

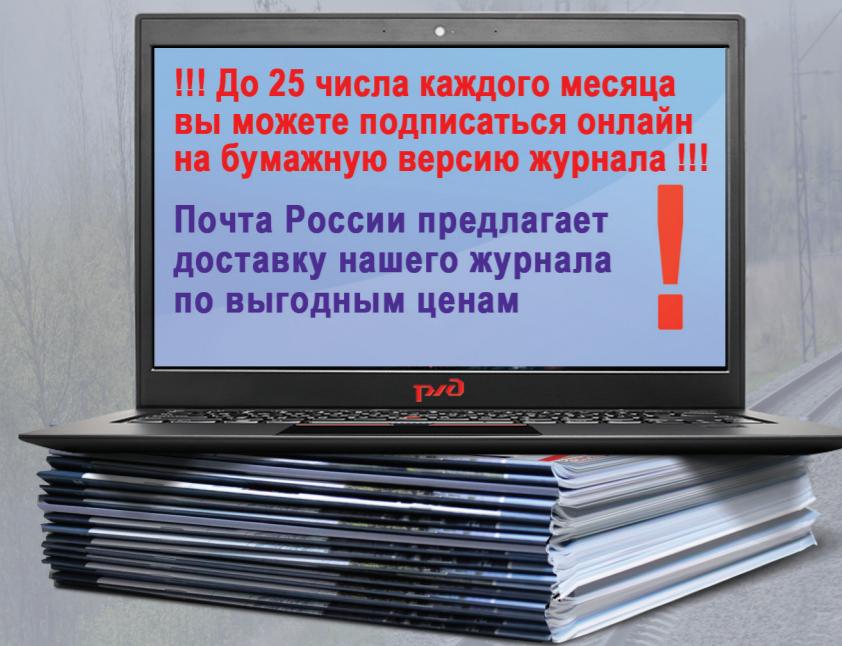
# ЖУРНАЛ «АСИ» приглашает к сотрудничеству!

УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

Журнал «Автоматика, связь, информатика» более 95 лет является единственным источником полезной информации в области железнодорожной автоматики, телемеханики, связи, вычислительной техники, информатизации транспорта.

!!! До 25 числа каждого месяца  
вы можете подписаться онлайн  
на бумажную версию журнала !!!

Почта России предлагает  
доставку нашего журнала  
по выгодным ценам



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.



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

Оформить онлайн-подписку также можно через наш сайт [www.asi-rzd.ru](http://www.asi-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)

Роспечать  
70002  
70019  
Почта России  
П5063  
П5074



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

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

ISSN 0005-2329, Автоматика, связь, информатика, 2019, № 4, 1–48



В НОМЕРЕ:

СТРАТЕГИЯ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

стр. 5

СИСТЕМА МАЛС  
КАК СОСТАВЛЯЮЩАЯ ЦИФРОВОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

стр. 26



4 (2019) АПРЕЛЬ



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



# ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ПЕРЕВОЗКИ

■ В марте состоялось заседание секции «Энергоэффективность перевозочного процесса и инфраструктуры» Научно-технического совета ОАО «РЖД», на котором участники мероприятия обсудили вопросы перехода от ламп накаливания к новым типам осветительных приборов на базе светодиодов.

На железнодорожных объектах используются различные типы осветительных приборов: для наружного освещения, офисные; для освещения технико-вспомогательных помещений с определенными требованиями по влагозащищенности, открытых территорий станций, путей



и другие – всего около 2 млн единиц. Важным направлением развития компании является внедрение современных энергоэффективных светодиодных светильников и комплексных систем управления освещением, обеспечивающих высокий уровень экономии и более длительный срок полезного использования световых приборов.

Заместитель генерального директора – главный инженер ОАО «РЖД» С.А. Кобзев во вступительном слове отметил, что десятилетний опыт применения светодиодной техники на железнодорожном транспорте доказал их эффективность. Помимо улучшений условий труда персонала, влияющего на его производительность, получен также экономический эффект. Светодиодные приборы потребляют меньше электрической энергии и более долговечны. Существующие в компании требования, которые предъявлялись к осветительным приборам еще десять лет назад, необходимо пересмотреть, исходя из опыта эксплуатации и понимания, каким должен быть светотехнический прибор.

С.А. Кобзев подчеркнул, что перед компанией стоит задача – в течение трех лет получить сеть железнодорожных дорог, работающую на светотехнических приборах на базе светодиодной техники с максимально эффективным и экономичным освещением, оснащенным интеллектуальными системами управления.

Заместитель начальника Департамента технической политики ОАО «РЖД» Б.И. Иванов рассказал об исследовании более 53 тыс. объектов компании с целью формирования программы внедрения светодиодной продукции. В соответствии с постановлением Правительства РФ в 2019 г. доля осветительных устройств, использующих светодиодную технику, должна составлять не менее 50 % от общего

объема применяемых осветительных устройств на железнодорожных объектах. В 2020 г. эта доля должна достигнуть 75 %. Кроме того, со следующего года планируется ввести полный запрет на закупку осветительного оборудования и ламп, не использующих светодиоды.

«Экспертная оценка подходов к формированию и реализации программы внедрения светодиодной техники – это то, что мы хотели бы получить сегодня по результатам рассмотрения проекта программы на секции НТС», – отметил Б.И. Иванов. По его словам, объем, где необходимо приведение осветительных устройств к требованиям ГОСТ на сети железных дорог, огромен. Это более 5,2 тыс. станций, 16 тыс. платформ, 8,5 тыс. переездов. Реализация такой масштабной программы должна выполняться с условием повышения энергоэффективности за счет применения инновационных технологий в освещенности объектов железнодорожного транспорта.

Отечественные предложения по внедрению на объектах ОАО «РЖД» наилучших и доступных технологий в области светодиодной техники были представлены руководству компании на выставочной экспозиции. Производители и поставщики светодиодной продукции продемонстрировали свои новейшие разработки для разных



областей применения на железнодорожной инфраструктуре. Среди них: светильники для высокомачтового освещения; устройство защиты от искрения, позволяющее в несколько раз снизить риск возникновения пожаров в результате неисправности электросетей; ригельный светильник для освещения горловин, путей и междупутей и др. Последнее устройство устанавливается на жесткую балку, тем самым исключается смещение направления свечения в условиях сильных вибраций. Настраиваемые блоки светильника позволяют добиться максимальной равномерности освещения, а специальная оптика снижает слепящее действие.

По итогам заседания секции НТС принято решение о формировании на базе АО «НИИАС» экспертной группы, которая должна оценить возможности и преимущества применения систем интеллектуального управления освещением на объектах ОАО «РЖД».

НАУМОВА Д.В.

# РАБОТАЯ НА БУДУЩЕЕ

■ Уже по сложившейся традиции в начале весны отечественные и зарубежные изобретатели собрались в Москве на XXII международном Салоне изобретений и инновационных технологий «Архимед», чтобы представить новые разработки и технические решения.

Выступая на открытии мероприятия с приветственным словом, руководитель Роспатента Г.П. Ивлиев отметил, что на этой площадке российская и зарубежная наука соединяется с производством. Изобретатели – это люди, работающие на будущее и вносящие свой вклад в научно-технический прогресс. Салон ежегодно доказывает свою эффективность количеством заключаемых договоров и новых контактов.



В прошлом году Российской был подписан женевский протокол «О защите промышленных образцов». Теперь промышленные образцы, зарегистрированные в РФ, смогут защищаться по международному праву. Это важное решение, означающее включение России в общую систему поддержки интеллектуального продукта. В настоящее время рассматриваются поправки к закону об образовании, согласно которому будет введена практическая система образования, при которой дети одновременно со школьным обучением смогут заниматься в инженерных классах. Затем, учась в вузе, они смогут постигать технологии на производстве.

Лучшим подтверждением большого вклада Салона в продвижение современных технологий и развитие рынка интеллектуальной собственности служат представленные экспозиции передовых разработок и презентации лучших инновационных проектов участников. Среди них: многофункциональная система спутниковой связи, обеспечивающая наличие фиксированной и мобильной связи на двух типах орбит; уничтожитель отработавших спутников на орбите Земли; интерактивная информационная система моделирования последствий чрезвычайных ситуаций, эвакуационный тоннельный спуск – горка; система подзарядки аккумулятора беспилотного летательного аппарата; автоматизированная система автономного контроля стоков для выявления и предотвращения загрязнения воды промышленными предприятиями и др.

Интерес у посетителей вызывал также тренажер-визуализер для обучения и совершенствования игры на медных духовых инструментах, аэроджип на воздушной подушке.



Свои проекты представили ведущие военные вузы и научно-исследовательские организации Министерства обороны РФ, для которых это мероприятие – источник интересных и креативных идей. В дальнейшем они могут быть использованы для разработки военной и специальной техники, технологий двойного назначения.

Постоянным участником Салона, представляющим ОАО «РЖД», является АО «НИИАС». В этом году институт представил несколько запатентованных изобретений. В их числе: система распределенного контроля железнодорожного пути для высокоскоростного движения, включающая устройство сбора данных, размещенное в головной части подвижного состава. Устройство состоит из микро-



контроллера с приемопередатчиком и блоком вывода информации. На контролируемом участке пути размещен измерительный модуль. Система действует центр диспетчерского управления и автоматизированную систему комплексного управления ресурсами, рисками и надежностью объектов железнодорожного транспорта.

Кроме того, специалисты АО «НИИАС» презентовали способ ограждения места работ и оповещения работающих на путях. Способ заключается в том, что перед началом работ на подошве рельса по обе стороны от границ места работ устанавливаются датчики обнаружения подвижного состава с радиостанциями. Также по обе стороны от границ работ размещаются сигнальные радиоуправляемые устройства, а на месте работ – коллективный переносной сигнализатор (КПС). КПС в автоматическом режиме передает сигналы, активизирующие работу датчиков, которые при обнаружении подвижного состава формируют и передают на КПС звуковые сигналы оповещения. В этом случае руководитель работ передает с помощью КПС на радиоуправляемое устройство команду, при приеме которой на нем воспроизводится оптический сигнал, требующий остановки локомотива. Применение такого способа обеспечивает возможность проведения работ на пути без использования сигналистов, а также повышение безопасности работников и движения.

Частью Салона «Архимед» стала насыщенная деловая программа. Во время закрытия мероприятия состоялось награждение лауреатов в различных номинациях медалями Салона.

НАУМОВА Д.В.

## СОДЕРЖАНИЕ

### Цифровая трансформация

Насонов Г.Ф.

Цифровая трансформация инфраструктуры ..... 2

Семион К.В.

### СТРАТЕГИЯ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

СТР. 5

Урсов А.В.

ЦЖД – составляющая цифровой трансформации ..... 7

Кайнов В.М.

Цифровизация технологий в инфраструктурном комплексе ..... 9

Дзюба Ю.В.

Теоретические основы цифровой трансформации  
в хозяйствах инфраструктуры ..... 11

Поменков Д.М.

Цифровая трансформация хозяйства автоматики  
и телемеханики ..... 12

Долгов М.В., Москвина Е.А., Будилова А.В.

Автоматизированные системы в цифровой трансформации ..... 15

Волков А.А.

Задачи СТДМ в цифровой трансформации ..... 18

Зуев Д.В.

Единая корпоративная платформа по работе с технической  
документацией ..... 19

### Телекоммуникации

Слюняев А.Н., Захаров А.В., Вериго А.М., Кнышев И.П.

Расчет зон покрытия репитеров стандарта DMR ..... 21

Цветков В.Я., Дзюба Ю.В.

Радиорелейное информационное пространство ..... 24

### Новая техника и технология

Акинин М.Ю.,

Долганюк С.И.,

Романов Н.В.,

Чигирёнов А.С.

### СИСТЕМА МАЛС КАК СОСТАВЛЯЮЩАЯ ЦИФРОВОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

СТР. 26

Щиголов С.А.

Новые решения для повышения безопасности на переездах ..... 29

Флянтикова Т.Е., Штанов О.В.

Износостойкая тормозная шина с пониженным уровнем шума ..... 33

Рассказов В.В., Попов Д.А.

Изделия из композита для хозяйства автоматики  
и телемеханики ..... 35

Демьянов В.В., Евдокимова Е.Ю., Имарова О.Б.,

Герасименко Е.А.

Комплексная система удаленного управления переездом ..... 37

### МОБИЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА В ПОМОЩЬ ЭЛЕКТРОМЕХАНИКУ

СТР. 40

### Дискуссионный клуб

Ефанов Д.В.

Интеллектуальный транспорт: на пути к альтернативной  
энергетике ..... 42

### Информация

Внедрение инновационных технических средств ЖАТ ..... 44

Наумова Д.В.

Цель: повышение пропускной способности ..... 47

Наумова Д.В.

Энергоэффективные перевозки ..... 2 стр. обл.

Наумова Д.В.

Работая на будущее ..... 3 стр. обл.

На 1-й стр. обложки: перегон Дауря – Харанор, Забайкальской  
дороги (фото Конюшкина Г.Ю.)



4 (2019)  
АПРЕЛЬ

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



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  
(ядро РИНЦ)

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»  
2019

Цифровая трансформация – это кардинальное повышение эффективности компании благодаря применению в дополнение к традиционным инструментам цифровых технологий и интеграции данных различных направлений бизнеса. Обсуждению этой темы был посвящен один из десяти круглых столов в рамках сетевого совещания по итогам производственно-хозяйственной деятельности инфраструктурного комплекса за прошлый год, прошедшем в Сочи в конце февраля. В работе круглого стола «Цифровая трансформация» приняли участие представители Центральной дирекции инфраструктуры, руководители Центрального аппарата, структурных подразделений и отраслевой науки. Были рассмотрены вопросы, связанные с цифровой трансформацией процессов всех хозяйств инфраструктурного блока, за исключением вагонного. Предлагаем вниманию читателей подборку материалов на основе докладов, представленных на круглом столе.



НАСОНОВ  
Геннадий Фёдорович,  
ОАО «РЖД», Центральная  
дирекция инфраструктуры,  
главный инженер,  
Россия, Москва

## ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Основные инициативы государства и отрасли, среди которых Долгосрочная программа развития ОАО «РЖД» до 2025 г., Программа «Цифровая экономика Российской Федерации», Комплексный научно-технический проект «Цифровая железнодорожная дорога» и др., стали предпосылками создания Стратегии цифровой трансформации. На их основе разработаны основные программы и планы ОАО «РЖД», в которых эти инициативы реализуются.

■ В исходном варианте Стратегии цифровой трансформации были ведены семь цифровых платформ. Для Центральной дирекции инфраструктуры создается платформа оператора линейной инфраструктуры.

Железнодорожная инфраструктура – это основа всех технологических операций ОАО «РЖД». Без ее комплексной цифровизации оцифровать все эти технологические операции невозможно. На рис. 1 показано место инфраструктурного комплекса в процессе Цифровой трансформации.

На рис. 2 представлены компоненты цифровой платформы оператора линейной инфраструктуры.

На платформе управления жизненным циклом линейных объектов инфраструктуры (BIM) будут развиваться сервисы цифрового проектирования, управления жизненным циклом, разрабатываться методики и стандарты.

Программный продукт создания и управления жизненным циклом цифровых двойников объектов инфраструктуры включает в себя сервисы создания и управления цифровыми двойни-

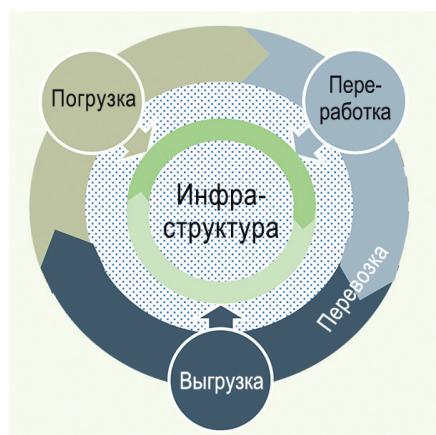


РИС. 1



РИС. 2

ками, а также Центр компетенции по созданию цифровых моделей «на заказ».

Платформа предиктивной аналитики служит для обеспечения технологии обслуживания по состоянию.

Программные продукты дополненной реальности предназначены для обучения, поддержки эксплуатации и ремонта линейных объектов.

На рис. 3 представлена структура решений по цифровой трансформации в хозяйствах инфраструктуры. Все проекты условно можно разделить на три уровня.

На уровне накопления данных об объектах инфраструктуры

важно обеспечить полноту, оперативность и достоверность получения данных, которые являются ключевым элементом цифровой трансформации. Без целостных данных об объектах инфраструктуры цифровые технологии существовать не могут!

Просто оцифровать объект недостаточно, необходимо оцифровать его по вертикали. Возьмем к примеру стрелочный перевод. До появления ЕК АСУИ стрелочный перевод был описан в системах АСУ-П и АСУ-Ш-2 отдельно. С появлением ЕК АСУИ стало возможным фиксировать один объект для двух хозяйств. У этого объекта есть характеристики, необходи-

мые для хозяйств путем автоматики. Пользователи этих хозяйств видят только свои параметры, однако при необходимости можно посмотреть полную информацию об объекте.

■ Аналитические системы на основе данных делают выводы (анализируют предотказные состояния, выполняют вероятностное планирование ресурсов и др.). На уровне аналитических систем разрабатываются и совершенствуются алгоритмы выявления предотказных состояний, развиваются отчетные системы.

■ Системы с интеллектуальной поддержкой решают задачи без участия человека – лица, принимающего решение. На уровне интеллектуального управления цифровая трансформация позволяет осуществлять планирование и управление технологическими операциями в хозяйствах инфраструктуры во взаимной увязке с потребностями в обеспечении ресурсами и объемом перевозок.

Выделены основные приоритетные направления развития цифровой трансформации. К ним относятся:

- цифровой двойник;
- управление жизненным циклом;
- управление планированием для всех хозяйств;
- прогнозирование предотказных состояний;
- управление рисками, ресурсами на этапах жизненного цикла на основе анализа надежности объектов железнодорожного транспорта;

BIM – технологии;  
маркировка;  
цифровой паспорт;  
мониторинг фактического состояния и другие.

Рассмотрим основные проекты цифровой трансформации в хозяйствах инфраструктуры.

*Цифровой двойник* (начало реализации – 2019 г.).

Цифровой двойник – виртуальный образ реального объекта, который отражает реальный образ объекта, как в нормальных условиях, так и в аварийных ситуациях. Ключевое отличие цифрового двойника от паспортизации заключается в том, что паспорт – это информация на определенный момент времени



РИС. 3

в прошлом, а двойник может показать и будущие состояния объекта.

На основании автоматической актуализации информации по результатам выполнения работ и данных объективного контроля модель цифрового двойника расставляет приоритеты инцидентов в зависимости от их влияния на уровень фактора риска. Она также моделирует и прогнозирует состояние объекта инфраструктуры, автоматически производит «Умное планирование» на всем протяжении жизненного цикла.

**Электронный паспорт рельса** (начало реализации – 2018 г.).

На сегодняшний день на базе ЕК АСУИ сформирована электронная рельсовая книга, в которую внесены данные о рельсах главных и станционных путей. Данная задача реализована в ручном режиме. На Октябрьской и Московской дирекциях инфраструктуры определены опытные полигоны, на которых на рельсы установлены специальные метки с полной информацией о них. В Октябрьской дирекции инфраструктуры прошли испытания по считыванию данных меток вагоном-путьизмерителем, оснащенным специальным сканером. При скорости движения 60 км/ч считываемость составляет 99,9 %.

