. Серия физическая. 2006. Т. 70, № 9. С. 1306–1309. EDN: HVNWIN.
4. Бондаренко В.А., Фролова Д.С., Щерба Е.М. Моделирование вибрационного воздействия при движении транспортных машин в условиях промышленных предприятий // Интернет-журнал Науковедение. 2017. Т. 9, № 5. С. 74. EDN: YKKGZA.
5. Конон А. А. Определение собственных частот колебаний элементов железнодорожного пути под поездной нагрузкой и выбор упругих амортизаторов // Бюллетень результатов научных исследований. 2021. Вып. 4. С. 57–64. EDN: EECCTQ.
6. Савин Е.З. Воздействие механических вибраций на качество передаваемой информации по волоконному световоду // Развитие инфраструктуры транспорта и технологии перевозочного процесса в современных условиях : труды междунар. науч.-практ. Конференции. Хабаровск : Изд-во ДВГУПС, 2007. С. 167–171.
7. Рекомендации МСЭ-T G-655. Системы и среда передачи, цифровые системы и сети. Характеристики среды передачи и оптических систем – волоконно-оптические кабели. Характеристики одномодового оптического волокна с ненулевой смещенной дисперсией. Женева, 2017. 26 с.
8. Савин Е.З. Волоконно-оптические кабели и пассивные компоненты ВОЛП М.: УМЦ ЖДТ, 2012. 223 с.

ДЕТЕКЦИЯ СВЕРХМАЛЫХ ОБЪЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАДИОМЕТРИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ



САЦЮК
Александр Владимирович,
Донецкий институт железно-
дорожного транспорта,
научно-исследовательская
лаборатория искусственного
интеллекта, заведующий,
доцент, канд. техн. наук,
г. Донецк, Донецкая Народная
Республика, Россия

Ключевые слова: железнодорожная безопасность, обнаружение малых объектов, радиометрические признаки, сверточные нейронные сети, цифровая радиометрическая идентификация (DRI), YOLOv8m, системы раннего предупреждения

Аннотация. В работе рассматривается актуальная задача обнаружения сверхмалых объектов в условиях железнодорожной инфраструктуры для повышения безопасности движения. Традиционные методы объектного детектирования на основе сверточных нейронных сетей сталкиваются с трудностями при обнаружении объектов на больших расстояниях из-за сильной деградации изображения, что приводит к снижению их эффективности. В связи с этим разработка эффективных методов детекции сверхмалых объектов является критически важной. Предлагается новый подход, основанный на анализе низкоуровневых радиометрических сигналов DRI. Он опирается на извлечение и анализ статистических характеристик яркости, сохраняющихся даже при значительной пространственной деградации. Даже при ограниченной визуальной информации предложенный метод демонстрирует большую точность обнаружения: 70–75 % для сверхмалых объектов размером менее 20 пикселей.

■ Активное развитие технологий глубокого обучения, в частности, сверточных нейронных сетей (СНН), совершило прорыв в области компьютерного зрения, обеспечив значительный прогресс в решении задач обнаружения, классификации и сегментации объектов. Современные архитектуры, такие как YOLO, Faster R-CNN и их модификации, демонстрируют высочайшую точность на стандартных наборах данных, например, COCO [1, 2]. Эти достижения применимы и в железнодорожной отрасли, где СНН используются, например, для контроля нахождения объектов в заданном периметре [3] и для детекции предметов на пути следования поезда [4]. Однако эффективность этих методов существенно снижается в условиях, когда объекты наблюдения находятся на большом удалении от сенсора, что является типичным для систем компьютерного

зрения на железнодорожном транспорте.

Когда объект расположен на значительном расстоянии от камеры, установленной на подвижном составе, его изображение сильно деградирует, занимаемая объектом область в кадре сокращается до нескольких пикселей или даже

субпиксельного размера. Как следствие, такие объекты становятся практически неузнаваемыми для стандартных алгоритмов детекции.

Представленный на рис. 1 пример показывает, как автомобиль, находящийся на пути следования поезда, проецируется на сенсор с разного расстояния: 20 м – размер

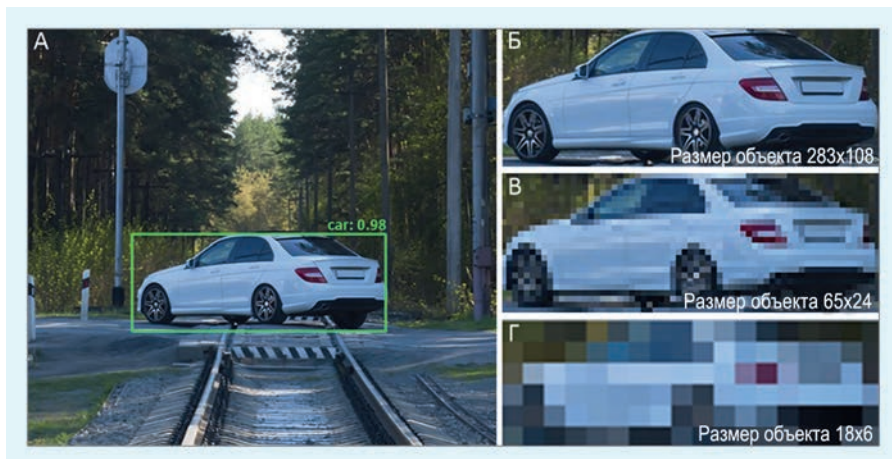


РИС. 1



РИС. 2

объекта 283x108 пикселей, 90 м – 65x24, 400 м – 18x6 пикселей. Из примера следует, что автомобиль в первом случае уверенно детектируется и классифицируется (~98 %), во втором показатели уверенности снижаются до ~65 %, в третьем – сильная деградация объекта и практически полное отсутствие семантических признаков не позволяют идентифицировать объект.

В условиях значительной удаленности объектов традиционные визуальные признаки, такие как форма, текстура и геометрический контур, теряют свою информативность. Хотя поезд, движущийся с высокой скоростью, способен своевременно обнаруживать близко расположенные препятствия, его значительная инерция и, как следствие, большой тормозной путь зачастую не дают возможности оперативно среагировать на опасность.

Для эффективного предотвращения аварийных ситуаций требуется, чтобы максимальная дальность обнаружения объектов значительно превышала тормозной путь поезда. Таким образом, заблаговременное обнаружение объектов на дальних подступах к железнодорожному полотну, например, автомобилей на железнодорожных переездах, приобретает критически важное значение. Ситуация, когда тормозной путь, превышающий максимальную дальность уверенного обнаружения препятствий, повышает риск возникновения

аварийной ситуации при экстренном торможении, продемонстрирована на рис. 2.

Актуальность этой проблемы особенно высока при применении систем интеллектуального железнодорожного транспорта, видеонаблюдения за инфраструктурой и автоматизированного управления движением. При решении данной проблемы был выполнен анализ фундаментальных ограничений СНН в задачах обнаружения сверхмалых объектов на железнодорожном транспорте и преодоления этих ограничений в целях обеспечения заблаговременного предупреждения.

