

ISSN 0005-2329

АВТОМАТИКА  
СВЯЗЬ  
ИНФОРМАТИКА



ЖУРНАЛ ИЗДАЁТСЯ С 1923 ГОДА

В НОМЕРЕ:

ЦИФРОВАЯ  
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНАЯ СТАНЦИЯ –  
ОТ КОНЦЕПЦИИ К РЕАЛЬНОМУ  
ВНЕДРЕНИЮ

стр. 2

БПЛА НА СЛУЖБЕ  
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО  
ТРАНСПОРТА

стр. 13

9 (2023) СЕНТЯБРЬ



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



# НАЧИНАЯ НОВЫЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ГОД

■ В преддверии Дня железнодорожника в Министерстве транспорта РФ и ОАО «РЖД» состоялись торжественные церемонии вручения наград наиболее отличившимся работникам.

Министр транспорта РФ В.Г. Савельев подчеркнул, что развитие национальной экономики и рост качества жизни людей, обороноспособность страны напрямую определяются техническим состоянием железных дорог и качеством управления ими.



Министр транспорта РФ В.Г. Савельев и К.Л. Симонов (справа)

Благодарностью Президента РФ награжден К.Л. Симонов – ведущий электроник Московского ИВЦ. Константин Леонидович проработал на железнодорожном транспорте более 40 лет. Он принимал активное участие в реализации проекта «ДИСПАРК», программного комплекса ГИД «Урал» и др., участвовал в подключении Центра дистанционного контроля и управления электропоездами «Ласточка», Московского центрального кольца, в расширение функциональных возможностей «Комплексной электронной системы актуализации данных о действующих предупреждениях на базе цифрового радиоканала (КСАДП) для радиальных направлений Московского транспортного узла». Кроме того, со своими коллегами внедрял проекты по строительству Юго-Восточной хорды в Москве, развитию Киевского направления Московского железнодорожного узла для усиления пригородного пассажирского движения, что позволило повысить на этих участках пропускную способность каналов связи и оперативность взаимодействия работников магистрали с дорожными дирекциями и информационными системами ОАО «РЖД».

К.Л. Симонов оказывал активное содействие в подключении предприятий и станций Московской дороги к сети передачи данных общетехнологического назначения и модернизации локальных вычислительных сетей, что позволило повысить доступность и устойчивость подключений автоматизированных рабочих мест пользователей к информационным системам ОАО «РЖД».

Заместитель генерального директора – начальник Центральной дирекции инфраструктуры ОАО «РЖД» Е.А. Шевцов поздравил представителей региональных дирекций инфраструктуры, которые своим трудом обеспечивают устойчивое функционирование инфраструктурного комплекса на вверенных им направлениях работы. Заслуженные награды из его рук получили трое СЦбистов.

Знаком «За безупречный труд на железнодорожном транспорте 30 лет» отмечены сразу два работника: электромеханик Абаканской дистанции СЦБ О.А. Астраханцев и электромеханик Магнитогорской дистанции СЦБ И.А. Добрынина.

Олег Александрович Астраханцев трудится в бригаде по обслуживанию устройств СЦБ на участке Ташеба – Тигей Красноярской дороги и является рационализатором. Так, одно из его предложений (включение на питаящих стойках устройств станции одного сигнализатора заземления на два луча питания рельсовых цепей до лучевых реле) позволило в два раза уменьшить количество реле и повысить эффективность отыскания понижения сопротивления изоляции.

Ирина Анатольевна Добрынина сегодня является членом бригады по проверке, регулировке и ремонту реле и релейных блоков СЦБ участка Карталы – Магнитогорск Южно-Уральской дороги. Она – опытный специалист, наставник молодых работников. Любовь к своей профессии позволяет ей эффективно справляться с любыми поставленными задачами.



Слева направо: О.А. Астраханцев, И.А. Добрынина и А.А. Ермаков

Старшему электромеханику Каменской дистанции СЦБ А.А. Ермакову вручено Свидетельство о занесении на Доску Почета ЦДИ. Коллектив из восьми человек, которым руководит Андрей Анатольевич, обслуживает устройства ЖАТ на участке Плотинная – Камень-на-Оби – Световская Западно-Сибирской дороги. Последние три года за соблюдение требований безопасности движения и эксплуатации железнодорожного транспорта, обеспечение безаварийной и надежной работы технических средств бригада получает «Паспорт доверия».

В 2018 г. при участии А.А. Ермакова обеспечено сопровождение капитального ремонта пути перегонов Сузун – Тараданово с включением блок-поста 433 км и Зубково – Краснозерское с включением блок-поста 654 км.

В 2022 г. бригада под его руководством выполняла работы по приведению инфраструктуры станции Сузун к требованиям ПТЭ и технических регламентов, а также участвовала в переключении устройств ЖАТ. В этом году коллектив бригады выполнил установку антивандальной защиты на всех релейных, кабельных и батарейных шкафах в границах обслуживаемого участка.

Коллеги и подчиненные характеризуют Андрея Анатольевича как умелого организатора, нетерпимого к нарушителям трудовой и технологической дисциплины.

НАУМОВА Д.В.

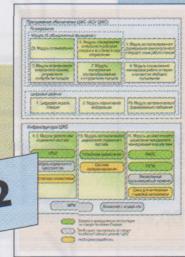
# СОДЕРЖАНИЕ

## Новая техника и технология

Андреев В.Е.,  
Долгий А.И.,  
Кудюкин В.В.,  
Хатламаджян А.Е.,  
Гришаев С.Ю.,  
Ольгейзер И.А.

### ЦИФРОВАЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНАЯ СТАНЦИЯ – ОТ КОНЦЕПЦИИ К РЕАЛЬНОМУ ВНЕДРЕНИЮ

СТР. 2



Фогель А.Л., Фадеев С.В.

Устройство для бесконтактного контроля схода колесной пары с рельсов ..... 7

Олефиренко А.В.

Роботизированные системы в ремонтных технологиях ..... 10

Салтыков Е.А., Мглинец А.С.

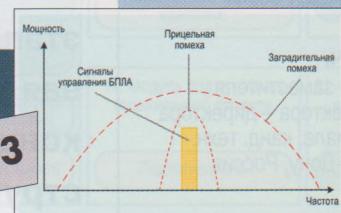
Специализированный автомобиль САРУС-Эл ..... 12

## Беспилотные технологии

Плеханов П.А.,  
Роенков Д.Н.

### БПЛА НА СЛУЖБЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

СТР. 13



## Телекоммуникации

Антонов А.А., Журавлёва Л.М., Алиев С.С., Чыонг Д.Х.

Перспективы беспроводного оптического канала связи ..... 17

Юркин Ю.В., Иванов Д.А.

Эволюция систем мобильной связи ..... 21

## Метрология

Никольская Л.Ю.

Цифровизация метрологической деятельности –  
необходимое условие развития ..... 26

## Подготовка кадров

Коваль Т.С.

Развитие человеческого капитала в хозяйстве  
автоматики и телемеханики ..... 28

## В трудовых коллективах

Мартынов В.Н., Критская Е.А.

Сплоченная команда профессионалов ..... 31

## Наумова Д.В.

### ПРАЗДНИК ДЛЯ ВСЕХ

СТР. 35



## За рубежом

Новости ..... 39

Наумова Д.В.

Начиная новый железнодорожный год ..... 2 стр. обл.

Наумова Д.В.

Выбор в пользу своих ..... 3 стр. обл.

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

АВТОМАТИКА  
СВЯЗЬ  
ИНФОРМАТИКА

АСДИ  
100 лет

9 (2023)  
СЕНТЯБРЬ

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

РД

ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ  
С 1923 ГОДА

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

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

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

Мнение редакции может  
не совпадать с точкой  
зрения авторов

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

Свидетельство о регистрации  
ПИ № ФС77-21833  
от 07.09.05

© Москва  
«Автоматика, связь,  
информатика»  
2023

АНДРЕЕВ

**Владимир Евгеньевич,**  
ОАО «РЖД», начальник  
департамента технической  
политики, Москва, Россия

ДОЛГИЙ

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

КУДЮКИН

**Владимир Валерьевич,**  
АО «НИИАС», заместитель  
генерального директора,  
Москва, Россия

ХАТЛАМАДЖИЯН

**Агоп Ервандович,**  
АО «НИИАС», и.о. заместителя  
генерального директора, канд. техн.  
наук, доцент, Москва, Россия

ГРИШАЕВ

**Сергей Юрьевич,**  
АО «НИИАС», и.о. заместителя  
генерального директора – директора  
Ростовского филиала, канд. техн.  
наук, г. Ростов-на-Дону, Россия

ОЛЬГЕЙЗЕР

**Иван Александрович,**  
АО «НИИАС», и.о. первого  
заместителя директора Ростовского  
филиала, канд. техн. наук,  
г. Ростов-на-Дону, Россия

УДК 656.257  
DOI: 10.34649/AT.2023.9.9.001

# ЦИФРОВАЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНАЯ СТАНЦИЯ – ОТ КОНЦЕПЦИИ К РЕАЛЬНОМУ ВНЕДРЕНИЮ

**Ключевые слова:** Цифровая железнодорожная станция, повышение эффективности, автоматизация технологических процессов, безлюдные технологии работы, инфраструктура

**Аннотация.** В статье рассмотрены ключевые этапы и текущее состояние проекта «Цифровая железнодорожная станция». Представлены концептуальные подходы к реализации инфраструктурных модулей проекта. Показаны планируемые источники эффективности и основные этапы реализации.

■ Для повышения эффективности использования пропускных способностей железнодорожных станций, сокращения эксплуатационных расходов, оптимизации технологических процессов с исключением «лишних» технологических операций, перехода на малолюдные технологии работы станций с одновременным повышением безопасности выполнения технологических процессов, а также перехода от автоматизированного к автоматическому управлению технологическими процессами на станции (планирование, закрепление, заграждение, роспуск, подготовка и управление маневровыми передвижениями и др.) в 2018 г. в ОАО «РЖД» был инициирован проект «Цифровая железнодорожная станция» (ЦЖС) [1].

ЦЖС является одним из направлений реализации комплексного научно-технического проекта «Цифровая железнодорожная дорога», который в свою очередь является составной частью комплекса мероприятий по реализации программы

«Цифровая экономика Российской Федерации». Ряд инфраструктурных модулей ЦЖС был создан на основе мероприятий Цифрового сортировочного комплекса. Тем не менее, дату утверждения концепции ЦЖС – 07 ноября 2018 г. можно считать началом революционных изменений в организации работы на железнодорожной станции в части минимизации участия и влияния человека на технологические процессы переработки вагонопотока за счет использования самых современных технических средств и программных модулей с использованием искусственного интеллекта.

На основании утвержденной концепции [1] в рамках НИР специалисты АО «НИИАС» разработали функциональные (ФТ) и технические (ТТ) требования к модулям цифровой станции.

Исходя из этих требований, модули Цифровой железнодорожной станции делятся на программные и инфраструктурные (рис. 1).

К программным модулям относятся:

1 – цифровая модель станции;  
2 – модуль нормативной информации о работе всех подразделений станции;

3 – модуль планирования очередности приема, отправления и обработки поездов;

6 – модуль планирования очередности роспуска поездов и выставки в парк отправления;

7 – модуль планирования составообразования и отправления поездов;

8 – модуль планирования маневровой работы в парках и на местах необщего пользования;

9 – модуль автоматизированного формирования сменно-суточного и текущего плана работы станции;

10 – модуль автоматического формирования сообщений о событиях и положении на станции всех объектов контроля;

11 – модуль электронного документооборота;

12 – модуль формирования анализа эксплуатационной работы станции и выработка предложений по распределению ресурсов;

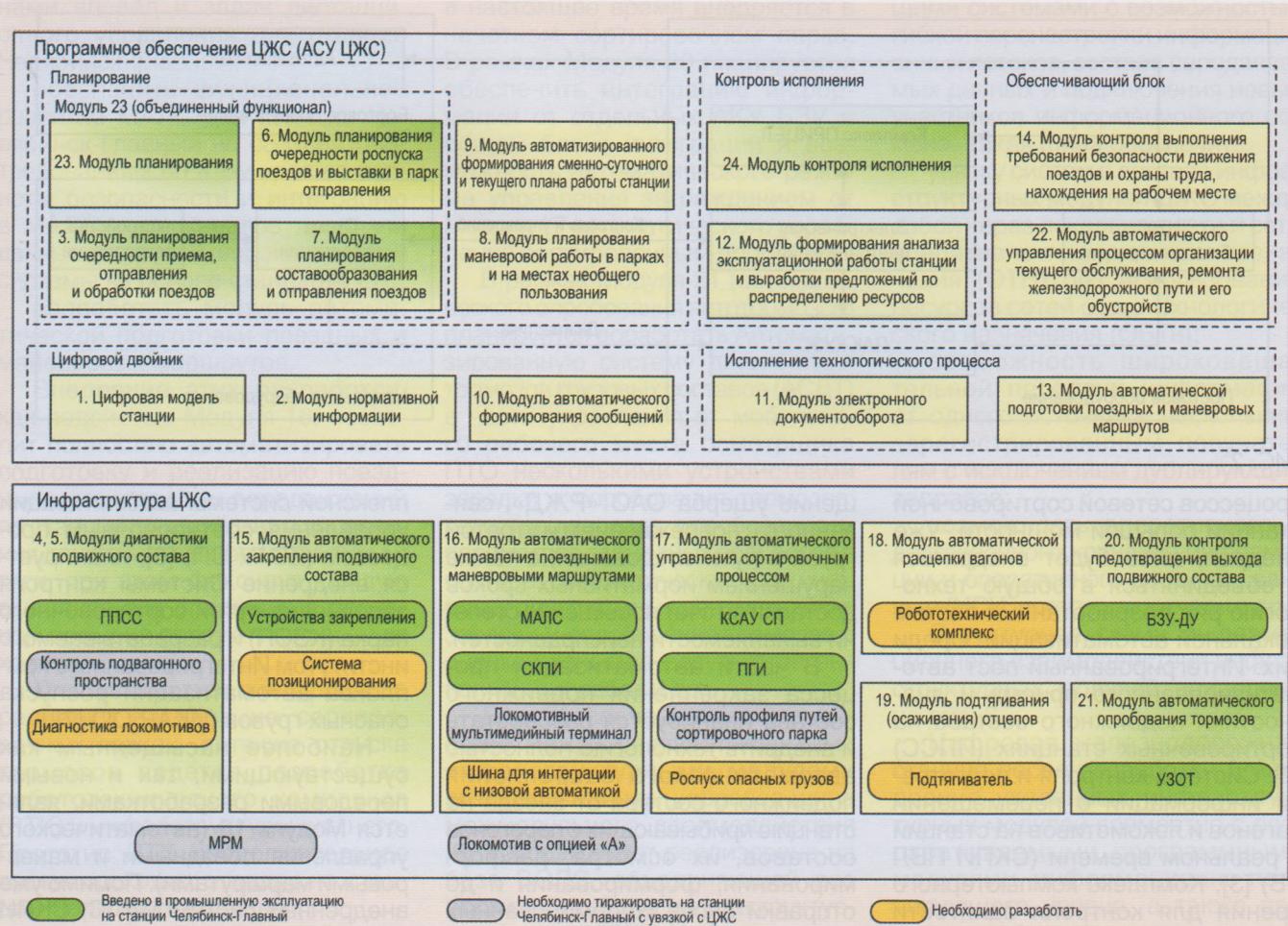


РИС. 1

14 – модуль контроля выполнения требований безопасности движения поездов и охраны труда, находящаяся на рабочем месте;

22 – модуль автоматического выполнения процессов организации текущего обслуживания, ремонта железнодорожного пути и его обустройства;

24 – модуль контроля исполнения.

К инфраструктурным модулям относятся:

4 – модуль автоматизации диагностики технического состояния подвижного состава и коммерческих неисправностей;

5 – модуль автоматизации диагностики технического состояния подвижного состава и коммерческих неисправностей по приему груза к перевозке и допуску на инфраструктуру;

13 – модуль автоматической подготовки поездных и маневровых маршрутов, решением совещания проектного офиса включен для разработки в инфраструктурный модуль 16;

15 – модуль автоматического закрепления подвижного состава;

16 – модуль автоматического управления поездными и маневровыми маршрутами;

17 – модуль автоматического управления сортировочным процессом;

18 – модуль автоматической расцепки вагонов на сортировочной горке;

19 – модуль подтягивания (осаживания) отцепов на путях сортировочного парка;

20 – модуль предотвращения выхода подвижного состава;

21 – модуль автоматического опробования автотормозов.

Программные модули представляют собой программные продукты, размещаемые на мощностях Главного вычислительного центра. Они получают данные от инфраструктурных модулей и других информационных систем ОАО «РЖД», на основании интеллектуальной обработки планируют поездную, маневровую работу, контролируют исполнение техно-

логических процессов и обеспечение безопасности движения.

Инфраструктурные модули представляют собой программно-аппаратные комплексы, состоящие из напольных, бортовых и постовых устройств со встроенным специализированным программным обеспечением.

Исходя из максимальной оснащенности новейшими системами автоматизации, сортировочная станция Челябинск-Главный Южно-Уральской дороги была выбрана опытным полигоном внедрения максимального объема модулей ЦЖС. НИОКР в рамках КНП-5 по разработке, внедрению и постановке на производство инфраструктурных модулей была поручена АО «НИИАС», как разработчику целого ряда систем автоматизации.

В ходе разработки впервые в мировой практике планируется полностью оцифровать, максимально автоматизировать и увязать в единую безлюдную технологию комплекс технологических

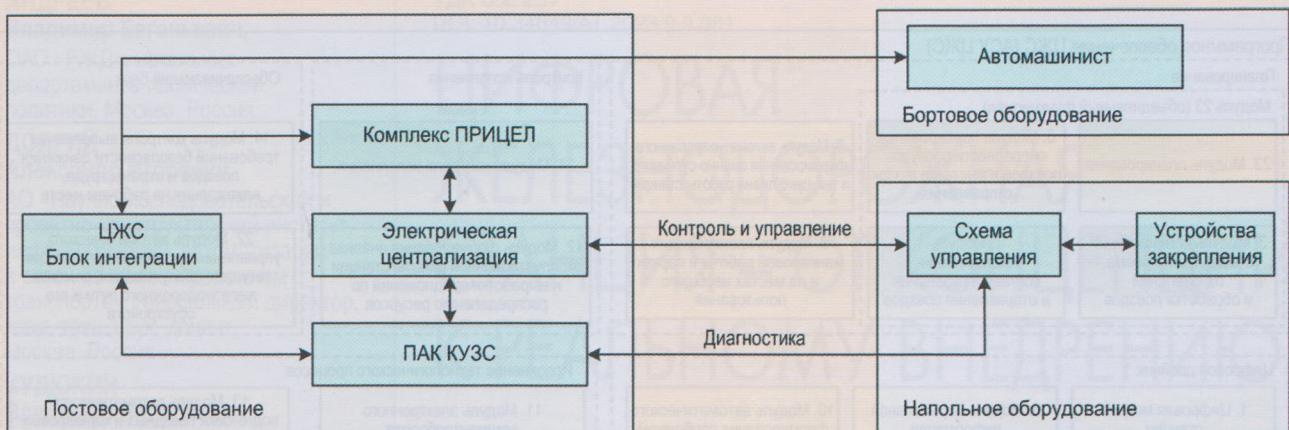


РИС. 2

процессов сетевой сортировочной станции большой мощности. Уже внедрен, либо будет внедряться и объединяться в общую технологию ряд разработанных систем локальной автоматизации. Среди них: Интегрированный пост автоматизированного приема и диагностики подвижного состава на сортировочных станциях (ППСС) [2], Система контроля и подготовки информации о перемещении вагонов и локомотивов на станции в реальном времени (СКПИ ПВЛ РВ) [3], Комплекс компьютерного зрения для контроля занятости сортировочных путей с функцией диагностики продольного профиля (КЗСП) [4] и др.

В рамках автоматизации диагностики технического состояния и коммерческого осмотра, в том числе при допуске на инфраструктуру, кроме имеющихся технических средств и подсистем ППСС начата разработка системы контроля технического состояния подвижного состава в пунктах технической передачи (КПТП). Для осуществления автоматического контроля технического состояния локомотива ведется разработка автоматизированной системы контроля технического состояния локомотивов (АСКОЛ). Также начата разработка модуля формирования дополнительного критерия безусловной отцепки вагонов в текущий отцепочный ремонт» (МДКБ) ППСС. Основными задачами данной системы являются: повышение уровня безопасности перевозочного процесса и снижение количества непредвиденных отцепок вагонов в ТОР в пределах гарантийных участков за счет применения комплексного организационно-технологического подхода к браковке вагонов; сокра-

щение ущерба ОАО «РЖД», связанного с повреждением и утратой груза в пути следования, а также нарушением нормативных сроков доставки за счет повышения степени выявляемости неисправностей.

В части автоматизации процесса закрепления подвижного состава планируется разработать и внедрить технологию полностью автоматического закрепления подвижного состава от заезда на станцию прибывающих с перегонах составов, их осмотра, расформирования, формирования и до отправки вновь сформированных составов со станции.

Структурная схема процесса автоматического закрепления подвижного состава приведена на рис. 2. От планировщика ЦЖС через Блок интеграции в Модуль 15 поступает задание на закрепление состава. Информация о прибывающем составе поступает в комплекс ПРИЦЕЛ [5] для контроля позиционирования и в программно-аппаратный комплекс контроля и управления закреплением ПАК КУЗС. ПРИЦЕЛ передает информацию на борт локомотива о расстоянии до точки остановки и правильности позиционирования. После правильного позиционирования ПРИЦЕЛ выдает в электрическую централизацию сигнал о правильном позиционировании состава в устройствах закрепления (УЗ), а ПАК КУЗС выдает в ЭЦ команду на перевод УЗ в рабочее положение. После получения контроля о переводе УЗ в рабочее положение состав закреплен.

В составе Модуля 17 (автоматического управления сортировочным процессом), кроме эксплуатируемой на обеих сортировочных горках станции Челябинск Ком-

плексной системы автоматизации управления сортировочным процессом (КСАУ СП) [6], планируется внедрение Системы контроля заполнения путей сортировочного парка (КЗСП) и разрабатываемого институтом Интегрированного комплекса автоматизации роспуска опасных грузов (ИКАР ОГ) [7].

Наиболее насыщенным как существующими, так и новыми передовыми разработками, является Модуль 16 (автоматического управления поездными и маневровыми маршрутами). Помимо уже внедренных систем МАЛС, СКПИ ПВЛ РВ в ходе реализации модуля планируется выполнить следующие мероприятия:

— разработать программно-аппаратный комплекс, обеспечивающий формирование и передачу управляющих команд на установку маршрутов по безопасным стыкам систем электрической централизации;

— внедрить функционал, реализуемый единым локомотивным мультимедийным терминалом (ЕЛМТ) для управления и контроля локомотивных систем с одного устройства, получения электронных справок и предупреждений, взаимодействия с другими системами в составе Модуля;

— разработать и внедрить стационарную часть высокоточной системы позиционирования для станции Челябинск-Главный с учетом формирования высокоточной электронной карты, позволяющую однозначно определять местоположение локомотивов на станции, в том числе в зонах, неконтролируемых устройствами СЦБ;

— разработать и внедрить комплекс систем для обеспечения автоматического движения ваго-

нами вперед и задач дистанционного управления для станции Челябинск-Главный;

обеспечить функциональное развитие МАЛС для станции Челябинск-Главный на соответствие требованиям по 4-му уровню полноты безопасности и интеграцию в МАЛС радиоканалов передачи данных цифровой широкополосной системы на основе стандарта LTE; разработать модуль автоматической подготовки поездных и маневровых маршрутов.

Внедрение этих разработок, как подсистем Модуля 16, позволит полностью автоматизировать подготовку и реализацию поездных и маневровых передвижений по станции по хозяйствам управления движением, инфраструктуры и тяги, при этом фиксируя каждую выполняемую операцию в реальном времени автоматически – «от колеса».

Для автоматизации процесса расцепки вагонов на сортировочных горках, а также отпуска тормозов ведется разработка робототехнического комплекса (РТК) и инфраструктуры для него. Прототип РТК продолжительное время проходил отладку на станции Челябинск-Главный.

Аппаратура контроля и управления заграждающими устройствами (АКУ БЗУ) [8] уже внедрена в четном сортировочном парке и

в настоящее время внедряется в нечетном сортировочном парке. В рамках Модуля 20 планируется обеспечить интеграцию информации от отдельных АКУ БЗУ в общем блоке интеграции и возможность автоматического режима управления заграждением от Модуля 17 автоматического управления сортировочным процессом.

В рамках Модуля 21 (автоматического оprobования автотормозов) планируется доработать Автоматизированную систему диагностики тормозов грузовых составов (АСДТ) в части управления от мобильного рабочего места осмотрщика ПТО несколькими устройствами зарядки и оprobования тормозов; регистрацию хода оprobования и параметров тормозных процессов в составе; автоматическую расшифровку диагностических лент устройств зарядки и оprobования тормозов с оценкой качества результатов выполненных работ и др.