**Система контроля технологической дисциплины** (начало реализации – 2019 г.).

В настоящее время разрабатываются специализированные алгоритмы выявления, основанные на фиксации последовательности действий обслуживающего персонала, и ручной ввод информации перед непосредственным проведением работ. Однако указанные методы предъявляют достаточно жесткие требования к технологической дисциплине производства работ. Поэтому наиболее перспективными являются технологии, где значение человеческого фактора сведено к минимуму:

использование индивидуальной системы локации (браслет или мобильное рабочее место МРМ) позволяет с высокой степенью точности определить местоположение оперативного персонала в режиме реального времени;

применение алгоритмов машинного обучения, позволяющих

проводить классификацию причины возникновения инцидента на основе данных, накопленных за предыдущий период.

Эффектом от внедрения подобных технологий станет повышение качества обслуживания и технологической дисциплины обслуживающего персонала, а также возможность исключения или увеличения периодичности обслуживания за счет получения объективной оценки влияния технического обслуживания на состояние объектов инфраструктуры.

**Унифицированный клиент просмотра поездного положения** (начало реализации – 2019 г.).

Одной из актуальных задач, требующих решения, является подъем данных о поездном положении на все уровни ЦДИ с различной степенью детализации диагностических параметров.

Создание унифицированного клиента не воспринимается лишь как решение для получения простейшей информации о местоположении поезда на схеме станции или перегона с указанием состояния поездных и маневровых сигналов, положения стрелок и занятости путей. Задача рассматривается максимально широко. Унифицированный клиент просмотра поездного положения должен предоставлять любому пользователю возможность просмотра всей диагностической информации о состоянии устройств железнодорожной инфраструктуры, доступной системам стационарной диагностики на конкретном объекте, включая измеряемые параметры работы устройств.

**Жизненный цикл. Разработка методов расчета ресурсов приборов без средств диагностики** (начало реализации – 2019 г.).

На базе системы ведения технической документации планируется разработка технологии определения ресурса аппаратуры ЖАТ с целью перехода на обслуживание по состоянию и замены по ресурсу.

На данном этапе разработана система представления проектных решений в виде цифровых электронных моделей, что позволит увязать проектную и эксплуатационную документацию на всех этапах жизненного цикла. Это со-

кратит финансовые и временные издержки на работу с проектными решениями.

**Мониторинг и диагностика. Перечень основных проектов цифровой трансформации** (начало реализации – 2019 г.).

На сегодняшний день работа дирекции диагностики и мониторинга в большом объеме автоматизирована в ЕК АСУИ. В системе ведется учет и планирование ремонтов средств диагностики, планируются работы по дефектоскопии и путеизмерению и, как следствие, автоматически учитываются все выявленные отступления. Основная задача этого года – разработка аналитического уровня системы, который будет включать в себя данные по всем измерениям и реализацию возможности выполнения предиктивной аналитики состояния объектов инфраструктуры.

**Техническая учеба – модуль компетенции, сервис дополненной реальности** (начало реализации – 2019 г.).

Для разработки интеллектуальной системы индивидуального планирования технической учебы применяются элементы прогнозной и прескриптивной аналитики, где на основе оценки специалистов по качеству проведенного ТО, осмотров устройств, причин допущенных отказов, оценки знаний и системы предсменного тестирования формируется индивидуальный план для работника. Реализация указанных задач позволит повысить мотивацию персонала к получению знаний и практических навыков, объективно оценить и обеспечить индивидуальное повышение уровня компетенций персонала, автоматизировать процесс контроля технологической дисциплины.

Для эффективной реализации стратегии Цифровой трансформации в инфраструктурном комплексе необходимо выделить от каждого функционального заказчика руководителя по цифровой трансформации с правом принятия решений об изменении технологий, сформировать дорожную карту реализации стратегии, подготовить функциональные требования по первоочередным задачам для включения в Программу информатизации.



**СЕМИОН  
Кирилл Викторович,  
ОАО «РЖД», начальник  
Департамента информати-  
зации, Россия, Москва**

# СТРАТЕГИЯ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

В прошлом году на совете директоров ОАО «РЖД» информационному блоку было поручено разработать стратегию цифровой трансформации компании. Такая трансформация выходит за рамки стратегии развития информационных технологий и общепринятых документов. Это, прежде всего, использование цифровых технологий в бизнес-процессах компании путем добавления к существующим технологиям новых качеств, трансформации текущих и создания новых производственных процессов за счет применения инноваций.

■ Цифровая трансформация существенно шире проекта «Цифровая железная дорога». Это не ИТ-проект или стратегия развития в чистом виде. По сути, это стратегия движения основного бизнеса компании, где все внимание сфокусировано на изменении технологических процессов и корпоративной культуры (развитие клиентаориентированности, работа на опережение и др.), а также на обучении цифровым компетенциям и навыкам персонала. Стратегия развития цифровой трансформации (рис. 1) одобрена и принята за основу правлением компании. На данный момент она дорабатывается и в соответствии с поручением совета директоров компании будет внесена на утверждение во втором квартале этого года.

В контексте цифровой трансформации в ОАО «РЖД» выделены три основных блока.

Клиентский блок направлен непосредственно на взаимодействие с клиентами компании. В него входят цифровые платформы мультимодальных пассажирских и грузовых перевозок, платформы транспортно-логистических узлов и логистического оператора электронной коммерции.

Производственный блок относится непосред-

ственно к внутренним процессам компании. Он включает цифровые платформы оператора линейной инфраструктуры, управления перевозочным процессом. На заседании управляющего комитета по цифровой трансформации во главе с генеральным директором – председателем правления ОАО «РЖД» О.В. Белозёровым в январе этого года от производственного блока было внесено предложение о выделении еще одной цифровой платформы – управления тяговым подвижным составом.

К третьему блоку относятся, так называемые, официальные процессы (поддерживающие, сопровождающие и др.), для которых создается цифровая платформа непроизводственных процессов ОАО «РЖД».

Цифровая трансформация строится в контексте целевого видения компании и нацелена на развитие новых бизнес-аспектов, которые обеспечивают предиктивную аналитику с расчетом на долгосрочную перспективу развития ОАО «РЖД».

Возникает вопрос: «Что такое цифровая платформа и как ее использовать?». Цифровая платформа – это комплекс взаимосвязанных технологических решений, обеспечивающих среду взаимодействия



РИС. 1



РИС. 2

двуих и более групп участников по обмену информацией, услугами и ценностями. Другими словами создается некое фокусированное ИТ-решение, которое универсально и с точки зрения производства (для производства), и с точки зрения производственных процессов. Это, по сути применение той или иной цифровой технологии на практике. Далее на базе этой технологии строятся непосредственно сервисы, реализующие ее применение в различных областях.

Цифровые сервисы – это услуги, предоставляемые заинтересованным лицам посредством современных цифровых технологий и цифровых платформ, реализованных на их основе.

Такой подход используется для реализации всех аспектов цифровой трансформации. Компания инвестирует средства в создание универсальных цифровых платформ, на базе которых строятся сервисы для производства и клиентов. Кроме этого, поставлена задача сделать возможным использование этих платформ при реализации государственной программы «Цифровая экономика» в части цифрового транспорта и логистики.

Концепция цифровой платформы показана на рис. 2, а. Проект цифровой платформы оператора линейной инфраструктуры, которая непосредственно относится к деятельности инфраструктурного комплекса, представлен на рис. 2, б. С точки зрения ИТ-решений, цифровая платформа абсолютно независима и может применяться как на железнодорожном транспорте, так и на газопроводах, автомобильных дорогах, там, где есть линейная инфраструктура со своей бизнес-спецификой. Для применения ее в конкретной отрасли надстраиваются сервисы.

Платформа оператора линейной инфраструктуры благодаря возложенным на нее сервисам в первую очередь максимально будет решать и уже решает проблемы ОАО «РЖД». Она состоит из нескольких компонентов: платформы управления жизненным циклом линейных объектов инфраструктуры (BIM); программного продукта создания и управления жизненным циклом цифровых двойников объектов инфраструктуры; платформы предиктивной аналитики для

обслуживания по состоянию; программного продукта дополненной реальности для обучения и поддержки эксплуатации линейных объектов.

Платформа управления жизненным циклом линейных объектов инфраструктуры включает сервисы цифрового проектирования, управления жизненным циклом, а также методики и стандарты.

Сегодня часто можно слышать про BIM-технологии, которые обеспечивают цифровое проектирование и управление жизненным циклом с выходом на цифровые двойники. Что же означает понятие цифровой двойник? У объектов инфраструктуры есть жизненный цикл, который начинается с момента запроса на проектирование, затем идет проектирование, строительство и эксплуатация. Цифровой двойник – это аналог реальной инфраструктуры, ее объектов, которые «живут» в виртуальном пространстве. Что это дает? На цифровом двойнике появляется возможность моделировать различные события, не затрачивая при этом средства в реальной инфраструктуре.

Такой подход уже используется в мировой практике и доказал свою эффективность. Например, одна крупная горнодобывающая компания начала разработку одного из своих рудников в Южной Америке с создания цифрового двойника. Это позволило одновременно отслеживать текущее состояние объекта в реальном времени и моделировать изменения в процессах при различных ситуациях, оперативно реагировать на угрозы, которые могут стать большими проблемами в будущем. По оценкам руководства, такой подход уже за год позволил получить компании экономический эффект.

Таким образом, благодаря цифровым двойникам и оцифрованной инфраструктуре, появляется возможность работать не только по текущему состоянию, но и в условиях цифровой реальности, эффективно моделировать потенциальные ситуации развития событий. Это позволит улучшать текущие процессы, предотвращать сбои в работе, устранять угрозы до появления реальных проблем и др. Кроме того, для получения эффекта от цифровизации необходимо обеспечить развитие персонала, подготовить специалистов для работы в новых условиях.



**УРУСОВ  
Алексей Викторович,**  
ОАО «РЖД», директор  
Проектно-конструкторско-  
технологического бюро по  
системам информатизации –  
Центра цифровых технологий,  
Россия, Москва

## ЦЖД – СОСТАВЛЯЮЩАЯ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

Цифровая железная дорога – это составная часть цифровой трансформации транспортной отрасли. Она направлена на внедрение инновационных технологий в производственные процессы, создание на их основе клиентских сервисов, которые будут построены над платформами. Реализация проекта ЦЖД зависит от успешного внедрения цифровых технологий в каждую функциональную область.

■ Для цифровизации инфраструктурного комплекса выбраны следующие инструменты: мобильные приложения; системы распределенного реестра; интернет вещей; большие данные; интеллектуальные системы; высокоскоростная сеть передачи данных.

Мобильные приложения представляют собой программное обеспечение для сотрудников и клиентов ОАО «РЖД», предназначеннное и приспособленное для работы на мобильных устройствах. Приложения обеспечивают постоянную информированность персонала, предоставляют возможность пользоваться различными услугами и сервисами, позволяют гибко управлять производственной деятельностью. Уже сегодня мобильные приложения широко внедряются в хозяйствах пути и автоматики и телемеханики. Благодаря им линейные работники могут получать оперативные задания, техническую помощь, инструкции по выполнению тех или иных мероприятий и др. Кроме этого, появляется возможность информирования диспетчеров и руководителей о выполнении работ, контроле их качества и др.

Blockchain – это распределенная база данных, которая обеспечивает надежное хранение и регулярное обновление информации. Применение этой технологии снижает риск, возникающий из-за недоверия между заключающими контракт сторонами, повышает прозрачность сделок, ускоряет взаимодействие участников.

Система распределенного реестра

стра для каждого участника отражает реальную картину в любой момент времени. Максимальный эффект, который можно получить от внедрения технологии – это расширение жизненного цикла инфраструктуры (сопровождение изделия от «зарождения» на заводе и до утилизации), отслеживание появления контрафакта или некачественных деталей, создание доверительного пространства не только внутри компании, но и с поставщиками систем и устройств для нужд ОАО «РЖД».

Технология «Интернет вещей» дает возможность осуществлять сбор и передачу информации о состоянии объектов без участия человека для последующей ее автоматической обработки и формирования управляющих воздействий. Интернет вещей также уже нашел применение в компании. Он используется, например, при внедрении малолюдных технологий, мониторинга технического состояния объектов инфраструктуры, формировании массивов данных. Это – одна из трех технологий, которая позволит перейти от содержания инфраструктуры по нормативам к содержанию по состоянию и широкому внедрению малолюдных технологий.

Еще две технологии, с которыми должен работать IoT – большие данные и интеллектуальные системы. Большие данные – это технология, где инструменты и методы скоростной обработки огромного объема структурированных и неструктурированных данных используются для выявления нео-

чевидных связей и формирования результируемых результатов, воспринимаемых человеком. Интеллектуальные системы способны решать творческие задачи, самообучаться, используя и накапливая при этом знания о предметной области.

Применение этих технологий позволит сформировать не только понимание потенциальных инцидентов, но и спрогнозировать их появление. Формирование управляющих решений, поиск неочевидных закономерностей, предиктивная аналитика и другие позволят сократить производственные расходы, в том числе затраты на техническое обслуживание и ремонт, снизить влияние человеческого фактора, повысить безопасность и отказоустойчивость технических средств, что в свою очередь скажется на повышении производительности труда и эффективности производственных процессов.

Внедрение этих технологий невозможно без высокоскоростной качественной сети передачи данных.

В прошлом году для реализации проекта «Цифровая железная дорога» были сформированы все нормативные документы, управляющие органы (управляющий комитет, экспертно-методический совет, офис управления). Создана предварительная дорожная карта, в которую вошли проекты, заявленные дирекциями и дорогами.

В конце года началась защита проектов перед заместителем генерального директора ОАО «РЖД» – главным инженером С.А. Кобзевым. При защите



РИС. 1

большое внимание уделяется экономической эффективности представленных проектов. По итогам защиты будет актуализирована дорожная карта, в которую попадут только те проекты, которые смогут доказать свою эффективность. Затем будут прорабатываться вопросы их финансирования и сроки реализации.

Нужно отметить, что ЦДИ была пионером в защите проектов ЦЖД, на дирекции отрабатывались подходы к этой процедуре. Проекты инфраструктурного комплекса стали первыми, кото-

рые одобрил главный инженер компании.

Основные функциональные направления развития информационно-управляющей системы ИУС приведены на рис. 1.

Цифровой двойник станет инструментом не только для моделирования различных нештатных ситуаций, но и развития инфраструктуры. С помощью предиктивной диагностики появится возможность прогнозирования состояния инфраструктуры и изменения подхода к эксплуатационной деятельности, т.е. переход к

обслуживанию по состоянию. Инструменты моделирования и прогнозирования позволят адресно планировать деятельность филиала. Это повысит производительность труда и сэкономит ресурсы. Любые действия, совершаемые на инфраструктуре, должны получить качественную оценку путем диспетчеризации и контроля.

Повышение эффективности деятельности позволит не только прогнозировать и выявлять инциденты, но и находить причины проблем, своевременно их устранять (управлять проблемой).

На рис. 2 представлена упрощенная дорожная карта автоматизации и цифровизации процессов в ЦДИ. На данный момент базовой системой инфраструктурного комплекса является Единая корпоративная автоматизированная система управления инфраструктурой ЕК АСУИ, которую нужно перевести из информационной системы в управляющую. С развитием технологий появились новые потребности и бизнес-требования, а также новые возможности для их удовлетворения. Реализуя мероприятия дорожной карты по автоматизации и цифровизации процессов к 2025 г. планируется перевести ЕК АСУИ полностью в информационно-управляющую систему.

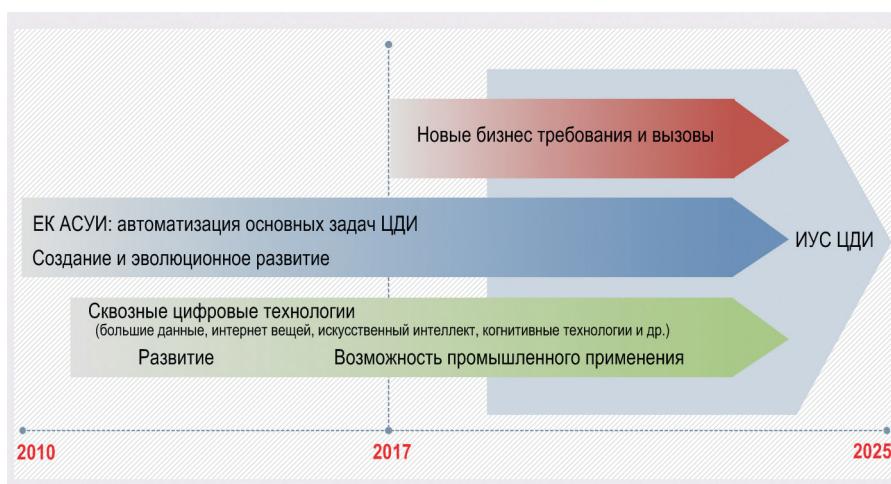


РИС. 2



КАЙНОВ

**Виталий Михайлович,**  
ОАО «РЖД», Проектно-конструкторское бюро по инфраструктуре, главный инженер, канд. техн. наук,  
Россия, Москва

# ЦИФРОВИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ В ИНФРАСТРУКТУРНОМ КОМПЛЕКСЕ

Говоря о степени готовности к цифровой трансформации инфраструктурного комплекса, следует отметить, что по всем направлениям его деятельности сегодня используется достаточно большое количество автоматизированных информационно-аналитических систем. В качестве системы управления содержанием инфраструктуры «верхнего уровня» в настоящее время принята Единая корпоративная автоматизированная система управления инфраструктурой ЕК АСУИ.

■ Основным источником данных для работы ЕК АСУИ являются информационные автоматизированные системы управления хозяйством, и, частично, устройства и системы диагностики и мониторинга как стационарные, так и мобильные.

Рассмотрим не информационно-аналитические системы, а цифровизацию технологий в системах стационарной и мобильной диагностики, а также системы управления движением поездов, применяемые в хозяйстве автоматики и телемеханики.

Как пример цифровизации технологий в хозяйстве пути можно отметить разработку волоконно-оптической системы мониторинга (ВОСМ) объектов инфраструктуры. Эта система позволяет обеспечить непрерывный мониторинг состояния объектов инфраструктуры, выявить предотказное состояние технических средств с целью принятия превентивных мер, остановить движение поездов в случае мгновенного отказа. На экспериментальном кольце в Щербинке размещен испытательный полигон, где проводится снятие параметров данной системы для подтверждения заявленных функций.

Следующий пример цифровизации технологий в хозяйстве электрификации и электроснабжения – это быстродействующая лазерная система диагностики контактного провода «ИЗНОС».

Хозяйство автоматики и телемеханики является первым инфраструктурным хозяйством, которое на системном уровне

внедряет систему технического диагностирования и мониторинга СТДМ, работает с предотказным состоянием технических средств, что является этапом перехода к обслуживанию по состоянию.

Благодаря СТДМ, несмотря на определенную критику в части надежности работы устройств ЖАТ, эксплуатационный персонал хозяйства из года в год в условиях оптимизации штата и ограничения финансовых ресурсов снижает количество отказов технических средств. Так, за период с 2010 по 2018 г. количество отказов технических средств по вине хозяйства автоматики и телемеханики снизилось с 16 874 до 10 047 (на 40 %).

Если в системах мобильной диагностики в инфраструктуре выстроена системная работа и управляет этой системой отдельное управление, то стационарная диагностика, как самостоятельная система, существует только в хозяйстве ЖАТ. В связи с этим, для формирования единых подходов к стационарной диагностике, для ПКБ И поставлена задача – разработать в текущем году единые требования к системам стационарной диагностики для инфраструктурных хозяйств, в том числе по взаимодействию с другими информационными системами, включая ЕК АСУИ.