В результате выявлено, что существующие подходы к детекции объектов, основанные на анализе семантических признаков, оказываются недостаточно эффективными в условиях значительной удаленности объектов наблюдения. Это обуславливает необходимость разработки принципиально иных методов, способных использовать информацию, сохраняющуюся даже при сильной деградации изображения.

В качестве такого подхода для обеспечения заблаговременного предупреждения предлагается метод, основанный на анализе низкоуровневых радиометрических сигналов DRI (Digital Radiometric Identification), который позволяет выявлять объекты в условиях, когда традиционные визуальные признаки перестают работать. Основная предпосылка метода заключается в том, что

хотя семантическая информация при сильной деградации изображения теряется, статистические радиометрические свойства объекта остаются относительно устойчивыми и отличными от фона даже при минимальном размере объекта в несколько пикселей.

Метод включает последовательность этапов, направленных на извлечение и анализ низкоуровневых радиометрических характеристик изображения, которые сохраняются даже при очень малом размере объекта. На первом этапе выполняется предобработка видеок кадров, включающая стабилизацию изображения, компенсацию атмосферных искажений и приведение данных к единому радиометрическому формату. Это позволяет минимизировать влияние внешних факторов на формируемый сигнал.

На следующем этапе производится выделение потенциальных областей интереса ROI (Region of Interest) с использованием алгоритмов, чувствительных к малым контрастным аномалиям, а не к семантическим признакам. Для каждой потенциальной области вычисляются радиометрические дескрипторы, отражающие статистические свойства распределения яркости и ее пространственные флуктуации в различных спектральных каналах.

При этом ключевое отличие от традиционных подходов заключается в том, что анализу подвергается не форма или текстура, а уникальный «радиометрический отпечаток» объекта, который слабо коррелирует с его осязаемым видом, но сильно зависит от физических свойств материалов его поверхности. Например, автомобиль, удаленный на 400 м и занимающий всего 18x6 пикселей (см. рис. 2), практически неразличим визуально, но может быть выявлен по таким радиометрическим признакам, как среднее квадратическое отклонение яркости в инфракрасном диапазоне, характерное для теплового излучения корпуса и двигателя.

Пример выявления радиометрических признаков с помощью тепловизионной камеры приведен на рис. 3. На тепловизионном

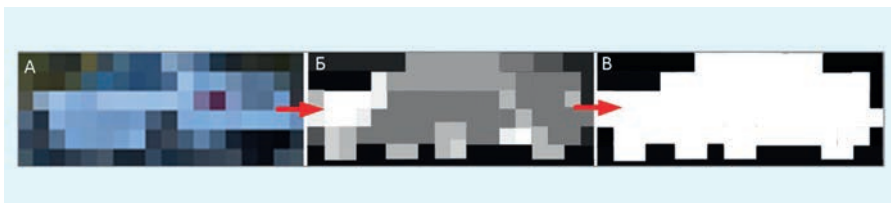


РИС. 3

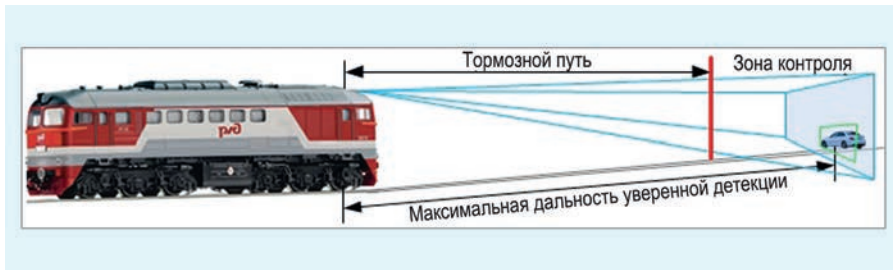


РИС. 4

изображении (см. рис. 3, Б) эта область может выделяться более высокой температурой.

В результате анализа, эти 18x6 пикселей могут сформировать небольшой, но статистически значимый кластер радиометрических параметров, отличающийся от окружающего фона и указывающий на возможное наличие объекта. Если использовать данные с тепловизора, то кластер может отражать более высокую температуру объекта по сравнению с окружающей средой, даже если его визуальные размеры малы. Чтобы выделить границы предполагаемого объекта, монохромное изображение преобразуется в бинарное. Это позволяет четко разграничить пиксели, относящиеся к объекту, от фоновых.

Полученные многомерные дескрипторы затем подаются на вход классификатора, обученного с помощью синтезированных и натуральных данных, содержащих примеры сверхмалых объектов с учетом различных рельефов местности. Для обучения и валидации

модели формируется специализированный датасет, включающий видеозаписи с железнодорожных тестовых маршрутов с размеченными объектами на дальних дистанциях.

Анализ результатов показал, что предлагаемый метод в связке с детектором YOLOv8m значительно увеличивает дальность обнаружения препятствий на пути поезда (рис. 4).

Эксперименты, проведенные в условиях, имитирующих реальную ситуацию, показали, что при размерах объекта менее 20 пикселей подход на основе DRI, интегрированный с YOLOv8m, позволяет достигать точность детекции до 70–75 % при условии достаточного радиометрического контраста между объектом и фоном. Это подтверждает гипотезу о сохранении информативности радиометрических сигналов даже в условиях сильной пространственной деградации.

Таким образом, данный подход, усиленный DRI, обеспечивает важное преимущество для си-

стем раннего предупреждения в приложениях железнодорожной безопасности, позволяя своевременно реагировать на потенциальные угрозы и предотвращать аварийные ситуации, тем самым способствуя повышению общей безопасности железнодорожного транспорта. Использование низкоуровневых радиометрических характеристик открывает перспективы для создания систем заблаговременного обнаружения препятствий в задачах безопасности железнодорожного движения, где критически важна максимальная дальность детекции.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Брехт Э.А., Коншина В.Н. Применение нейронной сети YOLO для распознавания дефектов // Интеллектуальные технологии на транспорте. 2022. № 2 (30). С. 41–47. EDN: ZRAQDL.
2. Тимошкин М.С., Миронов А.Н., Леонтьев А.С. Сравнение YOLO V5 и Faster R-CNN для обнаружения людей на изображении в потоковом режиме // Международный научно-исследовательский журнал. 2022. № 6-1 (120). С. 137–146. EDN: ZFRZQ.
3. Сацюк А.В. Мониторинг инфраструктуры на основе искусственного интеллекта // Автоматика, связь, информатика. 2025. № 9. С. 32–34. DOI: 10.62994/AT.2025.9.9.005. EDN: OXBPF.
4. Сычугов А.Н., Михейчиков В.Н., Чернышов М.В. Применение нейронных сетей для распознавания объектов на железнодорожном транспорте // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2023. Т. 20, Вып. 2. С. 478–491. DOI: 10.20295/1815-588X2023-2-478-491. EDN: DWQBQV.



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



Для оформления подписки через Почту России (можно на 1 месяц) достаточно перейти по ссылке <https://podpiska.pochta.ru/press/P5063>, заполнить заявку на получение журнала на домашний адрес, до востребования или через почтовый ящик и оплатить подписку онлайн. Стоимость одного номера 505,92 руб., за 5 мес. 2026 г. 2529,60 руб.