Для обеспечения взаимодействия между разрабатываемыми инфраструктурными модулями создается единая цифровая шина межмодульного взаимодействия [9], которая будет реализована на базе ВОЛС, объединяющей все блоки интеграции инфраструктурных модулей ЦЖС. Цифровая шина позволяет создать единый механизм обмена низовой информацией между внедряемыми и существую-

щими системами с возможностью гибкой перенастройки информационных потоков, состава передаваемых данных и подключения новых участников информационного обмена. Такая шина обеспечит:

увязку систем в составе инфраструктурных модулей ЦЖС между собой через локальные сети и сети оперативно-технического назначения (ОТН) без использования ресурсов сетей общетехнологического назначения (ОБТн);

возможность широковещательной передачи информации от одного источника нескольким зарегистрированным получателям с исключением дублирующих запросов;

возможность оперативного и долгосрочного хранения информации и оперативного доступа к данным (НСИ, протоколы, отчеты и др.).

Структурная схема информационного взаимодействия инфраструктурных модулей приведена на рис. 3.

Цифровая железнодорожная станция после разработки и внедрения указанных инфраструктурных модулей совместно с разрабатываемыми программными модулями информационно-планирующего уровня, а также при взаимодействии с полигонными системами управления движением поездов [10] обеспечит комплексную автоматизацию управления и

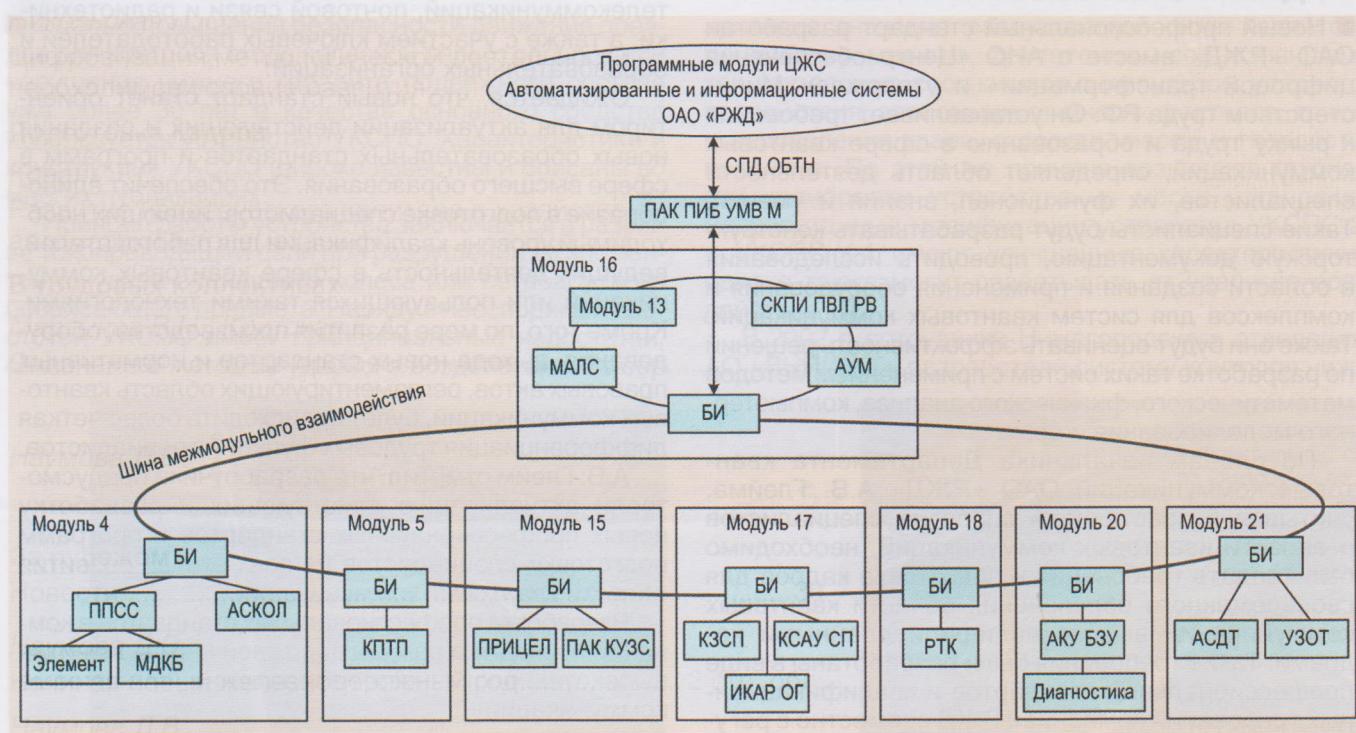


РИС. 3

контроля технологических операций работы станции в реальном времени. ЦЖС позволит исключить ручной труд и ввод информации по операциям, связанным с перемещением подвижных единиц в пределах станции, а также о других технологических операциях, где это возможно, оперативно-диспетчерским или эксплуатационным персоналом.

Целевой задачей программы Цифровая железнодорожная станция является максимальная автоматизация технологических процессов и обеспечение безлюдных технологий работы. Там, где исключение человека из технологического процесса в настоящий момент невозможно или нецелесообразно, контроль за действиями персонала должен быть полностью возложен на искусственный интеллект [11].

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Концепция «Цифровая железнодорожная станция» : утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 07.11.2018 № 1049 (ред от 05.06.2020 № 1217/р).

2. Хатламаджиян А.Е., Лебедев А.И. Интегрированный пост автоматизированного приема и диагностики подвижного состава на сортировочных станциях // Вагоны и вагонное хозяйство. 2019. № 2. С. 9–13.

3. Шабельников А.Н., Дмитриев В.В., Ольгейзер И.А. Цифровизация сортировочного комплекса // Автоматика, связь, информатика. 2019. № 1. С. 19–22.

4. Долгий А.И., Хатламаджиян А.Е., Ольгейзер И.А., Суханов А.В., Корниенко К.И. Инновационные алгоритмы машинного зрения для диагностики продольного профиля сортировочных путей // Автоматика, связь, информатика. 2022. № 8. С. 7–9. DOI: 10.34649/AT.2022.8.8.002

5. Патент № 2788208 РФ В61К 25/00. Система для позиционирования железнодорожного подвижного состава при закреплении механизированными устройствами / А.И. Долгий, К.И. Корниенко, И.А. Ольгейзер, В.Н. Соколов, А.В. Суханов, А.Е. Хатламаджиян; патентообладатель ОАО «НИИАС». № 2022124235; заявл. 13.09.2022; опубл. 17.01.2023; Бюл. № 2.

6. Шабельников А.Н., Ольгейзер И.А., Суханов А.В. Концепция цифровой платформы на сортировочных станциях // Мир транспорта. 2021. № 1. С. 60–73.

7. Интегрированный программно-аппаратный модуль для роспуска опасных грузов / А.Е. Хатламаджиян, В.Н. Соколов, И.А. Ольгейзер, К.И. Корниенко // Железнодорожный транспорт. 2021. № 12. С. 35–37.

8. Развитие комплекса системообразующих технических решений цифровой станции / А.Е. Хатламаджиян, В.Н. Соколов, И.А. Ольгейзер, Ю.Ф. Золотарев // Труды АО «НИИАС» : сборник статей. М., 2021. Т. 2, вып. 11. С. 26–37.

9. Хатламаджиян А.Е., Золотарев Ю.Ф., Ольгейзер И.А. Единая станционная платформа обмена информацией низовых систем автоматизации // Автоматика, связь, информатика. 2021. № 11. С. 34–36.

10. Долгий А.И. Концептуальный подход к построению современной платформы управления перевозочным процессом в ОАО «РЖД» // Труды АО «НИИАС» : сборник статей. М., 2021. Т. 1, вып. 11. С. 9–31.

11. Ольгейзер И.А., Кобзев В.А. Интеллектуализация человеко-машинного интерфейса автоматизированной системы управления сортировочной станцией // Интеллектуальные транспортные системы : материалы II Международной научно-практической конференции. М.: Российский университет транспорта, 2023. С. 300–303.

## ИНФОРМАЦИЯ

# В МИРЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

## НОВЫЙ СТАНДАРТ ДЛЯ «КВАНТОВЫХ ПРОФЕССИЙ»

■ Новый профессиональный стандарт разработан ОАО «РЖД» вместе с АНО «Центр обеспечения цифровой трансформации» и утвержден Министерством труда РФ. Он устанавливает требования к рынку труда и образованию в сфере квантовых коммуникаций, определяет область деятельности специалистов, их функционал, знания и умения. Такие специалисты будут разрабатывать конструкторскую документацию, проводить исследования в области создания и применения оборудования и комплексов для систем квантовых коммуникаций. Также они будут оценивать эффективность решений по разработке таких систем с применением методов математического, физического анализа, компьютерного моделирования и др.

По словам начальника Департамента квантовых коммуникаций ОАО «РЖД» А.В. Глейма, учитывая возрастающий спрос на специалистов в области квантовых коммуникаций, необходимо было задать требования к подготовке кадров для своевременного обеспечения области квантовых коммуникаций высококвалифицированными кадрами. Такие требования были разработаны в виде профессиональных стандартов и квалификационных требований компанией РЖД совместно с регулятором Министерства цифрового развития, связи

и массовых коммуникаций РФ, отраслевым советом по профессиональным квалификациям в области телекоммуникаций, почтовой связи и радиотехники, а также с участием ключевых работодателей и образовательных организаций.

Ожидается, что новый стандарт станет ориентиром для актуализации действующих и создания новых образовательных стандартов и программ в сфере высшего образования. Это обеспечит единство в подготовке специалистов, имеющих необходимый уровень квалификации для работодателей, ведущих деятельность в сфере квантовых коммуникаций или пользующихся такими технологиями. Кроме того, по мере развития производства, оборудования, выхода новых стандартов и нормативных правовых актов, регламентирующих область квантовых коммуникаций, будет происходить более четкая дифференциация трудовых функций специалистов.

А.В. Глейм отметил, что разработчики предусмотрели актуализацию действующих и разработку новых профессиональных стандартов и программ подготовки специалистов на всех этапах развития области квантовых коммуникаций.

Разработка профессиональных стандартов в компании проходит в рамках дорожной карты развития высокотехнологичного направления «Квантовые коммуникации».

<https://rzddigital.ru/>

# УСТРОЙСТВО ДЛЯ БЕСКОНТАКТНОГО КОНТРОЛЯ СХОДА КОЛЕСНОЙ ПАРЫ С РЕЛЬСОВ

**ФОГЕЛЬ**

**Александр Львович,**  
Самарский государственный  
университет путей сообщения  
(СамГУПС), филиал СамГУПС  
в Нижнем Новгороде, кафедра  
«Техника и технологии железнодорожного транспорта»,  
доцент, старший научный  
сотрудник, канд. техн. наук,  
г. Нижний Новгород, Россия

**ФАДЕЕВ**

**Сергей Владимирович,**  
Самарский государственный  
университет путей сообщения  
(СамГУПС), филиал СамГУПС  
в Нижнем Новгороде, кафедра  
«Техника и технологии железнодорожного транспорта»,  
доцент, канд. техн. наук,  
г. Нижний Новгород, Россия

**Ключевые слова:** подвижной состав, нижний габарит, колесная пара, устройства контроля схода

**Аннотация.** С целью выявления схода колесной пары или волочащегося предмета, нарушающего нижний габарит подвижного состава, на сети дорог широко используются устройства УКСПС. Однако основной их недостаток – ложные срабатывания от ударов спрессованного снега и льда в зимний период, что приводит к необоснованным остановкам поездов. Такие, не вызванные реальными неисправностями, остановки поездов приводят к снижению пропускной способности перегона, нарушению графика движения, что особенно неприемлемо для скоростных пассажирских поездов. Для решения этой проблемы в период 2019–2021 гг. в Нижегородском отделении АО «ВНИИЖТ» было разработано новое устройство определения схода колесной пары вагона с рельсов (УОСКП), реализующее бесконтактный метод контроля.

■ С целью повышения безопасности движения поездов для контроля схода колесной пары с рельсов или нарушения нижнего габарита подвижного состава уже более 30 лет в качестве основного средства используется устройство УКСПС. Характеристики и конструкция УКСПС широко известны и описаны во многих публикациях.

Принцип работы устройства заключается в разрыве токопроводящей цепи при разрушении ее элементов от удара сошедшего колеса или негабаритного провисающего предмета. Наряду с неоспоримой простотой УКСПС имеет принципиальные недостатки, связанные с методом ударного воздействия. Выбор

критерия значения разрушающей силы является, по нашему мнению, достаточно неоднозначным, так как сложно соотносится с импульсом ударного воздействия, зависящим от многих факторов, точки и направления удара, скорости, массы и твердости предмета. По этой же причине возникают трудности калибровки устройства на месте установки. Разработанные модификации устройства УКСПС-2 и УКСПС-У-1 имеют улучшенные характеристики, однако также могут срабатывать от ударного воздействия [1].

В 2002 г. сотрудники Нижегородского отделения АО «ВНИИЖТ» разработали систему контроля ниж-

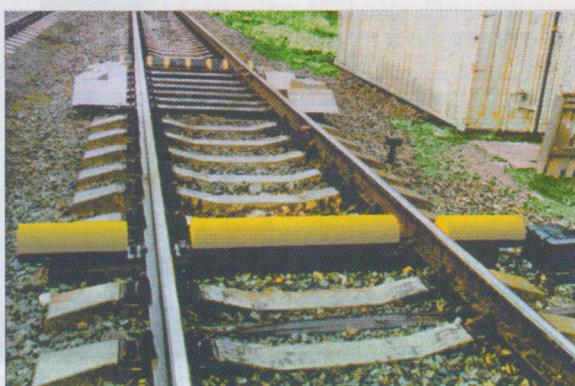


РИС. 1



РИС. 2

него габарита СКНГ-2 (рис. 1) и систему контроля волочащихся предметов СКВП-2 (рис. 2).

В системе СКНГ-2 применяется бесконтактный метод определения негабаритного предмета, в основе которого – изменение электроемкости электромагнитного датчика при приближении к нему предмета на определенное расстояние. В этой системе реализована высокая чувствительность, однако устройство не защищено от воздействия климатических факторов.

В системе СКВП-2 был использован тот же принцип ударного воздействия от волочащегося негабаритного предмета, что и в УКСПС. Однако преимуществом является то, что датчик при ударе не разрушается и его не приходится восстанавливать после срабатывания. В итоге уменьшается число «ложных» срабатываний из-за неисправности системы. Сигнал тревоги формируется электронной схемой, чувствительным элементом в которой служит реле. Его контакты размыкаются при ударе заданной силы о корпус. Таким образом, критерием срабатывания является сила удара. В этом основной недостаток устройства.

В 2021 г. завершена разработка принципиально нового устройства контроля схода колесной пары вагона с рельсов УОСКП (рис. 3). Принцип его работы основан на выявлении провисающего или волочащегося негабаритного предмета или схода колесной пары вагона на основе анализа сигналов электромагнитных датчиков [2].

Главным преимуществом нового устройства является отсутствие срабатываний от ударных воздействий благодаря использованию нового способа определения схода колесной пары или волочения вне нижнего габарита неисправных элементов подвижного состава. УОСКП может определять сход колесной пары под слоем снега и льда без непосредственного касания колеса или провисающего предмета с его элементами, что существенно уменьшает эксплуатационные расходы. Благодаря высокой избирательной способности индукционные электромагнитные датчики определяют приближение металлических предметов к конструктивным элементам устройства. При этом они нечувствительны к любым ударам. Современная



РИС. 3

микропроцессорная техника с оптимальными алгоритмами обработки сигналов от датчиков позволяет исключить срабатывания от элементов нижнего очертания вагонов, улучшить отношение сигнал/шум. Новое устройство также обладает расширенными функциональными возможностями, в частности, определяет местоположение сошедшего колеса в поезде и время этого события.

Оно состоит из напольного оборудования, размещенного на рельсовом пути, и дополнительных блоков, расположенных в путевой коробке, в шкафу с аппаратурой СЦБ на сигнальной точке или в помещении поста КТСМ. Блок-схема УОСКП приведена на рис. 4.

Напольное оборудование конструктивно представляет пластиковую панель толщиной 40 мм и длиной 2402 мм, расположенную в межшпальном пространстве на 40 мм ниже уровня подошвы рельсов. В ней размещены 7 индуктивных электромагнитных датчиков и плата обработки данных. Такое расположение позволяет исключить разрушение устройства не только от волочащихся негабаритных предметов, но и при сходе колеса с рельсов, если шпалы сохраняют свое положение. Датчики полностью контролируют область возможного нарушения нижнего габарита подвижного состава.

Устройство определяет сторону и порядковый номер колесной пары (от начала состава), на которой

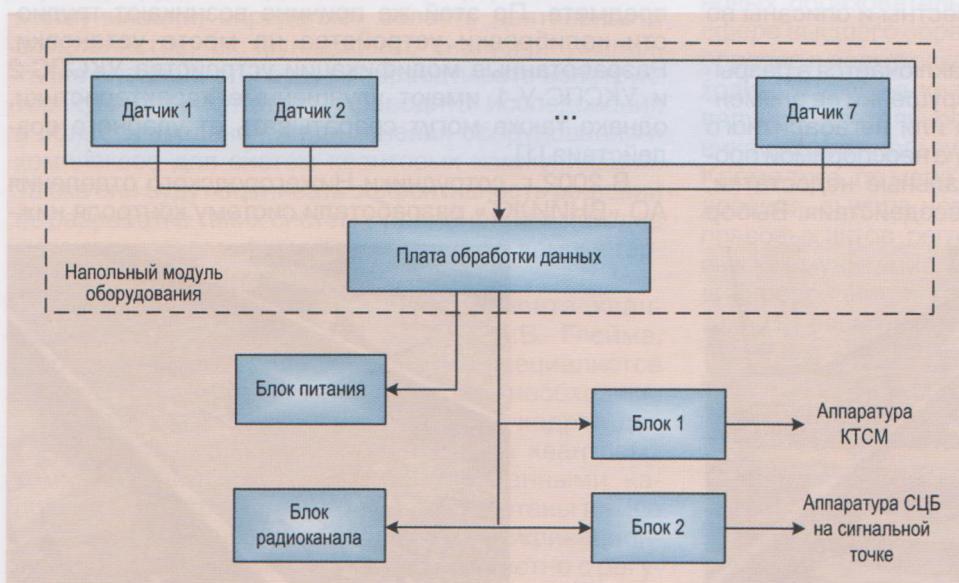


РИС. 4

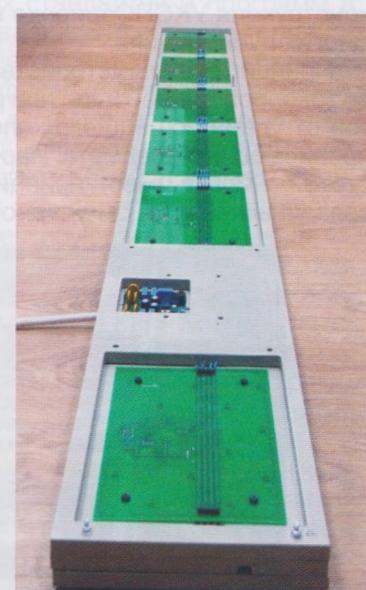


РИС. 5

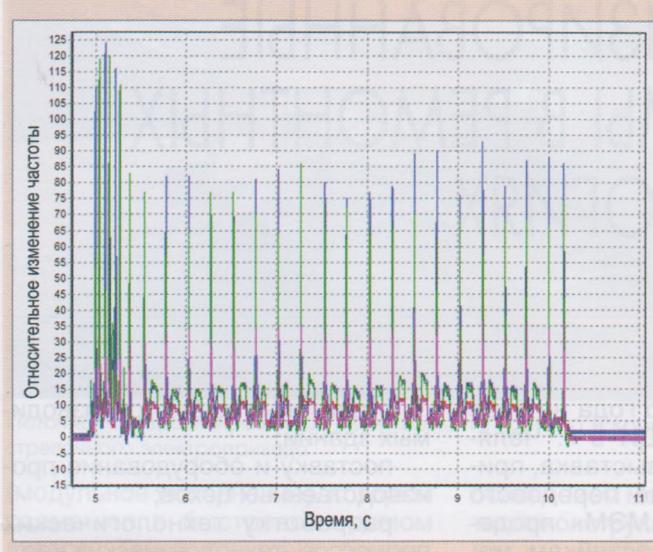


РИС. 6

произошло срабатывание. Эти данные вместе со временем и датой хранятся в памяти устройства и в виде последовательного кодового сигнала могут передаваться вместе с сигналом тревоги и неисправности. Интерфейс передачи сигнала тревоги при срабатывании устройства и сигнала неисправности полностью соответствует схеме подключения устройств УКСПС к аппаратуре СЦБ и КТСМ. При установке УОСКП на сигнальной точке или на посту КТСМ используются блоки передачи данных (блок 1 или блок 2). При наличии радиоканала информация с устройства может передаваться в кабину машиниста.

Основой устройства являются индуктивные электромагнитные датчики, в которых происходит изменение частоты генератора, вызванное изменением расстояния до металлического предмета.

Измерительный генератор собран на основе цифровой микросхемы с чувствительным элементом в виде печатного проводника. Высокоскоростной частотомер на базе микроконтроллера измеряет изменение частоты с погрешностью не более 0,02 % за 1 мс. На выходе устройства используются два последовательно включенных твердотельных реле, коммутирующих напряжение со входа на выход. Особенностью разработанного датчика является малое время измерения, благодаря чему устройство может контролировать подвижной состав, движущийся со скоростью 300–350 км/ч. В настоящее время авторы работают над техническими решениями, позволяющими повысить скорость контролируемого состава до 450 км/ч. Пластиковая панель с индуктивными датчиками и плата датчика представлены на рис. 5.

Принцип действия индуктивного датчика аналогичен способам измерений в металлодетекторах. Величина отклика сигнала от металлического предмета (задержка по времени между моментом, когда датчик обнаружил металлический объект, и моментом, когда появляется звуковая или визуальная индикация) уменьшается пропорционально четвертой степени расстояния до него. Поэтому путем выбора соответствующего порогового значения сигнала можно определить расстояние от датчика, на котором металлические предметы определенных

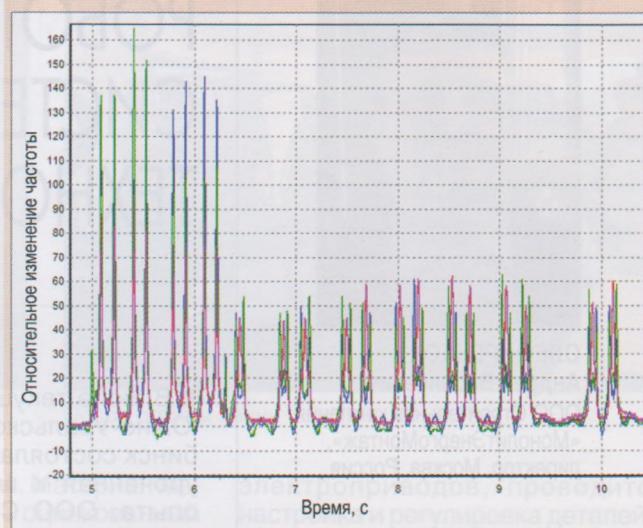


РИС. 7

размеров будут выявляться с вероятностью, близкой к 100 %.

Испытания УОСКП на Горьковской дороге показали, что наиболее часто встречающиеся негабаритные предметы (тормозная тяга, замок автосцепки и др.) устройство определяет на расстоянии 150 мм от поверхности датчика. При этом сигнал от сошедшего колеса многократно превышает сигнал от негабаритного предмета. Это позволяет утверждать, что сход колеса ни при каких условиях не может быть пропущен.

Высокая чувствительность УОСКП при низком уровне помех и собственного шума позволяет устанавливать момент прохождения каждой колесной пары и профиль нижней поверхности вагонов и локомотивов. Таким образом, в момент срабатывания устройства можно определять порядковый номер колесной пары и сторону без установки дополнительных датчиков. На рис. 6, 7 приведены графики временной зависимости сигналов датчиков при прохождении над устройством УОСКП подвижного состава различных типов (скоростного поезда «СТРИЖ» и грузового поезда соответственно). Сигналы от всех семи датчиков устройства изображены разным цветом. На графиках хорошо видны моменты прохождения над устройством колесных пар локомотива, вагонов и других элементов нижнего габарита подвижного состава.

В ходе предварительной проверки на Горьковской дороге устройство выдержало цикл механических, климатических и электромагнитных испытаний. Для внедрения системы УОСКП на сети железных дорог требуется ее подконтрольная эксплуатация и широкомасштабные испытания.

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Зингер М.Б. УКСПС гарантирует повышение надежности // Автоматика, связь, информатика. 2011. № 2. С. 24–27.
2. Пат. 155788 Российская федерация, B61L23/00, B60K28/10, B60K28/14, G08B21/00. Устройство контроля схода колесной пары с рельсов / Зайцев И.А., Ерилин Е.С., Исаичев Н.Г., Красильников В.С. и др.; патентообладатель ОАО «РЖД». № 2004104956/11; заявл. 23.01.15; опубл. 20.10.15; Бюл. № 29 (II ч). 4 с. : ил.