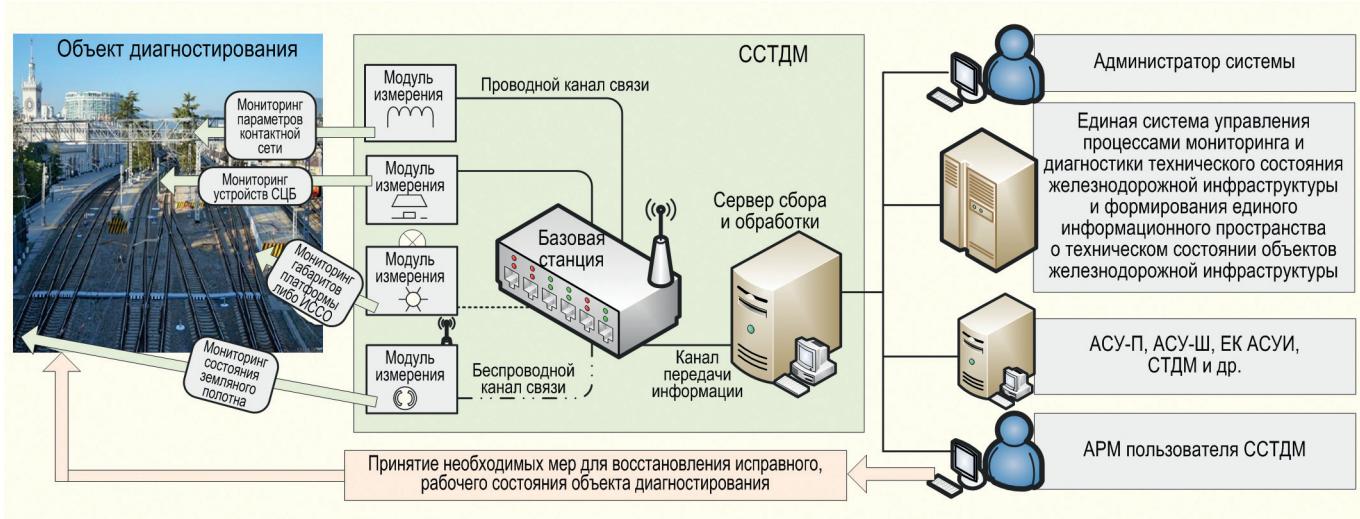
Этот документ содержит обобщенную структурную схему систем диагностики (см. рисунок). Этой схемой необходимо руководствоваться при проектировании, строительстве и эксплуатации всех стационарных СТДМ.

Очевидно, что с развитием средств диагностики количество информационных данных будет расти. Поэтому большой объем информации с целью эффективного ее использования для управления инфраструктурным комплексом уже сегодня требует усовершенствования «инструмента» управления этой информацией.

В актуальном состоянии ЕК АСУИ интегрирует данные из различных источников в едином формате и позволяет в автоматизированном режиме производить назначение неотложных работ, формировать нормативно-целевые бюджеты, назначать работы по плану, формировать отчетность о выполнении работ и др.

Именно с учетом использования функционала ЕК АСУИ в качестве технологического обеспечения отделениями ПКБ И были разработаны «Методики учета и планирования работ» в хозяйствах пути и автоматики и телемеханики, утвержденные распоряжениями ОАО «РЖД».

Сегодня ЕК АСУИ не в полной мере выполняет свою функцию в части управляющей системы. Например, в текущем состоянии система пока не позволяет в автоматизированном режиме проводить анализ данных, делать прогноз развития негативных изменений в инфраструктуре, а значит, не имеет возможности принимать эффективные решения по назначению работ. В связи с этим, первоочередной задачей цифровизации технологий инфраструктурного блока является



совершенствование ЕК АСУИ по следующим направлениям:

доработка функционала ЕК АСУИ в части автоматизации анализа данных и выдачи управлеченческих решений;

наращивание возможностей автоматизированного получения и актуализации цифровых данных о состоянии инфраструктуры путем внедрения стационарных диагностических средств на основе современных информационных технологий;

автоматизация процесса расшифровки результатов работы средств диагностики с их интеграцией в ЕК АСУИ для планирования и назначения работ, а также в КСПД ИЖТ для актуализации цифровой пространственной модели инфраструктуры.

Результатом этих работ будет исключение непроизводительных операций, минимизация человеческого фактора, контроль состояния объектов железнодорожной инфраструктуры в режиме реального времени, повышение эффективности процессов управления инфраструктурой.

В качестве перспективного направления цифровизации технологии инфраструктурного комплекса следует рассматривать начало работы по созданию цифровых моделей («цифровых двойников» реальных объектов управления) объектов инфраструктуры и систем управления движением поездов для прогнозирования их «поведения» и влияния на перевозочный процесс при задании различных критических условий.

С учетом того, что технические средства ЖАТ позволяют

управлять движением поездов, к вопросу цифровизации таких технологий, как АУМ на уровне ДЦ, плавающий блок-участок в системе интервального регулирования, движение без машинистов на МЦК, требуется особый подход, так как это напрямую определяет безопасность движения поездов. Вопросы безопасности регламентированы ПТЭ, где прописано, что должны обеспечивать системы СЦБ и чего они не должны допускать.

Однако с внедрением микропроцессорных систем управления появились новые непростые задачи на программном уровне, которые предлагаются решать путем имитационного моделирования.

Возникает возможность минимизировать риски отказов и нарушений безопасности движения на стадии разработки проекта и испытаний «вхолостую» путем принятия корректирующих мер. В настоящее время такие риски имеют место, так как работа проводится на реальных объектах эксплуатационным персоналом, не имеющим достаточной квалификации, а полигон для предварительного тестирования отсутствует.

С целью организации системной работы в этом направлении в ПКБ И планируется создание отдела имитационного моделирования, который будет на профессиональной основе проводить исследования уязвимости объектов инфраструктуры (на первом этапе МПСУ ЖАТ) с выработкой типовых технических решений, разработкой нормативно-технической документации.

В целевом состоянии Лаборатория должна обеспечить моделиро-

вание и комплексную экспертизу внедряемых и эксплуатируемых микропроцессорных систем, применяемых в хозяйствах инфраструктуры, для обеспечения требований перевозочного процесса на участках железных дорог различного класса и специализации.

Необходимость создания такой лаборатории подтверждают случаи, которые произошли на сети. Так, например, нестабильная работа автоблокировки на участке Москва – Санкт-Петербург по причине инертности работы схем контроля проследования привела к необходимости разработки имитационной модели работы устройств АБ, которая помогла выработать корректирующее решение. Для отработки совместной работы МПЦ-Е и АБТЦ-МШ на станции Перово был создан имитационный стенд для корректировки технических решений, обеспечивающих заданную пропускную способность.

Указанные примеры подтверждают необходимость испытания в условиях Лаборатории функциональной работоспособности МПСУ ЖАТ в части их взаимодействия с собой и с учетом взаимодействия с подвижным составом (односторонним и двухсторонним).

Кроме того, отделом имитационного моделирования планируется моделировать нестандартные ситуации, допущенные в действующих устройствах, с формированием экспертных заключений и выработкой корректирующих технических и технологических мер по повышению надежности и безопасности, актуализации документации и др.



**ДЗЮБА  
Юрий Владимирович,**  
АО «Научно-исследовательский и  
проектно-конструкторский институт  
информатизации, автоматиза-  
ции и связи на железнодорожном  
транспорте», руководитель Центра  
стратегического анализа  
и развития, Россия, Москва

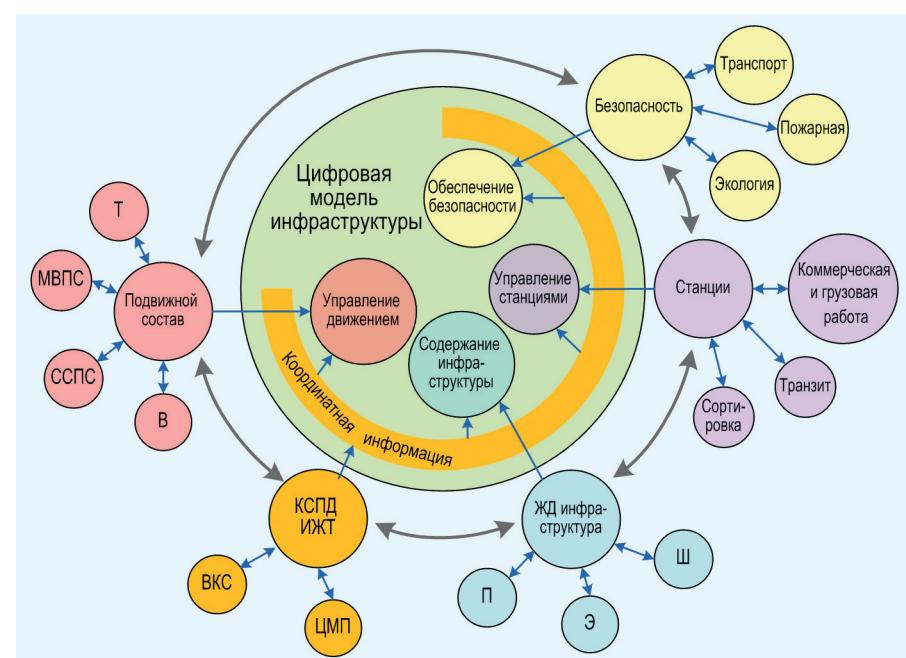
# ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ В ХОЗЯЙСТВАХ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Цифровые технологии во многом определяют будущее развитие российских железных дорог. Количество и роль ИТ-проектов за последние годы настолько выросли, что стало принято говорить о цифровой трансформации. При этом под цифровой трансформацией понимают кардинальное повышение эффективности компании благодаря применению в дополнение к традиционным инструментам цифровых технологий и интеграции данных из различных направлений бизнеса.

■ Для того чтобы понять, какие возможности открывает цифровая трансформация, надо проследить путь развития информационных технологий в отрасли. С постепенным наращиванием объемов автоматизации в поле зрения ИТ попадало все больше и больше данных о процессах компаний. Данные накапливались, увеличивалось их разнообразие. Чем больше и разнообразнее становились данные, тем большими знаниями обладали автоматизированные системы. Увеличение таких знаний способствовало дальнейшему развитию информационных технологий. Сейчас количество накопленных данных и общий уровень автоматизации компаний делают возможным существенным образом повысить ее эффективность. Именно этот принципиальный качественный скачок и принято называть цифровой трансформацией. Надо понимать, что все процессы цифровой трансформации опираются, прежде всего, на цифровые данные. Откуда берутся такие данные? Безусловно, основным источником данных являются различные датчики и устройства, поэтому очень важно насыщать ими инфраструктуру. Однако необходимо помнить, что с ростом числа устройств и датчиков будет возрастать сложность их идентификации и интерпретации получаемых от них данных. В связи с этим, крайне важной задачей становится разработка унифицированных протоколов взаимодействия и общих платформенных решений.

Не менее важным источником данных являются автоматизированные системы. Именно в них осуществляется ручной ввод и хранение данных, их интерпретация и обработка. За долгое время развития информационных технологий в крупных компаниях было создано большое количество различных АСУ. Зачастую данные в них дублируются или хранятся разрозненно, что существенным образом может затруднять их использование. Партнеры также являются важнейшим ключевым источником данных. Проектная и конструкторская документация, количественные и качественные характеристики приобретаемой продукции, сведения

о клиентах и о технологическом окружении – эти данные способны существенным образом повлиять на повышение эффективности ОАО «РЖД». Именно поэтому важно налаживать электронное взаимодействие со всеми партнерами, начиная от использования BIM-технологий при проектировании и строительстве и заканчивая обменом информацией о пассажирах с сотовыми операторами и другими перевозчиками. Еще один источник данных – аналитика. Начиная с определенного момента, анализ данных может приводить к возникновению новых данных. К таким данным могут относиться сведения о надежно-



сти технических устройств, способные изменить представление об используемых нормативах, информационные модели объектов инфраструктуры, которые в своей совокупности будут описывать сложные инженерные сети и протяженные инфраструктурные объекты. Однако необходимо помнить, что ключевыми условиями обеспечения возможности работы с данными является наличие инструментария для их анализа и высокие требования по согласованности данных, т.е. данные должны укладываться в единую модель.

Для железных дорог ключевой цифровой моделью является модель железнодорожной инфраструктуры (см. рисунок). Именно на ее основе осуществляются все технологические операции компании, и без ее реализации невозможны существенные цифровые преобразования в холдинге «РЖД».

Цифровая модель инфраструктуры должна обеспечивать:

комплексность – модель полностью описывает железнодорожную инфраструктуру и применима для использования во всех процессах;

согласованность – единая модель обеспечивает соответствие различных представлений друг другу;

оперативность – все участники получают информацию в реальном режиме времени;

доступность – модель доступна для всех, кто работает с железнодорожной инфраструктурой.

При реализации модели следует учесть, что в них должно храниться не только текущее состояние объектов инфраструктуры (и все исторические данные по его изменению), но и описание эталонного (проектного) состояния объектов инфраструктуры. По сути, работы по содержанию и ремонту железнодорожной инфраструктуры сводятся к оптимизации процессов поддержания модели фактического состояния объектов на экономически обоснованном уровне по отношению к проектному состоянию. Понимание этого дает широкие возможности по использованию различных технологических решений, начиная от контроля состояния инфраструктуры с помощью беспилотных летательных аппаратов и заканчивая внедрением систем управления жизненным циклом объектов инфраструктуры (УРРАН).

# ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ХОЗЯЙСТВА АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ



**ПОМЕНКОВ**

Дмитрий Михайлович,  
ОАО «РЖД», Центральная  
дирекция инфраструктуры,  
Управление автоматики и  
телемеханики, начальник  
отдела, канд. техн. наук,  
Россия, Москва

**Управление автоматики и телемеханики большое внимание уделяет внедрению автоматизированных систем управления и систем диагностики. В 2006 г. создан первый центр технической диагностики и мониторинга устройств СЦБ на Октябрьской дороге, а уже в 2010 г. были предприняты первые попытки перехода на отдельных участках на обслуживание устройств по состоянию в рамках автоматизированной технологии обслуживания АТО. Пройдя определенные этапы развития систем технической диагностики, информационных систем, мы достаточно осторожно относимся к чисто экономическим эффектам цифровой трансформации, но в тоже время понимаем, какой огромный потенциал имеется в части технологической эффективности и оптимизации процессов хозяйства.**

■ С внедрением новых технологий появляется возможность оценки ресурса объектов на протяжении всего жизненного цикла, адресного планирования ресурсов для обеспечения требуемых показателей, объективной оценки эффективности проводимых программ, использования предиктивной и прескриптивной аналитики при планировании технического обслуживания по состоянию. Благодаря применению инновационных разработок и цифровых технологий можно достичь следующих эффектов: повышение производительности труда, сокращение непроизводительных затрат и эксплуатационных расходов, снижение затрат на проектирование и др.

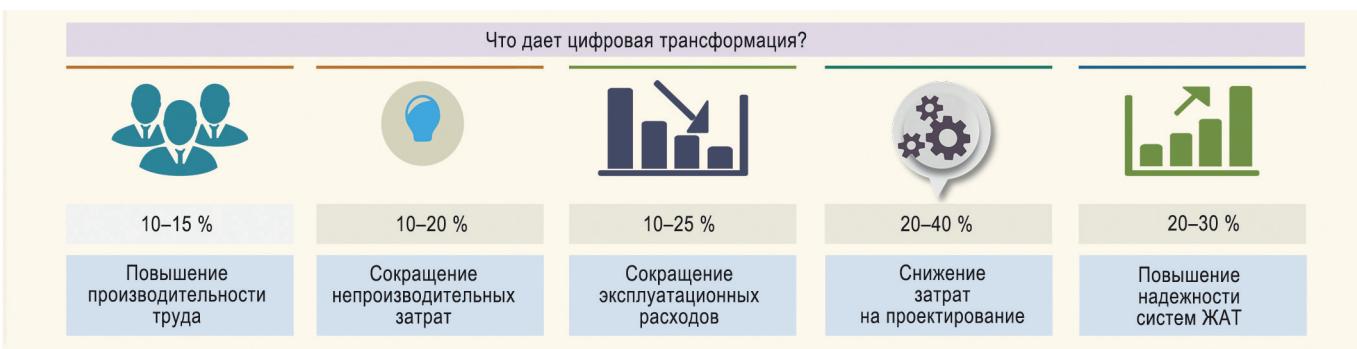
В настоящее время планирование процессов обслуживания устройств в хозяйстве автоматики и телемеханики выполняется по жесткому графику технического обслуживания, что зачастую сопровождается недостаточной адресностью проводимых мероприятий. При этом работы про-

водятся без учета фактического состояния устройств с использованием ручных измерительных приборов. Техническая и техническая документация ведется вручную на бумажных носителях.

Контроль фактической реализации процессов планирования и выполнения технического обслуживания и ремонта устройств сейчас ведется без оценки эффективности. Существующие системы технической диагностики и мониторинга проводят только субъективный анализ данных. При этом отсутствуют технологии прогнозирования, данные о влиянии человеческого фактора, анализ обеспеченности ресурсами.

Внедрение цифровых технологий позволит планировать обслуживание устройств по фактическому состоянию на основе комплексного мониторинга и предиктивной аналитики процесса эксплуатации технических средств, адресно распределить ресурсы.

Реализация цифровой трансформации даст возможность оп-



Возможные эффекты применения инновационных разработок и цифровых технологий

тимизировать диспетчеризацию персонала за счет использования мобильных рабочих мест, исключить или увеличить периодичность обслуживания за счет объективной оценки состояния объектов, а также автоматизировать процесс ведения технической и технологической документации.

Будущие системы мониторинга смогут контролировать устойчивость процессов, осуществлять мониторинг эффективности программ и мероприятий, а также контролировать жизненный цикл оборудования и технологическую дисциплину персонала на основе аналитики СТДМ.

На их основе можно будет оптимизировать и ранжировать объем диагностической информации в зависимости от уровня управления, автоматизировать процессы выявления причин и прогнозирования отказов технических средств ЖАТ, процесс контроля технологической дисциплины.

Для цифровой трансформации хозяйства автоматики и телемеханики будет создана платформа оператора линейной инфраструктуры, которая состоит из нескольких компонентов.

Чтобы перейти к рассмотрению принципов цифровой трансформации в хозяйстве еще раз вспомним некоторые определения.

Цифровой двойник – это совокупность баз данных, хранящих информацию об объектах основных средств.

Платформа управления жизненным циклом объектов – это совокупность информационных систем, обеспечивающих процессы, связанные с жизненным циклом объектов основных средств.

Платформа предиктивной аналитики – это совокупность информационно-управляющих систем, обеспечивающих поддержку принятия решений по управлению жизненным циклом объектов основных средств.

На рисунке (стр. 14) приведена схема целевого состояния цифровой трансформации хозяйства автоматики и телемеханики, где представлен пример структуры взаимодействия указанных элементов. В качестве прототипа данной структуры использовался проект единой платформы цифровой железной дороги для инфраструктурного комплекса с применением технологии «интернета вещей» и обработки больших данных, который в прошлом году разрабатывался специалистами ПКБ ЦЦТ. Данная структура предлагается для реализации в рамках платформы оператора линейной инфраструктуры.

В целях реализации цифровой трансформации производственных процессов Управлением автоматики и телемеханики разработана дорожная карта. Для решения задачи по созданию цифровых двойников линейных объектов ЖАТ планируется:

разработать технологии автоматической классификации выявляемых диагностических ситуаций на основе алгоритмов машинного обучения и искусственного интеллекта;

создать интерфейсы передачи информации в системы МРМ-Ш, АСУ-Ш-2 и ЕК АСУИ;

организовать учет отказов в работе устройств ЖАТ с привязкой к конкретным устройствам;

актуализировать модуль «Информационное взаимодействие АСУ-Ш-2 и КАС АНТ»;

проводить учет дополнительных данных, необходимых для расчетов показателей надежности;

разработать специализированную систему очистки от шумов и растеризации грязной технической документации;

создать новые, гибкие модули взаимодействия АРМ-ВТД с пользователем.