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

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

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

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

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ



АПЕНЬКО
Светлана Николаевна,
Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского, заведующая кафедрой менеджмента и маркетинга, д-р экон. наук, г. Омск, Россия



ЕЛИЗАРОВ
Дмитрий Александрович,
Омский государственный университет путей сообщения, заведующий кафедрой «Информационная безопасность», канд. техн. наук, г. Омск, Россия



ДАВЫДОВ
Алексей Игоревич,
Омский государственный университет путей сообщения, кафедра «Информационная безопасность», доцент, канд. техн. наук, г. Омск, Россия



ЛУКАШ
Александр Викторович,
Омский государственный университет путей сообщения, начальник учебно-методического управления, начальник учебного отдела, канд. филос. наук, г. Омск, Россия

Ключевые слова: информационная безопасность, DevSecOps, цепочка поставки программного обеспечения, непрерывная интеграция (CI/CD)

Аннотация. В условиях цифровой трансформации и глобализации бизнеса защита цепочек поставок программного обеспечения становится приоритетной задачей для информационной безопасности организации. В статье сформированы рекомендации по безопасной разработке кода и корректному использованию средств автоматизации. Внедрение гибких методологий разработки и поставки ПО, таких как DevSecOps, позволяет выполнить требования безопасности, минимизировать риски и др.

■ Наибольшее количество кибератак в настоящее время происходит за счет эксплуатации уязвимостей в программном коде. Однако эти уязвимости могут быть устранены или исключены на этапе разработки, до выпуска конечного продукта на рынок [1].

Одной из современных методологий, способствующих безопасной разработке и поставке ПО, является DevSecOps (Development, Security, Operation), основанная на интеграции мер безопасности на всех этапах его жизненного цикла [2]. Эта методология способствует созданию более защищенных приложений и улучшению процессов разработки, тестирования и развертывания. При применении DevSecOps защита становится неотъемлемой частью конвейера непрерывной интеграции и непрерывной поставки программного обеспечения (CI/CD-конвейера), а обнаружение и устранение уязвимостей кода при этом происходит до его развертывания в эксплуатационной среде. Отметим, что под CI/CD-конвейером поставки ПО понимается последовательность взаимосвязанных автоматизированных шагов, на каждом из которых выполняется определенная задача, а ее результат передается на следующий этап.

Системы хранения кода и репозитории представляют собой центральные платформы для управления исходным кодом, где разработчики могут совместно

трудиться над проектами, отслеживать изменения, управлять версиями и организовывать доступ к этим объектам (репозиториям и непосредственно коду). Они гарантируют упорядоченность и целостность кода, поддерживая процессы CI/CD и реализации DevSecOps [3].

В статье сформированы рекомендации для коллективов разработчиков по безопасному созданию и поставке кода, а также корректному использованию средств автоматизированной разработки.

Для хранилищ исходного кода необходимо осуществлять контроль доступа к ним, настройку аутентификации пользователей, операций журналирования и мониторинга всех событий и состояний в процессе выполнения CI/CD-конвейера, резервного копирования всех репозиторий. Кроме того, нужно минимизировать анонимный доступ к хранилищам, проводить аудит устаревшей, неактуальной информации, настраивать резервное копирование репозиторий.

Контроль доступа к хранилищам – одна из ключевых мер безопасности. Следует настроить роли и привилегии всех участников, придерживаясь принципа наименьших привилегий. Стоит разграничить доступ пользователей к программным модулям в рамках их ответственности и ограничить права участников на основе их должностей, таким образом применительно по-

литику защищенных веток с разрешением их редактирования. Нужно предусмотреть возможность внесения изменений в программный код только через запросы к руководителям проекта на слияние с предыдущей версией того же программного модуля.

Для всех репозитивов необходимо настраивать двухфакторную аутентификацию. В качестве первого фактора целесообразно использовать локальную или доменную учетные записи, второго фактора – аппаратные токены или приложения. Нужно сократить информацию из публичных репозитивов, предоставлять ее только тем, кто с ней работает.

При настройке операции журналирования и мониторинга следует вести журнал действий, особенно изменяющих операций (чаще всего это `post`, `put`, `patch`, `delete` HTTP-методы), и отправлять их в SIEM-системы. Настройку резервного копирования всех репозитивов на отдельный сервер или в облачное хранилище легко прозводить путем их зеркалирования.

Рекомендуется проводить учения по частичному или полному восстановлению данных. Важно помнить, что хранилища исходного кода являются критически важной частью цепочки поставок, и их защита – приоритетная задача. Выполнение приведенных рекомендаций позволит снизить риски утечки данных, компрометации или сбоев в работе.

Для информационной безопасности конвейеров и CI/CD-процессов необходимо защитить изменения конвейеров и изолировать среду выполнения задач, использовать механизмы кеширования на локальные ресурсы и разделять конвейеры для разных задач. Следует разграничивать возможности запуска определенных конвейеров и предусматривать возможность редактирования, изменения и настройки конвейеров только администраторами или DevOps-инженерами.

Члены команды разработчиков не должны иметь прямого доступа к среде, в которой выполняются CI/CD-задачи. Агенты используются только для реализации задачи, и доступ к ним обеспечивается только с целью ее передачи им. В качестве агентов выступают приложения, которые выполняют задания в CI/CD-конвейерах. Они подключаются к репозиторию, а затем исполняют команды, описанные в конфигурационном файле конвейера.

Применение механизмов кеширования снижает риски атак по типу «отправление контейнера», а также уменьшает нагрузку на внешнюю сеть. При этом для снижения риска компрометации нужно своевременно удалять старые артефакты и неиспользуемые кэшированные данные.

При разделении конвейеров для разных задач стоит позаботиться о конвейерах доставки как на реальные среды, так и на тестовые. В конвейерах доставки важно настроить ограничения для развертывания в продуктовые среды. Это могут быть определенные интервалы времени, одобрение администратора и др. Для более эффективного мониторинга событий и состояний целесообразно сделать отдельные CI/CD-конвейеры автоисполняемыми по определенному расписанию с отсылкой результатов ответственным лицам.

Для повышения уровня безопасности цепочки поставок ПО важным аспектом являются организационные меры и обучение сотрудников основам кибербезопасности, в том числе базовым принципам информационной безопасности. Обучение должно охватывать такие аспекты, как выявление и предотвращение фишинговых атак, правила работы с конфиденциальной информацией, предотвращение

утечек данных и защита учетных данных. Важно, чтобы обучение было частью постоянного процесса, включающего регулярные тренинги и семинары. Кроме того, рекомендуется создать информационный портал, где будут публиковаться актуальные новости о кибератаках, рекомендации по безопасности и др.

Для разработчиков программного обеспечения необходимо организовать дополнительное обучение, направленное на освоение принципов безопасного программирования. Они должны быть способны выявлять и устранять уязвимости в коде, такие как SQL-инъекции, межсайтовый скриптинг, ошибки управления памятью, небезопасное использование библиотек и зависимостей. Важно, чтобы разработчики, имея технические навыки, понимали контекст угроз, связанных с их работой, а также могли оценивать, как их решения влияют на безопасность проекта.