ОЛЕФИРЕНКО

Андрей Васильевич,  
ООО Строительная компания  
«МонолитЭнергоМонтаж»,  
директор, Москва, Россия

**ООО Строительная компания «МонолитЭнергоМонтаж» является много-профильной компанией, которая присутствует и динамично развивается на рынке Российской Федерации с 2007 г. (текущее название получено в 2016 г.). Компания решает широкий спектр задач по обслуживанию и ремонту подвижного состава, а именно выполнение работ и поставка комплектующих для ремонта, модернизации, технического обслуживания вагонов, а также изготовление технического оборудования для ремонта устройств СЦБ и технического перевооружения мастерских в ремонтных дистанциях. Имеется технологическая база по изготовлению запасных частей, узлов и деталей для подвижного состава. Выпускаемая продукция сертифицирована и соответствует требованиям ГОСТ Р ИСО 9001-2015 (ISO 9001:2015).**

На правах рекламы

# РОБОТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ В РЕМОНТНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

■ В июле текущего года на базе Южно-Уральской ДИ в г. Челябинск состоялась выставка, приуроченная к школе передового опыта. ООО СК «МЭМ» продемонстрировало участникам мероприятия практическую работу прототипа автоматизированной линии по лазерной очистке и окраске крышки и корпуса стрелочного электропривода.

В составе линии был представлен робот-манипулятор с твердотельным лазером мощностью 1,5 кВт, робот-манипулятор с безвоздушным автоматическим краскораспылителем, пневматические аэроножи и роликовый транспортер (рольганг). Были показаны процессы очистки и окраски корпуса и крышки электропривода роботами-манипуляторами (удаление грязи и облупившейся краски пневматической струей, лазерной очисткой до основного металла, окраска поверхностей).

На выставке также была продемонстрирована технология обработки металла коронным разрядом. На экране в натуральную величину была показана головка, возбуждающая коронный разряд, и обработанные детали (метчик и фреза). Применение данной технологии позволяет обработать структуру металла на микроуровне, в результате чего происходит упрочнение кристаллической решетки, что показывает увеличение износостойкости обрабатываемых деталей в 2–3 раза.

Основным направлением деятельности компании является поставка, техническое обслуживание и регламентный ремонт ремонтно-диагностических комплексов для напольного оборудования железнодорожной автоматики и телемеханики на сети дорог. Специалисты компании также могут выполнять следующие виды работ:

строительство быстровозводимых зданий;

поставку и оборудование производственных цехов;

разработку технологических процессов, технологических карт, схем и решений по ремонту и обслуживанию технического оборудования;

разработку конструкторской документации на основе проектного задания и требований заказчика;

разработку, изготовление, монтаж, техническое обслуживание и ремонт устройств СЦБ;

проектирование, изготовление, подбор, поставку, монтаж и пусконаладочные работы технологического оборудования (окрасочных камер, моечных комплексов, систем доступа, линий проверки и испытаний и др.), приспособлений и оснастки для ремонта и обслуживания подвижного состава;

подготовку зданий и сооружений к размещению технологического оборудования;

обучение персонала и техническое сопровождение поставленного оборудования;

проведение научных исследований и разработок в различных сферах промышленности.

На сеть дорог с 2010 по 2022 гг. поставлены 46 таких комплексов, включая один комплекс модульного исполнения (осуществляется строительство модульного здания для размещения в нем оборудования). Техническое обслуживание и регламентный ремонт комплексов в настоящее время проводятся на полигонах Октябрьской, Московской и Горьковской ДИ.

В 2022 г. на полигоне Грязинской дистанции СЦБ Юго-Восточной ДИ в г. Мичуринск был установлен ремонтно-диагностический комплекс для напольного оборудования устройств железнодорожной автоматики и телемеханики



Поточная автоматизированная линия ремонта корпуса и крышки стрелочного электропривода



Показ работы линии

(модульное исполнение), который размещен в быстровозводимом ангаре. Такой комплекс решает проблему размещения оборудования в регионах, где здания не подходят по размеру или вообще отсутствуют.

Для реализации проекта сначала выбирается место для комплекса с учетом требований о проведении инженерно-геологических изысканий на наличие подключений коммуникаций, близлежащих линий газопровода и электроснабжения, а также на текучесть грунтов, высокий уровень грунтовых вод и наклон профиля.

После завершения инженерно-геологических работ составляется акт об отсутствии на участке, предназначенном под модуль, коммуникаций, препятствующих возведению конструкции. Акт согласовывается со специальными службами.

При производстве работ нулевого цикла используется малая механизация и ручной труд. Заливка монолитной плиты, опор ферм и полов в связи с труднодоступностью мест заливки производилась с использованием бетононасоса и подручных средств.

До начала строительства модуля специалисты ООО СК «МЭМ» в соответствии с техническим заданием осуществили предварительные работы по изготовлению металлоконструкции, представляющей собой фермы основания кровли и опоры, являющиеся

основанием модуля. Материал металлоконструкций – оцинкованный металл. Доставка осуществлялась автомобильным транспортом до места монтажа. Для возведения стен конструкции и сооружения кровли модуля использовались сэндвич-панели, наполненные минеральной ватой. Верстаки, стеллажи, поворотные тележки и другое оборудование ремонтно-окрасочной линии напольного оборудования, а также завоз материалов и оборудования производился централизованно автомобильным транспортом со склада в Москве.

Сборка и монтаж конструкции модуля проводились в соответствии с конструкторской документацией. Для установки сэндвич-панелей использовался автокран и сборно-разборные леса, также были использованы средства малой механизации.

Для правильного монтажа оборудования и его безаварийной эксплуатации проводится обустройство полов. После заливки монолитной плиты бетон обрабатывается шлифовальной машиной и заливается наливной пол. Затем полы красят в два слоя двухкомпонентной краской для бетонных покрытий.

Оборудование линии ремонтно-диагностического комплекса для напольного оборудования устройств железнодорожной автоматики и телемеханики размещается в соответствии с технологическим процессом ремонта

электроприводов, проводится настройка и регулировка деталей и агрегатов комплекса. Для обеспечения микроклимата в помещении и поддержания рабочей температуры в модуле устанавливается отопительное оборудование, работающее от дизельного котла, приточно-вытяжная вентиляция и пожарная сигнализация, монтируются пластиковые окна, дверь запасного выхода, въездные ворота.

В окончательном виде комплекс представляет собой линию высокотехнологичного оборудования, предназначенную для разборки, ремонта, регулировки, настройки и сборки электроприводов, размещенную в быстровозводимом модуле и способную работать автономно. После тестовых испытаний, регулировки и настройки оборудования комплекс был передан в эксплуатацию.

Перспективными направлениями развития ООО СК «МЭМ» определены следующие направления:

модернизация комплекса со сроком службы более 10 лет, при которой предлагается осуществить замену изношенных основных элементов на новые (замена моечной машины, пескоструйной кабины, компрессора, окрасочно-сушильной камеры);

внедрение комплекса нового поколения конвейерного типа, при котором ремонт оборудования СЦБ осуществляется при автоматическом перемещении по производственным участкам.



# СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ АВТОМОБИЛЬ САРУС-ЭЛ



САЛТИКОВ

Евгений Авенирович,  
ОАО «ЭЛТЕЗА», заместитель  
главного инженера Лосиноостров-  
ского электротехнического завода  
по Елецкому производственному  
комплексу, г. Елец, Россия



МГЛИНЕЦ

Артем Сергеевич,  
ОАО «ЭЛТЕЗА», главный  
специалист отдела организации  
разработок и внедрения новой  
техники, Москва, Россия

ОАО «ЭЛТЕЗА» в сотрудниче-  
стве с компанией «Спектр-Авто»  
(г. Нижний Новгород) создали  
специализированный автомо-  
биль для ремонтных работ в  
устройствах СЦБ САРУС-Эл.  
Разработка велась на площадке  
Лосиноостровского электро-  
технического завода – филиала  
ОАО «ЭЛТЕЗА» – Елецком про-  
изводственном комплексе.

■ В 2019 г. ОАО «ЭЛТЕЗА» совместно с компанией «Спектр-Авто» (г. Нижний Новгород) начали создание специализированного автомобиля для ремонтных работ в устройствах СЦБ САРУС-Эл. Работа включала в себя выполнение всех этапов, предшествующих выводу изделия на рынок, согласно нормативному документу СТО 08.021-2015.

Совместно с представителями Управления автоматики и телемеханики ОАО «РЖД» специалисты ОАО «ЭЛТЕЗА» сформировали технические требования и техническое задание на разработку специализированного автомобиля. Совместно с компанией «Спектр-Авто» была подготовлена конструкторская документация. В целях дальнейшей эксплуатации автомастерской САРУС-Эл в подразделениях хозяйства автоматики и телемеханики была разработана и согласована вся необходимая эксплуатационная документация.

По итогам проведения приемочных испытаний в начале текущего года принято решение рекомендовать САРУС-Эл к применению в хозяйстве автоматики и телемеханики на сети дорог.

Автомастерская САРУС-Эл базируется на полно-приводном шасси автомобиля ГАЗ-330273 «Фермер». Разработанный кунг имеет дверной проем, оборудованный выдвижной лестницей. На боковых панелях монтированы дополнительные двери – рольставни, обеспечивающие быстрый доступ к размещаемому специальному и дополнительному оборудованию, а также запасным принадлежностям.

САРУС-Эл предназначен для выполнения технического обслуживания и ремонта устройств бригадами дистанций СЦБ непосредственно в местах их размещения и входит в состав ресурсного обеспечения основной деятельности хозяйства.

Основными задачами специализированного автома-бия САРУС-Эл являются транспортировка об-орудования и аппаратуры ЖАТ, ручного слесарного и шанцевого инструмента, средств малой механизации, специального оборудования, а также перевозка экс-плуатационного штата дистанций СЦБ (размещение в кабине до шести человек).

Внутри кунга установлены различные приспособления и оборудование, позволяющие существенно облегчить выполнение задач, стоящих перед эксплуатационным штатом: транспортировочные рельсы; кран-балка поворотного типа с подъемным усилием до 500 кг; стеллажи складной конструкции (для размещения оборудования и аппаратуры внутри); специальные ящики для транспортировки аппаратуры (реле и блоки); набор шанцевого и электроинструмента; набор инструмента для электромеханика СЦБ; ларь для транспортировки ГСМ; дизель-генератор.

Специализированный автомобиль САРУС-Эл был представлен на выставке во время проведения школы передового опыта в Челябинске.

В текущем году планируется поставить пять машин САРУС-Эл в дистанции СЦБ Московской и Октябрьской дирекций инфраструктуры.



Автомобиль САРУС-Эл на выставке в Челябинске



# БПЛА НА СЛУЖБЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА



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



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

**Ключевые слова:** беспилотный летательный аппарат, передача данных, модель нарушителя, помехи

**Аннотация.** В последнее время в России и мире большую актуальность приобрели беспилотные летательные аппараты (БПЛА), применяемые для решения самых разных задач, в том числе на железнодорожном транспорте. Разнообразие типов и моделей БПЛА, продолжающееся резкое увеличение их численности приводит к необходимости скорейшей разработки соответствующих норм регулирования. При этом наряду с очевидными преимуществами развития рынка БПЛА, остро встает проблема противодействия их незаконному использованию. Для ее решения необходимо иметь представление о конструкции и составе бортового оборудования БПЛА, системе управления и используемых технологиях передачи данных, способах обнаружения и нейтрализации БПЛА.

■ Беспилотные летательные аппараты обладают разной степенью автономности: от управляемых дистанционно (оператором) до функционирующих в автоматическом режиме и не обменивающихся информацией с внешними объектами. Исходя из области применения, БПЛА можно разделить на бытовые (потребительские), коммерческие (промышленные) и военные.

Главным элементом бортовой аппаратуры БПЛА служит полетный контроллер, который принимает и обрабатывает команды от пункта управления БПЛА (или бортового компьютера) и перенаправляет их в двигатели и другие элементы бортового комплекса. На борту БПЛА имеются: барометр, акселерометр, гироскоп, гирокомпас, магнитометр и другие стандартные авиационные датчики. Кроме этого, в состав бортового комплекса входят: модуль спутниковой навигационной системы (СНС), приемопередатчик системы связи, обзорные устройства на базе телевизионных и (или) тепловизионных камер и радиолокационных станций, устройства питания и хранения информации.

Автономное управление БПЛА строится на основе блока автопилота, включающего, помимо прочего, вычислитель, микромеханическую инерциальную навигационную систему (ИНС), модуль СНС, абсолютный и дифференциальный манометры.

Система навигации на большинстве малых БПЛА

функционирует за счет приемников навигационных сообщений одной или нескольких СНС (ГЛОНАСС, GPS, Galileo, BeiDou), обеспечивающих точность определения местоположения до нескольких метров. Более сложные БПЛА оснащаются также автономными ИНС.

Для управления бытовыми и коммерческими БПЛА могут применяться системы связи на основе технологии FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum – расширение спектра методом скачкообразной перестройки частоты), когда в разные временные интервалы используются разные частотные диапазоны (рис. 1). Например, для управления в пределах

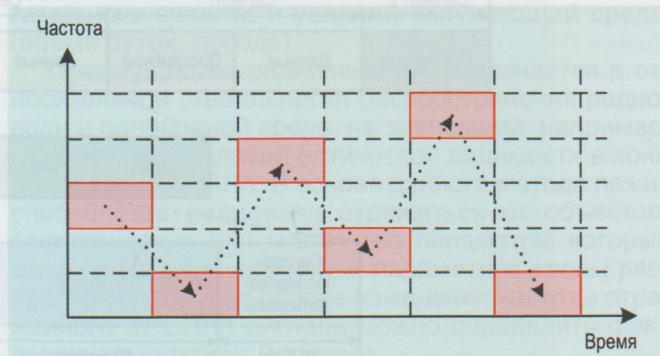


РИС. 1

Стандарт / Руководство по применению	Краткое описание
STANAG 4586	Содержит требования к форматам данных и к протоколам обмена на основе одного из пяти возможных уровней совместимости БПЛА и пункта управления. В результате отсутствует необходимость разрабатывать отдельные пункты управления для каждого типа БПЛА за счет введения в комплект наземной аппаратуры специального модуля поддержки.
STANAG 4607 / AEDP-7	Определяет формат и содержание данных, получаемых с радаров БПЛА для обнаружения движущихся целей относительно земной поверхности. В зависимости от пропускной способности каналов связи может передаваться только информация о движущихся целях либо еще сопутствующие радиолокационные изображения.
STANAG 4609 / AEDP-8	Определяет основные требования к каналам передачи данных от БПЛА для обеспечения нужного качества мультимедийной информации (разрядность и форма пикселей, их цветность, количество пикселей в кадре и др.). Основан на гражданских цифровых стандартах, учитывает специфические военные требования для метаданных, сопровождающих видеоинформацию.
STANAG 4660	Регламентирует все аспекты защищенного канала обмена данными с БПЛА: передачу на пункт управления оперативных данных (телеметрии), а на борт – команд управления. Характеризует используемые частоты, ширину полосы, расстояние между пунктами приема-передачи информации, скорость передачи данных и др.
STANAG 7023 / AEDP-9	Регламентирует формат передачи потоков данных с борта БПЛА с учетом передачи трафика и служебной информации. Определяет два класса данных: сенсорные – поступают от датчиков БПЛА, формирующих видеозображения; вспомогательные – содержат информацию о формате видеоданных, алгоритмах их обработки и др.
STANAG 7085	Содержит требования к каналам передачи данных.

прямой видимости могут использоваться стандарты беспроводного доступа IEEE 802.11 (Wi-Fi), беспроводной связи малого радиуса действия IEEE 802.15 (Bluetooth, ZigBee) и др. [1, 2]. Для управления военными БПЛА, летающими на дальние расстояния, требуются специальные системы спутниковой и ионосферной связи [3–5].

Для передачи данных с БПЛА разработана серия стандартов STANAG («Standardization Agreement» – «Соглашение по стандартизации») и руководств по их применению AEDP («Allied Engineering Document Publication» – «Публикация инженерной документации союзников»), регламентирующих требования к такой передаче [6, 7]. Краткое описание документов приведено в таблице.

В соответствии со стандартом STANAG 7023 все данные (сенсорные и вспомогательные) передаются в виде отдельных файлов пакетами (рис. 2).

Заголовок пакета определяет длину файла данных, адреса источника и получателя, а также дополнительные параметры. По адресу источника можно определить тип данных: задание (миссия) БПЛА, цель, данные телеметрии, параметры сенсоров,

данные от сенсоров и др. Каждый пакет защищается контрольной суммой (обязательной для заголовка и optionalной для файла данных). При этом, если приемник не смог получить или правильно расшифровать пакет, то он может быть отправлен повторно с тем же заголовком.

Пакеты объединяются в сегменты, а сегменты – в записи, при этом в сегментах пакеты следуют непосредственно друг за другом без каких-либо разделителей. Как правило, каждый сегмент связан с активностью отдельных групп сенсоров для выполняемого БПЛА задания, и на протяжении передачи сегмента обязательно должен быть активен минимум один сенсор.

Запись представляет собой последовательность сегментов по ходу выполнения задания БПЛА. Она включает преамбулу (нулевой сегмент), набор сегментов, разделенных окончательными маркерами – постамбулами, и маркер конца записи.

Преамбула предшествует началу выполнения задания и включает набор вспомогательных данных перед передачей первого информационного сегмента, что позволяет пункту управления БПЛА

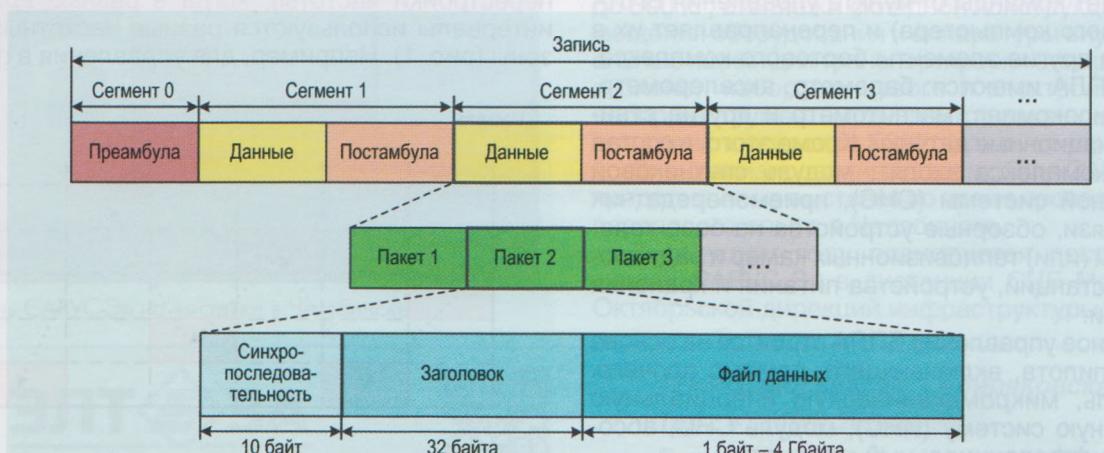


РИС. 2

обработать последующий поток информационных пакетов. Например, преамбула может содержать информацию о деталях задания, цели, режиме работы сенсоров.

Постамбула, наличие которой в сегменте не является обязательным, содержит набор вспомогательной информации после передачи данных сегмента и может включать повторение преамбулы, данные об интервалах работы сенсоров, таблицы событий, навигационную информацию и др.

Сегодня БПЛА активно применяются на железнодорожном транспорте для мониторинга объектов инфраструктуры [8], а также для решения таких задач, как:

наблюдение за проведением строительных и ремонтных работ;

обследование труднодоступных элементов искусственных сооружений (опоры мостов, элементы инфраструктуры на заболоченной или в горной местности);

получение оперативной информации с места транспортных происшествий, стихийных бедствий;

контроль сохранности крупных стройматериалов и др.

Для повышения эффективности использования БПЛА в ОАО «РЖД» с 2020 г. эксплуатируется Автоматизированная система управления беспилотными воздушными судами (АСУ БВС), в которой реализованы следующие основные функции:

планирование летной работы – расписание полетов БПЛА (на полгода-год) с привязкой к дороге и линейному предприятию, описание рабочих заданий, информация об операторах и моделях;

технический учет парка БПЛА, включая информацию о местонахождении и балансодержателе, наличии необходимых документов и др., а также учет штата операторов;

учет происшествий с БПЛА с указанием причин (например, выход из строя аккумулятора, столкновение с линией электропередачи, отказ системы управления);

планирование технического обслуживания и ремонта БПЛА.

Например, в рамках проведения работ по подготовке путевого комплекса к пропуску весенних паводковых вод оператор при помощи БПЛА может в течение одного дня произвести осмотр до 10 км полосы отвода по обеим сторонам пути. Такой объем работ за один день не сможет выполнить ни один обходчик. При этом и качество осмотра оказывается выше.

Системы технического зрения БПЛА, которые используются для обследования искусственных сооружений, дают возможность в автоматизированном режиме обрабатывать видеопоток для того, чтобы отличить реальные дефекты от возможных следов грязи, а также от недостатков или царапин окраски. Это позволяет фиксировать данные только о местах с обнаруженными дефектами (трещинами и др.), не перегружая при этом работников, ответственных за диагностику, необходимостью просматривать видеопоток целиком.

Помимо фото- и видеосъемки, БПЛА может обнаруживать деформации земляного полотна и поверхностные смещения грунтов. Использование совместно с СНС спутниковой системы позиционирования RTK («Real Time Kinematic» – «Кинематика реального времени») позволяет оперативно производить съемку топографических планов при обеспечении сантиметрового уровня точности. RTK является одним из методов дифференциального режима работы СНС, который дает возможность скорректировать значительную часть погрешностей измерений координат приемника (задержки распространения радиосигналов в ионосфере и тропосфере, ослабление различными препятствиями, многолучевое распространение, электромагнитные помехи, погрешности часов и траектории движения спутника).

При работе в составе аварийно-восстановительных формирований БПЛА помимо видеокамеры высокого разрешения могут оснащаться соответствующим дополнительным оборудованием, например, прожектором, работающим в темное время суток, и громкоговорителем, с помощью которого оператор или руководитель работ может отдавать необходимые команды.

Проблемы использования БПЛА на железнодорожном транспорте связаны, прежде всего, с отсутствием единого регламента согласования полетов, что зачастую приводит к длительным (до нескольких недель) срокам получения соответствующих разрешений. Особенно остро это ощущается при необходимости оперативно организовать вылет БПЛА на место транспортного происшествия. Данное обстоятельство также связано с наличием большого числа участников согласований.

В целом применение БПЛА на железных дорогах – весьма перспективное направление повышения эффективности и безопасности процессов технической эксплуатации различных объектов железнодорожного транспорта. Однако следует отметить, что будучи в руках нарушителей БПЛА могут представлять серьезную угрозу транспортной безопасности. В связи с этим требуются адекватные меры противодействия с учетом модели нарушителя [9].

Для обнаружения БПЛА могут быть задействованы различные способы, базирующиеся на разных физических принципах и технических средствах. Основными из них являются: наблюдение за воздушным пространством, радиолокация, радиопеленгация, оптико-электронное и акустическое обнаружение.

Наблюдение за воздушным пространством – это наиболее простой способ обнаружения БПЛА. Однако его эффективность зависит с одной стороны от субъективных способностей наблюдателя, с другой – от его местоположения, наличия вспомогательных средств и условий окружающей среды (время суток, погода).

Преимущество радиолокации заключается в относительной стабильности распространения радиоволн в однородной среде, не зависящей, например, от изменения условий оптической видимости в зоне обнаружения БПЛА. В основе данного метода лежит способность радиоволн отражаться от объектов, электрические или магнитные параметры которых отличаются от аналогичных параметров среды распространения. А на основе изменения частоты отраженного от БПЛА сигнала можно определить факт движения (эффект Доплера).

Основными методами радиопеленгации служат



РИС. 3

амплитудный и фазовый. В первом случае используется антенная система, диаграмма направленности которой имеет выраженные минимумы или максимумы для нахождения направления на БПЛА по пересечению с диаграммой направленности, применяемой на аппарате антенны. Во втором случае анализируются фазы принимаемых антенной системой сигналов от БПЛА.

Оптико-электронное обнаружение БПЛА может применяться при наличии возможности построения проекции визуального облика аппарата на картинную плоскость с помощью методов повышения контрастности и восстановления пропущенных графических элементов. Эффективность такого способа существенно зависит от времени суток и погодных условий.

Акустический способ позволяет решить задачу обнаружения БПЛА путем фиксации создаваемых им акустических сигналов как звукового, так и инфра- и ультразвукового диапазонов. При этом генерируемые БПЛА звуковые волны могут затухать вследствие вязкости воздушной среды, турбулентности воздуха и др.

Для противодействия БПЛА целесообразно применять их недостатки, в том числе:

ограниченность применения в зависимости от времени суток и метеоусловий – многие модели невозможно использовать при скорости ветра выше 10 м/с, при сильном дожде, тумане и др.;

низкая живучесть конструкции вследствие неустойчивости к механическим природным и антропогенным воздействиям;

относительно невысокая интеллектуальность функционирования в автономном режиме.

Основными способами нейтрализации БПЛА служат: огнестрельный, акустический, лазерный, микроволновый, применение других БПЛА и средств радиоэлектронной борьбы. В настоящее время перспективным способом является применение БПЛА-перехватчиков или БПЛА-камикадзе. Например, БПЛА-перехватчик может использовать сетку для прерывания полета БПЛА-нарушителя, а БПЛА-камикадзе вызывать его уничтожение путем физического контакта с ним.