При создании платформы предиктивной аналитики для обслужи-

вания объектов ЖАТ по состоянию будут разработаны интеллектуальные системы выявления предотказных состояний рельсовых цепей; алгоритмы прогнозирования для оперативной и аналитической диагностики на основе использования технологии BigData; методы контроля выполнения указаний ГТСС в действующих схемах; методы выявления связанных инцидентов СТДМ.

Также будут разработаны системы контроля технологической дисциплины для исключения влияния человеческого фактора на основе данных СТДМ; способ автоматического учета результатов измерений, выполненных системами ТДМ; порядок автоматизации оценки функционального ресурса технических средств ЖАТ.

Кроме этого, появится возможность учета параметров приборов в течение всего жизненного цикла, в том числе результатов заводских испытаний приборов, учета жизненного цикла устройств ЖАТ, а также учета кабельного оборудования.

При создании платформы управления жизненным циклом линейных объектов ЖАТ планируется создать математическую модель определения допустимых значений содержания стрелок и стрелочных электроприводов, разработать ПАК оперативно-технологического руководства хозяйства автоматики и телемеханики, а также методы оптимизации выработки ресурса приборов, расчета показателей надежности функционирования горочных систем автоматики, а также контроля знаний с применением имитационного моделирования на основе действующей технической документации.

Планируется автоматизировать рекламационно-претензионную работу, электронный документооборот актов и заключений и разработать способ оценки стоимости жизненного цикла систем ЖАТ.

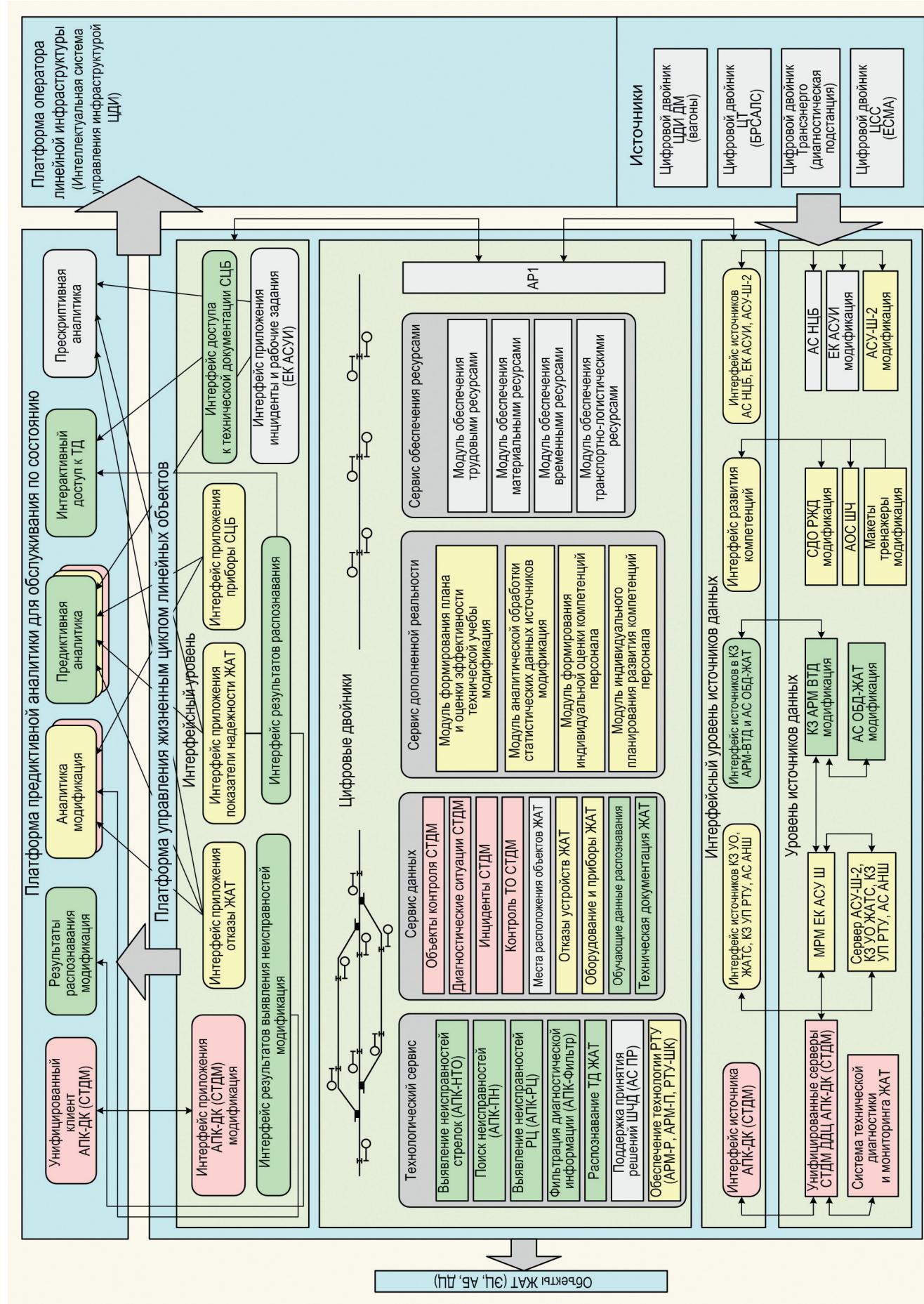


Схема целевого состояния цифровой трансформации хозяйствства автоматики и телемеханики

# АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ В ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ



**ДОЛГОВ**  
Михаил Викторович,

Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, заведующий ОНИЛ «Автоматизация технического обслуживания, диагностика и мониторинг систем ЖАТ», Россия, Санкт-Петербург



**МОСКВИНА**  
Елена Анатольевна,

Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, старший научный сотрудник, Россия, Санкт-Петербург



**БУДИЛОВА**  
Анна Владимировна,

Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, младший научный сотрудник, Россия, Санкт-Петербург

**Цифровая трансформация – это новая реальность, требующая от разработчиков пересмотра ряда бизнес-процессов и подходов к работе. Целевая модель цифровой трансформации хозяйства автоматики и телемеханики отражает все основные процессы, реализуемые в хозяйстве для обеспечения перевозочного процесса ОАО «РЖД».**

■ Схема целевого состояния цифровой трансформации хозяйства автоматики и телемеханики представлена на стр. 14. Модель описывает всю вертикаль хозяйства: от уровня источников данных, цифровых двойников до формирования платформы управления жизненным циклом линейных объектов хозяйства и платформы предиктивной аналитики.

Основная цель внедрения модели цифровой трансформации в хозяйстве – качественное изменение подхода к управлению активами хозяйства – адресное планирование ресурсов на основе знаний об их фактическом состоянии.

На схеме желтым цветом показаны блоки, в реализации которых участвует лаборатория ОНИЛ АТО ДМ ПГУПС. Они применяют-

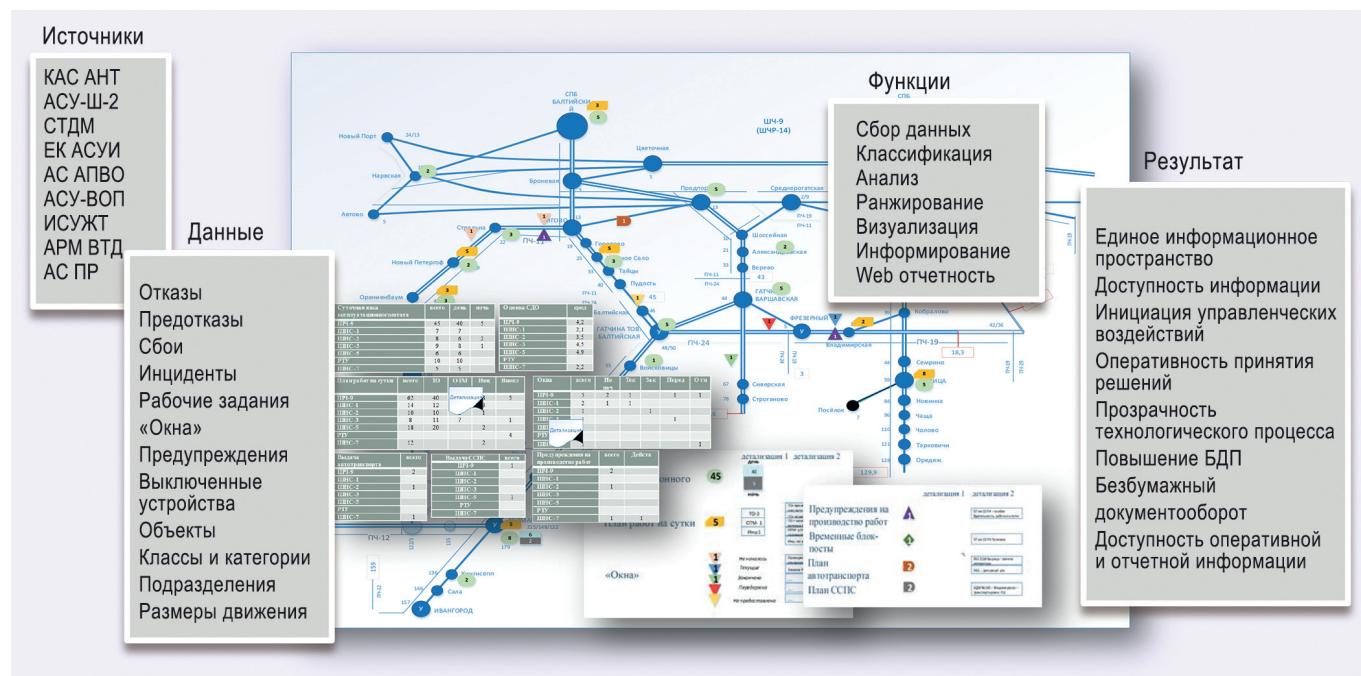
ся как на уровне интерфейсов и источников данных, так в части реализации цифровых двойников и аналитической платформы. Следует отметить, что разработки лаборатории применяются на всех уровнях этой модели.

Для реализации платформы оператора линейной инфраструктуры в качестве цифровых двойников рассматриваются автоматизированные рабочие места специалистов дистанций СЦБ, посредством которых реализуется технологический цикл выполняемого ими производственного процесса.

Комплекс РТУ-ШК, использующий технологию обслуживания приборов с применением штрих-кодирования, реализует цикл подготовки, проверки и выпуска на линию аппаратуры СЦБ с автоматической фиксацией

всех выполняемых процедур посредством совмещений измерительных стендов с программным обеспечением и сканирования индивидуального кода прибора. Результатом процесса становится формирование и контроль жизненного цикла прибора СЦБ. Комплекс РТУ-ШК станет одним из элементов платформы управления жизненным циклом оборудования СЦБ.

Аппаратно-программный комплекс обеспечения технологии работы и поддержки принятия решений для диспетчера линейного предприятия автоматики и телемеханики АСПР реализует полный цикл организации расследования и устранения отказов технических средств. Комплекс осуществляет онлайн поддержку диспетчера дистанции СЦБ на всех этапах восстановления



### Комплекс технологического руководства в хозяйстве автоматики и телемеханики

нормальной работы устройств СЦБ, контролирует регламентное время восстановления, а также оперативно формирует отчетные документы об отказах, исключая возможность их корректировки и не требуя затрат рабочего времени диспетчера

Задача АСПР стала исходной для разработки в 2020 г. системы технологического руководства в хозяйстве автоматики и телемеханики АСТР. Технологический комплекс должен стать основным инструментом оперативного руководителя дистанции, одним из главных достоинств которого является консолидация и отображение информации в едином информационном поле. Автоматизация анализа оперативных данных позволит системе инициировать принятие управляющих воздействий со стороны диспетчера дистанции СЦБ. Внедрение таких систем позволит оптимизировать работу диспетчерского аппарата, повысить ее эффективность, минимизировать риски нарушений безопасности движения в процессе производства работ, обеспечив диспетчера наиболее полным объемом знаний о текущей обстановке в подразделении.

Особое место в блоке цифровых двойников занимает модуль «компетенций», где реализуются

задачи, направленные на повышение компетенций персонала, с использованием сервиса дополненной реальности и оценки профессионального уровня специалиста. Например, использование 3D-моделей устройств и элементов в электронных обучающих курсах, дополненной реальности в программных тренажерах и предсменных инструктажах. Кроме этого, для развития профессиональных компетенций персонала применяется инструмент совмещения измерительных приборов с 3D-визуализацией процесса и его результата. Подобная технология

применена в тренажере для дежурного по переезду, где совмещены дополненная реальность и реальный щиток управления переездом.

Для разработки интеллектуальной системы индивидуального планирования технической учебы применяются элементы прогнозной и прескриптивной аналитики, где на основе оценки специалистов по качеству проведенного технического обслуживания, осмотров устройств, причин допущенных отказов, оценки знаний в АОС и системе предсменного тестирования



Концепция развития платформы предиктивной аналитики и прескриптивного управления до 2025 г.



Формирование плана повышения надежности на основе предиктивной аналитики

формируется индивидуальный план для каждого специалиста линейного предприятия. Внедрение модуля «компетенций» позволит обеспечить мотивацию персонала к получению знаний и практических навыков, объективную оценку и индивидуальное повышение уровня компетенций персонала, автоматизацию процесса контроля технологической дисциплины.

Топовым уровнем модели цифровой трансформации является создание платформы предиктивной аналитики. Платформа, обладая достаточным набором исходных данных, осуществляя прогнозирование состояния. Использование инструментов прескриптивной аналитики даст возможность определить дальнейшие действия, сформировать адресные планы управляющих воздействий. Такие подходы позволяют выполнить переход на обслуживание (содержание объектов ЖАТ) по фактическому состоянию.

Сегодня хозяйство автоматики и телемеханики располагает автоматизированным инструментом описательной аналитики – комплексом задач «Учет и анализ отказов, повреждений и неисправностей устройств ЖАТС» КЗ УО-ЖАТС.

Под предиктивной аналитикой в разрабатываемой системе АС АНПШ (система статистического анализа показателей надежности и прескриптивного управления процессами хозяйства автоматики и телемеханики) подразумевается инструмент, позволяющий осуществлять анализ текущего и прогнозирование будущего со-

стояния систем и устройств ЖАТ с целью формирования адресных программ повышения надежности, ремонта и модернизации объектов и устройств ЖАТ. В системе путем анализа фактического и прогнозного уровня риска определяются объекты ЖАТ, которые требуют принятия мер. Путем анализа причинно-следственных связей выявляются факторы риска, элементы, влияющие на негативный текущий и прогнозный уровень риска.

На основе результатов прогнозирования, используя методы прескриптивного анализа, будет осуществляться планирование ресурсов и средств. В АС АНПШ на основе выявленных прогнозным анализом объектов и элементов в зоне риска выполняется ранжирование объектов в порядке приоритетности назначения работ. На основе факторного анализа осуществляется формирование адресных планов принятия мер к повышению надежности технических средств, организационно-технических мероприятий, планов капитальных ремонтов и модернизации объектов ЖАТ. Кроме этого, инструмент прескриптивной аналитики позволяет оценить эффективность и качество реализованных программ.

На сегодняшний день реализованы задачи в области предиктивной аналитики – нормирование и оценка показателей надежности, уровня риска объектов ЖАТ. Предиктивная (прогнозная, предсказательная) аналитика требует определения прогнозного уровня риска, планового показателя балльности, что является первоочередным перспективным направлением развития задачи.

Совместно с Управлением автоматики и телемеханики сотрудниками ПГУПСа и МИИТА разработан долгосрочный план, направленный на развитие цифровой трансформации в хозяйстве. В 2019 г. планируется автоматизация задач назначения капитального ремонта, формирования плана повышения надежности, планирование показателей деятельности структурных подразделений

В планах развития цифровой трансформации до 2025 г. предусмотрена автоматизация следующих задач: оценки остаточного ресурса систем ЖАТ, оценки функционального ресурса технических средств ЖАТ, оценки эффективности эксплуатации и модернизации систем ЖАТ, определения потерь, связанных с неисправной работой ЖАТ, оценки функциональной безопасности и надежности производственных процессов, анализа основных процессов хозяйства.

Создание платформы предиктивной аналитики позволит автоматизировать адресное планирование ресурсов по фактическому состоянию объектов ЖАТ, расчет жизненного цикла оборудования, выполнять мониторинг эффективности программ и мероприятий и мониторинг устойчивости процессов.

В целевом состоянии автоматизированная платформа предиктивной аналитики с использованием инструмента прескриптивного анализа данных должна позволить осуществить переход на качественно новый уровень управления хозяйством – по фактическому состоянию.



**ВОЛКОВ**  
Андрей Алексеевич,  
ООО «Компьютерные  
информационные технологии»  
технический директор,  
Россия, Санкт-Петербург

**При цифровой трансформации процессов в хозяйствах ОАО «РЖД» на системы технической диагностики и мониторинга возлагаются задачи по формированию цифровых двойников объектов. Среди задач этого блока: контроль технического состояния устройств, автоматическое выявление отказов и предотказных состояний, прогнозирование технического состояния, а также автоматизация и контроль технического обслуживания. Эти системы, предоставляющие объективные данные о состоянии объектов инфраструктуры, являются одним из важнейших элементов всей цифровой трансформации.**

## ЗАДАЧИ СТДМ В ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

■ На данный момент система АПК-ДК (СТДМ) охватывает более 40 % станций и перегонов на сети дорог. При этом система ТДМ, изначально развивавшаяся внутри хозяйства автоматики и телемеханики как средство диагностики и мониторинга устройств ЖАТ, сегодня активно дополняется системами других классов. В ее арсенале уже есть увязки с ГИД Урал, системами диагностики тяговых подстанций, управления и контроля автоматики энергоснабжения, освещения парков, пассажирской автоматики на остановочных пунктах, оповещения дежурных по переезду, охранно-пожарных и др. Широкие возможности и развитая внутренняя сеть передачи данных системы АПК-ДК (СТДМ) позволяют проводить интеграцию с любыми диагностируемыми и контролируемыми системами на любом уровне.

На схеме целевого состояния цифровой трансформации хозяйства автоматики и телемеханики (стр. 14) розовым цветом показаны блоки, связанные с данными системы АПК-ДК (СТДМ).

Эффекты от применения систем ТДМ в цифровой трансформации заключаются в сокращении количества отказов за счет непрерывной объективной оценки состояния объектов инфраструктуры, повышения эффективности планирования работ и сокращения трудозатрат из-за автоматизации работ по техническому обслуживанию и перехода на обслуживание по состоянию.

По статистике работы дорожных центров диагностики и мониторинга до 50 % формируемых ситуаций связаны с выполнением персоналом работ по техническому обслуживанию. Поэтому одним из приоритетных направлений разработок в системе является поиск технологий автоматического выявления фактов проведения ТО. Это позволит выстроить систему контроля за технологической дисциплиной и исключить из анализа ситуации и инциденты, не связанные с отказом устройств.

В настоящее время в системе используются несколько методов: специализированные алгоритмы выявления фактов проведения ТО, основанные на фиксации последовательности действий обслуживающего персонала, и ручной ввод информации перед непосредственным проведением работ. Эти методы предъявляют достаточно жесткие требования к технологической дисциплине производства работ. Поэтому наиболее перспективными являются технологии, где значение человеческого фактора сведено к минимуму. Среди таких технологий:

полностью автоматический контроль локации обслуживающего персонала с помощью коммуникационного браслета или другого носимого устройства с точным позиционированием. Устройство позволяет с высокой степенью точности определить местоположение оперативного персонала в режиме реального времени;

применение алгоритмов машинного обучения. С их помощью проводится классификация причины возникновения инцидента на основе данных, накопленных за предыдущий период.