Сотрудники должны быть знакомы с инструментами, применяемыми для автоматизированных проверок безопасности, включая работу с интегрированными инструментами (например, SonarQube, OWASP ZAP) и анализ отчетов о результатах проверок. Разработчик обязан уметь самостоятельно устранить выявленные проблемы без привлечения дополнительных ресурсов.

При создании цифрового сервиса профессиональных и надпрофессиональных компетенций выпускников вузов [4] в качестве инструментальной среды разработки используется один из наиболее популярных инструментов для веб-разработки – фреймворк Laravel. Основным его достоинством является регулярное обновление самого фреймворка и зависимостей внутри него, что позволяет получать и учитывать новейшие исправления уязвимостей. Поскольку в базе данных цифрового сервиса имеются персональные данные Laravel, это позволяет хранить их в файле `*.env`, который не добавляется в систему контроля версий, но предотвращает утечку.

В среде разработки реализован механизм токенов CSRF, который защищает пользователей от несанкционированных действий, а также система управления клиентскими сессиями на основе XSS. Система объектно-реляционных отображений автоматически экранирует запросы, что дает защиту от SQL-инъекций. Фреймворк выполняет и другие функции, важные для безопасной разработки. Эта работа выполнена за счет гранта Российского научного фонда № 24-28-20314 «Развитие цифровых сервисов профессиональных и надпрофессиональных компетенций выпускников вузов в управлении персоналом промышленных предприятий» [5].

Внедрение изложенных рекомендаций на практике поможет повысить уровень безопасности разработки ПО, снизить риски и улучшить качество программного продукта.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Кибербезопасность в 2023–2024 гг.: тренды и прогнозы. Ч. 3 // Positive Technologies : сайт. 2023. 15 дек. URL: <https://www.ptsecurity.com/ru-ru/research/analytics/kiberbezopasnost-v-2023-2024-gg-trendy-i-prognozy-chast-tretya/>.
2. DEVSECOPS : сайт. 2023. URL: <https://www.devsecops.org>.
3. Continuous Integration and Continuous Deployment (CI/CD) в DevSecOps : сайт – URL: <https://www.cio.com/article/284058/ci-cd-and-devsecops-what-you-need-to-know.html>
4. Апенько С.Н., Давыдов А.И., Лукаш А.В. Цифровой сервис оценки компетенций выпускников // Автоматика, связь, информатика. 2025. № 10. С. 34–37. DOI: 10.62994/AT.2025.10.10.008. EDN: НОЕJYO.
5. Карточка проекта фундаментальных и поисковых научных исследований, поддержанного Российским научным фондом / С.Н. Апенько // Российский научный фонд. 2024. URL: <https://rscf.ru/project/24-28-20314/>.

ФЕСТИВАЛЬ ПРИРОДНОЙ ФОТОГРАФИИ

В Москве прошел XIII Общероссийский фестиваль природы «Первозданная Россия». Мероприятие, ставшее ключевым событием в сфере природной фотографии и экологического просвещения страны, вновь собрало на одной площадке авторов, хранителей заповедных территорий, государственных деятелей и всех, кому дорога уникальная природа России.

■ «Первозданная Россия» – это самая большая фотовыставка в Европе, посвященная дикой природе. В течение месяца фотография выступала мостом между человеком и заповедным миром, доступ в который ограничен ради его сохранения. В экспозиции было представлено более 400 уникальных фоторабот. Лучшие снимки выбирали почти из 8 тыс., присланных со всей России. В центре внимания фестиваля в этом году оказались заповедные территории нашей страны.

ОАО «РЖД» традиционно является одним из ключевых партнеров мероприятия. В этом году компания продемонстрировала экспозицию под названием «Над водой и под землей». Главная тема проекта – мосты и тоннели в пейзажной фотографии.

В рамках фотопроекта, приуроченного к 100-летию национального парка «Красноярские столбы», зрителям открылись уникальные заповедные ландшафты.

Большой интерес у посетителей вызвал проект «Визу впервые». В нем были представлены кадры,



территорий. Эксперты сферы охраны природы рассказали о природе России, уникальных экосистемах и их диких обитателях, а также о том, как правильно вести себя на природе, чтобы не нарушать устойчивость экосистем.



сделанные подводными фотографами-волонтерами, в том числе, уникальные съемки рачков Стенул в Белом море. Этих животных никогда ранее не удавалось сфотографировать в их естественной среде обитания. А Зоологический музей МГУ подготовил художественный фотопроjekt, посвященный вымершим животным.

Трогательный фотопроjekt «Хрупкие странники» поддерживал природоохранную инициативу по сохранению куликов – маленьких птиц, ежегодно преодолевающих тысячи километров, чтобы вывести новые поколения птенцов.

Помимо просмотра фотографий посетители приняли участие в уникальных мастер-классах, встречах, научно-популярных лекциях и просмотре документальных фильмов. Ключевыми темами фестиваля стали заповедные территории России и проблемы сохранения дикой природы, принципы экотуризма и правила посещения особо охраняемых природных

территорий. В рамках образовательной программы для фотографов, снимающих дикую природу, состоялись мастер-классы и круглые столы, посвященные принципам этичной съемки животных.

Большое внимание уделялось вопросу популяризации волонтерства на особо охраняемых природных территориях. Эксперты и действующие волонтеры на встречах и лекциях раскрыли все аспекты этой деятельности – от помощи в обустройстве экотроп и научных исследованиях до работы с посетителями.

Для маленьких гостей организаторы подготовили специальную детскую программу, которая включала интерактивные экологические уроки, мастер-классы от художников и научные шоу, которые в игровой форме учили бережному отношению к окружающему миру. В кинотеатре фестиваля прошли показы лучших российских документальных и анимационных фильмов о природе.

НАУМОВА Д.В.

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ВЕСТНИК

ГОД ПАССАЖИРА

■ 2026 год в ОАО «РЖД» объявлен Годом пассажира. В прошлый раз Год пассажира проходил в 2016 г. Он стал отправной точкой для кардинальных изменений в пассажирском комплексе.

По всем направлениям работы пассажирского блока и смежных сегментов будет проведен аудит, разработаны требования к пассажирскому сервису и дополнительным услугам для их дальнейшего применения в поездах ВСМ.

Главные ориентиры:

комфорт – создание условий в поездке для работы, отдыха и саморазвития;

предсказуемость – соответствие услуг заявленным в билете;

равенство – отношение к пассажиру вне зависимости от класса обслуживания;

индивидуальность – развитая система лояльности и индивидуальные условия для постоянных путешественников.

КАЖДАЯ ИДЕЯ ПРИНОСИТ ПОЛЬЗУ

■ Главный инженер Омской дистанции СЦБ Западно-Сибирской ДИ И.Х. Карсенов открыт к идеям и инновациям. Он и сам является автором проектов, послуживших преобразованиям на дороге.

Например, он предложил применять для железнодорожных нужд медицинскую технологию ультразвуковой очистки инструментов. С этим проектом Ильяс Хажимович вошел в число победителей конкурса «Новое звено».