Распространенный и относительно эффективный способ для неавтономных БПЛА заключается в действовании средств радиоэлектронной борьбы. По своей технологии этот способ близок к микроволновому, но направлен на подавление («глушение») каналов связи между БПЛА и пунктом управления, а также на перехват сигналов управления. Для этого

требуется установка частот, которые используются для сигналов управления БПЛА, а затем подавление их искусственными помехами. При этом помехи могут быть прицельными и заградительными (рис. 3).

В силу излучения в узкой полосе частот прицельные помехи не создают нарушения в работе других радиоэлектронных средств, однако их эффективность зависит от точности совмещения по частоте с сигналами управления БПЛА. Заградительные помехи можно создавать, не обладая точной информацией о частотах сигналов управления БПЛА, но в этом случае возможны сбои в работе своего же радиоэлектронного оборудования.

Основные направления развития отрасли гражданских БПЛА в России определены Стратегией развития беспилотной авиации на период до 2030 г. и на перспективу до 2035 г., утвержденной 21 июня 2023 г. Документ, помимо прочего, определяет меры по стимулированию спроса на разработку отечественных беспилотных автономных систем, их стандартизацию и серийное производство, развитие инфраструктуры, обеспечение безопасности и формирование специализированной системы сертификации, а также мероприятия в области подготовки кадров. При этом важно понимать, что БПЛА сегодня, помимо предоставления широких возможностей для развития самых разных отраслей, включая транспортную, в руках злоумышленников могут оказаться источником существенных рисков в области безопасности, требующих соответствующего реагирования [10].

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Плеханов П.А. Беспроводные инфокоммуникационные сети на железнодорожном транспорте: учебное пособие. СПб.: ПГУПС, 2014. 55 с.
- Плеханов П.А., Роенков Д.Н. Цифровые системы подвижной связи на железнодорожном транспорте: учебное пособие. СПб.: ПГУПС, 2020. 41 с.
- Лапунов С.И., Роенков Д.Н., Плеханов П.А. Коротковолновая ионосферная радиосвязь и возможности ее применения // Автоматика, связь, информатика. 2022. № 7. С. 14–19. DOI: 10.34649/AT.2022.7.7.003
- Лапунов С.И., Роенков Д.Н., Плеханов П.А., Глухов И.А. Применение систем коротковолновой радиосвязи на малоинтенсивных железнодорожных участках // Автоматика, связь, информатика. 2022. № 9. С. 4–8. DOI: 10.34649/AT.2022.9.9.001
- Лапунов С.И., Роенков Д.Н., Плеханов П.А., Глухов И.А. Радиосвязь на малоинтенсивных железнодорожных участках // Автоматика, связь, информатика. 2022. № 11. С. 2–7. DOI: 10.34649/AT.2022.11.11.0016
- Слюсар В. Передача данных с борта БПЛА: стандарты НАТО // Электроника: Наука, технология, бизнес. 2010. № 3. С. 80–86. DOI: 10.34649/AT.2022.11.11.001
- Слюсар В. Радиолинии связи с БПЛА: примеры реализации // Электроника: Наука, технология, бизнес. 2010. № 5. С. 56–60.
- Цветков В.Я., Озナмец В.В. Мониторинг транспортной инфраструктуры с использованием интеллектуальных БПЛА // Автоматика, связь, информатика. 2020. № 8. С. 18–21. DOI 10.34649/AT.2020.8.8.001
- Плеханов П.А. Риск-ориентированный подход к обеспечению транспортной безопасности как части комплексной безопасности железнодорожного транспорта // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2019. Т. 16, вып. 4. С. 539–551.
- Плеханов П.А. Обеспечение комплексной безопасности на железнодорожном транспорте в контексте стратегического развития // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2020. Т. 17, вып. 4. С. 552–565.

# ПЕРСПЕКТИВЫ БЕСПРОВОДНОГО ОПТИЧЕСКОГО КАНАЛА СВЯЗИ



**АНТОНОВ**  
Антон Анатольевич,  
Российский университет  
транспорта РУТ (МИИТ), заве-  
дующий кафедрой «Автомати-  
ка, телемеханика и связь  
на железнодорожном транс-  
порте», доцент, канд. техн.  
наук, Москва, Россия



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



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



**ЧЫОНГ**  
Динь Хоп,  
Российский университет  
транспорта РУТ (МИИТ),  
кафедра «Автоматика,  
телемеханика и связь  
на железнодорожном  
транспорте», аспирант,  
Москва, Россия

**Ключевые слова:** пропускная способность, беспроводной оптический канал, беспилотные летательные аппараты, турбулентность, доступность связи

**Аннотация.** В статье рассматривается возможность использования беспроводного оптического канала для связи с подвижными и стационарными объектами с помощью беспилотного летательного аппарата в качестве ретранслятора. Отмечаются достоинства и недостатки предложенной схемы организации каналов, а также задачи, которые необходимо решить для реализации такого проекта.

В последние годы значительно повысился интерес к использованию беспроводного оптического канала связи (БОКС). Он объясняется дефицитом частотного ресурса радиодиапазона и ростом потребности в увеличении пропускной способности каналов. Для повышения ресурса связи необходимо внедрение новых стандартов мобильной связи со скоростью передачи информации в сотни Гбит/с, что осуществимо за счет перехода на более высокие частоты (50 ГГц и выше).

Особенно это актуально для связи с подвижными объектами, где беспроводные каналы служат единственным способом обмена информацией [1]. Решением такой задачи может стать переход на инфракрасный диапазон длин волн и организация широкополосной связи с подвижными объектами.

Беспроводные оптические каналы обладают рядом уникальных свойств, в том числе: безопасностью передачи информации, нечувствительностью к электромагнитным излучениям, невозможностью перехвата сообщений и подавления связи средствами радиоэлектронной борьбы, отсутствием необходимости лицензирования и др. Однако есть и существенные недостатки БОКС, а именно: зависимость от погодных условий и турбулентности, а также колебаний опор с

приемо-передающей аппаратурой, что ограничивает дальность связи и снижает ее качество.

Тем не менее, преимущества БОКС перевешивают ее недостатки. Поэтому атмосферные линии создают для обмена информацией между стационарными и подвижными наземными объектами, беспилотным летательным аппаратом (БПЛА) и оператором на земле, а также между кораблями и спутниками.

Главными элементами модема БОКС являются модулируемый лазерный излучатель (рис. 1), свет от которого распространяется в виде расширяющегося конуса с углом расходящности  $\theta$ , и фотоприемник с фотоматрицей (ФМ) диаметром апертуры  $\Phi$ . Кроме того, имеются системы для автоматической коррек-

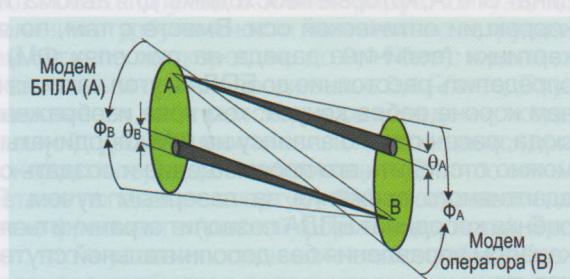


РИС. 1

ции оптической оси, измерения уровня оптического сигнала и подстройки мощности лазера, автоматической регулировки усиления приемника [2, 3].

Достигнутые успехи в совершенствовании качества канала БОКС позволили в последнее время приступить к реализации проектов по использованию атмосферной связи совместно с БПЛА в качестве ретранслятора для сотовой связи, например, в местах со сложным рельефом [4]. Аналогичные схемы могут быть полезны на железнодорожном транспорте для мониторинга безопасности маршрута и управления движением поездов [5]. Оптический модем оператора (дежурного), устанавливаемый на крыше здания, передает сигнал на БПЛА, который затем ретранслирует его на движущийся поезд.

Решающее значение при выборе оптического диапазона канала имеют упомянутые ранее преимущества БОКС, среди которых наиболее важными являются: возможность передачи высокоскоростной информации, нечувствительность к электромагнитным помехам и электромагнитная совместимость с поездной и станционной радиосвязью. Современные отечественные стационарные оптические модемы в условиях атмосферы обеспечивают связь на длине волны 1,55 мкм с коэффициентом готовности 0,999 для скорости 300 Мбит/с на расстояние не менее 3,5 км, для 10 Гбит/с – не менее 1 км [5].

Однако при ухудшении погоды возникает риск прерывания связи из-за потери лазерного луча [6]. Поэтому для реализации проектов применения оптической связи совместно с БПЛА необходимо решить задачу адаптивного сопровождения и восстановления лазерного луча от беспилотника. Причем на эти процессы влияют не только плохая погода и турбулентность атмосферы, но и изменение положения летательного аппарата, а также вибрации от его пропеллеров. Известно, что работа БПЛА возможна только при наличии эффективного канала управления. Поэтому для повышения его надежности целесообразно строить комбинированные сети на основе атмосферной связи совместно с радиосвязью, которые помогают процессу захвата и сопровождения оптического луча в случае сильных атмосферных возмущений [7].

Следует отметить, что воздействование радиоканалов увеличивает уязвимость связи по причине возможного подавления сигнала, например, методами радиоэлектронной борьбы. Нужны способы повышения надежности канала управления, используя только особенности оптической связи, например, наличие «следа» от лазерного луча на фотоматрице ФМ-приемника.

Такой «след» представляет собой эллипс, являющийся проекцией конуса от лазерного луча (см. рис. 1). Расположение эллипса на ФМ и размеры (соотношение диагоналей) могут быть использованы для оценки координат БПЛА, которые необходимы для автоматической коррекции оптической оси. Вместе с тем, по яркости картинки (величине заряда на пикселях ФМ) можно определить расстояние до БПЛА и угол наклона конуса: чем короче ребра конуса, тем ярче изображение. Отсюда, рассчитав по эллипсу на ФМ координаты БПЛА, можно отследить его перемещение и создать систему адаптивного слежения за лазерным лучом. Причем оценка координат БПЛА позволит ограничиться только каналом управления без дополнительной спутниковой навигации.

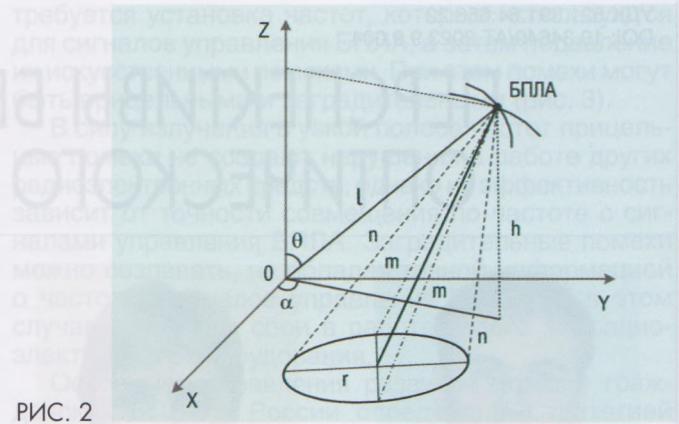


РИС. 2

Наклонный конус от лазерного луча в сферической системе координат, а также эллипс, связанный с вершиной конуса (БПЛА) двумя наклонными треугольниками, опирающимися на диагонали, изображены на рис. 2. После пространственного восстановления треугольников по малой и большой диагоналям эллипса определяется общая для них вершина конуса (расположение лазерного излучателя). На этом рисунке приняты обозначения:  $l$  – дальность БПЛА;  $h$  – высота БПЛА;  $\theta$  – угол места;  $\alpha$  – азимут;  $n$ ,  $m$  – стороны треугольника, опирающегося на большую и малую диагональ соответственно;  $r$  – радиус эллипса.

Рассмотрим возможность использования «следа» от лазерного луча в виде эллипса на ФМ для адаптивного слежения за БПЛА в условиях отсутствия радиосвязи. Важность решения такой задачи объясняется тем, что в существующих модемах БОКС для подстройки оптических систем применяется сервопривод. Инерционность этого электромеханического устройства не позволяет отслеживать перемещение БПЛА и «захватывать» оптический сигнал в условиях турбулентности и различных вибраций. Будут происходить постоянные срывы в канале БОКС, требующие восстановления связи. Поэтому решить поставленную задачу адаптивного слежения за БПЛА можно только с помощью оптоэлектроники на основании информации, полученной после определения положения на плоскости и измерения размеров эллипса (см. рис. 2). Предполагается, что технические характеристики модемов БОКС (значения  $\theta$ ,  $\Phi$ , мощность лазерного излучателя, чувствительность ФМ) и условия работы атмосферного канала (оптическое затухание, скорость передачи информации, сила ветра и др.) известны.

На основании исходных данных и величины потери мощности света в процессе распространения в атмосфере рассчитываются длины ребер конуса. Они являются сторонами пространственных треугольников, опирающихся на диагонали эллипса, с общей вершиной в точке расположения БПЛА. Путем пересечения дуг, полученных от вращения медиан треугольников (главной оси конуса), аналогично принципу спутниковой навигации находится вершина конуса. С помощью координат точки расположения БПЛА ( $x$ ,  $y$ ,  $z$ ) определяются дальность, азимут и угол места для сферической системы координат, традиционной для летательных аппаратов.

Полученные координаты необходимы также для формирования конуса света на фотоприемнике беспилотника, т.е. организации двухсторонней

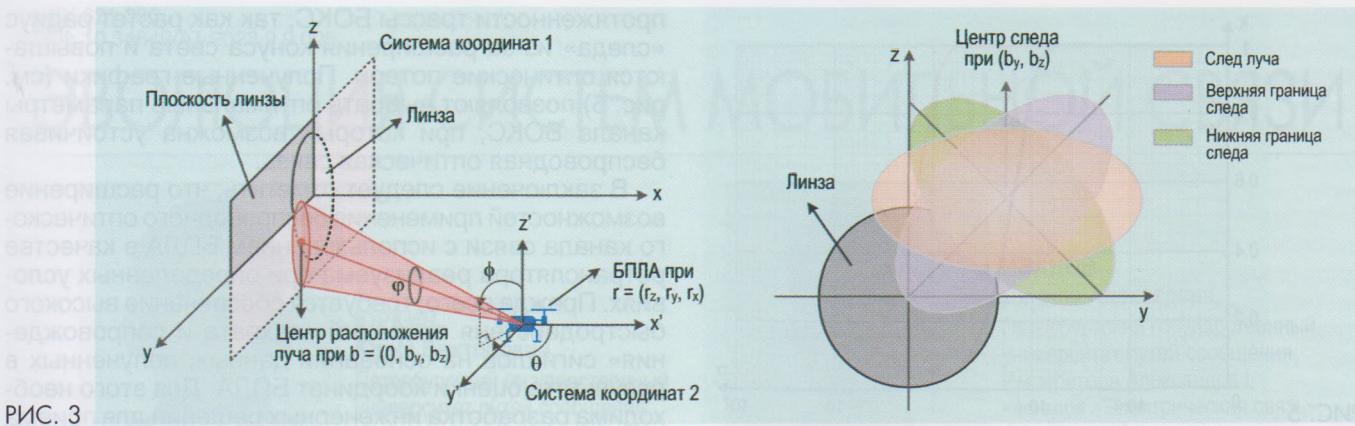


РИС. 3

связи и выполнения БПЛА функции ретрансляции информации от разных источников. Формирование конуса света от оператора на БПЛА возможно путем применения адаптивных линз и поворотных зеркал, при помощи которых достигается требуемый угол излучения лазера согласно координатам объекта.

Оценка координат расположения БПЛА по «следу» в виде эллипса на ФМ оператора, имеющего размеры от нескольких мм до нескольких см (в зависимости от расстояния до БПЛА) позволит расширить сферу применения беспроводного оптического канала (рис. 3). Помимо каналов между стационарными объектами (крышами зданий), где обычно применяется атмосферная связь, появится возможность организации сети совместно с БПЛА. Такие варианты целесообразно использовать для управления подвижными объектами, мониторинга безопасности жизнедеятельности (пожаров, наводнений, землетрясений) на больших территориях, ретрансляции сигналов сотовой и спутниковой связи и др.

Однако при этом необходимо учитывать действие турбулентности атмосферы, в результате которой «след» в виде эллипса значительно искажается по размерам («рассыпается» по фотоматрице) и интенсивности (в идеале наиболее яркими являются участки эллипса, соответствующие более коротким лучам от конуса света).

Напомним, турбулентность – физическое свойство атмосферы, в которой постоянно изменяются давление, температура, направление и скорость ветра, из-за чего воздушные массы становятся неоднородными по своему составу и плотности. В результате меняется коэффициент преломления и оптический путь света. При интерференции прямого и отраженных от микрочастиц атмосферы лучей света уровень сигнала флюкутирует по амплитуде, выходя за пределы динамического диапазона (апerture) фотоприемника.



РИС. 4

Снижение уровня ниже порога чувствительности ФМ означает потерю сигнала, повышение выше максимально допустимого – искажение сигнала. В обоих случаях прием элементарного импульса при условии совпадения провалов и выбросов уровня с передачей информационного символа затруднен по причине возникновения ошибок.

Дисперсия амплитуды сигнала в значительной степени определяется протяженностью трассы БОКС (по аналогии с эффектом «накопления» линейных помех). Чем длиннее трасса, тем больше разброс значений уровня сигнала, тем глубже провалы и выше выбросы, тем хуже качество связи. Вместе с тем, чем больше скорость передачи информации, тем длительность импульса и его энергия меньше. Ухудшение погоды и увеличение скорости снижают отношение сигнал/шум и качество связи.

Поэтому на вероятность ошибки влияют турбулентность, скорость передачи информации и протяженность атмосферной линии. Так, в условиях турбулентности для атмосферного канала между стационарными объектами на расстоянии 5 км и скорости передачи 1,25 Гбит/с вероятность ошибки Рош составляет около  $10^{-9}$ . Если дистанцию сократить до 1,8 км, то вероятность ошибки снизится до величины  $10^{-11}$  [1].

Кроме вероятности ошибки важным показателем эффективности и работоспособности атмосферного канала служит коэффициент доступности К. Он характеризует способность БОКС передавать и принимать сигналы с разной скоростью, протяженностью трассы и величиной турбулентности. Эффект турбулентности имеет накопительный характер, т.е. зависит не только от атмосферного давления и силы ветра, но и дальности связи.

Три характерных случая, имеющих место при работе БОКС, представлены на рис. 4. Случай А соответствует попаданию эллипса (круга) в апертуру приемника радиусом R, что означает возможность успешного приема оптического сигнала со скоростью выше 0,1 Гбит/с. Случай В иллюстрирует ситуацию, когда величина турбулентности значительно затрудняет прием сигнала со скоростью до 0,1 Гбит/с и делает его невозможным при скорости выше 0,1 Гбит/с. Случай С показывает, что происходит со «следом», когда из-за сильной турбулентности связь прекращается при любой скорости передачи информации. Эллипс от конуса света не попадает в апертуру ФМ, рассыпается на отдельные фрагменты (разной формы и яркости). Это означает, что в условиях сильных искажений изображения эллипса требуются дополнительные операции

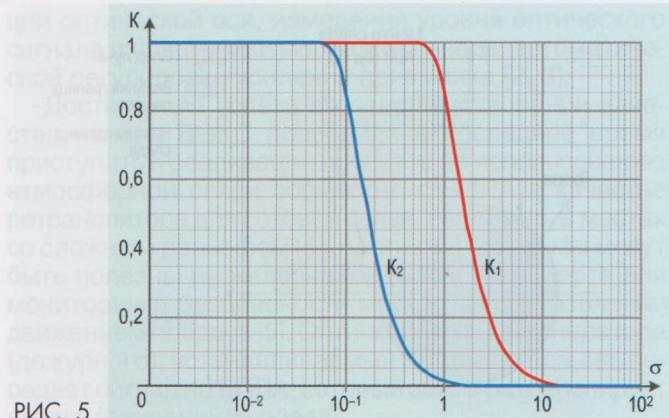


РИС. 5

по его восстановлению для обнаружения контура «следа» (по аналогии с процедурой распознавания лиц).

Рассмотренные случаи показывают, что помимо оценки качества канала нужен расчет коэффициента доступности, так как величину ошибки можно определить только при условии попадания сигнала в апертуру приемника. Однако разброс сигнала на ФМ может приобрести характер, при котором связь нарушится. Вероятность такого события тем выше, чем больше дальность и скорость передачи информации (влияние турбулентности усиливается). С ростом скорости передачи энергия импульса уменьшается, размытость конуса света в результате эффекта рассеяния увеличивается. Поэтому в условиях сильной турбулентности работоспособность БОКС целесообразно оценивать коэффициентом доступности  $K$ . Это – вероятность того, что в апертуру приемника в виде круга с радиусом  $R$  попадет «эллипс» от конуса света с радиусом  $r$  (см. рис. 2).

Коэффициент доступности  $K$  можно рассчитать следующим образом:

$$K = 1 - P_{\text{н/д}},$$

где  $P_{\text{н/д}}$  – вероятность того, что расстояние  $L$  между центрами апертуры и «следа» от конуса света будет равно или больше суммы  $(R + r)$ . Случайная величина  $L$  может флюктуировать по закону Рэлея. Поэтому вероятность  $P_{\text{н/д}}$  есть результат интегрирования плотности распределения вероятностей величины  $L$ :

$$P_{\text{н/д}} = \frac{L}{\sigma^2} \exp\left(-\frac{L^2}{\sigma^2}\right),$$

где  $\sigma^2$  – параметр, характеризующий разброс оптического сигнала на ФМ в результате турбулентности.

Результаты расчета коэффициента доступности изображены на рис. 5 в виде графиков зависимости величины  $K$  от значения  $\sigma^2$  для разных размеров апертуры приемника  $R$ .

Пороговый характер графиков свидетельствует о том, что при определенных значениях турбулентности ( $\sigma^2 > 10^{-2}$  для  $K_1$  и  $\sigma^2 > 1$  для  $K_2$ ) резко ухудшается доступность атмосферного канала и резко снижается коэффициент  $K$ , оптическая связь становится неустойчивой или совсем прекращается. Значение порога зависит не только от  $\sigma^2$ , но и от скорости передачи информации. Так, график  $K_1$  соответствует скорости менее 0,1 Мбит/с,  $K_2$  – более 0,1 Мбит/с.

Чем выше скорость передачи информации, тем меньше радиус апертуры, тем сложнее условия приема и хуже доступность канала. Такую же тенденцию можно проследить и в случае увеличения

протяженности трассы БОКС, так как растет радиус «следа» из-за расширения конуса света и повышаются оптические потери. Полученные графики (см. рис. 5) позволяют выбрать оптимальные параметры канала БОКС, при которых возможна устойчивая беспроводная оптическая связь.

В заключение следует отметить, что расширение возможностей применения беспроводного оптического канала связи с использованием БПЛА в качестве ретранслятора реализуема при определенных условиях. Прежде всего, требуется обеспечение высокого быстродействия операций «захвата и сопровождения» сигналов на основании данных, полученных в результате оценки координат БПЛА. Для этого необходима разработка инженерных решений для приема и распознавания «следа» в условиях турбулентности, поиск новых оптических диапазонов с минимальным затуханием света и влиянием атмосферы, а также новых полупроводниковых материалов, обладающих низкой инерционностью [8].

Решение задачи оценки координат по «следу» на ФМ и формирования лазерного луча согласно измеренным данным позволит создать системы «захвата и сопровождения» оптических сигналов без электромеханических сервоприводов и расширить сферу применения беспроводной оптической связи. При этом наиболее перспективным направлением является организация оптической связи с подвижными объектами на больших территориях с помощью БПЛА в качестве ретрансляторов без радиосвязи и GPS-навигации. Это актуально, прежде всего, в тех районах, где работа спутниковой связи затруднена, например за полярным кругом.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Беспроводной канал 10 Гбит/с : ключевые особенности и результаты тестирования / С.Н. Кузнецов, С.Ю. Поляков, О. Alali, В. Hashem // Инновации в науке, производстве и образовании : сборник трудов Международной научно-практической конференции 14–16 октября 2013 года. Рязань, 2013. С. 83–91.
- Журавлев А.М., Левшунов В.В., Рыжков Д.А., Чыонг Д.Х. Беспроводный оптический канал связи с подвижными объектами // Автоматика, связь, информатика. 2022. № 1. С. 13–16. DOI: 10.34649/AT.2022.1.1.003
- Патент 2750237 РФ, Н04В 10/00. Система двусторонней беспроводной оптической связи / Журавлева А.М., Лошкарев В.Л., Ивашевский М.Р., Левшунов В.В., Нилов М.А.; патентообладатель РУТ (МИИТ). № 2020130839; заявл. 18.09.20; опубл. 24.06.2021; Бюл. № 18.
- Активные и пассивные ретрансляторы в лазерных линиях связи с применением квадрокоптеров / Кузяков Б.А., Арестов В.В., Малянов Н.А., Прошин К.Д // Лазеры в науке, технике, медицине : сборник научных трудов XIX Международной конференции. М., 2018. Т. 29. С. 76–80.
- Влияние погодных условий на надежность атмосферной оптической связи / Зеленюк И. Ю., Огнев И. В., Поляков С. Ю., Широбакин С. Е. // Вестник связи. 2002. № 4. С. 85–97.
- Снижение уровня ошибок при передаче высокочастотных оптических сигналов в условиях турбулентной атмосферы за счет использования статистики уровня приемного сигнала / Керносов М.Ю., Кузнецов С.Н., Огнев Б.И., Паршин А.А. // Фотоника. 2020. Т. 14, № 5. С. 424–436.
- Шастин Л.В., Шахов Н.В. О построении ультрафиолетовой линии связи и ориентации для управления малым беспилотным летательным аппаратом // Интерэкско ГеоСибирь. 2022. Т. 8, № 2. С. 161–166.
- Журавлева А.М., Ивашевский М.Р., Музафаров И.Ф. Новые материалы в оптоэлектронике // Мир транспорта. 2018. Т. 16, № 2 (75). С. 74–83.