Используя современные технологии, можно достигнуть повышения качества обслуживания и технологической дисциплины обслуживающего персонала, исключения или увеличения периодичности обслуживания за счет получения объективной оценки влияния технического обслуживания на состояние объектов инфраструктуры.

Сегодня значительно расширился состав пользователей систем ТДМ. В него входят оперативный персонал различных служб, руководители всех уровней, а также сотрудники смежных организаций, которые используют ТДМ как источник диагностической информации о работе систем собственной разработки. Кроме того, работающие АРМ с поездным положением системы АПК-ДК (СТДМ) востребованы у

поездных диспетчеров и дежурных по станциям, диспетчеров энергодиспетчерских кругов, дикторов вокзальных комплексов и других пользователей. Повышение потребности в получении данных систем ТДМ для возрастающего числа пользователей, не относящихся к оперативному персоналу центров диагностики и мониторинга, диктует необходимость создания унифицированного клиента просмотра поездного положения.

Создание унифицированного клиента не ограничивается лишь как решение для получения простейшей информации о местоположении поезда на схеме станции или перегона с указанием состояния поездных и маневровых сигналов, положении стрелок и занятости путей. Унифицированный клиент просмотра поездного положения должен предоставлять пользователю возможность просмотра всей диагностической информации о состоянии устройств железнодорожной инфраструктуры, доступной системам стационарной диагностики на конкретном объекте, включая измеряемые параметры работы устройств.

При создании унифицированного клиента используется технология «тонкого» клиента на платформе WEB, не требующая установки дополнительного программного обеспечения на рабочем месте сотрудника компании. Кроме того, технология поддерживает наиболее распространенные браузеры (MS Internet Explorer, Google Chrome, Apple Safari) и позволяет вести систему навигации по иерархическому принципу: сеть, дорога, дистанция, станция, устройство. Возможен просмотр данных в режиме реального времени или архива.

Предлагаемая архитектура максимально использует уже существующую инфраструктуру системы АПК-ДК (СТДМ) и требует лишь дополнительной организации сервера уровня ЦДИ.

Достигаемый эффект от применения технологии «унифицированный клиент» выражается в сокращении времени устранения отказов устройств, а также оптимизации диспетчеризации персонала за счет получения пользователем объективных данных о состоянии объектов инфраструктуры в любом месте и на любом уровне.

# ЕДИНАЯ КОРПОРАТИВНАЯ ПЛАТФОРМА ПО РАБОТЕ С ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИЕЙ



ЗУЕВ

**Денис Владимирович,**

Петербургский государственный университет путей сообщения императора Александра I, доцент, генеральный директор ООО «СИНТЕЗ-АТ», канд. техн. наук, Россия, Санкт-Петербург

**В связи с развитием в России скоростного и высокоскоростного движения, увеличением объемов перевозок, а также решением задачи по оптимизации работ, возникает необходимость увеличения темпов развития железнодорожной инфраструктуры. Цикл внедрения проектных решений содержит множество этапов: от задания технических условий на проектирование до пусконаладочных работ. Много времени занимает подготовка различной технической документации. Поэтому одной из первостепенных задач является повышение скорости разработки, качества и автоматизации работы с проектной документацией.**

■ Техническая документация (проектная документация) представляет собой набор схемных решений для различных хозяйств ОАО «РЖД», а также нормативно-справочную информацию. Она разрабатывается проектными организациями, проходя определенные стадии проектирования, выпускается и передается для эксплуатации в компанию.

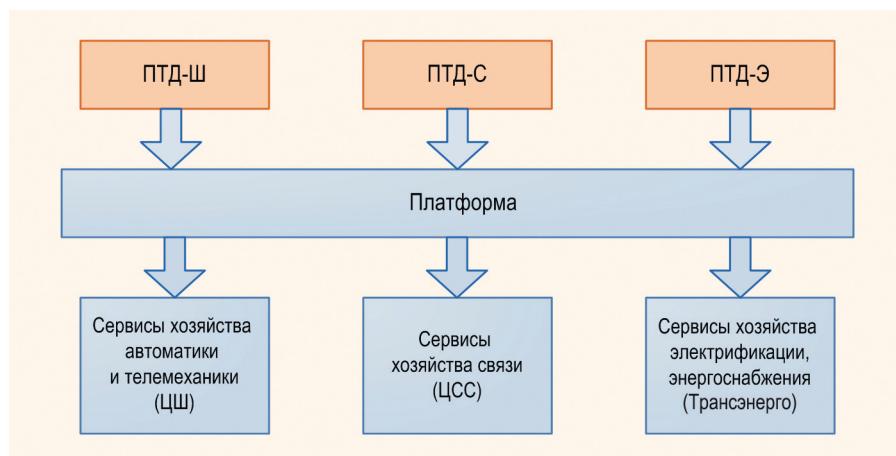
Техническая документация является моделью систем, устройств, связей и процессов, описывающих инфраструктуру и ее взаимодействие в ОАО «РЖД». Часть документации передается заказчику в электронном виде, но основная часть – в бумажном. Несмотря на большое количество разработанных средств автоматизации, эксплуатация доку-

ментации (внесение изменений, сверки, проверки) производится ручным способом инженерами групп технической документации. Часто получаемая электронная документация имеет разные нередактируемые форматы (.pdf, .vsd, .dwg, .jpg и др.). Это приводит к тому, что для оперативной работы документацию необходимо переводить в редактируемый вид.

С учетом объемов выпускаемой технической документации этот процесс занимает большое количество времени.

Среди проблем существующей технологии ведения технической документации можно выделить следующие:

• большой объем имеющейся бумажной документации (в сотни



раз превосходящий поступающую документацию из проектных организаций);

повторный перевод документации в электронный вид;

низкая скорость перевода (2 чел./ч на лист А4);

отсутствие возможности использования существующих средств автоматизации;

высокие трудозатраты на внесение изменений в старую документацию (перевод документации ЖАТ, полученной в растровом формате, в векторный вид осуществляется полностью вручную);

невозможность выпуска чистого чертежа при внесении изменений в старую документацию без полной перерисовки документа.

Все эти трудности увеличивают время ввода объекта в эксплуатацию, а также поиска и устранения отказов устройств.

В ОАО «РЖД» на протяжении многих лет ведутся попытки автоматизировать и упорядочить работу с технической документацией. Все попытки сводятся к стандартизации разных, как правило, иностранных редакторов по работе с документацией (за исключением хозяйства автоматики и телемеханики) и к предъявлению требований к проектным организациям выдавать документацию в соответствующих редакторах. Такой подход приводит к использованию малоэффективных систем по работе с технической документацией в компании из-за возможности работы только с графической частью документации без автоматизации процесса внесения изменений и проектирования.

На схеме целевого состояния цифровой трансформации хозяй-

ства автоматики и телемеханики (стр. 14) зеленым цветом показаны блоки, связанные с ведением технической документации.

Для автоматизации процессов ведения технической документации во многих инженерных отраслях используется концепция цифрового двойника системы. Цифровой двойник включает в себя электронную модель, реагирующую на внешние воздействия. Использование цифровых двойников позволяет значительно экономить финансовые и временные ресурсы компании. Прежде чем вносить изменения в реальную систему, достаточно проверить эти изменения на цифровом двойнике и сделать выводы о целесообразности внесения изменений. Эта технология применяется в авиастроении, судостроении и других отраслях.

Большую популярность в мире за счет своей эффективности в инженерном деле получили BIM-технологии. Они дают возможность визуализировать объекты проектирования, тем самым исключая ошибки проектирования, которые ранее выявлялись только на этапе пусконаладочных работ. Построение BIM-модели системы тесно связано с применением цифровых двойников системы.

Для решения самых актуальных вопросов при работе с технической документацией в рамках ОАО «РЖД» разрабатывается Единая корпоративная платформа по работе с технической документацией (ЕКП ТД). В своем составе она реализует функции цифровых двойников системы и построения BIM-моделей.

При использовании ЕКП ТД

значительно сокращаются эксплуатационные расходы компании на ведение технической документации, а также существенно повышается автоматизация процессов ОАО «РЖД». С внедрением этой системы уйдут в прошлое такие затратные процессы, как перевод технической документации от проектных организаций в электронный вид. Получение чистых копий документации приведет к сокращению числа ошибок в тексте.

Кроме того, благодаря применению ЕКП ТД уменьшится время ввода в эксплуатацию объекта; эффективность работы с технической документацией повысится на 70 %. Сокращение времени поиска и устранения отказов устройств приведет к снижению количества задержек поездов и их продолжительности.

В планах разработчиков к 2025 г. создать единый банк данных технической документации по хозяйству автоматики и телемеханики. На данный момент разрабатываются следующие составные части платформы (см. рисунок):

ядро единой корпоративной платформы с единым графическим редактором технической документации;

сервисы эксплуатации для хозяйства автоматики и телемеханики;

сервисы проектирования для хозяйства автоматики и телемеханики;

сервисы эксплуатации для хозяйства связи;

сервисы проектирования для хозяйства связи;

сервисы эксплуатации для хозяйства электрификации и энергоснабжения;

сервисы проектирования для хозяйства электрификации и энергоснабжения;

Пользователи ЕКП ТД получат единое информационное пространство между проектными организациями и эксплуатирующими подразделениями ОАО «РЖД», где будут максимально автоматизированы все процессы работы с проектной документацией – сверки, проверки и синтез схем. В итоге произойдет переход на доказавшую свою эффективность во всем мире технологию BIM-проектирования (проектирование с применением 3D-моделирования).

# РАСЧЕТ ЗОН ПОКРЫТИЯ РЕПИТЕРОВ СТАНДАРТА DMR



**СЛЮНЯЕВ**  
Александр Николаевич,  
ОАО «РЖД»,  
Центральная станция  
связи, главный инженер,  
Россия, Москва



**ЗАХАРОВ**  
Александр Викторович,  
АО «Научно-исследовательский  
и проектно-конструкторский  
институт информатизации,  
автоматизации и связи на  
железнодорожном транспорте»,  
начальник отделения телеком-  
муникаций и систем передачи  
данных, канд. техн. наук,  
Россия, Москва



**ВЕРИГО**  
Александр Михайлович,  
АО «Научно-исследовательский  
и проектно-конструкторский  
институт информа-  
тизации, автоматизации и  
связи на железнодорожном  
транспорте», главный научный  
сотрудник, канд. техн. наук,  
Россия, Москва



**КНЫШЕВ**  
Иван Петрович,  
Российский университет  
транспорта (МИИТ),  
профессор, д-р техн. наук,  
Россия, Москва

**Ключевые слова:** поездная радиосвязь, станционная радиосвязь, передача ответственных команд, минимальный уровень сигнала

**Аннотация.** Методики расчета поездной и станционной радиосвязи диапазона 160 МГц, используемые на железнодорожном транспорте, основаны на обеспечении минимально допустимого уровня сигнала, соответствующего заданному качеству передачи речевых сообщений. Передача данных и ответственных команд предъявляют более высокие требования к качеству каналов связи. Для обеспечения этих требований предлагается изменить минимальный уровень сигналов в каналах передачи данных по аналогии с соотношениями в методике расчета сетей GSM.

■ Важной составляющей в управлении движением поездов, обеспечении безопасности и повышении эффективности грузовых и пассажирских перевозок являются системы технологической радиосвязи. Переход на цифровые стандарты радиосвязи сопряжен с необходимостью переоснащения всех локомотивов и других подвижных единиц радиостанциями соответствующих стандартов, а также переводом стационарных (базовых) радиостанций на новое оборудование. Для этого потребуются существенные финансовые и трудовые затраты, что исключает возможность одновременного переоборудования всех локомотивов. Поэтому новое оборудование цифрового стандарта должно быть совместимо с действующими аналоговыми устройствами радиосвязи.

Особое значение цифровые сети радиосвязи приобретают в связи с разработкой информационно-управляющих и информационных систем. При этом к качеству каналов радиосвязи для обмена данными предъявляются повышенные требования по надежности и достоверности передачи информации, что обуслов-

ливает применение методов их повышения. К ним, в том числе, относится использование эффективных видов модуляции, помехоустойчивого кодирования, разнесенного приема, систем с обратной связью и др.

Оборудование (репитеры) цифрового стандарта радиосвязи DMR разработано с учетом требования совместимости с аналоговыми системами сухопутной подвижной связи. Это определило активные действия по его продвижению на железнодорожном транспорте [1]. Еще одним важным преимуществом стандарта DMR является возможность реализации сети связи в частотном диапазоне 160 МГц с шагом сетки 12,5 кГц. В этом диапазоне ОАО «РЖД» уже давно и успешно использует полосы частот 151,725–154,000 МГц и 155,000–156,000 МГц для технологической радиосвязи.

Это существенно облегчает получение разрешительных документов от радиочастотных органов на применение сетей стандарта DMR.

Следует отметить, что по заданию МПС в 70-х гг. прошлого века диапазон 160 МГц был тщательно ис-

следован по уровням и составляющим помех, а также по характеристикам распространения электромагнитных волн в условиях железнодорожного транспорта (различные виды тяги, типы подвижных единиц, классы станций и профили трасс радиосвязи и др.). В результате были созданы методики расчета сетей радиосвязи, базирующиеся на формуле Введенского. Эта формула, в частности, положена в основу Методических указаний по организации и расчету сетей поездной радиосвязи ОАО «РЖД» [2], в которых различными поправочными коэффициентами и минимальными значениями радиосигнала на входе приемника радиостанции ( $U_{2\min}$ ) учитывается специфика распространения радиоволн в условиях железных дорог. Значения  $U_{2\min}$ , используемые при расчетах поездной радиосвязи (ПРС), приведены в табл. 1.

Аналогичная методика расчета сетей станционной радиосвязи (СРС) [3] учитывает более простые условия, поскольку маневровые работы на станции осуществляются, как правило, на малых скоростях и при ровных профилях пути.

Значение  $U_{2\min}$  на входе приемника СРС определяется наименьшим уровнем полезного сигнала, при котором обеспечивается заданная разборчивость речи, что соответствует соотношению сигнал/помеха на выходе приемника, равному 12 дБ. Значения  $U_{2\min}$  приведены в табл. 2.

Методики расчета сетей ПРС и СРС были предназначены для обмена речевыми сообщениями и не учитывали передачу данных и ответственных команд с повышенными требованиями к надежности связи и вероятности ошибок в канале.

За прошедшие полвека существенно повысилась энергоооруженность транспорта, расширилась сеть электрифицированных дорог, осуществляется переход на асинхронные тяговые двигатели с импульсным управлением. Это ухудшает помеховую обстановку на инфраструктуре в целом и электротяговом подвижном составе особенно. Вместе с этим цифровизация радиосвязи, разработка информационно-управляющих и информационных систем на железнодорожном транспорте повысили требования к качеству каналов радиосвязи.

Таким образом, назрела необходимость повторного комплексного исследования условий распространения электромагнитных колебаний с уточнением минимальных уровней сигналов и зон покрытия как для речевых сигналов, так и передачи данных и ответственных команд. Это большая работа, которая требует значительных финансовых, трудовых и временных затрат, из-за чего получение практических результатов отодвигается на неопределенный срок.

В качестве отправной точки для выработки предложений можно выбрать типовую методику расчета радиоканалов в системе цифрового стандарта GSM-R. В ней используется эмпирическая модель Окамура-Хата, рекомендованная Международным консультативным комитетом по радиосвязи (МККР). Эта модель позволяет получать достаточно точные значения медианных потерь на трассах наземной подвижной связи при следующих ограничениях: частота сигнала 100–1500 МГц, дальность связи 1–100 км, высота подъема антенны базовой станции 30–200 м, высота подъема антенны мобильной станции 1–10 м.

Эти ограничения полностью учитываются железнодорожной радиосвязью диапазона 160 МГц, поэтому

Таблица 1

Вид тяги	Минимальный уровень полезного сигнала $U_{2\min}$ на входе приемника радиостанции РВ, дБ(мкВ), для вероятности связи 95 %
Автономная тяга	6
Электрическая тяга постоянного тока при скорости движения, км/ч: до 120 свыше 120	8
	12
Электрическая тяга переменного тока: при электровозной тяге при автономной тяге	14
	16

Примечание:  
для всех подвижных единиц, не связанных с контактной сетью, на электрифицированных участках постоянного тока уровень  $U_{2\min}$  следует принимать равным 10 дБ (мкВ);  
для всех подвижных единиц со скоростью движения более 160 км/ч уровень  $U_{2\min}$  следует увеличивать на 6 дБ (мкВ).

модель Окамура-Хата вполне может использоваться (и используется) для расчета сетей ПРС и СРС.

При расчете сетей GSM-R по модели Окамура-Хата также исходят из минимально допустимых уровней сигналов. При этом в соответствии с проектом МСЖД (UIC) EIRENE [4, п. 3.2] для обеспечения устойчивой зоны покрытия (95 %) должны быть соблюдены минимальные, а также рекомендуемые уровни сигнала (табл. 3).

Достаточно очевидно, что условия «Передача речи и данных, некритичных с точки зрения безопасности» в модели Окамура-Хата полностью соответствуют условиям модели для расчета сетей ПРС и СРС. Если составить минимальные уровни сигналов, то в модели Окамура-Хата они выше как минимум на 16 дБ (мкВ). Возможными причинами такого расхождения могут быть узкий частотный диапазон (160 МГц) использования модели расчета ПРС и СРС, более детальный учет условий распространения электромагнитных колебаний (вид тяги, контактная сеть, характер местности и др.), тщательные измерения уровней помех на транспорте в этом диапазоне. Близость результатов расчета дальности связи по этим двум методикам в условиях железнодорожного транспорта показана в работе [5].

Сопоставляя требования к минимальным уровням сигналов, некритичных с точки зрения безопасности и систем управления, легко заметить, что удовлетворение более высоких требований к каналу обеспечивается увеличением минимального уровня на 3 дБ, а при скорости более 280 км/ч – дополнительно еще на 3 дБ.

Таблица 2

Участок	$U_{2\min}$ , дБ	$U_{2\min}$ , мкВ
Неэлектрифицированный	4	1,5
Электрифицированный: на постоянном токе на переменном токе	6	2
	14	5

Таблица 3

Характеристика передачи	Скорость движения объекта	Уровень сигнала дБ(мкВ) / мВт
Передача речи и данных, некритичных с точки зрения безопасности	Не регламентируется	38,5 / -98
Передача данных в системах управления	$\leq 220$ км/ч $220$ – $280$ км/ч $>280$ км/ч	41,5 / -95 41,5 / -95 и 44,5 / -92 44,5 / -92

Таблица 4

Условия эксплуатации радиосредств	Минимальный уровень полезного сигнала $U_{2\min}$ на входе приемника радиостанции РВ, дБ (мкВ) для вероятности связи 95 %	
	Передача речи и данных, некритичных с точки зрения безопасности	Передача данных в системах управления
Участок с тепловозной тягой	6	9
Электрифицированный участок постоянного тока при скорости движения, км/ч: до 120 свыше 120	8 12	11 15
Электрифицированный участок переменного тока: при электровозной тяге при автономной тяге	14 16	17 19
<i>Примечание:</i> для всех подвижных единиц, не связанных с контактной сетью, на электрифицированных участках постоянного тока уровень $U_{2\min}$ следует принимать равным 10 дБ (мкВ); для всех подвижных единиц со скоростью движения более 160 км/ч уровень $U_{2\min}$ следует увеличивать на 6 дБ (мкВ).		