В итоге на сортировочной горке станции Москва использованные клапаны компрессоров и другие металлические узлы очищают почти без усилий. Работники загружают их в ванну, а потом достают чистыми, без единой царапины.

И в самой Омской дистанции СЦБ немало нововведений. Так, для закручивания гаек работники используют аккумуляторный гайковерт, а для оформления работ по графику – технологические карты в смартфонах.

«Не бывает неважных предложений. Даже простая идея может принести пользу, если дать ей шанс», – отмечает И.Х. Карсенов.

■ Старший электромеханик Оренбургской дистанции СЦБ Южно-Уральской ДИ А.В. Харчиков стал обладателем звания «Инженер года ЮУЖД» 3 степени.

Его рационализаторские предложения ежегодно экономят компании миллионы рублей и способствуют повышению безопасности движения.

Сегодня в копилке специалиста десятки реализованных идей, а начиналось все с малого – с модернизации закрепов и удержателей, установки датчиков движения для экономии электроэнергии.

В конце прошлого года он предложил изменить схему кодирования приема пассажирских поездов с первого и второго главных путей. Это позволит обеспечить бесперебойное движение составов при увеличении их скорости.



«Главное – стартовать с простых вещей, которые можно усовершенствовать. Когда коллеги видят реальный результат, предложения рождаются сами», – отмечает Александр.

БЕРЕЖЛИВОЕ ПРОИЗВОДСТВО

■ Красноярская дирекция связи приступает к реализации значимого проекта в рамках бережливого производства «Оптимизация процессов эксплуатации системы парковой и громкоговорящей связи ПСГО станции Лесосибирск для продления срока ее использования».

Его уникальность в комплексном подходе, объединяющем техническое перевооружение, принципы бережливости и экологическую ответственность.

Основная задача – модернизировать систему охлаждения усилителя парковой связи. Внедрение более эффективного решения по отводу тепла от усилителя позволит заметно увеличить межремонтный интервал и общий срок службы как самого усилителя, так и всей системы ПСГО.

Кроме того, будет произведен расчет углеродного следа. Продление жизненного цикла оборудования напрямую снижает нагрузку на окружающую среду: уменьшает потребность в производстве и утилизации комплектующих и, как следствие, снижает совокупные выбросы углекислого газа.

СМЕКАЛКА И НЕРАВНОДУШИЕ

■ Смекалка и неравнодушие отца и сына – железнодорожников помогли остановить поджигателей релейных шкафов.

Будучи на дежурстве, электромеханик Челябинской дистанции СЦБ Южно-Уральской ДИ С.А. Милютин получил сообщение от сменного диспетчера о ложной занятости участков удаления и приближения на перегоне Исаково – Челябинск-Южный. Также сработало устройство контроля схода подвижного состава, хотя поездов в тот момент на путях не было.

Вместе с отцом, старшим электромехаником А.В. Милютиним, он отправился на место. На участке неподалеку от релейных шкафов они заметили идущих молодых людей. СЦБисты решили проявить бдительность и узнать, что они тут делают, а Андрей Милютин еще и попросил у них документы.

Видимо от неожиданности, один из парней и вправду показал документ. А железнодорожникам даже удалось сфотографировать парней. Затем подъехав к путям, отец и сын обнаружили дымящиеся релейные шкафы.

СЦБисты передали все имеющиеся данные сотрудникам транспортной полиции, и вскоре поджигателей задержали.



Руководство Центральной дирекции инфраструктуры наградило Андрея Милютину знаком «За смелые и решительные действия».

ИИ+РЖД

■ В Самаре состоялся финал ИТ-тренинга «Человек и искусственный интеллект: совместная работа без риска». В течение прошлого года на Куйбышевской дороге проходили командные игры на знание цифровых трендов и современных технологий. В итоговой «битве» знатоков в сфере ИИ встретились 4 команды-победителя региональных этапов и сборная руководителей дирекций.

Команды проходили задания викторины «Кто хочет стать цифровым гуру», где выясняли, что такое фишинг, как определить безопасную ссылку и что такое протоколирование. По итогам соревнования Самарская дистанция СЦБ Куйбышевской ДИ заняла второе место.

А еще участники тренинга прослушали мини-лекции по ИИ и иммерсивным технологиям, прошли интерактив по работе с нейросетями, написали промты на тему «Профессия будущего вашего подразделения» и разработали концепции будущего «ИИ+РЖД».

■ Мурманский РЦС Октябрьской дирекции связи занял 1 место в областном смотре-конкурсе на лучшую организацию работы по охране труда. Это седьмая подряд победа подразделения!

Жюри конкурса выставляет итоговую оценку по 20 критериям: сколько человек прошло обучение за год, как оно проведено, какова оснащенность предприятий всем необходимым для комфортной работы и др.

Начальник центра А.Ю. Михейкин рассказывает: «Искусственный интеллект уже широко применяется для решений задач охраны труда: системы на базе ИИ способны обрабатывать и анализировать информацию о несчастных случаях, выявлять закономерности и предсказывать потенциальные риски.

Однако современные технологии нельзя рассматривать в отрыве от человеческого фактора. Небреж-

ность и усталость, неправильное восприятие риска, недопонимание между сотрудниками и другие коммуникационные проблемы в комплексе могут стать причинами нарушения правил безопасности. Поэтому так важна адресная работа по охране труда, проводимая с коллегами».

Ежегодно на предприятии проходит День охраны труда. Для него ведущий специалист по охране труда С.А. Зуева каждый раз старается придумать новые, нетипичные, но вполне возможные в реальной жизни, задания. Так формализованное обучение превращается в увлекательный процесс.

■ Начальник технического отдела Ярославского информационно-вычислительного центра Н.Ю. Храбров разработал программу, позволяющую вести регистрацию инструктажей по пожарной безопасности в электронном виде. «Когда я вступил в должность начальника отдела, одной из моих задач стала организация работ по пожарной безопасности. Признаться, я удивился, что отчетность в этой сфере ведется в бумажном виде. Это снижает эффективность контроля за соблюдением норм и правил, а также увеличивает административную нагрузку на ответственных лиц», — отмечает Никита Храбров.

Рационализатор стал думать над решением этого вопроса. В итоге был разработан электронный журнал учета инструктажей по пожарной безопасности на базе интерактивного PDF-документа. Он позволяет удобно заполнять данные, хранить их в электронном виде и заверять записи электронной цифровой подписью. Это значительно упрощает работу и дает ей юридическую значимость и соответствие современным требованиям к документообороту. Информацию можно дистанционно экспортировать.

Сейчас электронный журнал проходит тестовые испытания в Сольвычегодском РЦС. Автор уже получил положительный отклик и просьбу внести ряд изменений в интерфейс программы, что было сразу же исполнено.

КВАНТОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ТРАНСПОРТА

■ В передовой инженерной школе «ИСКРА» в ПГУПС открылась лаборатория квантовой связи. Она оснащена оборудованием, применяемым ОАО «РЖД» на магистральной квантовой сети. Оборудование позволит имитировать попытку вмешательства в канал квантовой связи злоумышленников. Студенты будут изучать основные физические принципы передачи фотонов от отправителя к получателю.