# ЭВОЛЮЦИЯ СИСТЕМ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ



**ЮРКИН**  
**Юрий Викторович,**

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



**ИВАНОВ**  
**Данила Алексеевич,**

Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, кафедра «Электрическая связь», факультет «Автоматизация и интеллектуальные технологии», выпускник, Санкт-Петербург, Россия

**Ключевые слова:** LTE, Wi-Fi, 5G, стандарт, сеть, мобильная связь, релиз

**Аннотация.** В статье описан процесс поэтапного развития стандарта LTE, рассмотрены новые функции и технологии, которые добавлялись с введением каждого нового релиза. Сформулированы дополнительные требования для использования стандарта LTE-Advanced Pro на железных дорогах.

■ Начало развития цифровых мобильных телекоммуникаций пришлось на середину 90-х гг. прошлого века. Тогда были созданы мобильные сети второго поколения (2G), основывавшиеся на технологии TDMA (Time-Division Multiple Access – множественный доступ с временным разделением физических каналов). Сети третьего поколения (3G) были разработаны в 2000-х гг. В их основе лежал принцип WCDMA (Wideband Code-Division Multiple Access – широкополосный множественный доступ с кодовым разделением каналов). Эти системы доминировали на телекоммуникационном рынке благодаря увеличению пропускной способности, однако они не смогли полностью заменить системы 2G.

В начале 2010-х гг. началось внедрение сетей четвертого поколения (4G), использующих технологии OFDMA (Orthogonal Frequency-Division Multiple Access – ортогональный множественный доступ с частотным разделением) для нисходящего канала и SC-FDMA (Single Carrier Frequency Division Multiple Access – множественный доступ с частотным разделением при одной несущей частоте) для восходящего направления.

Процесс развития сетей 4G можно разделить на три этапа, которые характеризуются выпусками, так называемыми релизами (Release) органа по стандартизации партнерского проекта 3GPP (3 Generation Partnership Project). При этом релизы 8 и 9 являются основой стандарта LTE (Long-Term Evolution) [1], 10, 11 и 12 – стандарта LTE-Advanced [2], 13 и 14 – LTE-Advanced Pro [3–5].

В соответствии с конкретными требованиями и вариантами использования сети мобильной связи органом 3GPP определены услуги, включающие в себя:

MBB (Mobile Broadband) – предназначена для приложений и сервисов, требующих высокоскоростного соединения, что позволяет, например, смотреть видео в сверхвысоком разрешении или использовать приложения виртуальной или дополненной реальности; LLC (Low Latency Communication) – сочетает все

приложения, требующие предельно быстрого отклика наряду с надежностью и достоверностью передачи данных, что важно при обеспечении гражданской безопасности на критических объектах, в том числе на железнодорожном транспорте;

MTC (Machine Type Communication) – в основном объединяет приложения, связанные с интернетом вещей IoT в целом и с интернетом вещей на железнодорожном транспорте IoRT в частности. Эти услуги не требуют предельно высокой скорости передачи данных, но им необходима увеличенная площадь сетевого покрытия и сниженное энергопотребление.

## СТАНДАРТ LTE

■ Релиз 8 определяет пакетную систему 4G – EPS (Evolved Packet System), состоящую из ядра пакетной сети EPC (Evolved Packet Core) в сочетании с универсальной наземной сетью радиодоступа E-UTRAN (Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network). Этот релиз также определяет радиоинтерфейс на основе мультиплексирования с ортогональным частотным разделением каналов OFDM, двух- и четырехканальное пространственное мультиплексирование MIMO (Multiple Input Multiple Output). Функция MIMO зависит от наличия опорного сигнала соты CRS (Cell-Specific Reference Signal).

Скорость передачи данных мобильных устройств стандарта LTE составляет 150 Мбит/с для нисходящего канала и 50 Мбит/с – для восходящего со следующими характеристиками радиоинтерфейса: полоса пропускания 20 МГц; квадратурная амплитудная модуляция для нисходящего канала – 64-QAM, для восходящего канала – 16-QAM; пространственное мультиплексирование – MIMO (2x2; 4x4).

Системы стандарта LTE поддерживают услуги, основанные на передаче по каналам сети IP-пакетов, поэтому в релизе 9 для передачи речи представлена мультимедийная подсистема IMS (IP Multimedia

Subsystem), обеспечивающая услугу VoLTE (Voice over LTE). Если эта услуга не предусмотрена, может быть использован механизм передачи трафика по сети с коммутацией каналов CSFB (Circuit Switched Fall Back), когда речевой трафик перенаправляется в сети 2G/3G.

### СТАНДАРТ LTE-ADVANCED (LTE-A)

■ Релиз 10 обеспечивает повышение пропускной способности сети за счет процедуры CA (Carrier Aggregation – агрегация несущих частот). Повышение достигается также путем увеличения количества пространственно мультиплексированных каналов (MIMO 8x8). Каждому мобильному устройству выделяются дополнительные ресурсы для передачи опорного сигнала информирования о состоянии радиоканала нисходящего направления CSI-RS (Channel Status Information Reference Signals). В этом релизе схема модуляции для нисходящего канала изменена с 64-QAM на 256-QAM, что дало возможность увеличить скорость передачи данных.

В релизе 11 представлены новые функции для увеличения пропускной способности и улучшения покрытия границ ячеек, а также улучшенная координация межсотовой интерференции eICIC (enhanced Inter-Cell Interference Coordination) и технология борьбы с помехами CoMP (Coordinated Multi-Point operation – координированная многоточечная передача данных).

Релиз 12 определил архитектуру новой услуги MTC, ориентированной в основном на IoT. Внедряются мобильные устройства новой категории со сниженным энергопотреблением и уменьшенной скоростью передачи данных (категории 0). Кроме того, в этом релизе введена услуга прямого подключения двух терминалов пользователей, минуя базовую станцию - D2D (Device to Device), для уменьшения временной задержки при организации канала связи и передаче речи.

Вместе с этим в стандарт LTE-Advanced введена служба группового мультимедийного вещания eMBMS (Evolved Multimedia Broadcast and Multicast Service) для передачи контента, который транслируется одновременно нескольким мобильным устройствам. В сфере общественной безопасности и критически важных коммуникаций служба eMBMS повышает эффективность услуги MCPTT (Mission Critical Push-To-Talk – критически важные соединения: нажал – говори), которая позволяет передавать речь всем участникам группы.

### СТАНДАРТ LTE-ADVANCED PRO (LTE-APRO)

■ Целью разработки стандарта LTE-Advanced Pro было увеличение пропускной способности для мобильных терминалов до 1 Гбит/с, привнесение новых функциональных возможностей в ядро сети EPS, в услуги MTC и eMBMS. Внедрены новые функции при прямом соединении: наряду с D2D реализована услуга «транспортное средство – другие объекты (субъекты)» (V2X). Рассмотрим подробнее содержание сервисов MBB, LLC и MTC в контексте стандарта LTE-APro.

#### Сервис MBB.

Архитектура сети. Разделение плоскости управления и плоскости пользователя CUPS (Control and User Plane Separation) направлено на формирование более гибкой распределенной архитектуры, обеспечивающей возможности развития программно-конфигурируемой сети.

Разделение плоскостей производится как обслу-

живающим шлюзом SGW (Serving Gateway), так и шлюзом PGW (Packet Data Network Gateway) пакетной передачи данных. Такая архитектура позволяет выполнять мобильные периферийные вычисления с множественным доступом MEC (Mobile Edge Computing), когда действуют распределенная пользовательская плоскость и централизованная плоскость управления.

В релизе 12 введена технология DC (Dual Connectivity – двойного подключения), предназначенная для увеличения пропускной способности в нисходящем направлении. При этом IP-пакеты передаются одновременно с основной MeNB (Master eNB) и вторичной SeNB (Second eNB) базовых станций.

В релиз 13 предусмотрена возможность передачи трафика на две базовые станции для восходящего канала в соответствии с загруженностью буфера мобильного устройства. Когда его загруженность ниже порогового значения, терминал передает данные только по основному каналу, а при превышении порогового значения мобильное устройство отправляет данные как на основную, так и вторичную базовые станции.

Пространственное мультиплексирование. Очередным этапом развития систем стандарта LTE-APro стало внедрение активной антенной системы AAS (Active Antenna System) с антенными элементами в количестве от 8 до 64. Это особенно актуально, если действует спектр частот выше 3,5 ГГц (релиз 13).

Полноразмерные антенные системы FD-MIMO (Full-Dimension MIMO) формируют лучи в горизонтальном и вертикальном направлениях, создают трехмерные пространственные диаграммы направленности. Причем для FD-MIMO определены два метода использования опорного сигнала информирования о состоянии радиоканала нисходящего направления CSI-RS. В методе класса А опорный сигнал CSI-RS связан с антенными элементами, количество которых не более 16; в классе В базовая станция eNB может конфигурировать до восьми лучей для каждого мобильного терминала.

В релизе 14 улучшен механизм FD-MIMO для метода класса А путем увеличения количества CSI-RS до 32, для класса В улучшение касается эффективности CSI-RS.

Объединение каналов. Для того чтобы удовлетворить растущий трафик данных, в стандарте LTE-APro реализованы новые методы объединения каналов: LAA (License Assisted Access – объединение при использовании доступа с поддержкой лицензированного и нелицензированного диапазонов частот); LWA (LTE Wi-Fi Aggregation – объединение услуг, поддерживаемых стандартами LTE и Wi-Fi); LWIP (LTE/WLAN Radio Level Integration with IPsec Tunnel – интеграция на уровне радиоканалов LTE/WLAN с применением протокола IPsec при передаче данных по туннелю). Напомним, что IPsec – набор протоколов связи для безопасного подключения терминала к сети, поддерживающих процессы аутентификации пользователя и шифрования передаваемых по сети данных.

Метод LAA представляет собой развитие процесса агрегации в стандарте LTE. Передача данных между мобильным терминалом UE и базовой станцией eNB осуществляется в лицензируемом (стандарт LTE) и нелицензируемом (Wi-Fi в диапазоне U-NII 5 ГГц) частотных диапазонах. При этом eNB служит опорной точкой для объединения каналов. Этот метод похож на способ двойного подключения терминала: данные передаются от терминала на основную базовую станцию

MeNB по сети LTE, а на вторичную базовую станцию SeNB – по сети Wi-Fi.

В релизе 13 передача данных в нелицензируемом частотном диапазоне выполняется только по нисходящему каналу, а по восходящему предусмотрена в релизе 14. Передача по радиоканалу Wi-Fi происходит между мобильным устройством и точкой доступа AP (Access Point) в соответствии с стандартами 802.11x. Базовая станция eNB служит опорной точкой при объединении каналов.

В релизе 14 усовершенствованы функции метода LWA:

- передача данных по восходящему каналу по сети Wi-Fi;

- поддержка новых частотных диапазонов вокруг 60 ГГц и интерфейсов 802.11a, 802.11ad и 802.11ay;

- сбор информации о свободной пропускной способности сети Wi-Fi;

- обнаружение соседних сетей Wi-Fi, развернутых в зоне действия базовой станции eNB.

При методе LWIP используется туннель с применением протокола IPSec для передачи IP-пакетов между базовой станцией eNB и точкой доступа Wi-Fi. В отличие от LWA метод агрегации LWIP не требует разных модификаций интерфейсов.

#### **Сервис LLC.**

Основное усовершенствование заключается в поддержке функции ретрансляции мобильными терминалами передаваемых данных для связи устройства с устройством (Device to Device – D2D). В целях общественной безопасности эта функция предусматривает передачу данных от мобильного терминала, находящегося вне зоны покрытия, через терминалы, расположенные в такой зоне.

Гибкий механизм многоадресного вещания в одной соте (точка-многоточка) при помощи усовершенствованного радиоинтерфейса SC-PTM (Single-Cell Point-To-Multipoint) представлен в релизе 13. Таким образом, при использовании технологии eMBMS (evolved Multimedia Broadcast/Multicast Services) – механизм SC-PTM совместно задействует физический канал нисходящей линии связи для широковещательной передачи информации пользователям, находящимся в данной соте.

Следует отметить, что до разработки релиза 13 организация 3GPP стандартизовала функциональные возможности для критически важных услуг. Например, технология группового речевого вызова MCPTT (Mission Critical Push-To-Talk) должна иметь предустановленный несущий канал для быстрой организации поднесущего канала в сети с eMBMS. В MCPTT при этом предусмотрена обработка групповых и индивидуальных вызовов в полуудуплексном режиме, поддержка экстренных групповых и широковещательных вызовов, их мониторинг по технологии VoLTE, присоединение абонентов к уже установленному групповому или широковещательному вызову.

Версия 13 определяет различные приложения для MCPTT: аутентификацию пользователя, принадлежность к группе, индивидуальные и групповые вызовы. Версия 14 дополняет MCPTT такими функциями, как управление конфигурацией групп пользователей, идентификацией мобильных устройств, ключами аутентификации и шифрования.

В релизе 14 представлена связь «транспортное средство – иные объекты (субъекты)» – V2X. При этом

в зависимости от различных типов устройств, к которым подключается транспортное средство, организуется связь между двумя транспортными средствами V2V (Vehicle to Vehicle); транспортным средством и инфраструктурой V2I (Vehicle to Infrastructure); транспортным средством и пешеходами V2P (Vehicle to Pedestrian) или транспортным средством и сетью связи V2N (Vehicle to Network).

#### **Сервис MTC.**

Для оптимизации процесса передачи данных в релизе 13 внесены изменения в архитектуру сети. Они касаются плоскости управления – для уменьшения количества сообщений во время организации сеанса связи, а также плоскости пользователя – для предотвращения блокировки канала при кратковременной приостановке передачи данных.

Усовершенствованная архитектура AESE (Architecture Enhancement for Service Capability Exposure) используется для раскрытия сетевых сервисов и обеспечивает доступ к таким возможностям сети, как:

- организация связи с большой задержкой, чтобы поддержать сценарий, когда приложения «общаются» с временно недоступными терминалами;

- связь «точка-многоточка»;

- увеличение цикла режима прерывистого приема DRX (Discontinuous Reception);

- мониторинг событий, влияющих на работу терминала.

Для упрощения конструкции терминала и увеличения времени работы от батареи, а также удаленного управления различными устройствами в релизе 13 представлены две новые сетевые технологии: LTE-M, работающая в полосе 1,4 МГц с терминалами категории M1; узкополосный интернет вещей NB-IoT (Narrow Band Internet of Things), действующий в полосе пропускания 180 кГц с терминалами категории NB1. Технология LTE-M – стандарт маломощной глобальной сети мобильной связи, для организации межмашинного обмена данными и IoT. Терминалы категории M1 и NB1 имеют низкую скорость (до 1 Мбит/с) и предназначены для IoT. Увеличение пропускной способности радиоинтерфейса достигается в релизе 14 введением двух новых категорий терминалов: M2 и NB2. Терминал M2 обеспечивает скорость передачи данных до 2,5 Мбит/с, NB2 – до 7 Мбит/с.

#### **ИНТЕГРАЦИЯ WI-FI**

■ Интеграция сети радиодоступа Wi-Fi с EPC с учетом всех аспектов взаимодействия (взаимосвязь между сетями Wi-Fi и LTE, а также аутентификация пользователя и защита передаваемых данных) предусмотрены в релизе 8. Однако при этом терминал не может одновременно подключаться к нескольким сетям доступа. Поэтому введена дополнительная функция обнаружения и выбора сети доступа – ANDSF (Access Network Discovery and Selection Function) и сервер ANDSF на стороне оператора, а клиентом является мобильный терминал с соответствующим программным обеспечением. Если терминал располагается в точке, откуда может быть установлено соединение с несколькими сетями доступа, то с помощью сервера ANDSF осуществляется выбор одной сети, если поддерживается только один канал IP-трафика, или трафик распределяется между несколькими сетями, если поддерживается несколько каналов. В послед-

нем случае сервер поддерживает регистрацию в дополнительной сети доступа.

Определено несколько архитектур сетей доступа, подключенных к опорной сети оператора EPC:

на основе интерфейса S2a, где сеть радиодоступа Wi-Fi является доверенной, а подключение к Wi-Fi или LTE управляется сетью (доверенной называется сеть Wi-Fi операторского класса с безопасным методом аутентификации);

на основе интерфейса S2b, где сеть радиодоступа Wi-Fi является недоверенной, но подключение к Wi-Fi или LTE управляется самой сетью (недоверенными сетями служат общественные открытые и домашние беспроводные локальные сети пользователей);

на основе интерфейса S2c, для которой сеть радиодоступа Wi-Fi может быть доверенной или недоверенной, а подключение к Wi-Fi или LTE осуществляется мобильным устройством.

В релизе 9 расширена функция ANDSF: пользователю предоставляется информация об обнаружении и выборе сети доступа в роуминге. В релизе 10 предусмотрено одновременное подключение к сетям различных технологий радиодоступа.

Функция бесшовной (с сохранением IP-адреса и сессии при хэндовере) разгрузки беспроводных локальных сетей NSWO (Non-Seamless WLAN Offload) позволяет напрямую направлять трафик в интернет, минуя EPC.

Функция MAPCON (Multi-Access PDN Connectivity) поддерживает различные соединения с сетью пакетной передачи данных общего пользования PDN. Соединения проходят либо через интерфейс LTE (например, услуги телефонной связи), либо через интерфейс Wi-Fi (например, интернет-услуги) в зависимости от политики оператора.

Релиз 12 расширяет возможности интерфейса S2a, используя три способа разгрузки трафика:

режим одиночного подключения SCM (Single-Connection Mode) дает возможность установить соединение с сетью LTE, Wi-Fi или NSWO через точку доступа Wi-Fi, а также обеспечивает мобильность пользователя (хэндовер) с сохранением IP-адреса;

режим прозрачного одиночного подключения TSC (Transparent Single) организует подключение только к одной сети (LTE или Wi-Fi) и не поддерживает мобильность пользователя между сетями LTE и Wi-Fi с сохранением IP-адреса;

режим множественного подключения MCM (Multi-Connection Mode) поддерживает одновременно одно или несколько соединений с сетью пакетной передачи данных и NSWO с помощью точки доступа Wi-Fi, а также мобильность пользователя с сохранением IP-адреса.

Функции обнаружения и выбора сетей описаны в спецификации 802.11u IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), дополнены и интегрированы Wi-Fi Alliance в спецификации Hotspot 2.0. Напомним, что Hotspot («горячая точка») – это ограниченная территория, где с помощью мобильного терминала или ноутбука, оснащенного модулем радиодоступа Wi-Fi, осуществляется выход в интернет.

Релиз 12 привел ANDSF в соответствие со стандартами Hotspot 2.0, а релиз 13 дополняет режимы передачи IP-пакетов функцией IFOM (IP Flow Mobility) для маршрутизации различных потоков к точкам доступа APN (Access Point Name) через интерфейсы LTE и Wi-Fi.

## ИНТЕГРАЦИЯ 5G

■ Первый этап развития мобильных сетей пятого поколения (5G) определяет релиз 15. Чтобы обеспечивать более широкий спектр услуг эти сети должны быть более гибкими и масштабируемыми. Они строятся по архитектуре, основанной на виртуализации сетевых функций NFV (Network Function Virtualization), в которой элементы размещаются в виртуальных средах, а разделение сетей позволяет адаптироваться к различным требованиям.

Пятое поколение, как и предыдущие, формирует базовую сеть (5GC) и сеть радиодоступа (5G NR) одного поколения, а также позволяет интегрировать элементы разных поколений в различных конфигурациях.

Сеть радиодоступа 5G NR имеет автономный SA и неавтономный NSA режимы работы. В первом случае сеть 5G NR подключается к основной сети 5G в пользовательской и управляемой плоскостях. Во втором случае сеть 5G NR подключается к опорной сети 4G только в пользовательской плоскости, а плоскость управления обрабатывается только сетью радиодоступа 4G.

Несмотря на то, что изначально оба режима должны были существовать параллельно, приоритет был отдан NSA для создания возможности быстрого реагирования на изменение пропускной способности. Этот режим использует существующие сети 4G, объединяя радиоресурсы LTE и 5G NR с ядрами сетей 4G.

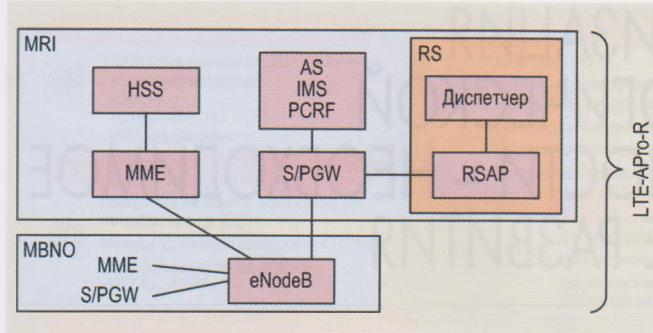
Релиз 15 не делает фундаментального технологического прорыва в интерфейсе 5G NR в сравнении с радиоинтерфейсом 4G LTE. Режим множественного доступа в обоих интерфейсах идентичен, за исключением некоторых корректировок в структуре мультиплексирования с временным разделением, а также мультиплексирования с частотным разделением и кодов исправления ошибок.

В 2020 г. 3GPP был опубликован завершающий стандарт 5G NR – релиз 16. В нем представлены новые приложения для 5G NR вне пределов традиционных услуг широкополосной мобильной связи, позволяющие повысить производительность и эффективность системы 5G. Представлен спектр улучшений, в том числе услуги прикладного уровня: V2X – «транспортное средство – другие объекты (субъекты)», что особенно важно для железнодорожного транспорта. В 2022 г. был опубликован релиз 17, посвященный вопросам реализации 5G – Advanced и IoT. В настоящее время ведется работа над материалами релиза 18, представление которого запланировано на 2024 г.

### СТАНДАРТ LTE-ADVANCED PRO-RAILWAY (LTE-APro-R)

■ Международный союз железнодорожников (UTC) планирует в 2030 г. завершить использование систем стандарта GSM-R и перейти, минуя 3G, на стандарт 4G – LTE-APro-R, а также 5G-R. Этот переход будет осуществляться в рамках разработанной концепции будущей системы железнодорожной мобильной связи – FRMCS (Future Railway Mobile Communication System).

Системы 4G (стандарт LTE-R) уже работают на отдельных высокоскоростных железнодорожных направлениях нескольких стран. В развитии функциональных возможностей сервисов MBB, LLC и MTC в стандарте LTE-APro-R будут поддерживаться все сервисы стандарта GSM-R: интеллектуальное управление движением поезда, приоритетность при организации сеансов связи, адресация в структуре



оперативно-технологической связи и др. Для их реализации в LTE-APro-R предусмотрена подсистема RS (Railway Specific) в составе сервера RSAP (Railway Safety Answering Point) и пульта поездного диспетчера.

Структурная схема организации сети с наличием мобильной железнодорожной инфраструктуры MRI (Mobile Railway Infrastructure) и арендуемой у мобильного базового сетевого оператора MBNO (Mobile Base Network Operator) сети радиодоступа представлена на рисунке. Аренда сети радиодоступа целесообразна по причине возможного отсутствия выделенного для железнодорожного транспорта частотного ресурса на первом этапе развития сети LTE-APro-R [6]. Помимо подсистемы RS, на рисунке показаны сетевые компоненты в составе MRI и MBNO: узел управления мобильностью MME (Mobility Management Entity), сервер абонентских данных HSS (Home Subscriber Server), шлюз маршрутизации трафика PGW (Packet Data Network Getaway), обслуживающий шлюз SGW

(Serving Getaway). Кроме того, представлен узел управления качеством обслуживания и тарификацией PCRF (Policy and Charging Rules Function), элементы подсистемы предоставления мультимедийных услуг по протоколу IP-IMS (IP Multimedia Sub-System), сервер приложений AS (Application Server), узел базовой станции eNodeB (evolved Node Base station).

Помня об опыте длительного периода развертывания сетей стандарта GSM-R на сети железных дорог, можно предположить, что сегодня выделение требуемой для железнодорожного транспорта полосы частот в силу разных причин может произойти не очень скоро.