Это дает основание при расчете радиоканалов передачи данных в диапазоне 160 МГц, например для стандарта DMR, предположить возможность использования отработанной методики и программного обеспечения расчета сетей ПРС и СРС [2, 3] с изменением минимальных уровней (табл. 1, 2) аналогично требованиям модели Окамура-Хата. Для систем ПРС предлагаемые минимальные уровни сигналов приведены в табл. 4, а для СРС – в табл. 5.

Для оценки степени влияния более жестких требований к радиоканалу передачи данных на основные параметры (высоту установки антенны стационарной радиостанции и дальность связи) рассмотрим пример.

Сначала для обычного канала речевой связи по принятой методике [2] определим высоту установки антенны стационарной радиостанции (РС) при необходимой устойчивой радиосвязи с локомотивной радиостанцией (РВ) на максимальной дальности  $R = 6$  км при надежности канала радиосвязи 95 %. Предположим, что двухпутный участок электрифицирован на переменном токе, направление распространения радиоволн совпадает с трассой железной дороги, а тип трассы соответствует  $K_{ct} = 2$ .

Для заданных условий организации канала радиосвязи при максимальной мощности передатчика 10 Вт и входном сопротивлении приемника 50 Ом поправочные коэффициенты будут: коэффициент мощности передатчика  $B_M = 10 \lg(P_o/1 \text{ Вт}) = 10 \text{ дБ}$ ; коэффициент, учитывающий условия распространения радиоволн на среднепересеченной трассе  $\alpha_T = 0 \text{ дБ}$ ; коэффициент, учитывающий преобразование антенной электромагнитного поля в напряжение на входе приемника  $g_2 = 12 \text{ дБ}$ ; коэффициент ослабления напряженности

Таблица 5

Участок	$U_{2\min}$ , дБ	
	Передача речи и данных, некритичных с точки зрения безопасности	Передача данных в системах управления
Неэлектрифицированный	4	7
Электрифицированный: на постоянном токе на переменном токе	6 14	9 17

поля, вызванного влиянием металлической крыши локомотива,  $K_E = 5 \text{ дБ}$ , а коэффициент ослабления напряженности поля контактной сетью для двухпутного участка  $K_{KC} = 2 \text{ дБ}$ .

При использовании кабеля РК50-4-13 с коэффициентом затухания  $\alpha = 0,15 \text{ дБ/м}$  при длине фидеров стационарной радиостанций  $l_1 = 20 \text{ м}$  и  $l_2 = 4 \text{ м}$  затухание, вносимое этими фидерами, составит соответственно 3 и 0,6 дБ. Коэффициенты усиления антенн будут  $G_1 = 2 \text{ дБ}$  (у РС) и  $G_2 = 0 \text{ дБ}$  (у РВ).

Кроме того, примем следующие значения вероятностных коэффициентов, учитывающих флуктуации сигналов: интерференционного  $K_I = 7 \text{ дБ}$ , изменения рельефа  $K_M = 4,2 \text{ дБ}$ , суточных и сезонных изменений  $K_B = 2,8 \text{ дБ}$ .

При тепловозной тяге со скоростью движения свыше 120 км/ч минимальный уровень полезного сигнала

$U_{2\min}$  будет 14 дБ. По базовым кривым распространения волн для дальности связи 6 км определим требуемую напряженность поля  $E_2$ , она составляет 42 дБ.

Используя приведенные данные, в том числе минимальный уровень полезного сигнала, вычислим по формуле 8.3 Методических указаний [2] численное значение высотного коэффициента  $M$ , которое будет равно  $-3,4 \text{ дБ}$ .

По полученному численному значению высотного коэффициента по формуле  $M = 20 \lg(h_1 h_2 / 100)$  определим произведение высот установки антенн  $h_1 h_2 \geq 67,6 \text{ м}^2$ . При известной высоте локомотивной антенны  $h_2 = 5 \text{ м}$  необходимая высота установки стационарной антенны должна быть  $h_1 = (h_1 h_2) / h_2 = 13,5 \text{ м}$ .

Для радиоканала передачи данных в системах управления значение  $U_{2\min} = 17 \text{ дБ}$ , поэтому высотный коэффициент  $M$  будет равен  $-0,4 \text{ дБ}$  и высота установки стационарной антенны радиостанции  $h_1 = 19 \text{ м}$ .

Если в этих же условиях известна высота установки стационарной антенны, например  $h_1 = 20 \text{ м}$  и  $M = 0 \text{ дБ}$ , то дальность связи при передаче речи составит 7,5 км, а при передаче данных в системах управления – 6,2 км.

Таким образом, для повышения надежности и достоверности передачи информации при использовании радиоканала передачи данных в информационно-управляющих и информационных системах на железнодорожном транспорте потребуется увеличить высоту установки стационарных антенн как минимум на 40–50 % или уменьшить зону надежного покрытия на 20–30 %.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Слюняев А.Н., Вериго А.М., Афаньев Д.В. Система цифровой технологической радиосвязи стандарта DMR // Автоматика, связь, информатика. 2014. № 1. С. 10–13.
- Методические указания по организации и расчету сетей пездной радиосвязи ОАО «РЖД» : утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 23 декабря 2013 г. № 2854р. Доступ через СПС «Гарант» (дата обращения 11.02.2019 г.).
- Роенков Д.Н., Рогальчук В.В. Программа расчета сетей стационарной радиосвязи // Автоматика, связь, информатика. 2010. № 4. С. 16–19.
- EIRENE : UIC Project EIRENE System Requirements Specification. Version 16.0.0. Paris, 2015. 198р. URL: <https://www.cept.org/files/18286/SRS-16.0.0%20UIC%20951-0-0.2.pdf>.
- Елизаренко А.А. Разработка методологии расчета дальности действия каналов подвижной радиосвязи в условиях влияния инфраструктуры железных дорог // Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте. 2014. № 2. С. 61–65.

# РАДИОРЕЛЕЙНОЕ ИНФОРМАЦИОННОЕ ПРОСТРАНСТВО



**ЦВЕТКОВ  
Виктор Яковлевич,**  
АО «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте», заместитель руководителя Центра стратегического анализа и развития, профессор, д-р техн. наук, Россия, Москва



**ДЗЮБА  
Юрий Владимирович,**  
АО «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте», руководитель Центра стратегического анализа и развития, Россия, Москва

**Ключевые слова:** транспорт, информационное пространство, радиорелейные системы, координация, сложная система управления

**Аннотация.** Статья содержит анализ развития радиорелейного информационного пространства (РИП) как инструмента поддержки системы управления на железнодорожном транспорте. Показано отличие РИП от радиорелейного коммуникационного пространства (РКП). Рассмотрены компоненты радиорелейного информационного пространства и выполняемые им функции координирования и управления подвижными объектами. Описаны методы определения координат подвижных объектов в радиорелейном пространстве. Приведено обоснование того, что радиорелейное информационное пространство служит основой управления цифровой железной дорогой.

■ Радиорелейное информационное управляющее пространство представляет собой сложную систему. Существуют разные виды информационных пространств: навигационное, виртуальное, коммуникационное, координационное и управляющее сетевое. Достаточно давно используется радиорелейное пространство, основной функцией которого является передача речевых сигналов и данных. Такое радиорелейное пространство можно назвать коммуникационным.

Радиорелейное информационное управляющее пространство вместе с функциями, присущими РКП, выполняет также измерение местоположения объектов и управление подвижными объектами в данном пространстве. РИП требует более высокой точности определения пространственного положения антенн по сравнению с антеннами коммуникационного пространства. Причем для поддержания высокой точности определения подвижных объектов необходимо использование регулярного мониторинга положения антенн. Благодаря указанным функциям РИП может служить основой для организации координирования и управления цифровой железной дорогой. Координация управления осуществляется не автономно одним подвижным объектом, а одновременно их множеством.

Вместе с тем РИП можно рассматривать как сложную организационно-техническую систему [1], которая включает технические средства, человеческие ресурсы, организационные процедуры, технологии измерения и поддержки.

Функционирование РИП сопровождается мониторингом. По результатам мониторинга в случае смещения радиорелейных мачт их привязка корректируется.

Различие между коммуникационным и управля-

ющим радиорелейными пространствами. Основное назначение и функция радиорелейного коммуникационного пространства – коммуникация или передача информации. Это подтверждает ГОСТ 53363 «Цифровые радиорелейные линии. Показатели качества. Методы расчета». Из ГОСТа следует, что РКП ничего, кроме коммуникации, обеспечивать не должно. Однако стандарт содержит важные характеристики радиорелейной связи, в том числе она характеризуется в ГОСТе как «наземная радиосвязь, основанная на ретрансляции радиосигналов».

Термин «наземная» говорит о наземной передаче сигналов, неприменении космических методов позиционирования и связи, исключении использования космических технологий. Термин «радиосвязь» задает диапазон электромагнитных волн и исключает использование волоконно-оптической связи. Термин «ретрансляция» допускает возможность передачи сигналов в случае отсутствия прямой видимости между станцией и приемником с помощью ретрансляторов. Этим расширяются технологические возможности, и вместо большого количества передающих станций предполагается использование их меньшего количества при дополнительной установке ретрансляторов, что более экономично.

Радиорелейное информационное пространство в отличие от РКП предусматривает применение космической и волоконно-оптической связи. При этом также как в РКП, в РИП возможно использование ретрансляции. Кроме того, в РИП включены функции массового управления и позиционирования.

Массовое управление означает, что дополнительно к технологиям передачи информации применяют-

ся технологии управления не одним, а множеством объектов транспортной сети. Причем управление является динамическим. При таком управлении речь идет не только о параметрическом состоянии стационарного объекта, а также о пространственном и временном состоянии подвижного объекта. Кроме того, подразумевается не независимое, а согласованное координированное управление совокупностью объектов, решающих общие задачи.

Существенное различие между РКП и РИП имеет место в области точности определения положения мачт. В ГОСТ 53363 точность рассматривается в разделе «4.5. Топографическое описание радиорелейного интервала». В нем содержатся пояснения:  $R$  – длина трассы интервала;  $Ш_1, D_1, Ш_2, D_2$  – широта и долгота окончаний цифровых радиорелейных станций (ЦРРС) интервала для топографической карты местности масштаба 1:50000 или крупнее в системе геодезических координат 1995 г. (СК-95) или 1942 г. (СК-42).

Такая грубая оценка не пригодна для позиционирования подвижного объекта и расчета его скорости. Картографические требования допускают погрешность картографического материала 0,1 мм. Для карты масштаба 1:50000 это дает погрешность на местности для одной станции 5 м плюс дополнительная погрешность за счет картографических искажений. Эти погрешности возрастают при использовании нескольких радиорелейных станций до 10–50 м и могут приводить к неточности в определении скорости подвижного объекта, достигаемой 30–60 км/ч.

Для управления скоростным движением знания погрешности недостаточно. Поэтому для установки станций РИП необходимо применять дополнительное координатное обеспечение, которое включает геодезические разбивочные работы и определение расположения антенн станций с сантиметровой точностью. Таким образом, можно сказать, что РИП является более сложной технологической системой по сравнению с РКП, обладает большими функциональными возможностями и позволяет решать более широкий круг задач, чем РКП.

*Специфика радиорелейного информационного управляющего пространства.* Как уже упоминалось, РИП применяют для решения задач управления подвижными объектами и его использование возможно на сети железных дорог.

Координатное обеспечение [2] радиорелейного информационного пространства включает не только первоначальные работы по измерению положения антенн станций, но и систематическую поддержку, контроль и мониторинг их состояния. Методологически РИП строится как пространственная информационная конструкция [3] и задается установкой радиорелейных мачт. Мачты первоначально устанавливают приближенно. Затем определяется их точное местоположение с помощью методов прикладной геодезии.

Координатные измерения в РИП делятся на базисные (стационарные) и текущие. Основой базисных измерений являются геодезические измерения пространственного положения радиорелейных мачт. Они включают задание системы координат и измерение радиорелейных мачт с высокой точностью. В качестве вспомогательных могут использоваться разбивочные работы для установки сетей. Текущие измерения объектов осуществляют в радиодиапазоне посредством бортовых приемников.

*Определение координат в РИП.* Основные идеи определения координат изложены в патенте «Устройство контроля подвижного объекта» [4]. Определение координат подвижного объекта основано на измерении сигналов не менее трех станций РИП бортовым приемником подвижного объекта и вычислении его положения путем сравнительного анализа сигналов.

При использовании 4–5 станций в зоне измерения средние квадратические ошибки плановых координат определяемых объектов, как правило, составляют около 3 см, а их высота – в 3–4 раза ниже. Это обусловлено тем, что высота имеет небольшие значения относительно плановых координат, а трасса не содержит резких подъемов или спусков.

Данный метод технологически близок к применяемому для управления транспортом дифференциальному методу спутниковой навигации. Но спутниковые определения используют расстояния в тысячи километров от объекта, тогда как в предлагаемом методе действуются станции, находящиеся в нескольких километрах от объекта. Это, естественно, повышает точность и, главное, сокращает время определения местоположения. Кроме того, связь со спутником зависит от радиопрозрачности среды, через которую проходят сигналы от спутника. В данном методе такая зависимость минимизирована.

При этом РИП может развиваться на базе существующих РКП путем дополнения их координатным обеспечением и мониторингом положения станций.

В заключение следует отметить, что РИП – важный информационный комплекс, включающий информационное поле, пространственные связи и данные об объектах пространства. Оно является основой создания и развития цифровой железной дороги. Структурно РИП напоминает РКП или сетевое информационное пространство, но функционально решает более сложные комплексные задачи, служит инструментом управления в государственном масштабе и системой знаний в процессе построения картины мира. Инфраструктура пространственных данных – важнейшая и необходимая компонента радиорелейного информационного пространства. Поддержка и развитие инфраструктуры РИП осуществляется методами прикладной геодезии. Создание и поддержка РИП включает также развитие инженерных сетей: электро-, газо- и водоснабжения, систем хозяйствственно-бытового и ливневого водоотведения, телекоммуникации. Информация о РИП хранится в базах геоданных, пространственных базах данных или в инфраструктуре пространственных данных, которые представляют собой новый тип хранилища информации. РИП является хорошей наземной альтернативой спутниковым системам навигации.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Основы управления сложной организационно-технической системой. Информационный аспект / Тихонов А.Н., Иванников А.Д., Соловьев И.В., Цветков В.Я. М.: МАКС Пресс, 2010. 207 с.
2. Шайтура С. В. Проблемы координатного обеспечения цифровой железной дороги // Наука и технологии железных дорог. 2018. № 1 (5). С. 62–68.
3. Tsvetkov V. Ya. Information constructions // European Journal of Technology and Design. 2014. Vol (5), № 3. P. 147–152.
4. Патент на полезную модель 95851 G01P 15/02. Устройство контроля подвижного объекта / Розенберг Е.Н., Розенберг И. Н., Цветков В. Я., Шевцов Б.В.; патентообладатель ОАО «НИИАС». № 2010112240; заявл. 30.03.2010; опубл. 10.07.2010; Бюл. № 19.

# СИСТЕМА МАЛС КАК СОСТАВЛЯЮЩАЯ ЦИФРОВОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ



**АКИНИН**  
Михаил Юрьевич,  
АО «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте», старший научный сотрудник, канд. техн. наук, Россия, Москва



**ДОЛГАНЮК**  
Сергей Иванович,  
АО «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте», начальник отдела, канд. техн. наук, Россия, Москва



**РОМАНОВ**  
Николай Вячеславович,  
АО «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте», специалист 2-й категории, Россия, Москва



**ЧИГИРЁНКОВ**  
Алексей Станиславович,  
АО «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте», специалист 2-й категории, Россия, Москва

**Ключевые слова:** маневровая автоматическая локомотивная сигнализация (МАЛС), безопасность, железнодорожная станция, маневровая работа, аналитика

**Аннотация.** В статье рассматривается возможность использования системы «Маневровая автоматическая локомотивная сигнализация» (МАЛС) в рамках реализации концепции «Цифровая железная дорога». Проанализирована допустимость применения системы в рамках данного проекта. МАЛС обладает уникальными функциями в сфере обеспечения передвижений на железнодорожной станции, которые позволяют решить задачи цифровизации транспорта. В частности, уделяется внимание тому, что система МАЛС позволяет сократить влияние человеческого фактора благодаря применению современных компьютерных (в том числе беспилотных) технологий. С точки зрения безопасности в МАЛС реализовано множество функций, но основной является уникальная функция исключения проезда любого станционного сигнала. На ряде станций, оборудованных системой, применяется функция оповещения работников, находящихся в зоне интенсивного движения. За счет разрабатываемой технологии оценки износа путей и стрелочных переводов станет возможным сокращение стоимости жизненного цикла железнодорожной инфраструктуры. Автоматизированный архив МАЛС позволяет получить данные о нерациональном использовании локомотивов на станции, на основе которых возможно совершенствование транспортной логистики.

■ Перспективная микропроцессорная система маневровой автоматической локомотивной сигнализации (МАЛС), внедряемая на сети железных дорог, зарекомендовала себя высоконадежной и эффективной системой, обеспечивающей безопасное движение поездов [1, 2, 3]. Программно-аппаратная база МАЛС создает предпосылки использования системы в качестве одной из составляющих комплексного научно-технического проекта «Цифровая железная дорога».

В докладе директора по информационным технологиям ОАО «РЖД» Е.И. Чаркина [4] говорится, что за счет применения современных цифровых

технологий железные дороги должны обеспечить устойчивую конкурентоспособность компании на рынке транспортных и логистических услуг. Для этого предлагается решить комплекс задач, среди которых сокращение влияния человеческого фактора на состояние железнодорожных хозяйств; повышение надежности и безопасности движения поездов; сокращение числа работников, находящихся в зоне интенсивного движения и др.

Эти задачи позволяет решать станционная система МАЛС. Структурная схема технических средств системы МАЛС представлена на рисунке. Система имеет широкие возможности для применения и раз-

вития беспилотных технологий управления железнодорожным подвижным составом при осуществлении маневров на станциях при безусловном выполнении требований безопасности движения.

В сфере маневровых передвижений на железнодорожной станции благодаря системе реализуются уникальные функции. В частности, за счет применения беспилотных технологий, система МАЛС способна реализовать заданный дежурным по станции маршрут и осуществлять управление локомотивом без участия машиниста.

Такая технология была впервые опробована в парке прибытия сортировочной станции Лужская Октябрьской дороги. В режиме «без участия машиниста» все необходимые для осуществления маневров параметры задаются с рабочего места дежурного по станции, а локомотив в заданной зоне перемещения самостоятельно выполняет необходимую технологическую операцию: заезд под состав, прицепка к составу, надвиг, роспуск. Любые другие маневровые передвижения, в том числе за границами заданной зоны перемещения, производятся с непосредственным участием машиниста. При выполнении указанных технологических операций осуществляется полное информационное обеспечение оперативно-диспетчерского персонала станции. Машинист в такой системе наблюдает за ходом технологической операции, что значительно снижает влияние человеческого фактора на процесс перемещения поездной единицы.

Среди основных функций системы МАЛС – обеспечение непроезда маневровыми локомотивами светофоров с запрещающими показаниями на станции, а также исключение случаев нарушения скоростного режима. Безопасность движения маневрового локомотива обеспечивается бортовой аппаратурой совместно со станционными устройствами МАЛС. Информационное взаимодействие осуществляется

по дублированному радиоканалу передачи данных (РПД) с защитой от искажений. Система передает на маневровые локомотивы по РПД маршрутные задания и разрешенные скорости движения, включая команду на остановку.