В лаборатории установлены устройства для организации распределения квантовых ключей, с помощью которых шифруется информация и передается далее по открытым каналам связи, а также шифратор и дешифратор, соединенные оптоволоконной линией.

«На базе лаборатории мы будем исследовать возможности применения квантовых технологий для решения практических задач на железнодорожном транспорте. В частности, будем изучать распределение ключей для передачи фотонов по атмосферному каналу в дополнение к оптоволоконной линии», — рассказывает доцент кафедры «Электрическая связь» ПГУПС Д.Н. Роенков.

НАУМОВА Д.В.

НОВОСТИ

США

■ Американский стартап Oculus Rail завершил реализацию пилотного проекта, в ходе которого в течение года интеллектуальные датчики осуществляли мониторинг занятости 40 железнодорожных переездов в регионе Хэмптон-Роудс в штате Вирджиния.

Установленные на них фотокамеры с периодичностью 30–40 с делают снимки переездов, отсылают их в центральный сервер, где в реальном времени изображения анализируются при помощи технологий искусственного интеллекта.

Полученная информация помогает местным властям выявлять наиболее загруженные переезды и планировать мероприятия по ликвидации пробок на автомобильных дорогах.

Кроме того, разработано бесплатное мобильное приложение для водителей, позволяющее своевременно узнать о повышенной загруженности переездов и использовать для поездок альтернативные маршруты.

Бизнес-модель предполагает установку и эксплуатацию датчиков с питанием от солнечных батарей на переездах собственными силами с получением дохода от продажи собираемой информации по подписке.

Источник: www.zdmira.com

ГЕРМАНИЯ

■ Компания Knorr-Bremse представила новую систему помощи машинисту LEADER Flow. Технология разработана на основе системы LEADER, которая с 2018 г. устанавливается на локомотивы немецкого грузового перевозчика DB Cargo. Сейчас ею оснащено 650 локомотивов.



Система может быть интегрирована в пульт управления или установлена на планшете. Сейчас она предлагается для грузовых поездов, в перспективе может быть внедрена в пассажирских.

Новое решение будет в реальном времени анализировать поездную обстановку, электронное расписание и геоданные. На основе этого будут формироваться рекомендации по вождению локомотива. В частности, система должна помогать избежать ненужного торможения и ускорения, простоев и поддерживать оптимальную скорость.

Разработка призвана повысить энергоэффективность, сократить время в пути и улучшить соблюдение расписания. В течение полугода она уже тестирова-

лась на локомотивах и показала среднюю экономию энергии в 10,2 %, в пике – 20–30 %.

Источник: www.knorr-bremse.com

■ Железные дороги Германии (DB) совместно с четырьмя операторами сотовой связи приступили к реализации проекта Gigabit Innovation Track XT (GINT XT), направленного на обеспечение доступа пассажиров поездов к сети Интернет через сотовую связь стандарта 5G.

Проект впервые предусматривает создание общей инфраструктуры вдоль железнодорожных линий для всех действующих в стране операторов сотовой связи.

Для испытаний будет использована инфраструктура опытного участка, вдоль которого вблизи путей с интервалом примерно 1 км установлены компактные вышки сотовой связи стандарта 5G. Подобным образом планируется оборудовать другие линии в Германии, чтобы обеспечить работу перспективной системы железнодорожной радиосвязи FRMCS и сотовой связи для пассажиров.

Передача данных будет осуществляться преимущественно в диапазоне 3,6 ГГц, но намечено тестировать радиосвязь и на более низких и более высоких частотах. Предусмотрена также проверка совместимости общедоступной сотовой связи и системы FRMCS.

Источник: www.zdmira.com

ЮЖНАЯ КОРЕЯ

■ Южнокорейский научно-исследовательский институт железных дорог (KRII) представил концепцию облегченной тележки для высокоскоростных поездов, конструкция которой должна обеспечить снижение аэродинамического сопротивления и массы тележки на 30 %.

Предложенная конструкция предполагает внутреннюю раму тележки и защитный экран, спрямляющий воздушные потоки под ней. Анализ и моделирование параметров безопасности подтвердили устойчивость тележки на скоростях более 550 км/ч с учетом износа колес.

Для снижения массы привода предполагается применение синхронного двигателя на постоянных магнитах, достаточно компактного для размещения в пределах внутренней рамы тележки. Размеры тормозной системы предлагается уменьшить за счет применения электромеханического привода вместо пневматического. Поскольку экранирование тележки уменьшает вентиляцию естественным потоком воздуха, новая конструкция потребовала разработки системы охлаждения тормозов.

Источник: www.rollingstockworld.ru

ЭКВАДОР

■ В Эквадоре открылся участок Алауси – Сибамбе длиной 12,5 км в составе железнодорожной линии Гуаякиль – Кито. Этот участок более известен как «Нос Дьявола», так как представляет собой крутой горный серпантин на склонах Анд в районе скалы с одноименным названием, и по нему проходит самый знаковый туристический маршрут Эквадора.

Перед открытием были обновлены станции на участке, а также проведено техническое обслуживание локомотивов.

Линия Гуаякиль – Кито, формирующая центральную ось национальной сети железных дорог, была закрыта для перевозок в период пандемии в 2020 г.

Согласно оценке правительства страны, открытие линии будет способствовать развитию туризма и экономики, избавляя местное население от необходимости заниматься поиском работы вдали от дома.

Источник: www.zdmira.com

ВЕЛИКОБРИТАНИЯ

■ На участке Тонбридж – Гастингс британской железной дороги South Eastern была опробована система IsoMat для отвода тепла из напольных релейных шкафов с аппаратурой ЖАТ, температура внутри которых в жаркие летние дни может превышать 70 °С.

Эта пассивная система без движущихся частей, не требующая обслуживания и электроснабжения, устанавливается на шкаф сверху и позволяет снизить температуру внутри него более чем на 21 %, тем самым повышая надежность работы аппаратуры ЖАТ во время жары.

Испытания системы проводились в 10 наиболее критичных пунктах размещения релейных шкафов. После их успешного завершения компания-разработчик Flint Engineering приступила к наращиванию производства систем IsoMat, чтобы в 2026 г. установить их на всем протяжении линии Тонбридж – Гастингс.

Разработка представляет собой запатентованную конструкцию из алюминия с внутренними каналами для эффективного отвода тепла. Она рассчитана на применение в разных отраслях, в том числе, например, для охлаждения тяговых аккумуляторов на электрических транспортных средствах.