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Rahnema M., Dryjanski M. From LTE to LTE-Advanced Pro and 5G (Mobile communication). London : Artech House, 2017. 372 p.
- Лохвицкий М.С., Сорокин А.С., Шорин О.А. Мобильная связь: стандарты, структуры, алгоритмы, планирование. – М.: Горячая линия – Телеком, 2018. – 264 с.
- LTE-Advanced Pro Introduction : White paper // Rohde & Schwarz : Site. 2012. URL: [https://www.rohde-schwarz.com/us/applications/LTE-advanced-technology-introduction-white-paper\\_230854-15630.html](https://www.rohde-schwarz.com/us/applications/LTE-advanced-technology-introduction-white-paper_230854-15630.html).
- Executive summary. Inside 3GPP Release 13 – Understanding the Standards for HSPA+ and LTE-Advanced Enhancement 2016 Update. 2015. 26 p. URL: [https://www.3g4g.co.uk/4\\_5G/4\\_5G\\_Inside\\_3GPP\\_Release\\_13\\_5G\\_Americas\\_Oct2016.pdf](https://www.3g4g.co.uk/4_5G/4_5G_Inside_3GPP_Release_13_5G_Americas_Oct2016.pdf).
- Dahlman E., Parkvall S., Sköld J. 4G LTE Advanced Pro and The Road to 5G. Elsevier, 2016. 616 p.
- Юркин Ю.В., Маслова А.А., Герасимов Е.М. Организация гетерогенной сети мобильной связи, // Автоматика связи информатика. 2022. №10. С. 15–19. DOI: 10.34649/AT.2022.10.10.003

## ПЗФ-300

ИЗМЕРИТЕЛЬ ПАРАМЕТРОВ УЗО И СОПРОТИВЛЕНИЯ СЕТИ

#### ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

- Проверка параметров общих и селективных УЗО типов А, АС с номинальными дифференциальными токами 10, 30, 100, 300 и 500 мА при протекании синусоидального и пульсирующего постоянного тока с углом задержки фазы 0, 90 и 135°;
- измерение полного сопротивления петли «фаза-нуль» и «фаза-фаза» от 0,01 до 300 Ом с вычислением прогнозируемого тока КЗ от 0,001 до 24 (41) кА;
- измерение сопротивления металлического заземления от 0,01 до 20 Ом;
- измерение напряжения переменного тока L-N от 10 до 450 В, L-PE и N-PE от 10 до 300 В;
- рабочие условия эксплуатации прибора: -15 до +55 °C.

#### ОСОБЕННОСТИ

- Измерение напряжения прикосновения при протекании номинального дифференциального тока УЗО;
- проведение испытаний в автоматическом режиме по заранее выбранной программе;
- магнитный держатель;
- беспроводная связь с компьютером (Bluetooth), память на 10000 измерений;
- гарантия – 3 года, межповерочный интервал – 2 года.



## ИС-05, ИС-06 ИЗМЕРИТЕЛИ СОПРОТИВЛЕНИЯ ЗАЗЕМЛЕНИЯ

#### ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

- Измерение сопротивления элементов заземления от 0,01 Ом до 10 кОм;
- защита от появления напряжения во время измерения;
- автоматический выбор диапазонов измерений;
- возможность калибровки прибора на сопротивление измерительных проводников произвольной длины;
- высокинформативный жидкокристаллический дисплей (ИС-05), светодиодный дисплей (ИС-06);
- память на последнее измерение;
- ударопрочный, пыле- и влагозащищенный корпус, степень защиты IP54;
- питание от пяти сменных элементов питания типоразмера AA;
- защита от неправильного включения;
- высокая помехоустойчивость;
- межповерочный интервал – 2 года.



## СТАЛКЕР ПМ-3 МАРКЕРОИСКАТЕЛЬ

СДЕЛЯНО  
В РОССИИ



Обнаружение положения и глубины залегания всех типов пассивных и интеллектуальных (ID) маркеров.

- Запись/чтение данных из интеллектуальных маркеров;
- высокоточное позиционирование (до 1 см) совместно с RTK планшетом PrinCe LT700H;
- время непрерывной работы от Li-ion аккумуляторов – 9 ч.

ПАССИВНЫЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ МАРКЕРЫ СЕРИИ «МП» (ШАРОВЫЕ, САМОВЫРАВНИВАЮЩИЕСЯ)

- Глубина обнаружения – до 1,8 м;
- расчетный срок службы – до 50 лет.



РАДИО-СЕРВИС



426000, г. Ижевск, а/я 10047, ул. Пушкинская, 268, тел.: (3412) 43-91-44  
факс: (3412) 43-92-63, e-mail: office@radio-service.ru, www.radio-service.ru

на правах рекламы



**НИКОЛЬСКАЯ  
Лариса Юрьевна,**  
ОАО «РЖД», Департамент  
технической политики, заме-  
ститель начальника, главный  
метролог, Москва, Россия

# ЦИФРОВИЗАЦИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ – НЕОБХОДИМОЕ УСЛОВИЕ РАЗВИТИЯ

С каждым годом на железнодорожном транспорте внедряется все больше новейших информационно-измерительных систем и технологий, требующих точных измерений. Одна из основных задач Метрологической службы ОАО «РЖД» состоит в том, чтобы обеспечивать эту точность.

■ В ОАО «РЖД» в технологических процессах на инфраструктуре и подвижном составе эксплуатируется более 2,7 млн средств измерений, требующих постоянного метрологического обслуживания. Именно эту задачу решает Метрологическая служба ОАО «РЖД», созданная в 2005 г. На протяжении всего периода существования она непрерывно развивается, идя в ногу со стратегическим и технологическим развитием компании.

На сегодняшний день Метрологическая служба ОАО «РЖД» включает в себя 33 метрологических подразделения, непосредственно обслуживающих средства измерений, а также работников функциональных филиалов, ответственных за метрологическое обеспечение, осуществляющих учет и контроль состояния средств измерений в своих подразделениях.

Все метрологические подразделения, а это 16 центров метрологии, 16 участков по обслуживанию локомотивных устройств безопасности и ПКБ ЦТ, аккредитованы Росаккредитацией на право поверки средств измерений. Они ежегодно поверяют более 350 тыс. различных средств измерений, применяющихся в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений (ГРОЕИ), установленной Федеральным законом «Об обеспечении единства измерений», определяя их пригодность и точность.

В то же время на железнодорожном транспорте не менее важна точность средств измерений, применяемых вне сферы ГРОЕИ, поэтому такие средства подлежат калибровке. С этой целью в компании сформирована Система калибровки средств измерений (СКРЖД), и все центры метрологии железных дорог периодически подтверждают свою компетентность на выполнение калибровочных работ.

Метрологическая служба ОАО «РЖД» – это обширная сеть стационарных производственных площадок (порядка 400 лабораторий и участков), а также 53 мобильных метрологических комплексов на базе вагонов и автомобилей, позволяющих осуществлять собственными силами метрологическое обслуживание более 2 млн средств измерений в год по всей территории России.

Кроме того, метрологические подразделения имеют свыше 22,7 тыс. современных эталонов. Этalonная база постоянно развивается, эталоны зарубежного производства активно замещаются отечественными и более высокоеффективными.

В современных условиях всеобщей цифровизации, внедрения новейших цифровых средств измерений и информационно-измерительных систем Метрологической службе необходимо действовать на опережение и планировать свое развитие в соответствии со стратегическими целями компании. В связи с этим в 2020–2022 гг. были разработаны и утверждены Концепция развития системы метрологического обеспечения до 2030 г. и Комплексная программа развития автоматизации управления метрологическим обеспечением в условиях цифровой трансформации компании, определяющие основные направления развития и пути их реализации.

Важнейшие инновационные проекты ОАО «РЖД», такие как измерительные системы на электропоезде ЭС2Г «Ласточка» в рамках реализации автоматизированной «беспилотной» транспортной системы на Московском центральном кольце, комплексные научно-технические проекты цифровой железнодорожной станции, Российская система управления движением поездов (РСУДП), «умные» локомотивы и вагоны, комплексные системы диагностики, являются яркими примерами интеллектуальных измерительных систем, которые совмещают в себе процессы измерений, передачи информации, программной обработки, автоматической расшифровки и удобного ее представления.

Следует отметить, что инновационные проекты основываются на данных, получаемых от различных средств измерений и устройств с измерительными функциями в составе этих систем.

В настоящее время ОАО «РЖД» совместно с АО «НИИАС» прорабатывает вопрос автоматизации поверки с использованием инновационной цифровой эталонной базы и применением дистанционных методов. При этом должен быть автоматизирован не только процесс поверки, но и процесс управления условиями ее проведения и оформления результатов.

В рамках цифровой трансформации эталонной базы ведется разработка мобильной лаборатории с первым в компании виртуальным эталоном. Он представляет собой виртуальный калибратор для метрологического обслуживания измерительных систем подвижного состава, который позволит выполнять калибровку измерительных каналов в системах управления и ресурсосбережения локомотивов.

Реализуется также новое перспективное направление в автоматизации метрологического обслуживания



### Примеры информационно-измерительных систем

средств измерений – дистанционная калибровка с использованием сетей передачи данных. На полигоне Октябрьской дороги центр метрологии совместно со службой автоматики и телемеханики третий год успешно осуществляет дистанционную калибровку многофункциональных измерительных комплексов КТСМ-02. При этом калибратор работает в центре метрологии, ему не нужно выходить с рабочего места на железнодорожные пути. Кроме того, центром метрологии Октябрьской дороги в 2022 г. освоена методика дистанционной калибровки путевых электронных шаблонов типа «НЕВА-1С».

Метрологическая служба ОАО «РЖД» участвует в разработке и реализации проектов с внедрением новых измерительных систем и комплексов, устанавливаемых на подвижном составе и на объектах инфраструктуры. Так, например, в прошлом году проведены эксплуатационные испытания цифрового диагностического комплекса для измерений геометрических параметров колесных пар подвижного состава «Комплекс-2С». Сейчас он введен в подконтрольную эксплуатацию на МЦК.

Неотъемлемой частью метрологической деятельности является процесс управления, эффективность которого невозможна без использования автоматизированных систем. Автоматизация процессов управления железнодорожным транспортом с территориально-распределенными объектами – это сложная программная обработка поступающей от удаленных средств измерений первичной информации для нахождения оптимальных управлеченческих решений. Для решения этой задачи последние три года ведется реинжиниринг существующей автоматизированной системы управления метрологическим обеспечением ОАО «РЖД» (АСУ МО), которая разрабатывалась как комплекс частично связанных между собой подсистем, модулей и АРМов для разных подразделений компании.

В результате реинжиниринга созданная автоматизированная система сможет обеспечить полноценный и достоверный учет всех средств измерений, дать возможность оперативно контролировать их состояние, а также осуществить переход на импортонезависимое ПО, автоматизировать основные сквозные бизнес-процессы организации метрологического обеспечения подразделений компании и метрологического обслуживания средств измерений.

В последующем планируется внедрение электронно-цифровой подписи, разработка сайта и мобильного приложения, а также ресурсно-сервисных моделей и функциональности для развития компетенций сотрудников. Важно, что АСУ МО будет интегрирована с внутренними (производственными, кадровыми, финансовыми) системами компании, а также с внешними федеральными государственными информационными системами (ФГИС «АРШИН» и ФГИС Росаккредитации). Это позволит сформировать единое цифровое пространство, содержащее необходимую информацию для эффективного управления всеми бизнес-процессами метрологической деятельности ОАО «РЖД».

Наряду со всеми перечисленными аспектами и факторами развития также стоит отметить важность вопроса квалификации персонала, задействованного в обслуживании сложных систем. В ОАО «РЖД» на базе Октябрьского и Западно-Сибирского центров метрологии организовано обучение руководителей и специалистов в области обеспечения единства измерений. Обучение осуществляется во взаимодействии с государственными учебными заведениями: вузами железнодорожного транспорта и Академией стандартизации, метрологии и сертификации. Для этого созданы выездные кафедры Санкт-Петербургского и Новосибирского филиалов АСМС.

Вместе с тем Октябрьский и Приволжский центры метрологии, входящие в Метрологический образовательный кластер Росстандарта, для популяризации профессии «метролог» проводят ознакомительные и образовательные мероприятия для школьников, в том числе на базе детских железных дорог.

С целью дальнейшего расширения сотрудничества с органами власти в сфере обеспечения единства измерений и стандартизации в прошлом году заключено Соглашение о взаимодействии между ОАО «РЖД» и Росстандартом. В него вошли такие приоритетные направления, как импортозамещение метрологического оборудования; развитие цифровых технологий в стандартизации и обеспечении единства измерений; разработка и интеграция автоматизированных информационных систем; выработка и организация совместных мероприятий; взаимодействие в подготовке специалистов технического регулирования, стандартизации и обеспечения единства измерений и др.



КОВАЛЬ

Татьяна Степановна,  
ОАО «РЖД», Центральная  
дирекция инфраструктуры,  
начальник службы  
управления персоналом,  
Москва, Россия

# РАЗВИТИЕ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА В ХОЗЯЙСТВЕ АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ

**В современном быстро меняющемся мире роль человеческого капитала неуклонно растет. В век цифровизации и трансформации он становится фундаментом развития экономики любой страны. Человеческий капитал организации включает знания, навыки, интеллектуальные и профессиональные способности, физическое и психологическое здоровье персонала, использующееся для получения высоких результатов деятельности той или иной организации.**

■ В производственном процессе Центральной дирекции инфраструктуры задействованы почти 230 тыс. чел., из которых около 30 тыс. трудятся в хозяйстве автоматики и телемеханики (см. рисунок). Причем в хозяйстве самый большой процент молодых работников (41 %). Основную производственную группу составляют электромеханики СЦБ (17,5 тыс. чел.), около половины из них имеют высшее образование.

Сегодня в компании особое внимание уделяется развитию Восточного полигона и участкам МЦД-3, МЦД-4 Московского транспортного узла. Для гарантированного обеспечения квалифицированным персоналом подразделений, расположенных в регионах с дефицитом трудовых ресурсов, в Центральной дирекции инфраструктуры разработан проект соответствующей программы до 2027 г. В ней учтен прогноз миграционной убыли населения и дополнительная потребность в персонале на увеличенные объемы работ и эксплуатацию новых объектов. Программа предусматривает применение новых источников восполнения персонала (вахтовый метод работы, иностранная рабочая сила, командирование и др.).

Для повышения лояльности и мотивации персонала, улучшения показателей эффективности труда и развития организации в ОАО «РЖД» предусмотрена система дополнительного премирования. Так, за обеспечение безопасности

движения по итогам работы за прошлый год поощрены премией более 5 тыс. работников структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики, регулярно выплачиваются вознаграждения за Паспорта доверия, обнаружение трудновыявляемых дефектов и несоответствий устройств ЖАТ.

Как материальной, так и нематериальной мотивацией служат классные звания. Они действуют один календарный год, в течение которого работнику выплачивается надбавка к заработной плате: 25 % к окладу (месячной тарифной ставке) за I класс и 15 % – за II класс.

По мнению самих сотрудников, классность подтверждает доверие руководства, способствует здоровой конкуренции в коллективе, это мощный стимул повышения эф-

фективности труда. В 2023 г. классные звания присвоены 2,7 тыс. электромеханикам.

ЦДИ постоянно взаимодействует с Управлением автоматики и телемеханики по выстраиванию эффективной работы с руководящими кадрами. Показатели выполняются и имеют положительную динамику. В хозяйстве имеется 709 номенклатурных должностей, сменяемость при этом составляет 2 %.

Улучшается качественный состав работников. Совместно с производственным блоком реализован комплексный план по привлечению, закреплению и развитию персонала. Для этого осуществляется трудоустройство выпускников вузов и техникумов железнодорожного транспорта на линейные предприятия после окончания обучения. В текущем



году в хозяйстве будут трудоустроены 434 молодых специалиста. Кроме того, дополнительно (сверх целевого) будут приняты на работу еще 137 выпускников вузов и техникумов.

Руководители (в том числе среднего звена) направляются на обучение по программам высшего образования (заочная форма). При этом обеспечивается соотношение численности сотрудников с высшим образованием по профилю деятельности, замещающих вышестоящие должности. В этом году 127 представителей дирекций завершат обучение по заочной форме, 22 чел. прошли обучение по программам профессиональной переподготовки.

Проведенная работа позволяет формировать списки кандидатов для замещения должностей начальников участков, старших электромехаников, а в дальнейшем и резерв на должности руководителей дистанций СЦБ.

Для развития профессиональных компетенций работников утверждено девять технических заданий на разработку типовых программ («Техническая эксплуатация и обслуживание микропроцессорных систем ЖАТ», «Особенности проверки, регулировки и ремонта аппаратуры ЖАТ», «Организация работы и технология ведения технической документации с применением программного комплекса КЗ АРМ-ВТД» и др.). Актуализировано семь программ для специалистов и рабочих для учебных центров ОАО «РЖД», в системе СДО («Час знаний») доступно к изучению 18 электронных курсов.

В текущем году профессиональное развитие пройдут около 3 тыс. руководителей и специалистов, 2 тыс. рабочих. Продолжается подготовка групп резерва руководителей дистанций СЦБ на базе РАПС РУТ (МИИТа). В 2023 г. обучение пройдут три группы (51 чел.). На данный момент совместно с вузом идет разработка программы обучения для руководителей служб.

Готовится к утверждению Положение о профессиональном развитии руководителей ЦДИ. Это новый системный документ по работе с руководителями,

включая руководителей среднего звена. В нем описаны все основные алгоритмы действий по их отбору, расстановке и системному развитию.

Совместная работа с производственным блоком по оценке и развитию профессиональных компетенций сотрудников способствовала увеличению на 16 % числа работников, отвечающих требованиям. Сегодня в хозяйстве автоматики и телемеханики актуальную оценку имеют 98 % сотрудников (20,4 тыс. чел.), соответствуют модели почти 97 % (19,6 тыс. чел.).

Несмотря на то, что негативное влияние человеческого фактора на производственный процесс в хозяйстве относительно уровня прошлого года снизилось на 0,5 % и составляет 9,6 %, риски в работе с персоналом сохраняются.

По влиянию ошибочных действий персонала в хозяйстве допущено 352 отказа технических средств. Чаще всего они связаны с непредумышленными действиями (324 случая) и низкой исполнительской дисциплиной (28 случаев).

Специалисты кадрового блока ведут пофамильные списки допустивших нарушения работников, планируют и реализуют такие развивающие мероприятия, как обучение в образовательной организации, проведение технических занятий и курсов в системе СДО.

При этом процесс приобретения и поддержания практических навыков требует совершенствования. Именно в этом вопросе необходимо выстраивать совместную работу кадрового и производственного блоков. Это повысит эффективность применения действующих инструментов развития, формирования практических навыков и культуры производства.

Одним из таких инструментов является внедренная в компании обновленная система профессионального наставничества. Она была апробирована в 2022 г. в рамках pilotного проекта в 10 структурных подразделениях Октябрьской, Северной и Западно-Сибирской дирекций инфраструктуры и касалась пяти профессий: осмотрщик-ремонтник вагонов, дежурный по переезду,

монтер пути, электромеханик СЦБ, оператор дефектоскопной тележки группы по расшифровке записей дефектоскопных тележек.

Система распространяется на работников, принятых на работу впервые, а также переведенных на новую должность или в новое подразделение, чей функционал в текущей должности существенно меняется.

Обновленная система предполагает описание конкретных действий (групп навыков), которые в процессе трудовой деятельности должен выполнять работник и, соответственно, их оценку.

Уменьшено количество документов, регламентирующих процесс наставничества. Процесс автоматизирован в информационной системе управления трудовыми ресурсами, а сами наставники освобождены от бумажной работы. Новая методика позволяет выстроить процесс таким образом, что и наставнику, и его ученику будет понятно, чему нужно научить и научиться и какие навыки продемонстрировать в итоге.

Теперь о результатах работы наставника будут свидетельствовать оценки по итогам демо-дня. Если наставляемый справился успешно, значит цель профессионального наставничества достигнута.

Среди основных приоритетных направлений в работе с персоналом можно выделить: создание Положения о профессиональном развитии руководителей ЦДИ; актуализацию Перечня ключевых профессий (должностей) и их ключевых компетенций, по которым требуется дополнительное обучение; продолжение профессионального развития работников по «западающим» компетенциям и допустивших отказы технических средств. Кроме того, важными задачами является актуализация программ дополнительного профессионального образования, направленных на развитие работников, дальнейшее внедрение в Центральной дирекции инфраструктуры профессионального наставничества, а также применение новых инструментов привлечения и закрепления персонала.

## ЗАСЛУЖЕННЫЕ НАГРАДЫ

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

**знаком «ПОЧЕТНЫЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНИК ОАО «РЖД»:**



**Аскерханов Абдурашид Абдулкадырович** – старший электромеханик Махачкалинской дистанции сигнализации, централизации и блокировки Северо-Кавказской дирекции инфраструктуры;

**Бородин Юрий Николаевич** – начальник Ульяновского регионального центра связи Самарской дирекции связи;

**Гамзин Александр Анатольевич** – электромеханик Ершовской дистанции сигнализации, централизации и блокировки Приволжской дирекции инфраструктуры;

**Гнатюк Константин Евгеньевич** – старший электромеханик Тындинской дистанции сигнализации, централизации и блокировки Дальневосточной дирекции инфраструктуры;

**Гришечко Галина Эдуардовна** – ведущий инженер по организации и нормированию труда Брянск-Унечской дистанции сигнализации, централизации и блокировки Московской дирекции инфраструктуры;

**Дворонинов Александр Владимирович** – старший электромеханик Березниковской дистанции сигнализации, централизации и блокировки Свердловской дирекции инфраструктуры;

**Деянов Юрий Вадимович** – ведущий инженер по эксплуатации технических средств Горьковского регионального центра связи Нижегородской дирекции связи;

**Зинатуллин Ильдар Калимуллович** – электромеханик Ургальской дистанции сигнализации, централизации и блокировки Дальневосточной дирекции инфраструктуры;

**Золотов Василий Геннадьевич** – главный инженер Саянской дистанции сигнализации, централизации и блокировки Красноярской дирекции инфраструктуры;

**Иванов Андрей Алексеевич** – начальник отдела эксплуатации средств железнодорожной автоматики службы автоматики и телемеханики Забайкальской дирекции инфраструктуры;

**Калистратов Роман Владимирович** – начальник участка производства Санкт-Петербургского регионального центра связи Октябрьской дирекции связи;

**Колесников Николай Михайлович** – старший электромеханик Казанской дистанции сигнализации, централизации и блокировки Горьковской дирекции инфраструктуры;

**Копылов Евгений Алексеевич** – ведущий технолог Киришской дистанции сигнализации, централизации и блокировки Октябрьской дирекции инфраструктуры;

**Куприянов Вадим Анатольевич** – заместитель начальника службы экономики Центральной станции связи – начальника отдела;

**Легеньков Сергей Павлович** – старший электромеханик Воронежского регионального центра связи Воронежской дирекции связи;

**Лесницкий Игорь Викторович** – электромеханик Ершовской дистанции сигнализации, централизации и блокировки Приволжской дирекции инфраструктуры;

**Литус Александр Георгиевич** – старший электромеханик Минераловодского регионального центра связи Ростовской дирекции связи;

**Маркова Людмила Николаевна** – инженер по эксплуатации технических средств Няндомской дистанции сигнализации, централизации и блокировки Северной дирекции инфраструктуры;

**Самойлова Татьяна Геннадьевна** – электромеханик Ачинской дистанции сигнализации, централизации и блокировки Красноярской дирекции инфраструктуры;

**Семисынова Татьяна Таджиевна** – заместитель начальника отдела Ярославской дирекции связи;

**Слапня Ирина Павловна** – ведущий инженер Калининградской дистанции сигнализации, централизации и блокировки Калининградской дирекции инфраструктуры;

**Устинова Надежда Александровна** – ведущий инженер сектора развития и внедрения технических средств службы автоматики и телемеханики Свердловской дирекции инфраструктуры;

**Федосеев Михаил Леонидович** – старший электромеханик Пермской дистанции сигнализации, централизации и блокировки Свердловской дирекции инфраструктуры;

**Харин Андрей Федорович** – старший электромеханик Карталинского регионального центра связи Челябинской дирекции связи;

**Харитонов Евгений Валентинович** – ведущий администратор телекоммуникационной сети Хабаровского информационно-вычислительного центра;

**Шабанов Андрей Николаевич** – начальник Новосибирского информационно-вычислительного центра;

**Штрайхер Михаил Яковлевич** – начальник отдела Санкт-Петербургского информационно-вычислительного центра;

**Яворовский Виталий Викторович** – электромеханик Аскизской дистанции сигнализации, централизации и блокировки Красноярской дирекции инфраструктуры.

**Поздравляем с высокой наградой!**

# СПЛОЧЕННАЯ КОМАНДА ПРОФЕССИОНАЛОВ



**МАРТЫНОВ**  
Виктор Николаевич,  
ОАО «РЖД», Главный  
вычислительный центр,  
Воронежский информа-  
ционно-вычислительный  
центр, начальник,  
г. Воронеж, Россия



**КРИТСКАЯ**  
Елена Александровна,  
ОАО «РЖД», Главный  
вычислительный  
центр, Воронежский  
информационно-  
вычислительный центр,  
технолог, г. Воронеж,  
Россия

По итогам прошлого года Воронежский ИВЦ стал победителем сетевого соревнования. Такой успех не случайность, а скорее закономерность, ведь коллектив вычислительно-го центра планомерно шел к этой цели, ежеквартально занимая призовые места.

История Воронежского ИВЦ началась в 1970 г. с создания лаборатории вычислительной техники Юго-Восточной дороги. Она располагалась в помещении чуть меньше 20 м<sup>2</sup>, а 18 сотрудников обслуживали две электронно-клавишные вычислительные машины типа «Искра» и электромеханическую пишущую машину «Оптима-электрик». За три года поэтапно были введены в эксплуатацию три ЭВМ «Минск-32» с объемом оперативной памяти 32 Кб и производительностью 14 тыс. операций в секунду каждая. Тогда же на базе лаборатории был организован информационно-вычислительный центр Юго-Восточной дороги, первым начальником которого стал Юрий Александрович Титов.