Для повышения уровня безопасности движения наряду со средствами станционной автоматики используются спутниковые средства навигации. Они предназначены для обеспечения координатно-временной информацией МАЛС и автоматического контроля местоположения маневрового локомотива. Устройства спутниковой навигации в составе постовых и бортовых устройств МАЛС позволяют осуществлять автоматическое позиционирование каждого маневрового локомотива (не только на границе станции и маршруте, но и в районах, не оборудованных системами централизованного управления стрелками и сигналами), а также мониторинг на графических экранах.

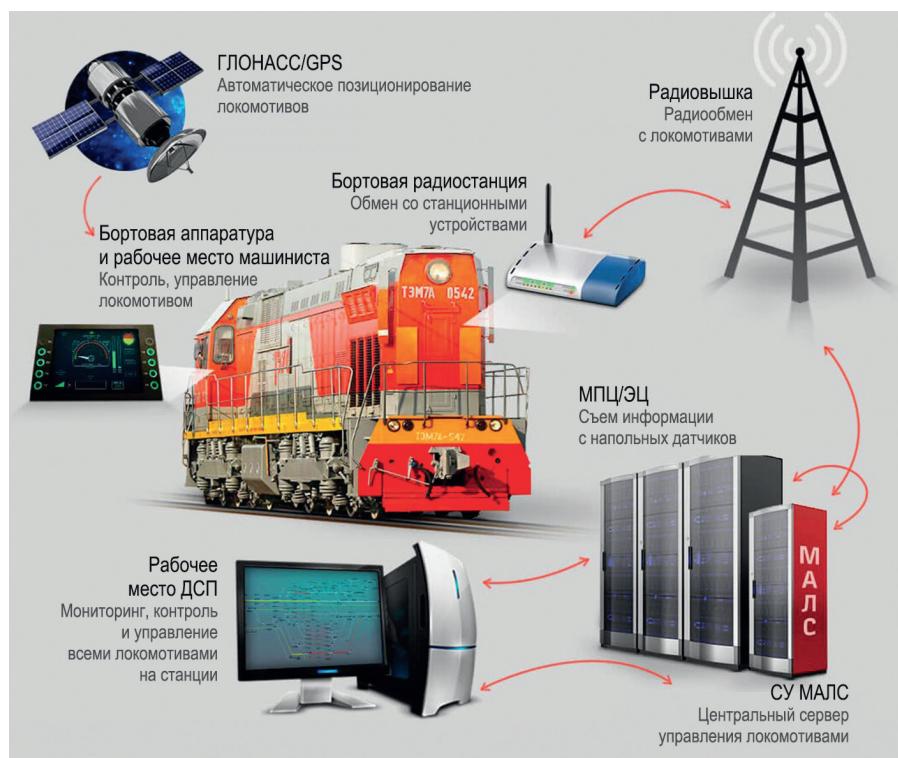
С целью предотвращения опасных ситуаций встроенные в систему средства выявляют и выделяют нарушения технологического процесса, скоростного режима, угрозы безопасности движения, нарушения инструкций и нормативов. При этом предусмотрена трансляция текущей информации, графических и текстовых протоколов на удаленные терминалы по проводным и беспроводным каналам.

При использовании МАЛС возможна реализация функции автоматизированного оповещения работников станции во время выполнения работ на путях. В случае необходимости проведения работ дежурный по станции включает оповещение. Вся станция разбивается на определенные зоны. При движении локомотива по контролируемой зоне, заблаговременно срабатывает оповещение, а работники могут удалиться на безопасное расстояние.

В отличие от большинства локомотивных систем, отвечающих за безопасность технологических про-

цессов, накопление сведений о функционировании МАЛС и их протоколирование осуществляют станционные устройства (СУ) системы на основании данных, поступающих от бортовой аппаратуры по РПД. Протоколы работы системы МАЛС передаются непосредственно в эксплуатационные локомотивные депо для проведения анализа. Такой подход позволяет в режиме реального времени на одном экране проанализировать работу всей технологической цепочки выполнения маневровых операций, получить статистическую справку о работе одного или нескольких локомотивов.

На базе СУ МАЛС разрабатывается функция оценки износа стрелочных переводов и железнодорожных путей. На основе данных, получаемых объектными контроллерами системы, может производиться реальный расчет нагрузки на каждый путь или стрелку. По этим расчетным данным впоследствии возможно выявление



потенциально опасных путей или стрелок, которые требуют замены. Это позволит уменьшить число сходов подвижного состава, связанных с изношенностью верхнего строения пути.

Значительным преимуществом статистики системы МАЛС является полностью автоматизированный съем информации, который обеспечивает высокую объективность показателей использования локомотивов. Благодаря ведению полностью автоматизированного архива в системе МАЛС, хранящего всю информацию о локомотиве, стали доступны реальные данные об использовании маневровой единицы.

На основе данных архива система МАЛС формирует статистическую справку о работе маневровых локомотивов (без ручного ввода), оборудованных устройствами системы, которая содержит показатели, позволяющие дать оценку эффективности их использования. Кроме этого, основываясь на показателях статистической справки, можно выявлять «узкие» места в технологическом процессе работы станции и сортировочной горки, отслеживать нарушения технологической дисциплины со стороны работников локомотивных бригад, давать соответствующие рекомендации.

Внедрение системы МАЛС выявило локомотивы со временем простоя в 60 и более процентов от общего времени их работы. Сведения о длительности горочных операций (на станциях, оборудованных сортировочной горкой) могут использоваться для пересмотра технологии работы в целях сокращения простоев.

Маневровые передвижения являются неотъем-

лемой частью перевозки грузов, и за счет рационального использования локомотивов возможно увеличение скорости и объема сортировки вагонов с одновременным совершенствованием транспортной логистики. Благодаря этому возможно сократить число локомотивов, необходимых для реализации нормального (штатного) технологического процесса работы железнодорожной станции. Сокращение времени простоя маневрового локомотива – одна из первостепенных задач, решение которой улучшит всю транспортную логистику ОАО «РЖД».

Таким образом, можно сделать вывод о том, что в системе выполняется большая часть задач, решение которых необходимо обеспечить при внедрении современных цифровых технологий. В связи с этим очевидна актуальность использования МАЛС как необходимой составляющей концепции «Цифровая железная дорога».

## ЛИТЕРАТУРА

1. Зуев Г.А. Опыт эксплуатации и технология обслуживания ГАЛС Р и МАЛС // Автоматика, связь, информатика. 2013. № 11. С. 4–7.
2. Мирошкин И.В., Долганюк С.И., Полевский И.С. Система МАЛС на станции Челябинск-Главный // Автоматика, связь, информатика. 2015. № 9. С. 2–5.
3. Замышляев А. М., Калинин А. В., Долганюк С. И. Система МАЛС: задачи и перспективы // Автоматика, связь, информатика. 2016. № 10. С. 30–33.
4. Чаркин Е.И. Комплексный научно-технический проект Цифровая железная дорога [Электронный ресурс] 2017. URL: [http://miit.ru/content/94.pdf?id\\_wm=772174](http://miit.ru/content/94.pdf?id_wm=772174) (Дата обращения 01.01.2019).

## «СТАЛКЕР» ПМ-2

### МАРКЕРОИСКАТЕЛЬ

Обнаружение всех типов электронных маркеров, которые используются для идентификации подземных коммуникаций.



- Определение положения пассивных и активных электронных маркеров восьми типов: «Кабельное ТВ», «Газ», ВОЛС, «Телеком», «Канализация», «Водопровод», «Электроснабжение», «Техническая вода»;
- Режим сканирования: поиск одновременно до четырех маркеров различного типа;
- Определение глубины залегания маркера (в зависимости от типа маркера – до 2,5 м);
- Питание от двух Ni-Mh аккумуляторов 6 В, 2 А·ч;
- Степень защиты IP54.

### КОМПЛЕКСЫ ТРАССОПОИСКОВЫЕ

#### ПРИЕМНИК ПТ-24:

GPS

выноска подземных трасс с последующим наложением на карту.

Функция «Компас» с режимом «Вторая линия»

Одновременное схематическое отображение на дисплее искомой коммуникации и трассы с протекающим током 50, 100 или 300 Гц.



#### ПРИЕМНИК ПТ-12:

Активные частоты:

1024 Гц, 8928 Гц, 33 кГц;

Пассивные частоты:

Эфир 48 Гц - 14 кГц; Радио 10 кГц - 36 кГц; 50 Гц.

## ПСИ-2510, ПСИ-2530

### МЕГАОММЕТРЫ

### НОВИНКА!



- Испытательные напряжения: 100, 250, 500, 1000, 2500 В (для ПСИ-2510); от 50 до 2500 В (шаг 10 В) (для ПСИ-2530);
- Измерение сопротивления изоляции от 1 кОм до 1 ТОм;
- Автоматический расчет коэффициента абсорбции;

- Автоматическое снятие остаточного напряжения на объекте после окончания измерения и индикация его уровня;
- Ударопрочный, пыле- и влагозащищенный корпус, степень защиты IP54.



## «СТАЛКЕР» 15-12, 15-24

### НОВИНКА!



*Локализация и диагностика силовых и сигнальных кабелей.*

**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



**ЩИГОЛЕВ  
Сергей Александрович,**  
ООО «Уралжелдоравтоматизация», председатель  
Совета директоров –  
директор по научной работе,  
канд. техн. наук,  
Россия, г. Екатеринбург

**Аннотация.** Вопрос обеспечения безопасности на переездах сегодня является очень актуальным. Особенно остро он проявляется, когда на каком-либо из них происходит ЧП, которое получает широкий общественный резонанс. В ОАО «РЖД» реализуется программа, направленная на повышение безопасности на железнодорожных переездах. Однако, учитывая ограниченное финансирование и большое количество переездов, маловероятно, что решить эту проблему удастся в ближайшем будущем. Вместе с тем разработчики уже имеют определенный опыт в этой области и предлагают ряд технических решений, реализация которых не требует существенных затрат. В статье предложен комплекс мер по повышению безопасности движения и увеличению пропускной способности автотранспорта на переездах.

УДК 656.162.4

# НОВЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ НА ПЕРЕЕЗДАХ

**Ключевые слова:** железнодорожный переезд, безопасность движения, микропроцессорная автоматическая переездная сигнализация, участок приближения, время извещения, устройство заграждения переездов, система видеоконтроля и фиксации, дополнительные полосы движения для автотранспорта на переездах

■ Железнодорожные переезды являются наиболее проблематичными и опасными элементами транспортной сети и оказывают существенное влияние на эффективность работы железнодорожного транспорта в целом. По-прежнему острой проблемой остается обеспечение безопасности движения, в частности, существуют риски дорожно-транспортных происшествий (ДТП). Кроме того, на переездах возникают непроизводительные простое автотранспортных средств (АТС).

В настоящее время на магистральных железных дорогах эксплуатируется свыше 11 тыс. переездов, более 2,3 тыс. из них обслуживаются дежурными работниками.

Несмотря на принимаемые ОАО «РЖД» меры, общее количество ДТП на переездах год от года не уменьшается [1]. Наиболее неблагоприятная ситуация с ДТП складывается на переездах без дежурного работника, на долю которых приходится около 97 % общего числа происшествий [2].

Согласно статистике, практически все ДТП на переездах происходят по вине водителей автотранспорта. Проблема усугубляется и тем, что ежегодно в стране число автомашин увеличивается в среднем на 2,3–2,7 млн ед., а дисциплина водителей с каждым годом падает. Переломить ситуацию могут более жесткие административные меры, а также изменение ментальности российских водителей, для чего потребуется длительное время.

В существующих экономических условиях нужны новые подходы к решению этих вопросов,

причем как с участием железнодорожников и автомобилистов, так и федеральных, и муниципальных органов власти, что является достаточно непростой задачей. Однако многие из них можно решить путем использования технических средств и проведения организационных мероприятий. Способы повышения безопасности движения и снижения простоев автотранспортных средств на переездах [3, 4], как наиболее социально значимых вопросов, представлены на схеме (рис. 1).

Кардинальным решением этих проблем является организация дорожных развязок в разных уровнях или закрытие переездов. Но из-за высокой стоимости строительства путепроводов их сооружение идет крайне медленно. Ежегодно строится не более 10 таких развязок. А закрыть все переезды просто нецелесообразно и нереально.

Известен опыт применения технического решения, связанного с возможностью подачи сигнала извещения на переезд в зависимости от фактической скорости движения и местоположения поезда на участке приближения к нему, т.е. время подачи сигнала имеет переменное значение. После получения такого извещения переезд закрывается (ограждается). Это позволяет сократить время простоя АТС и, несомненно, было бы эффективным для применения на переездах участков с интенсивным движением поездов, и переездах I-й и II-й категорий других участков.

Действенной мерой также является внедрение современных экономически эффективных микропроцессорных систем автоматической переездной сиг-

нализации АПС-МП и АПС-МПР (с резервированием основных элементов) [5]. Эти системы хорошо зарекомендовали себя при эксплуатации и достаточно просто дополняются функцией «переменного» времени подачи сигнала извещения. Однако в них, как и во всех эксплуатируемых системах АПС, не предусмотрены функции контроля свободности зоны переезда (отсутствие/наличие препятствий для движения поезда) и автоматической передачи локомотивной бригаде информации о возникновении аварийной ситуации на переезде.

Эти функции реализованы в универсальном устройстве заграждения переезда УЗПУ [6]. В нем препятствия в зоне переезда для движения поезда выявляются с помощью трех подсистем, действующих по разному принципу (рис. 2), а оповещение локомотивной бригады осуществляется по каналу поездной радиосвязи.

Подсистемы определяют наличие или отсутствие в зоне огражденного переезда на путях и в пределах габарита приближения строений транспортных средств или крупных посторонних предметов, угрожающих безопасности движения поездов. Кроме того, они блокируют подъем любого из заграждающих элементов УЗм1–УЗм4 при нахождении над ним автомобиля, а также подъем выездных заграждающих элементов УЗм1 и УЗм3 для беспрепятственного выпуска автомашины с огражденного переезда.

Управление АПС и работой этих подсистем осуществляется единым контроллером управления переездом ЕКУП. Подсистемы построены на основе сверхвысокочастотных приемо-передатчиков ПРМ1, 2 и ПРД1, 2 и индуктивных петлевых приемо-передатчиков ИП1–ИП3 (см. рис. 2). С их помощью также выполняется компьютерный анализ видеозображения контролируемых зон. Благодаря применению этих резервирующих друг друга подсистем на переезде, где нет дежурного работника, можно использовать типовое устройство заграждения УЗП, что несомненно повышает безопасность движения.

На основе опыта разработки и эксплуатации УЗПУ ученые и специалисты ООО «Уралжелдоравтоматизация» выполнили модернизацию этого устройства.



РИС. 1

В результате появилась возможность автоматически передавать локомотивной бригаде приближающегося к переезду поезда в случае возникновения препятствия для движения одновременно акустическую и визуальную информацию, а также осуществлять автоматическое заграждение

переездов, где есть дежурные работники.

Усовершенствованное изделие создано на базе устройства контроля свободности зоны переезда КСЗП. В нем использованы сверхвысокочастотные приемники и передатчики с узконаправленной диаграммой излучения (рис. 3),

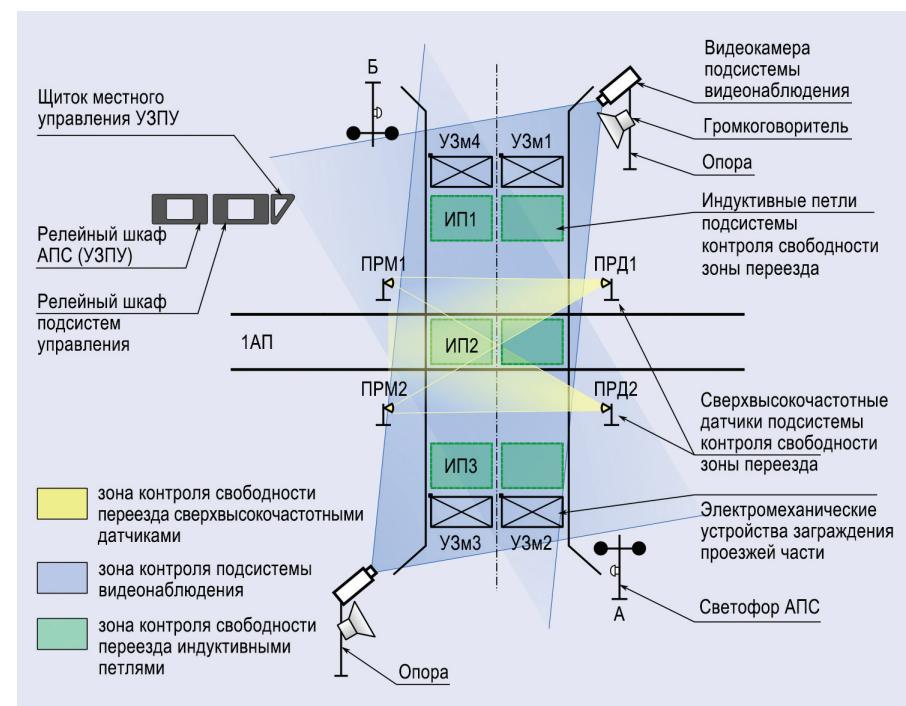


РИС. 2



РИС. 3

расположенные в зоне переезда по обе стороны автодороги. Это функционально законченное устройство может достаточно просто интегрироваться в микропроцессорные системы АПС-МП, АПС-МПР и в действующие релейные системы АПС. Благодаря его применению повышается безопасность движения, а также появляется возможность перевести переезды с дежурным работником в категорию необслуживаемых. В настоящее время системами с модернизированным УЗПУ оборудовано несколько переездов на Свердловской и Октябрьской дорогах.

Все представленные решения реализованы в микропроцессор-

ной автоматической переездной сигнализации АППС, которая на сегодняшний день считается наиболее оптимальной для применения. Эта универсальная система может применяться на переездах любого типа. Она обеспечивает управление всеми элементами переезда: шлагбаумами, светофорами, извещателями, УЗП, устройствами видеоконтроля, индивидуальными браслетами дежурных по переезду, устройством контроля свободности зоны переезда КСЗП. В АППС предусмотрена передача на локомотив информации по двум различным каналам.

Все оборудование размещено в одном релейном шкафу (рис. 4). Объем трудозатрат на обслуживание устройств этой системы более чем в четыре раза меньше по сравнению с обслуживанием релейных систем.

Не менее эффективной мерой повышения безопасности является применение на переездах систем видеонаблюдения. На российских дорогах уже имеется опыт эксплуатации систем «АвтоУраган» и «Одиссей», которые оказывают на водителей воздействие воспитательно-каратального характера. Применяется также более совершенная система ситуационного контроля ССК, предназначенная в основном для железнодорожников. По сути, эта система является «черным ящиком» переезда. В ней хранится аудио- и видео-, а также диагностическая информация о параметрах и техническом состоянии устройств переездной автоматики, о действиях обслуживающего персонала и состоянии органов управления и показаниях индикации на щитках АПС и УЗП. Эти данные доступны определенному кругу лиц и хранятся не менее 15 суток. Специалисты могут работать с ними непосредственно или удаленно с любого, подключенного

го к сетям Интернет или Инtranет рабочего места, с планшета или с мобильного телефона. ССК также позволяет распознавать номера автомашин. Стоимость этой системы в три с лишним раза ниже по сравнению с перечисленными системами, причем обслуживать ее могут работники дистанции СЦБ и региональных центров связи ЦСС.

В некоторых зарубежных странах для дополнительного информирования участников движения об обстановке на переезде при вступлении поезда на участок приближения помимо основных средств безопасности дополнительно включаются проблесковые маячки, прожекторы, громкоговорители (сирены) и др. Однако эти средства морально и функционально устарели и стали неэффективны, поэтому область их применения на российских дорогах ограничена.