Источник: www.flintengineering.com

ABSTRACTS

Digital railway station at the stage of complex tests

AGOP E. KHATLAMADZHIYAN, JSC NIIAS, Deputy General Director, associated professor, Ph.D. (Tech.), Moscow, Russia, a.hatlamadzhiyan@vniias.ru, SPIN-код: 8771-2450

VALÉRY A. YAKOVLEV, Russian Railways, South Ural Railway, Chief Engineer, Ph.D. (Tech.), Chelyabinsk, Russia

ALEXANDER E. SHAPEKIN, JSC NIIAS, development design office, Chief, Moscow, Russia, a.shapekin@vniias.ru

IVAN A. OLGEYZER, JSC NIIAS, Experimental Design Bureau, Deputy Head, Ph.D. (Tech.), Moscow, Russia, ei.olgezer@vniias.ru, SPIN-код: 2528-9769

KONSTANTIN I. KORNIENKO, JSC NIIAS, Center for Automation of Technological Processes, Leading Researcher, Ph.D. (Tech.), Moscow, Russia, k.kornienko@vniias.ru, SPIN-код: 4783-3250

Keywords: marshalling yard, digital railway station, verification, validation, comprehensive testing, inter-module interaction, comprehensive monitoring, controlled operation

Abstract. In February, a meeting of the «Automation and Robotics of Technological Processes in the Infrastructure Complex» section of the Scientific and Technical Council of JSC «NIIAS» was held at the site of the South Ural Railway. The key topic of discussion was the operation of the Chelyabinsk-Glavny station in the context of the introduction of new digital technologies. The project is characterized by its unique scale and volume of resources involved. The digital railway station at Chelyabinsk-Glavny includes 23 modules, 5 of which are in trial operation, and 18 were put into permanent operation last year. This year, we plan to carry out a comprehensive verification and validation of the CSC project, during which we will test entire technological chains that include five to six interconnected solutions. The CSC will serve as the foundation for a new approach to the development of large, complex projects within the Russian Railways holding company.

Voice information system for digital railway station drivers

AGOP E. KHATLAMADZHIYAN, JSC NIIAS, Deputy General Director, associated professor, Ph.D. (Tech.), Moscow, Russia, a.hatlamadzhiyan@vniias.ru, SPIN-код: 8771-2450

ALEXANDER E. SHAPEKIN, JSC NIIAS, development design office, Chief, Moscow, Russia, a.shapekin@vniias.ru

ANNA A. KATAENKO, JSC NIIAS, Center for Automation of Technological Processes, Chief, Moscow, Russia, a.kataenko@vniias.ru

KONSTANTIN I. KORNIENKO, JSC NIIAS, Center for Automation of Technological Processes, Leading Researcher, Ph.D. (Tech.), Moscow, Russia, k.kornienko@vniias.ru, SPIN-код: 4783-3250

VADIM S. PETROV, JSC NIIAS, Center for Automation of Technological Processes in the Infrastructure Complex, Project Manager, Moscow, Russia, v.petrov@vniias.ru

Keywords: marshalling yard, negotiation rules, digital railway station
Abstract. One of the priority tasks of the Comprehensive Program innovative development of the holding «Russian Railways» is the digitalization and automation of technological processes. Implemented in the company the project «Digital railway station» (DJS), is part of the complex scientific and technical project «Digital railway», implemented as part of the implementation of the measures for the implementation

of the program «Digital economy of the Russian Federation». During the implementation of the CJC project, software and hardware complexes were developed to automate the actions of the station attendant in the process of preparing routes and monitoring the situation during train shunting movements. The article describes an Automatic driver information System with intelligent speech recognition AKIM, which is designed to automatically transmit information about the prepared route to train locomotive drivers. AKIM is planned to be used as part of a Digital Railway Station to ensure compliance with the negotiation rules.

NIIAS projects in the field of robotics

ALEXEY F. KONONOV, JSC NIIAS, Center for Robotization of Technological Processes, Chief Expert, Doctor of Technical Sciences, Moscow, Russia, a.kononov@vniias.ru

VADIM D. MAKOGON, JSC NIIAS, Center for Robotization of Technological Processes, Head, Moscow, Russia, v.makogon@vniias.ru

AGOP E. KHATLAMADZHIYAN, JSC NIIAS, Deputy General Director, associated professor, Ph.D. (Tech.), Moscow, Russia, a.hatlamadzhiyan@vniias.ru, SPIN-код: 8771-2450

ALEXANDER E. SHAPEKIN, JSC NIIAS, development design office, Chief, Moscow, Russia, a.shapekin@vniias.ru

Keywords: digital railway station, robotization, robotic complex, robotic system, marshalling yard, disbandment, brake release, physical artificial intelligence

Abstract. Modern challenges require the improvement of the transport system and transportation technologies. Robotics is a powerful tool for this. The creation and implementation of robots on the railway transport infrastructure is in demand and at the same time a very difficult scientific and technological task. For most production processes and operations performed on the railway infrastructure, there are no ready-made «boxed» solutions in the field of robotics. Therefore, it is often necessary to carry out rather high-risk projects, within the framework of which effective original products are created. Specialists from one of the leading robotics centers in the industry, JSC NIIAS, create similar solutions. The article provides an overview of the Institute's projects on this topic.

Application of the risk-oriented diagnostics method for railway automation equipment

SERGEY V. BOCHKAREV, LLC Sintez AT, Technical Director, PhD in Engineering, St. Petersburg, Russia, bochkareffsv@yandex.ru, SPIN-код: 9619-409

VLADIMIR P. BUBNOV, St. Petersburg State Transport University Emperor Alexander I, Professor, Doctor Of Technical Sciences, St. Petersburg, Russia, bubnov1950@yandex.ru, SPIN-код: 3114-6579

DENIS V. ZUEV, LLC Sintez AT, General Director, Ph.D. (Tech.), St. Petersburg, Russia, zuevdv@gmail.com, SPIN-код: 3946-7404

Keywords: railway automation, risk-oriented diagnostics, partially observable Markov process, digital twin, technical diagnostics and monitoring system, electric switch drive, actual condition maintenance

Abstract. The article considers the problem of increasing the reliability and safety of railway automation and telemechanics (RAT) equipment operation under conditions of equipment wear and limited observability of diagnostic parameters. It is shown that the existing systems of technical diagnostics and monitoring do not provide timely detection of degradation

and pre-failure states, which leads to hidden failures and an increase in operational risks. A risk-oriented diagnostics method is proposed, based on the formalization of the process of assessing the technical condition of RAT devices as a partially observable Markov decision process. The model takes into account the probabilistic dynamics of degradation, the uncertainty of diagnostic data, the impact of operational effects, and the cost of failure consequences. Using the example of an electric switch, the model is implemented and the optimal control action is selected based on minimizing the expected operational risk.

Influence of mechanical vibrations on the anisotropy of optical fiber

EVGENY Z. SAVIN, Far Eastern State Transport University, Professor, Ph.D. (Tech.), Khabarovsk, Russia, ev.savin.49@mail.ru, SPIN-код 7911-0544

ELENA A. NESPANOVA, Far Eastern State Transport University, Assistant, Khabarovsk, Russia, nespanovaelena6@gmail.com

Keywords: railway transport, mechanical vibrations, optical fiber, anisotropy, regeneration section length, information transfer rate

Abstract. In railway transport, communication systems and devices play an important role, the uninterrupted and high-quality operation of which ensures the efficiency of the transportation process and train safety. Currently, the most advanced digital fiber-optic information transmission systems, based on fiber-optic cables (FOC), have become widespread. The aim of the work is to study the impact of mechanical vibrations from railway rolling stock on changes in the refractive indices of optical fiber and, consequently, the influence of anisotropy on the parameters of polarized radiation. It is shown that exposure to mechanical vibrations causes changes in the ellipticity and rotation angle of the major axis of the ellipse of polarized radiation. This leads to an increase in polarization mode dispersion and is the cause of significant pulse broadening of the digital optical signal, thereby limiting the regeneration section length and reducing the information transfer rate. Thus, mechanical vibrations arising from the movement of trains on a non-ideal and discontinuous rail running surface create anisotropy in the optical fibers of the suspended FOC, which can lead to a significant deterioration in the quality of transmitted information in modern high-speed fiber-optic transmission systems.