К середине 70-х гг. специалисты центра внедрили комплекс программ автоматизированной системы текущего планирования работы сортировочной станции (АСТП) на семи станциях дороги. Сдали в промышленную эксплуатацию первую очередь автоматизированных систем управления дороги (АСУ), обеспечивающих решение более 30 задач. Ввели в эксплуатацию первую ЭВМ серии ЕС-1022 с объемом оперативной памяти 256 Кб и производительностью 80 тыс. операций в секунду.

Кроме того, были подключены ЕС ЭВМ 1035 с расширенной комплектацией, оперативной памятью 3 Мб и производительностью 200 тыс. операций в секунду, что позволило внедрить первую очередь АСОУП. Также вводится в эксплуатацию АСУСС. Освоение новой вычислительной техники расширило комплекс автоматизированных систем, а общее количество решаемых задач составило около 150. Уже к началу 90-х гг. вычислительная мощность ЦВК возросла до 800 тыс. операций в секунду за счет ввода двухмашинного комплекса ЭВМ ЕС-1045, двух ЭВМ ЕС-1046 и др.

Во второй половине восьмидесятых годов для оснащения рабочих мест пользователей поступили первые ПЭВМ — «Роботрон 1715». В отделениях дороги создаются пункты концентрации информа-

ции (ПКИ), связанные с ИВЦ аппаратурой «Акорд 1200» и АПД ТАР-3, на крупных станциях появляются КСАРМ на базе СМ-1800 (1810). Разрабатываются автоматизированные рабочие места (АРМ) различного назначения на базе ПЭВМ.

В девяностые годы вычислительная техника становится неотъемлемой частью технологического процесса перевозок.

С 1992 г. Юго-Восточная дорога была подключена к системе «Экспресс-2», благодаря чему осуществлен переход на автоматизированную продажу билетов по ходу следования пассажирских поездов.

В 1995 г. с переездом ИВЦ в новое здание были развернуты вычислительные комплексы ЭВМ IBM 4381, что увеличило мощность вычислительных операций почти в два раза. Благодаря подключению процессора телеобработки ПТД 3725 на обслуживание в ИВЦ с Московской дороги переведена система «Экспресс-2». Приступили к оснащению рабочих мест товарных контор АРМ ТВК. В структуру Воронежского ИВЦ тогда входили пять региональных вычислительных центров.



Награждение коллектива ИВЦ за победу в сетевом соревновании по итогам 2022 г.

Во второй половине 90-х гг. началось плановое развитие сетей передачи данных, информатизация подверглась финансово-экономическая деятельность и управление материально-техническими ресурсами и др., на всех 176 предприятиях дороги был автоматизирован бухгалтерский учет.

В 2000-е годы был разработан и утвержден технический проект модернизации системы передачи данных (СПД) Юго-Восточной дороги. Сегмент СПД дороги состоял из 26 узлов: РУ-1, ТПУ-5, ПУ-20. Количество эксплуатируемых ПЭВМ возросло до 4,8 тыс. единиц. Система «Экспресс-2» переведена на платформу ЭВМ IBM 9672 R31 с использованием МПД БИТЛ, а затем осуществлен переход на систему «Экспресс-3». В эксплуатацию введен Единый диспетчерский центр управления перевозочным процессом (ЕДЦУ). Началась опытная эксплуатация автоматизированной системы диспетчерского контроля (АСДК).

По мере ввода в эксплуатацию ВОЛС основные внутридорожные связи переводились на цифровые каналы. Стали активно подключаться к СПД дорожные предприятия с использованием xDSL-технологий. Специалисты ИВЦ вели работы по информационному развитию опорных центров и девяти районов управления дороги. На предприятиях дороги в опытную эксплуатацию внедрены системы ЕК АСУФР и ЕК АСУТР. Сдана в эксплуатацию система ГИД «Урал-ВНИИЖТ» на главном пассажирском ходу, что дало возможность отменить ручное ведение графика исполненного движения на этом участке. Выполнены работы по подключению станций к системе ЭТРАН. Принята в эксплуатацию первая очередь системы «СИРИУС».

В 2007 г. Воронежский ИВЦ вошел как структурное подразделение в состав Главного вычислительного центра – филиала ОАО «РЖД». В те годы в эксплуатацию внедрялись новые функциональности системы ЕК АСУТР, Автоматизированная система комиссационных месячных осмотров станций (АС КМО), Единая система поддержки пользователей информационных систем (АСУ ЕСПП), начинается опытная эксплуатация системы Единой автоматизированной системы электронного документооборота (ЕАСД) и др.

На базе Воронежского ИВЦ в 2014 г. был создан Контакт-центр, постепенно ставший единой точкой входа для пользователей всей сети дорог.

Сегодня информационный центр обеспечивает процессы информатизации железнодорожного транспорта на 260 станциях и перегонах. Коллектив вычислительного центра состоит из 266 человек, большинство из которых женщины. Почти все сотрудники имеют высшее образование. Они сопровождают 528 виртуальных и 285 физических серверов, 4558 ед. сетевого оборудования, 1248 узлов СПД. Активное внедрение передовых технологий практически во все технологические процессы компании значительно повысило их эффективность.

В период пандемии специалистами ИВЦ на удаленный режим работы оперативно были переведены 4,6 тыс. сотрудников компании, что обеспечило непрерывность бизнес-процессов.



Дежурная смена ИВЦ, конец 70-х гг.

За последние годы электронный документооборот и безбумажные технологии стали неотъемлемой частью работы подразделений воронежской магистрали.

И сегодня сотрудники центра не сдаются позиций, смело двигаясь к новым достижениям, оставаясь надежными, ответственными и высококвалифицированными специалистами. С уверенностью можно сказать, что коллектив ИВЦ – это сплоченная команда, готовая к слаженной и плодотворной работе как для достижения поставленных руководством целей, так и для взаимодействия со смежными службами и подразделениями компании.

Примером такого сотрудничества может служить деятельность рабочей группы по разработке и внедрению автоматизированной системы роботизации процессов Центра фирменного транспортного обслуживания (АС РП ЦФТО). За прошедший год роботизирована 51 рутинная операция Территориальных центров фирменного транспортного обслуживания (ТЦФТО). Разработка этих программ выполнялась в основном специалистами Воронежского ИВЦ. Применение инновационных технологий роботизации на РПА-платформе ROBIN позволит решить без привлечения дополнительных трудовых ресурсов проблемы, связанные с высокой трудоемкостью бизнес-процессов в сфере грузовых перевозок, а также минимизировать ошибки, обусловленные человеческим фактором. Внедрение АС РП ЦФТО повысит операционную эффективность и улучшит качественные показатели работы ТЦФТО, что, в свою очередь, поможет в выполнении стратегических целей компании.

Не менее перспективной задачей является создание автоматизированной системы операционной деятельности железной дороги на основе индикативного управления. Специалистами центра разработан «ashboard» (или «аналитическая панель»), на котором размещены индикаторы эффективности, отображающие показатели работы дороги в экономическом выражении. Сами индикаторы рассчитываются программными роботами на основе доступных данных различных информационных систем и соответствующих формул для расчета, предоставленных причастными дирекциями и службами. Наглядный интерфейс помогает оценить уровень выполнения показателей

и в случае необходимости принять корректирующие управленческие решения. В дальнейшем данная разработка может послужить хорошей основой для создания информационной системы, формирующей индикативное управление по различным блокам показателей.

Более двух лет назад в ИВЦ начата разработка систем искусственного интеллекта. За это время выполнено развертывание ПТК в виртуальной инфраструктуре, настроена сеть передачи данных тестового полигона проекта и интеграция платформы искусственного интеллекта. В прошлом году создана рабочая группа для организации подконтрольной эксплуатации инструментов искусственного интеллекта (чат-ботов) на полигоне Юго-Восточной дороги. Использование ИИ дает возможность не только автоматизировать практически любой процесс, но и настроить его в соответствии с конкретной задачей за счет постоянного обучения.

Подконтрольная эксплуатация чат-бота «Виртуальный консультант» дала возможность в полной мере реализовать это преимущество, создав единую базу из накопленных диалогов в целях улучшения сценариев, анализа поведения пользователей и контроля качества обслуживания. На полигоне дороги этот сервис используют 28 дирекций. К началу текущего года ИИ обработал свыше 18 тыс. обращений пользователей. Специалисты Воронежского ИВЦ активно занимались популяризацией данного проекта, разъясняя железнодорожникам его преимущества, основными из которых являются круглосуточная онлайн-поддержка в едином интерфейсе, отсутствие времени ожидания и широкие возможности обратной связи. Сейчас доступно создание отзыва в чат-боте и через АСУ ЕСПП.

В этом году «Виртуальный консультант» передан в промышленную эксплуатацию, но продолжает непрерывно развиваться и совершенствоваться, в том числе благодаря активности пользователей, позволяющей проанализировать их актуальные потребности. Так, на слете молодежи ГВЦ в прошлом году воронежскими специалистами была предложена идея создания виртуального помощника для работников ОАО «РЖД» в решении часто задаваемых

вопросов в адрес «РЖД-Медицина». С его помощью можно получить ответы, касающиеся ВЭК, ДМС, ОМС, больничных листов, COVID, правильного питания, коммерческих услуг и др. На текущий момент пользователи уже могут увидеть часть вопросов в АС «Виртуальный консультант».

Сотрудники Воронежского ИВЦ – профессионалы своего дела, разносторонне развитые и талантливые люди. Среди них технолог I категории И.В. Меркулова, ставшая победителем конкурса «Лучший по профессии» по итогам прошлого года. Она принимала активное участие в реализации проекта роботизации РЦКУ Юго-Восточной дороги, участвовала в конкурсе «Log-Ton» в команде «RedLog» с проектом «Развитие малого и среднего бизнеса за счет использования незадействованных мощностей партнеров ОАО «РЖД» и разворота грузопотоков в направлении Север-Юг». Идея проекта заключается в разгрузке путей станций и обеспечении дополнительных мест погрузки/выгрузки. Для этого необходимо провести анализ состояния путей необщего пользования, выявить незадействованные пути и технические средства с целью дальнейшего продвижения сервиса Международного транспортного коридора «Север-Юг». По итогам конкурса начальнику Юго-Восточной дирекции управления движением было поручено проработать с Центральной дирекцией вопрос о возможности внедрения проекта на дорожном уровне.

Воронежские информационщики активно ведут рационализаторскую деятельность. В прошлом году сотрудники центра подали 12 рационализаторских предложений, направленных на повышение экономической и технологической эффективности. Предложения рационализаторов дают возможность обеспечить безопасность труда, усовершенствовать технологические процессы, повысить работоспособность технических устройств и оперативность действий персонала по обслуживанию оборудования. Эта работа неоднократно была отмечена. Так, в прошлом году программист Ю.А. Сергеева удостоилась званий «Лучший рационализатор Юго-Восточной железной дороги» и «Профессиональный инженер России». Юлия Андреевна вместе с А.Н. Журавлевым одержали победу в конкурсе «Инженер года-2022», проводимом в Воронежской области.

За прошедший год были реализованы четыре проекта бережливого производства: по автоматизации формирования отчетности из АРМ ОНД для отчетов руководства дороги (ДИСКОР); роботизации формирования справок «Соловей»; автоматизации запросов отчета из системы АС РБ; автоматизации выполнения учебного перехода ГИС РЖД на резервную схему ПТК. Благодаря внедрению первых трех проектов разработано программное обеспечение для автоматического формирования данных из информационных систем – источников для расчета итогового отчета. Это существенно сократило количество ручных операций, что значительно снижает временные трудозатраты на формирование отчета, а также исключает риск возникновения сбоя по причине влияния человеческого фактора. По итогам



Первенство Юго-Восточной дороги по кроссу

внедрения четвертого проекта создан скрипт для выполнения операций в соответствии с операционной картой перехода ГИС РЖД на резервную схему ПТК (остановка сервисов, запуск процессов, добавление/удаление виртуального ip-адреса). Реализация данного процесса помогла сократить трудозатраты сменного сотрудника и уменьшить риски неуспешного выполнения перехода.

Почти треть персонала ИВЦ – это молодые специалисты до 35 лет, поэтому особое внимание уделяется их карьерному росту и развитию. Вовлечению молодежи в усовершенствование процессной деятельности ГВЦ способствуют онлайн-встречи с руководителями ЦТС. На таких встречах члены молодежных советов получают исчерпывающую информацию о нововведениях, затрагивают проблемные вопросы и вносят предложения для их решения. Кроме того, молодые сотрудники центра под руководством председателя Совета молодежи М.В. Маркашовой принимают участие в интеллектуальных играх – «Своя игра», «КВИЗ» и др., совместно с профсоюзом организуют волонтерскую деятельность, поддерживают связь поколений, проводя мероприятия для пожилых людей («онлайн-лото», «внуки по переписке» и др.). Традиционными стали встречи с пенсионерами, посещения ветеранов. Также Советом молодежи в здании вычислительного центра организована площадка для обмена книгами, проводятся и экоактивистские мероприятия. Ведущий технолог А.Ю. Маковеева проводила развивающие занятия для детей дошкольного возраста с ограниченными возможностями здоровья.

Профсоюзный комитет информационного-вычислительного центра регулярно организует творческие конкурсы и мероприятия для работников и их детей, такие как «В ожидании чуда», «Читайте

сами, делитесь с нами», «Защита детства, Защита мира», «Профессиональный витамин» и др. Сотрудники центра участвуют в благотворительной деятельности: акциях по оказанию гуманитарной помощи военным, жителям ДНР и ЛНР, проектах «Крышка для малышки» и «Коробка храбрости», Дне донора, помощи детским интернатам, а также в проведении субботников, мероприятий по благоустройству территории, посадке деревьев и др.

Работники ИВЦ придерживаются активного образа жизни, они постоянные участники спортивных мероприятий – «Спорт поколений», «Человек идущий», «Неделя ЗОЖ» и др. В прошлом году на первом узловом уровне Железнодорожных Спортивных Игр РОСПРОФЖЕЛ «Мы вместе» в командном зачете наши спортсмены заняли третье призовое место. Наилучших результатов в этих играх добились работники центра: технологи А.Г. Фокина по нормам ГТО и М.В. Овсиенко в индивидуальном зачете. Администратор сети А.В. Токарев и инженер А.В. Гурбик в парных состязаниях стали победителями в турнире по настольному теннису, проводимом в Воронеже при содействии РФСО «Локомотив». В первенстве дороги по кроссу Т.В. Урюпина завоевала третье место. И это далеко не полный список спортивных достижений. Поддерживать спортивную форму коллегам помогает ведущий технолог О.А. Михайлова, проводя с ними занятия йогой.

Коллектив Воронежского ИВЦ всегда идет в ногу со временем, внимательно относится к пожеланиям пользователей, а порой предвосхищает их, делая сервисы более удобными, функциональными и доступными. Сотрудники центра настроены и дальше удерживать передовые позиции, осваивая и внедряя новые технологии в области информатизации и цифровой трансформации на российских железных дорогах.

## ИНФОРМАЦИЯ

### В МИРЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

#### МЕЖУНИВЕРСИТЕТСКАЯ КВАНТОВАЯ СЕТЬ

■ Пилотный сеанс связи между МГУ и Университетом Лобачевского в Нижнем Новгороде состоялся на Форуме будущих технологий, который проходил в июле в Москве. Первый постоянный участок межуниверситетской квантовой сети будет создан в 2024 г. Реализация этого проекта – важный этап в развитии сектора квантовых коммуникаций в стране. Его выполнение повлечет выработку и отладку технических решений практического использования квантовых технологий и создаст поле возможностей для профессиональной карьеры будущих ученых и инженеров. Проект будет реализован на оборудовании российских производителей.

Планируется, что в дальнейшем к проекту присоединятся еще три российских вуза Москвы и

Санкт-Петербурга: МТУСИ, МИСИС, ИТМО. В перспективе к нему подключатся также университеты и научные центры Казани, Самары, Челябинска и других регионов России. Межуниверситетская квантовая сеть будет расширяться по мере строительства магистральной квантовой сети РЖД.

Кроме ОАО «РЖД» в проекте приняли участие Минобрнауки РФ, Межведомственный суперкомпьютерный центр РАН и негосударственный институт развития «Иннопрактика».

«Соединение университетов в единую сеть даст взрывной эффект для роста отрасли. Благодаря активному привлечению молодых ученых у нас появляется намного больше компетенций, что позволит реализовать мероприятия нашей дорожной карты в более сжатые сроки», – заявил генеральный директор – председатель правления ОАО «РЖД» О.В. Белозёров.

<https://rzddigital.ru/>

# ПРАЗДНИК ДЛЯ ВСЕХ

С 2016 г. профессиональный праздник работников железнодорожной отрасли – День железнодорожника – проходит в формате спортивно-музыкального мероприятия «Достигая цели!». Его главным событием является благотворительный забег. В этой статье рассказывается о том, как отмечали праздник в разных уголках нашей страны.

Обращаясь ко всем «виновникам торжества» с видеопоздравлением, генеральный директор – председатель правления ОАО «РЖД» О.В. Белозёров отметил, что в праздничный день железнодорожники не только показывают пример здорового образа жизни, но и творят добро, поскольку собранные деньги с благотворительного забега пойдут на лечение подопечных благотворительного фонда «Линия жизни».

Первой праздник встретила Дальневосточная магистраль. Программа мероприятий в Уссурийске была очень насыщенной. На привокзальной площади работало несколько творческих площадок, проходили мастер-классы. Состоялся турнир по футболу на Кубок начальника дороги.

Значимым событием стало открытие памятника паровозу серии Ем. Ретромашину установили на постамент по инициативе ветеранов-железнодорожников.

Наиболее масштабные торжества прошли в Москве. Участникам забега было предложено три дистанции: 5 км, 1520 м и 600 м (для детей). Присоединиться к мероприятию можно было и онлайн через сервис «Бег» в приложении VK, чтобы бегать в любом удобном месте.

Спортивная программа не ограничивалась забегом. Гости проводили время на площадках для футбола, волейбола, регби и др. Состоялись также открытый командный турнир «Беговой кубок Линии жизни – 2023» и соревнования по скандинавской ходьбе. Большим событием стал суперфинал игры «Локобол–2023–РЖД» с участием юных футболистов. Для гостей мероприятия была организована музыкальная программа, развлекательные площадки для семейного отдыха.

Московская дорога представила обширную экспозицию, где посетители могли больше узнать о различных железнодорожных

профессиях, сфотографироваться в фотозонах, примерить форменную одежду ведомственной охраны железнодорожного транспорта, поучаствовать в мастер-классах, лотереях, ситуационных играх и др.

На тематической площадке Московской дирекции связи были представлены рабочие места работников МПС СССР, а также работников связи ОАО «РЖД». Среди экспонатов гости выставки увидели телеграфный аппарат СТА М-67, телефонный коммутатор и телефонные аппараты, использовавшиеся в 60-е годы прошлого столетия. Любой желающий мог отправить поздравительную телеграмму, оформить запись в «Журнале учета исходящих телеграмм», поучаствовать в организации связи с использованием широкополосной системы цифровой радиосвязи на базе LTE-R. Эта система проходит испытания на опытном полигоне Центральной станции связи в

границах Московского узла. Не упустил возможность отправить телеграмму на телеграфном ретро-аппарате и первый заместитель генерального директора ОАО «РЖД» С.А. Кобзев.

На площадке Московской дирекции управления движением гости на специальных тренажерах пробовали себя в роли машиниста или составителя поездов. Представители Московской дирекции по ремонту пути демонстрировали тренажер для управления беспилотным летательным аппаратом. В это же время неподалеку сотрудники Дирекции по эксплуатации путевых машин, одетые в старинные русские наряды, ковали для желающих памятные медали.

В павильоне водолазной станции ОАО «РЖД», занимающейся обследованием подводной части опор мостов, разрешалось примерить акваланги и подышать кислородной смесью из баллона.

В рамках профессионального праздника сотрудники Уфимского РЦС Самарской дирекции связи отправились на экскурсию в Идрисовскую пещеру и к источнику Кургазак, где берет свое начало река Юрюзань. Они увидели красивейшие места и посетили музей героя Башкирии Салавата Юлаева.

Кроме того, работники Самарской дирекции связи попробовали новый формат командообразующего мероприятия – написание общей картины. Такое совместное творчество оставило приятные впечатления у всех участников. Теперь эта картина висит в кабинете начальника дирекции.

Массу положительных эмоций принесли праздничные выходные работникам Бугульминского участка Ульяновского РЦС Самарской дирекции связи. Они попробовали свои силы, сплавляясь на сапбордах (досках для гребли стоя) по правому притоку реки Степной Зай. Инструктор вдохновленно



Первый заместитель генерального директора ОАО «РЖД» С.А. Кобзев на стенде Московской дирекции связи

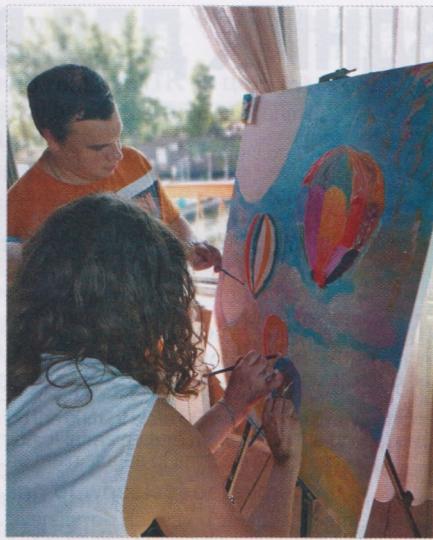
делился с ними знаниями об истории и обитателях этой местности, предупреждал об опасностях. Во время сплава им удалось увидеть серых цапель и лебедей, места обитания бобров, заросли камышей, раскидистые ивы. Погружение в природу родного края позволило получить новые впечатления, напитав положительной энергетикой.

Работники Свердловской дороги начали принимать поздравления с 4 августа, когда во Дворце культуры железнодорожников в Екатеринбурге состоялось торжественное собрание и концерт. Продолжился праздник 5 августа на стадионе «Локомотив», на котором присутствовало более 5 тыс. человек.

В благотворительном забеге «Достигая цели!» на дистанции 500 м и 1520 м приняли участие 460 чел. Многие участвовали целыми семьями. На финише каждый бегун получил памятную медаль и диплом участника.

Кроме забега состоялись спортивные мероприятия на футбольных полях: детский турнир по футболу на кубок главы администрации Железнодорожного района и турнир по мини-футболу на кубок председателя Дорпрофжела на Свердловской дороге. Первое место заняла команда Егоршинской дистанции инфраструктуры. Прошли соревнования по пляжному волейболу, а также показательные выступления по флорболу – нечто среднее между футболом и хоккеем для помещений.

Особое место в мероприятии



Совместное рисование картины



На одном из детских мероприятий

заняла «Аллея достижений». В шатре Свердловской дирекции тяги был установлен тренажер машиниста локомотива, Свердловская дирекция пассажирских обустройств собирала у себя любителей киберспорта. На аллее также можно было научиться лозоплетению, проконсультироваться о поступлении в УрГУПС, пообщаться с говорящим роботом. А, сыграв в лотерею с начальником отдела управления персоналом и социального развития Уральского филиала АО «ФПК» и правильно ответив на вопрос о железной дороге, гости мероприятия получали памятный сувенир. Завершил праздник фестиваль кавер-групп. На сцене, сменяя друг друга, выступило несколько творческих коллективов.

Железнодорожники Восточно-Сибирской дороги приняли

активное участие во всех проводимых мероприятиях в Иркутске, несмотря на проливной дождь, в очередной раз доказав силу духа и сибирский характер. На детской железной дороге в Иркутске для юных пассажиров были организованы выступления артистов, шоу «открытый микрофон», викторина и флэшмоб.

В Тайшете также прошла масштабная развлекательная программа, состоялся турнир по мини-футболу на приз начальника Восточно-Сибирской магистрали. На вокзале была устроена выставка железнодорожной техники. Финальным аккордом мероприятия стало огненное шоу.

Организаторы праздника в Братске провели интеллектуальную игру «Квиз», вопросы которой касались мировых железных дорог.

Спортивная программа и тор-



Гости праздника в Екатеринбурге



Во время забега



Участники сплава на сапбордах

жественные концерты в честь Дня железнодорожника состоялись в Северобайкальске, Улан-Удэ, Вихоревке и Слюдянке.

Работники Улан-Удэнского РЦС с семьями по сложившейся традиции выехали на излюбленное место отдыха – Гусиное озеро. В течение всего дня связисты соревновались в меткости, ловкости, быстроте и силе. Самым ловким были вручены призы.

Вечером в воскресенье праздничная подсветка украсила центральную телебашню столицы Бурятии. С помощью световых конструкций поздравление с профессиональным праздником было размещено на сооружении, высота которого составляет 162 м.

В праздничных интеллектуальных битвах Приволжской дороги свою логику и смекалку проверяли работники и ветераны железнодорожного транспорта, медики, преподаватели отраслевых учебных заведений, бойцы студенческих отрядов, а также юные железнодорожники.

Участники отвечали на четыре блока вопросов. Самым азартным оказался завершающий раунд «Казино». В нем набранные ранее баллы можно было, как удвоить, так и потерять.

В качестве подарка к празднику калининградские СЦБисты получили отремонтированное здание дистанции. Так что они отметили День железнодорожника новосельем. Теперь работники находятся в непосредственной близости от железнодорожных путей.

Площадь обновленного здания почти в три раза превышает предыдущее, рабочие кабинеты стали больше и светлее. Для тех-

нической учебы и охраны труда выделен отдельный кабинет. Он оборудован автоматизированными местами для практических занятий. Кроме того, здесь установлены разные виды тренажеров: двух- и пятипроводные схемы управления стрелочным электроприводом, путевые коробки с имитацией рельсового оборудования.

Масштабно отметили День железнодорожника на Северо-Кавказской дороге. Торжественные мероприятия начались в Батайске с чествования работников железнодорожного узла.

Праздник продолжился на Ростовской детской железной дороге поздравлением юных железнодорожников, которые на прошедшем чемпионате профессионалов ОАО «РЖД» заняли пятое место. Им и их преподавателям вручили благодарности начальника дороги и почетные грамоты.

Знаменательным событием стало открытие первого на юге страны и второго в России памятника проводнице. Проводница Аксинья стоит у вагона поезда Ростов – Сочи, в руках у нее «счастливый билет», который должен принести удачу тем, кто до него дотронется. Право открыть скульптурную композицию предоставили воспитанникам Ростовской детской железной дороги.

Как отметил на открытии памятника начальник дороги С.А. Задорин, именно Северо-Кавказская дорога в начале 30-х гг. прошлого века стала инициатором внесения в приказ Народного комиссариата путей сообщения должности женщины-проводника с разработкой форменного костюма.

В музее паровозов на станции Гниловская праздничной программой отмечали не только День железнодорожника, но и 20-летний юбилей самой экспозиционной площадки исторического подразделения по сохранению исторического наследия Северо-Кавказского центра научно-технической информации и библиотек. Здесь собрано более 40 образцов старинной железнодорожной техники. Практически все они на ходу благодаря усилиям и «золотым» рукам железнодорожников.

Посетители экспозиции могли подняться в кабину действующего паровоза П-36 и дать гудок.

**НАУМОВА Д.В.**



Открытие памятника проводнице

## ЗАСЛУЖЕННЫЕ НАГРАДЫ

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

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



**Бондаренко Александр Владимирович** – электромеханик Туапсинской дистанции сигнализации, централизации и блокировки Северо-Кавказской дирекции инфраструктуры;

**Борисов Сергей Иванович** – электромеханик Демской дистанции сигнализации, централизации и блокировки Куйбышевской дирекции инфраструктуры;

**Ваймер Владимир Александрович** – электромеханик Вяземской дистанции сигнализации, централизации и блокировки Дальневосточной дирекции инфраструктуры;

**Варламов Николай Николаевич** – электромеханик Санкт-Петербург-Витебской дистанции сигнализации, централизации и блокировки Октябрьской дирекции инфраструктуры;

**Васильева Елена Сергеевна** – электромеханик Петрозаводской дистанции сигнализации, централизации и блокировки Октябрьской дирекции инфраструктуры;

**Гайдаш Елена Борисовна** – ведущий инженер по эксплуатации технических средств Батайской дистанции сигнализации, централизации и блокировки Северо-Кавказской дирекции инфраструктуры;

**Глебов Игорь Анатольевич** – электромеханик Смоленского регионального центра связи Московской дирекции связи;

**Груздев Виктор Иванович** – электромеханик Санкт-Петербург-Сортiroвочный-Московской дистанции сигнализации, централизации и блокировки Октябрьской дирекции инфраструктуры;

**Димитриева Ольга Николаевна** – электромеханик Кулойской дистанции сигнализации, централизации и блокировки Северной дирекции инфраструктуры;

**Дойlid Наталья Николаевна** – ведущий специалист по управлению персоналом Бологовской дистанции сигнализации, централизации и блокировки Октябрьской дирекции инфраструктуры;

**Ефимова Ирина Юрьевна** – электромеханик Пугачевской дистанции сигнализации, централизации и блокировки Приволжской дирекции инфраструктуры;

**Илларионова Марина Юрьевна** – технолог Московского информационно-вычислительного центра;

**Ильина Наталья Викторовна** – ведущий инженер Медведевской дистанции сигнализации, централи-

зации и блокировки Октябрьской дирекции инфраструктуры;

**Кочнев Александр Прокопьевич** – диспетчер Борзинской дистанции сигнализации, централизации и блокировки Забайкальской дирекции инфраструктуры;

**Кузовов Петр Андреевич** – электромеханик Люблинской дистанции сигнализации, централизации и блокировки Московской дирекции инфраструктуры;

**Куликов Юрий Иванович** – электромеханик Голутвинской дистанции сигнализации, централизации и блокировки Московской дирекции инфраструктуры;

**Лихоманов Александр Николаевич** – электромеханик Саратовской дистанции сигнализации, централизации и блокировки Приволжской дирекции инфраструктуры;

**Науменко Алексей Львович** – начальник отдела Московского информационно-вычислительного центра;

**Прощаев Владимир Владимирович** – электромеханик технического центра автоматики и телемеханики Московской дирекции инфраструктуры;

**Пьяных Галина Николаевна** – электромеханик Кулойской дистанции сигнализации, централизации и блокировки Северной дирекции инфраструктуры;

**Самородов Александр Алексеевич** – электромеханик Железнодорожной дистанции сигнализации, централизации и блокировки Московской дирекции инфраструктуры;

**Смуррова Елена Витальевна** – диспетчер дистанции сигнализации, централизации и блокировки Ивановской дистанции инфраструктуры Северной дирекции инфраструктуры;

**Собенин Павел Владимирович** – инженер Кировской дистанции сигнализации, централизации и блокировки Горьковской дирекции инфраструктуры;

**Топильский Юрий Николаевич** – старший электромеханик Мичуринской дистанции сигнализации, централизации и блокировки Юго-Восточной дирекции инфраструктуры;

**Франюк Лариса Николаевна** – инженер Бекасовской дистанции сигнализации, централизации и блокировки Московской дирекции инфраструктуры;

**Чернов Владимир Иванович** – инженер по эксплуатации технических средств Лискинской дистанции сигнализации, централизации и блокировки Юго-Восточной дирекции инфраструктуры.

Поздравляем с высокой наградой!

# НОВОСТИ

## КИТАЙ

■ CRRC анонсировала новое поколение региональных поездов. Натурный образец поезда CINOVA2.0 был показан в ходе транспортной выставки в Циндао.

Это эволюция линейки региональных поездов от китайского производителя. Первое поколение было создано в конце 2010-х гг. для скоростей 120–140 км/ч на базе платформы CRH6, которая разрабатывалась CRRC самостоятельно без привлечения глобальных партнеров.



Подробные технические параметры пока не раскрываются, но основой акцент сделан на цифровых инновациях. Отмечается, что интегрирована система подсказок машинисту по управлению тягой на основе поступающих данных об электропотреблении, а всего заложено 30 базовых конфигураций настроек под разные условия работы. К тому же заявляется о параллельно работающем полноценном цифровом двойнике поезда: установлены 2 тыс. датчиков, в ПО машины интегрированы 130 алгоритмов для предиктивного расчета отказов оборудования. Предполагается, что это позволит снизить затраты на обслуживание поезда на 30 %.

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

■ В Китае завершился первый этап испытаний маглев-поезда для проектной скорости 1000 км/ч.

Полноразмерная капсула тестировалась на испытательной линии в Датуне без разрежения атмосферы в трубе. Проверялось функционирование сверхпроводящих магнитов, системы тяги и подвесных конструкций. В ходе испытаний была достигнута скорость движения 623 км/ч.

Проект T-Flight реализуется под руководством аэрокосмической корпорации CASIC. Предполагается, что он позволит организовать движение поезда по технологии Hyperloop: в низковакуумной среде со скоростью 1000 км/ч. Для пилотной реализации в Китае рекомендуется создать такую линию между Шанхаем и Ханчжоу (расстояние 165 км).

В испытанной капсуле применен электромагнитный подвес. По этой технологии CRRC был построен пятивагонный состав, его планируется разогнать до 660 км/ч. Ранее в текущем году CRRC также пробно запустила маглев-капсулу с высокотемпературными сверхпроводящими магнитами.

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

## ВЕНГРИЯ

■ Чешская компания AŽD Praha подписала контракт с венгерской компанией V4SIL на поставку микропроцессорной централизации (МПЦ) и европейской системы управления движением поездов ETCS уровня 2 для железнодорожной магистрали Сороксар – Келебия протяженностью около 150 км. Линия проходит от венгерской столицы до границы с Сербией и является частью коридора, соединяющего Будапешт с Белградом.

Магистраль будет оснащена цифровыми МПЦ ESA-44, включая интегрированную систему сигнализации ITZZ, светофоры со светодиодными лампами, переездную сигнализацию и стационарное оборудование ETCS уровня 2.

Проект состоит из двух частей. Первый охватывает участок Фюлапсалаж – Келебия с восемью станциями на юге Венгрии, второй – участок Сороксар – Фюлапсалаж с 10 станциями. Внедрение систем ЖАТ на втором участке включено в контракт в виде опциона.

Для реализации проекта компания AŽD Praha и холдинг V-Híd учредили совместное предприятие V4SIL, которое займется разработкой, производством, адаптацией и внедрением средств сигнализации с учетом требований железных дорог Венгрии. При этом AŽD Praha обеспечит передачу технологий и инструментария, необходимых для сборки оборудования в Венгрии.

На выполнение работ по проекту отведено 27 месяцев, причем одной из важных задач станет увязка оборудования с системами, которые китайские компании внедряют на сербском участке коридора.

Источник: [www.azd.cz](http://www.azd.cz)

## ЕВРОПА

■ Первый рейс ночного пассажирского поезда сообщением Брюссель – Берлин голландско-бельгийской стартап-компании European Sleeper состоялся в мае 2023 г.

Три раза в неделю, по понедельникам, средам и пятницам,очные поезда вечером отправляются со станции Брюссель-Южный, прибывая на станцию Берлин-Главный утром следующего дня. Обратные рейсы из Берлина назначены на воскресенье, вторник и четверг. Поезда следуют с остановками в Антверпене, Роттердаме и Амстердаме.

Самый бюджетный вариант путешествия – Seats-Budget (в купе с шестью местами для сидения); наиболее комфортный – Sleepers-Deluxe (в купе с тремя спальными местами, которое также можно забронировать как одноместное или двухместное). Купе Couchettes-Comfort предлагает пассажирам шесть спальных мест вочные часы или места для сидения в остальное время. Весной 2024 г. оператор планирует продлить маршрут от Берлина до Дрездена и Праги.

Компания European Sleeper предполагала начать перевозки ночными поездами по маршруту Брюссель – Амстердам – Берлин – Прага в 2022 г., однако отсутствие необходимого подвижного состава привело к изменению первоначальных планов. Сейчас поезда формируются из арендованных вагонов, в перспективе оператор намерен приобрести собственный подвижной состав.

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

# ABSTRACTS

## Digital railway station – from concept to real implementation in 5 years

**VLADIMIR E. ANDREEV**, JSC «RZD», Head of the Technical Policy Department, Moscow, Russia, AndreevVE@center.rzd.ru

**ALEXANDER I. DOLGY**, JSC NIIAS, General director, associated professor, Ph.D. (Tech.), Moscow, Russia, a.dolgiy@vniias.ru.

**VLADIMIR V. KUDYUKIN**, JSC NIIAS, Deputy Director General, Moscow, Russia, v.kudukin@vniias.ru

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

**SERGEY Y. GRISHAEV**, JSC NIIAS, Deputy General Director, Director Rostov branch, Ph.D. (Tech.), Rostov-on-Don, Russia, s.grishaev@vniias.ru, SPIN-код: 2639-1302

**IVAN A. OLGEYZER**, JSC NIIAS Rostov branch, Deputy Director, Associate Professor of the Department of Computer Technology and Automated Control Systems of Rostov State Transport University, Ph.D. (Tech.), Rostov-on-Don, Russia, ei.olgeizer@vniias.ru, SPIN: 2528-9769

**Keywords:** Digital railway station, efficiency improvement, automation of technological processes, deserted work technologies, infrastructure

**Abstract:** The article discusses the key stages and the current state of the Digital Railway Station project. Conceptual approaches to the implementation of infrastructure modules of the project are presented. The planned sources of efficiency and the main stages of implementation are shown.

## Device for contactless monitoring of wheelset derailment

**ALEXANDER L. FOGEL**, Samara State University of Railway Transport (SamGUPS), Branch SamGUPS in Nizhny Novgorod, Department of «Engineering and Technology of Railway Transport», Associate Professor, Ph.D. (Tech.), Senior Researcher, Nizhny Novgorod, Russia, fogel.sasha@yandex.ru

**SERGEY V. FADEEV**, Samara State University of Railway Transport (SamGUPS), Branch SamGUPS in Nizhny Novgorod, Department of «Engineering and Technology of Railway Transport», Associate Professor, Ph.D. (Tech.), Nizhny Novgorod, Russia, fsnayka@Yandex.ru

**Keywords:** Rolling stock, lower size, wheel pair, vanishing control devices

**Abstract.** In order to detect the descent of a wheeled pair or a rolling object that violates the lower size of the rolling stock, UKSPS devices are widely used on the road network. However, their main disadvantage is «false» positives from impacts of compressed snow and ice in winter, which leads to unreasonable train stops. Such, not caused by real malfunctions, train stops lead to a decrease in the throughput of the stretch, disruption of the traffic schedule, which is especially unacceptable for high-speed passenger trains. To solve this problem in the period 2019-2021. the Nizhny Novgorod branch of VNIIZHT JSC has developed a new device for determining the derailment of a car wheelset (UOSKP), which implements a contactless control method.

## UAV in the service of railway transport

**PAVEL A. PLEKHANOV**, Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University, assistant professor of the department «Telecommunications», associate professor, Ph.D. (Tech.), Saint-Petersburg, Russia, pavelplekhanov@gmail.com; eLibrary SPIN: 1532-9427

**DMITRY N. ROENKOV**, Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University, assistant professor of the department «Telecommunications», associate professor, Ph.D. (Tech.), Saint-Petersburg, Russia, roenkov\_dmitry@mail.ru; eLibrary SPIN: 7312-5208

**Keywords:** unmanned aerial vehicle, data transmission, intruder model, interference

**Abstract.** Recently, in Russia and the world, the issue of using unmanned aerial vehicles (UAVs), which are used to solve problems in a variety of industries, including railway transport, has become more relevant. A variety of types and models of UAVs, the continuing sharp increase in their number leads to the need for the rapid development of appropriate regulatory standards. At the same time, along with the obvious advantages of developing the UAV market, there is an acute problem of countering their illegal use. To solve it, it is necessary to have an idea about the design and composition of the onboard equipment of the UAV, the control system and the data transmission technologies used, about the methods for detecting and neutralizing the UAV.

## Prospects of a wireless optical communication channel

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

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

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

**DINH HOP CHONG**, Russian University of Transport (RUT MIIT), Department of Automation, Telemechanics and Communication in Railway Transport, PhD student, Moscow, Russia, truongdinhhop296@gmail.com

**Keywords:** bandwidth, wireless optical channel, unmanned aerial vehicles, turbulence, communication availability

**Abstract.** The article deals with the topical issue of using a wireless optical channel for communication with mobile and stationary objects using an unmanned aerial vehicle as a repeater. The advantages and disadvantages of the proposed scheme of the organization of channels are noted, and the tasks that need to be solved for the implementation of such a project are also discussed.

## The Evolution of Mobile Communication System: from LTE Standard to LTE-APro-R (Railway)

**YURIY V. YURKIN**, Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University, Associate Professor of the Department «Electrical Communication», Ph.D. (Tech.), St. Petersburg, Russia, yyvur@mail.ru

**DANILA A. IVANOV**, Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University, Graduate, St. Petersburg, Russia, cr.ivanov2014@yandex.ru

**Keywords:** LTE; Wi-Fi; 5G; Standard; Network; Mobil Communication; Release

**Abstract.** The article describes the LTE's standard stepwise evolution, reviews the functions and technologies inherent in each version of the standard in the course of its long-term development from Release 8 to Release 14. The issues of integration of LTE standard systems with 5G and Wi-Fi systems are considered. It is also formulated additional requirements for the using of LTE-Advanced Pro standard in railways.

АВТОМАТИКА  
СВЯЗЬ  
ИНФОРМАТИКА



Главный редактор:

Филюшкина Т.А.

Редакционная коллегия:

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

Редакционный совет:

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

Адрес редакции:

129272, Москва,

Рижская пл., д. 3

E-mail: asi-rzd@mail.ru

www.asi-journal-rzd.ru

Телефоны: +7 (499) 262-77-50;

+7 (499) 262-77-58;

+7 (499) 262-16-44;

+7 (985) 774-07-31.

Компьютерная верстка Е.И. Блиндер

Подписано в печать 31.08.2023

Формат 60x88 1/8.

Усл. печ. л. 6,84. Усл. кр.-отт. 8,00

Уч.-изд. л. 10,1

Зак. 23097

Тираж 805 экз.

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

# ВЫБОР В ПОЛЬЗУ СВОИХ

■ В Москве состоялось заседание Комитета ОПЖТ по разработке и внедрению электротехнических и интеллектуальных систем управления и обеспечения безопасности. Участники обсудили вопросы импортозамещения в интеллектуальных системах управления на железнодорожном транспорте в условиях западных санкций.

Первая часть заседания была посвящена чествованию коллектива отраслевого научно-теоретического и производственно-технического журнала «Автоматика, связь, информатика» в связи со 100-летним юбилеем выхода его первого выпуска. Президент ОПЖТ В.А. Гапанович отметил большой вклад журнала в развитие отрасли и подготовку специалистов.

Присоединился к поздравлениям и главный инженер ГО «Белорусская железная дорога» С.А. Новодворский, пожелав хранить и развивать традиции инженерной публицистики и творческого долголетия. Он также отметил, что ГО «БЖД» заинтересовано в активном взаимодействии с разработчиками систем железнодорожной автоматики на площадке Комитета ОПЖТ по таким приоритетным направлениям, как создание единой нормативно-технической базы, обеспечивающей безопасность движения и повышение эффективности работы железнодорожного транспорта, а также координация по разработке прогрессивных технических решений и внедрению инновационных технологий на инфраструктуре железнодорожных дорог.

Главный инженер АО «НК «Казакстан темир жолы» Б.К. Котырев подчеркнул, что журнал «АСИ» является важным источником информации и профессионального развития для работников железнодорожного транспорта, а его многолетняя история лишний раз доказывает его значимость и влияние на деятельность всей отрасли. В подтверждение своих слов Б.К. Котырев продемонстрировал подшивки номеров журнала прошлых десятилетий, бережно хранящихся как источник ценной и уникальной информации.

Обращаясь к участникам мероприятия, Б.К. Котырев рассказал, что в настоящее время на железнодорожных дорогах Казахстана широко внедряются новейшие микропроцессорные системы, а бортовые системы безопасности движения и оборудование локомотивов заменяются системами автоблокировки.

Кроме того, с поздравлениями в адрес журнала «АСИ» выступили руководители отраслевых вузов и предприятий-разработчиков.

Главный редактор журнала «АСИ» Т.А. Филюшкина поблагодарила всех за добрые пожелания и высокую оценку деятельности коллектива редакции. Она рассказала о периодах становления и развития журнала, его вкладе в развитие железнодорожной отрасли. На сегодняшний день журнал остается основным источником актуальной информации о достижениях науки и техники, важнейшим инструментом, способствующим ускорению научно-технического прогресса, средством коммуникации технических специалистов и научных деятелей.

Председатель Комитета ОПЖТ, и.о. заместителя генерального директора – директора Ростовского филиала АО «НИИАС» С.Ю. Гришаев выступил с докладом об импортозамещении интеллектуальных систем управления и обеспечения безопасности. Была проведена большая работа по сохранению и поддержке применения отечественных микросхем предприятиями, входящими в ОПЖТ. Причем по ряду направлений их применение увеличилось. Появляются российские решения в сфере защиты передачи информации, интернета вещей. При отсутствии отечественных



электронных компонентов найдены пути для параллельного импорта: обеспечение технического зрения пока осуществляется европейскими и китайскими тепловизорами и лидарами. Необходимо дальнейшее развитие номенклатуры производства устройств технического зрения и модулей обработки видеинформации.

Генеральный директор АО «ПКК «Миландр» А.Ю. Новоселов в рамках своего доклада проинформировал о деятельности компании в текущей ситуации, существующих проблемах и путях их решения. Компанией проведено заимещение и совершенствование используемых компонентов, и в ближайшее время количество микроконтроллеров, поставляемых для организаций-членов ОПЖТ, достигнет требуемого уровня. Он отметил, что для более интенсивного развития отрасли необходимы поддерживающие мероприятия от государства для восстановления производства, при которых риски берут на себя исполнители и потребители продукции.

Об импортозамещении электрических соединителей на подвижном составе ОАО «РЖД» доложил генеральный директор ООО «Каскад-Электро» О.К. Пирогов. В данный момент происходит наращивание мощностей производства пассивных электрических соединителей для цифровой передачи информации систем обеспечения безопасности. Докладчик обозначил некоторые проблемы производителей продукции и призвал заинтересованные организации направить в адрес Комитета ОПЖТ информацию о потребности в соединителях для проработки коммерческого предложения.

Выступление генерального директора АО «НПО «КИС» А.А. Титаренко касалось развития критической информационной инфраструктуры в Госкорпорации «Росатом». Предприятие занимается разработкой и производством программно-аппаратных комплексов для ключевых продуктов критической информационной инфраструктуры (13 отраслей промышленности). Одной из основных задач организации является разработка серверов систем хранения данных, настольных компьютеров, ЭКБ и программируемых логических контроллеров из отечественных компонентов для управления в том числе системами автоматики в железнодорожной отрасли. Он отметил, что сегодня необходима кооперация ведущих российских предприятий для развития архитектуры проектирования отечественных процессоров.

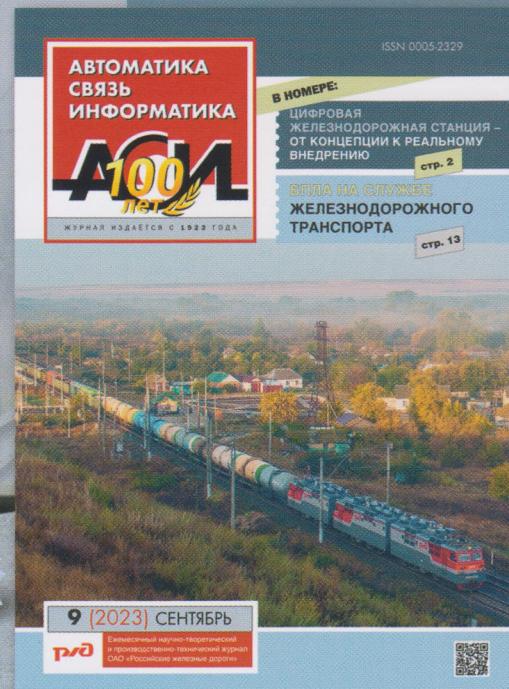
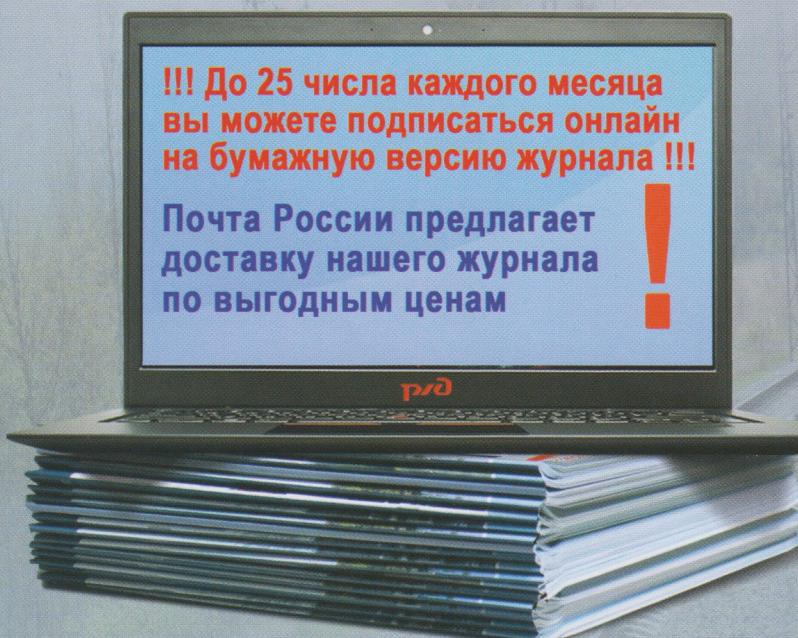
На заседании прозвучало мнение о целесообразности выработки конкретных предложений от ОПЖТ в этой сфере и дальнейшей их подачи в Минпромторг и другие госорганы, отвечающие за развитие микрэлектроники в стране.

НАУМОВА Д.В.

# ЖУРНАЛ «АСИ» приглашает к сотрудничеству!

## УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

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



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

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

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



Для оформления онлайн-подписки достаточно перейти по ссылке <https://podpisika.pochta.ru/press/P5063>, заполнить заявку на получение журнала на домашний адрес, до востребования или через почтовый ящик и оплатить ее

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



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

Оформить подписку на электронную версию журнала можно на сайте 000 «Агентство «Книга-Сервис» [http://akc.ru/item/avtomatika-svyz\\_informatika/](http://akc.ru/item/avtomatika-svyz_informatika/)