Enhancing Railway Safety Through Radiometric Feature-Based Detection of Extremely Small Objects

ALEKSANDR V. SATSIUK, Donetsk Institute of Railway Transport, Laboratory Director, Artificial Intelligence Research, Associate Professor, Ph.D. (Tech.), Donetsk, Donetsk People's Republic, Russia, alexandrsastuk@gmail.com, SPIN-код: 3753

Keywords: Railway safety, small object detection, radiometric features, convolutional neural networks, digital radiometric identification (DRI), YOLOv8m, early warning systems

Abstract. This paper addresses the current challenge of detecting ultra-small objects within railway infrastructure to enhance traffic safety. Traditional object detection methods based on convolutional neural networks encounter difficulties in detecting distant objects due to severe image degradation, leading to reduced effectiveness. Consequently, developing effective methods for ultra-small object detection is critically important. This work proposes a novel approach based on the analysis of low-level radiometric DRI signals. It relies on extracting and analyzing statistical brightness characteristics that are preserved even with significant spatial degradation. Even with limited visual information, the proposed method demonstrates high detection accuracy: 70-75% for ultra-small objects less than 20 pixels in size.

Improving the security of software development and delivery

SVETLANA N. APENKO, Omsk State University, Head of the Department of Management and Marketing, Grand PhD in Economics, Omsk, Russia, apenkosn@yandex.ru, SPIN-код: 7884-0792

DMITRY A. ELIZAROV, Omsk State Transport University, Head of the Department of Information Security, Ph.D. (Tech.), Omsk, Russia, e-mail: d.a.elizarov@yandex.ru, SPIN – code 9739-5327

ALEXEY I. DAVYDOV, Omsk State Transport University, Associate Professor of the Department of Information Security, Ph.D. (Tech.), Omsk, Russia, davydovai@bk.ru, SPIN – code 9039-4400

ALEXANDER V. LUKASH, Omsk State Transport University, head of the educational and methodological department, PhD in Philosophy, Omsk, Russia, lukashs2017@bk.ru, SPIN – code 5341-6273

Keywords: Information security, DevSecOps, software delivery chain, continuous integration (CI/CD), security automation

Abstract. In the context of digital transformation and business globalization, protecting software supply chains is becoming a priority for ensuring an organization's information security. This article provides recommendations for ensuring secure code development and delivery, as well as the correct use of automation tools. Implementing agile software development and delivery methodologies, such as DevOps and DevSecOps, helps minimize risks, improve software quality, accelerate releases, and ensure compliance with security requirements.



Главный редактор: Филюшкина Т.А.

Редакционная коллегия:

Аношкин В.В.; Безродный Б.Ф., д-р техн. наук;
Воронин В.А.; Вохмянин В.Э.; Долгий А.И., канд. техн. наук;
Кайнов В.М., канд. техн. наук; Канаев А.К., д-р техн. наук;
Кобзев С.А.; Назимова С.А.; Насонов Г.Ф.;
Никитин А.Б., д-р техн. наук; Орехов Э.Г.; Перотина Г.А.;
Розенберг Е.Н., д-р техн. наук;
Розенберг И.Н., д-р техн. наук; Семион К.В.; Сиделев П.С.;
Танаев В.Ф.; Трясов М.С., канд. техн. наук;
Хромушкин К.Д., канд. техн. наук; Чаркин Е.И.

Редакционный совет:

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

Журнал включен в базы данных Российского индекса научного цитирования (РИНЦ) и Russian Science Citation Index (RSCI) на платформе Web of Science, а также в актуальную версию Единого государственного перечня научных изданий – «Белый список»

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

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

Мнение редакции может не совпадать с точкой зрения авторов

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

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-21833 от 07.09.05

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

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

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

Подписано в печать 28.02.2026. Формат 60x88 1/8.
Усл. печ. л. 6,84. Усл. кр.-отт. 8,00. Уч.-изд. л. 10,1.
Зак. 26039

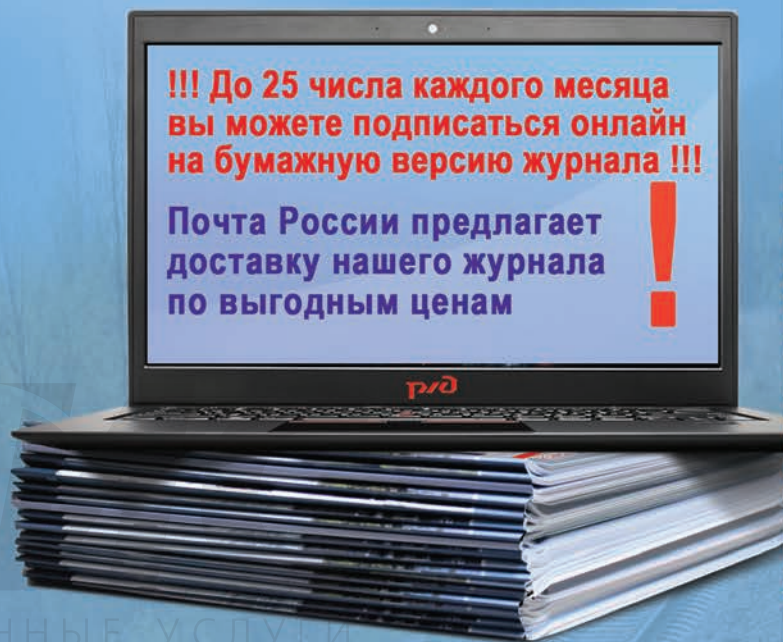
Отпечатано в типографии ЗАО «Алгоритм+»
420044, г. Казань, пр. Ямашева, д. 36

© Москва «Автоматика, связь, информатика», 2026

ЖУРНАЛ «АСИ» приглашает к сотрудничеству!

УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

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



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

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

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



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

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



Электронную версию отдельных статей журнала можно приобрести на сайте Научной электронной библиотеки http://elibrary.ru/title_about.asp?id=7655

Оформить подписку на электронную версию журнала можно на сайте ООО «Агентство «Книга-Сервис» http://akc.ru/itm/avtomatika-svy_az-informatika/



Рекламно-информационное сотрудничество – эффективная поддержка в продвижении вашего бизнеса



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

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

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

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

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

Телефон: (499) 262-54-29

E-mail: berezinazhv@center.rzd.ru

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



ИНФОРМАЦИЯ