Более широкие функциональные и информационные возможности имеют современные технические средства: табло обратного счета времени, оставшегося до закрытия переезда (ТОС), и различные навигационные системы [7].

В системах АПС в составе УЗП используются заградительные устройства УЗ или их более совершенные аналоги – модернизированные заградители УЗм (рис. 5). Несмотря на то, что по всем показателям эти устройства превосходят типовые УЗ, до настоящего времени они не нашли широкого применения на российских дорогах. При этом стоимость УЗм не намного больше типовых УЗ, и у большей части которых уже закончился нормативный срок эксплуатации, а для поддержания их работоспособности требуются существенные затраты.

УЗм по сравнению с УЗ имеют ряд преимуществ. В частности, допустимая сила удара в передний брус УЗ до появления остаточной деформации составляет 275 кгс, а УЗм – более 600 кгс. Суммарное разрывное усилие удерживающих крышки от выноса элементов УЗ и УЗм составляет 9300 и 40 000 кгс соответственно.

Заградитель УЗ способен удерживать при наезде автомобиль весом 1500 кгс, движущийся со скоростью 30 км/ч (10 000 кгс при 5 км/ч), а УЗм – со скоростью



РИС. 4

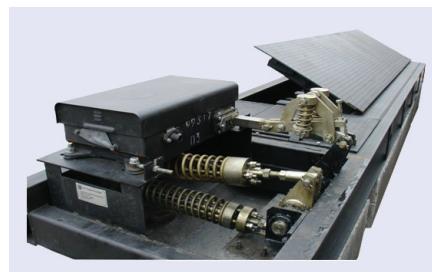


РИС. 5

80 км/ч (10 000 кгс при 20 км/ч). Согласно расчетам УЗ выдержит нагрузку на ось 8 т, а УЗм – 16 т. Фактически эта нагрузка составляет 10 и 20 т для УЗ и УЗм соответственно.

Противовес УЗ расположен на обочине дороги и состоит из наборных грузов. В модернизированном заградителе в качестве противовеса используются малогабаритные пружинные компенсаторы и типовой стрелочный электропривод СП-6М. Для его защиты от повреждений в случае наезда автомобиля на поднятую крышку предусмотрен срывной механизм. В электроприводе ЭП-УЗП стандартного заградителя УЗ подобной защиты нет.

У действующего заградителя максимально возможный угол подъема крышки составляет 30°, а усовершенствованного – 70°. К тому же он меньше по габаритам и может устанавливаться на старые фундаменты взамен демонтированного заградителя.

По мнению автора, достаточно эффективной мерой повышения безопасности на переездах является проведение столь популярной в советское время разъяснительно-агитационной работы среди автводителей. Причем она должна иметь постоянный, а не эпизодический характер. Возможно, эта работа совместно с увеличением штрафа за нарушение ПДД на переездах даст положительный результат. Кстати, в Государственной думе уже рассматривается изменение Кодекса об административных правонарушениях в части пятикратного увеличения размера штрафов.

Следует рассмотреть целесообразность изменения длины участков приближения  $L_{up}$  с учетом категории переезда. Оповещение машиниста приближающегося к переезду поезда о его занятости должно начинаться в момент, когда оставшееся до поезда расстояние не менее длины тормозного пути грузового поезда  $L_{tp}$ , принимая во

внимание его увеличенную длину и вес. С одной стороны, это способствует повышению безопасности, но с другой – может увеличить время простоя автотранспорта на переезде.

Решить эту проблему возможно путем расширения проезжей части автодороги в зоне переезда. В этом случае на участках автодороги до и после переезда организуются дополнительные полосы для попутного движения автотранспорта каждого направления, т.е. выполняется уширение проезжей части автодороги через переезд [3]. Это позволяет до переезда разделить поток автотранспорта по полосам движения, тем самым увеличивая его пропускную способность. Затраты на реализацию этого решения значительно меньше в сравнении со строительством разноуровневых развязок.

Повысить скорость движения автомашин через переезд и соответственно увеличить его пропускную способность позволит также покрытие автодороги в его зоне современными материалами, например, асфальтобетоном.

Анализируя рассматриваемые способы, становится очевидным, что наиболее эффективными и менее затратными из них являются расширение проезжей части автодороги в зоне переезда и усовершенствование эксплуатируемых систем АПС.

В модернизированных системах АПС используются принципы, обеспечивающие достоверное выявление на переезде препятствий для движения поездов; своевременное информирование в автоматическом режиме локомотивной бригады приближающегося к переезду поезда об аварийной ситуации; надежное заграждение переездов, в том числе без дежурного работника, исключающее выезд автотранспорта на переезд после ограждения. Кроме этого, обеспечивается предотвращение возможности ДТП при экстрен-

ной остановке поезда в случае создания аварийной ситуации на переезде ( $L_{up} > L_{tp}$ ), а также меняющееся в зависимости от фактической скорости движения поезда на участке приближения к переезду значение времени подачи сигнала извещения на переезд.

Реализация этих предложений позволит в ближайшей перспективе существенно повысить безопасность движения и снизить простоя автотранспорта на переездах при меньших в сравнении с другими решениями затратах. Экономический эффект от реализации предлагаемых мероприятий уже в первые 3–5 лет существенно превысит инвестиции.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Системы безопасности на железнодорожных переездах: учебно-методическое пособие / В.М. Пономарев, В.И. Жуков, А.В. Волков, А.С. Кочетов, Л.В. Гришина. М.: РУТ (МИИТ), 2017. 133 с.
2. Верховых Г.В. Необходим комплексный подход при активном участии всех причастных сторон // Железнодорожный транспорт. 2018. № 10. С. 19–22.
3. Щиголев С.А. Современные способы и средства предупреждения ДТП на переездах // Железнодорожный транспорт. 2018. № 10. С. 27–29.
4. Щиголев С.А. К вопросу о создании перспективных систем автоматической переездной сигнализации // Седьмая международная научно-практическая конференция «Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте» (ТрансЖАТ-2014) : сборник докладов. Сочи: РГУПС, 2014. С. 117–118.
5. Щиголев С.А. Современные технические средства ЖАТ на службу железным дорогам // Автоматика, связь, информатика. 2014. № 12. С. 38–40.
6. Гуревич В.Л., Щиголев С.А. Устройства заграждения на переездах без дежурного работника // Автоматика, связь, информатика. 2015. № 5. С. 4–7.
7. Ефанов Д.В., Плотников Д.Г., Осадчий Г.В. Система прогнозирования состояния переезда для мобильных навигационных устройств // Автоматика, связь, информатика. 2018. № 9. С. 15–19.



620017, г. Екатеринбург,  
пр. Космонавтов, 18/52  
Тел./факс: +7 (343) 304-60-00,  
E-mail: uralspa@rwa.ru  
www.rwa.ru

# ИЗНОСОСТОЙКАЯ ТОРМОЗНАЯ ШИНА С ПОНИЖЕННЫМ УРОВНЕМ ШУМА



**ФЛЯНТИКОВА**  
Татьяна Евгеньевна,  
ООО «Информационные  
Технологии», главный  
инженер проекта, Россия,  
г. Комсомольск-на-Амуре



**ШТАНОВ**  
Олег Викторович,  
ООО «Информационные  
Технологии», заместитель  
генерального директора  
по научной работе,  
канд. техн. наук, Россия,  
г. Комсомольск-на-Амуре

В современных условиях наряду с количественными показателями работы железнодорожного транспорта все более важным становится эффективность эксплуатационной деятельности и снижение эксплуатационных затрат. Внедряемые сегодня в ОАО «РЖД» передовые технологии не дают ожидаемый результат без применения новой техники и современных материалов. Поэтому в компании рассматривается возможность применения разных высокотехнологичных материалов, в частности нового композиционного материала для тормозной шины вагонного замедлителя (ШТ КСБ), разработанного специалистами ООО «Информационные Технологии». Шина обладает повышенной износостойкостью и позволяет снизить шум при работе замедлителя.

Жители районов, расположенных вблизи сортировочных горок, испытывают неудобства из-за высокого уровня шума, создаваемого при работе горочной техники и торможении вагонов. Он делает условия проживания людей некомфортными, а также влияет на состояние их здоровья. Сильный металлический скрежет появляется при работе вагонных замедлителей, которые применяются для регулирования скорости движения отцепов.

Тормозные шины вагонных замедлителей изготавливают из стали марки 50ХГ, т.е. для выхвачивания отцепов применяется принцип сухого трения пары «сталь 50ХГ – сталь колеса». Однако из-за интенсивного процесса схватывания (адгезии) трущихся материалов имеются следующие недостатки: недостаточно высокий уровень износостойкости тормоз-

ной шины; неравномерный износ ее заходной и тормозной частей; нестабильный коэффициент трения стали 50ХГ и стали колеса (зависимость эффективности выхвачивания от состояния колеса); высокий уровень шума, значение которого может достигать 130 дБА.

Предлагаемая конструкция тормозной шины ШТ КСБ представляет собой стандартный

горячекатаный профиль из стали 50ХГ для типовых тормозных шин с запрессованными композиционными фрикционными элементами. Соотношение площадей рабочих поверхностей стали 50ХГ и композита составляет 1:1 (рис. 1).

Благодаря применению на вагонных замедлителях композиционной тормозной шины ШТ КСБ появляется возможность



РИС. 1



117420, Москва, ул. Наметкина, д. 10Б, стр. 1, пом. 8  
Тел.: +7 (495) 679-86-04  
Факс: +7 (495) 737-67-93  
E-mail: infotech.mos@gmail.com  
[www.ntc-infotech.ru](http://www.ntc-infotech.ru)

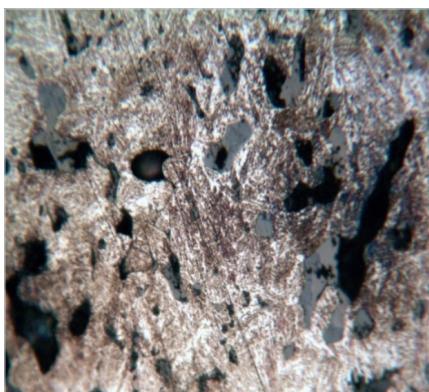


РИС. 2

значительно снизить влияние негативных факторов.

Разработанный фрикционный материал относится к спеченным композиционным материалам на основе железа. Входящие в его состав легирующие элементы обеспечивают необходимые эксплуатационные свойства. Например, никель, медь, молибден, углерод формируют структуру матрицы с необходимыми прочностными свойствами, а другие добавки повышают стабильность фрикционных свойств и регулируют процесс схватывания с материалом колеса.

Материал композита не содержит экологически вредных

компонентов. Его микроструктура состоит из матрицы, которая представляет собой легированное никелем, медью и молибденом соединение железа и углерода эвтектического состава (пластинчатый перлит). В нем распределен многокомпонентный конгломерат из добавок, повышающих фрикционные свойства композиционного материала (рис. 2). Твердость материала составляет 85–100 НВ, плотность – 5,45–5,65 г/см<sup>3</sup>, предел прочности на сжатие и на срез – 450 и 150 МПа соответственно.

Новый материал в контакте с материалом колеса имеет более стабильный коэффициент трения, а при их трении возникает меньше шума.

Диаграммы износа композиционного материала и стали 50ХГ, построенные по результатам лабораторных испытаний при разной скорости движения отцепов и усилиях нажатия тормозных балок, приведены на рис. 3. На рисунке столбцы диаграмм, отражающие износ композиционного материала, выделены синим цветом.

Опытные образцы ШТ КСБ композиционных тормозных шин успешно прошли эксплуатационные испытания на сортировочной

горке станции Бердяуш Южно-Уральской дороги на замедлителе КЗ-5ПК на первой тормозной позиции и в 2016 г. включены в постоянную эксплуатацию.

В ходе испытаний установлено, что тормозная мощность укомплектованного этой шиной вагонного замедлителя имеет стабильное соответствующее норме значение. Оно составляет не менее 0,11 м·эн.в./м, что соответствует эксплуатационно-техническим характеристикам замедлителя КЗ-5ПК.

Новая шина обладает повышенной износостойкостью. При эксплуатации в режиме, когда усилие нажатия тормозных шин вагонного замедлителя на четвертой тормозной ступени не менее 100 кН, интенсивность износа ШТ КСБ в 3,2 раза меньше, чем эксплуатируемых шин из стали 50ХГ. При вытурмаживании отцепов укомплектованным этой шиной замедлителем уровень звука снижается на 5–15 дБА в зависимости от местонахождения точки контроля, погодных условий и времени суток. В период эксплуатационных испытаний на шине не образовывался накат, характерный для типовых стальных шин (рис. 4, а). В результате ее износа появляется лишь легкоудаляемый накат, осыпающийся при работе замедлителя (рис. 4, б).

В настоящее время специалисты ООО «Информационные технологии» продолжают работать над модернизацией шины с целью четырехкратного увеличения срока ее эксплуатации за счет повышения износостойкости, а также идут поиски способа снижения шума при работе замедлителя.

Экономия от внедрения ШТ КСБ обеспечивается за счет снижения затрат на их приобретение, поскольку ресурс работы предлагаемых композиционных тормозных шин увеличен в 3–4 раза; сокращения трудозатрат на замену и исключения работ по удалению наката.

Срок окупаемости новой тормозной шины, применяемой на замедлителе КЗ-5ПК в комплекте с фрикционными элементами, составляет год и четыре месяца.

Опыт эксплуатации ШТ КСБ подтвердил заявленные положительные характеристики: высокую износостойкость, низкий уровень шума, отсутствие наката.

На правах рекламы

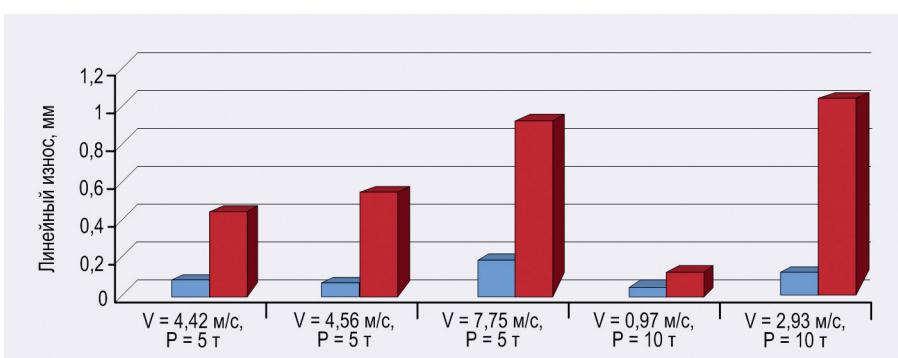


РИС. 3

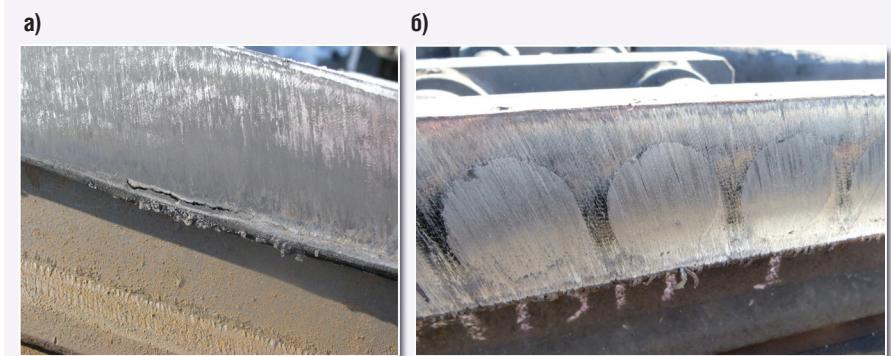


РИС. 4

# ИЗДЕЛИЯ ИЗ КОМПОЗИТА ДЛЯ ХОЗЯЙСТВА АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ



**РАССКАЗОВ**  
Валерий Владимирович,  
ОАО «ЭЛТЕЗА», главный  
технолог Волгоградского  
литейно-механического завода,  
Россия, г. Волгоград



**ПОПОВ**  
Дмитрий Александрович,  
ОАО «ЭЛТЕЗА», технолог  
Волгоградского  
литейно-механического завода,  
Россия, г. Волгоград

Волгоградский литейно-механический завод в течение длительного времени специализируется на выпуске герметизированных корпусов для размещения напольных устройств ЖАТ. Сегодня для нужд хозяйства автоматики и телемеханики производятся изделия из композитного материала, который за последние десятилетия активно используется в космосе, авиа- и автомобилестроении, а также в других отраслях промышленности. Стекло- и углепластики позволяют реализовать крупногабаритные изделия с необходимыми механическими и теплофизическими характеристиками.

Благодаря слаженной работе конструкторов и технологов на предприятии разработаны и производятся высоконадежные напольные герметизированные путевые ящики ПЯ; трансформаторные ящики ТЯ; кабельные муфты МГУ-2, МГУ-4, МГУ-14, МГУ-28, РМГУ-8, РМГ-8. Корпуса этих изделий выполнены из чугуна, а крышки – из штампсварной стали.

Не так давно на заводе началось изготовление напольного оборудования из композитных материалов. Сегодня из отечественного листового полиэфирного стеклонаполненного прессуемого композита SMC освоено производство путевых герметизированных ящиков ПЯ-ГП (рис. 1) и кабельных муфт МГУ-28П (рис. 2).

Этот листовой материал изготавливается на специальных установках. В его основе смесь ненасыщенной полиэфирной смолы и минеральных наполнителей: мела и гидроксида алюминия, компенсаторов усадки, пигментов и катализаторов сшивания. Она наносится на пленку и подается на режущее устройство, которое

нарезает необходимое количество стекловолокна заданной длины. Полученный пакет накрывают вторым слоем смеси и сжимают для пропитывания волокна. Затем материал сматывают в рулоны и помещают в термокамеры для «созревания».

Каждый компонент придает материалу определенные свойства.



РИС. 1

Например, полиэфирная смола является связующим элементом, обеспечивающим при переработке трехмерное сшивание, связь отдельных компонентов и необходимые термомеханические характеристики.

Минеральные наполнители отвечают за транспортировку стекловолокна при изменении его структуры во время нагрева материала. Они позволяют существенно снизить стоимость материала, а в случае их использования в гидроксиде алюминия существенно повышают огнестойкость.

Компенсаторы усадки делают



РИС. 2





РИС. 3

поверхность изделия высококачественной без утяжек и коробления, что является одним из основных факторов при выборе композита SMC в качестве материала для кузовных изделий. Стекловолокно придает им механическую прочность. Катализаторы обеспечивают инициирование химических реакций трехмерного сшивания. Правильный подбор катализаторов дает возможность получить высококачественные детали без недопрессовок, трещин и раковин.

Технология изготовления продукции из SMC основана на мето-

де прямого прессования изделий на гидравлических прессах в обогреваемых стальных хромированных пресс-формах (рис. 3).

Пресс-форма представляет собой массивное устройство из хромистой стали для получения под давлением изделий различной конфигурации из разных материалов. В некоторых случаях оно имеет дополнительное хромовое покрытие. Для ее подогрева до температуры 150–170 °C используется электрический или жидкостный обогрев. Для производства качественных изделий и снижения

доли брака важно обеспечить равномерную температуру по всей поверхности пресс-формы и определенное внутреннее давление внутри нее. Это позволяет соблюдать технологические параметры процесса. Процесс отверждения в зависимости от толщины и конфигурации изделия длится от 2 до 5 мин. После извлечения из пресс-формы, удаления облоя и механической обработки деталь готова для дальнейших операций: сборки, лакирования, монтажа.

По характеристикам изделия из композитного материала SMC не уступают продукции из черных металлов. Их существенными преимуществами являются высокая коррозионная стойкость и небольшой удельный вес. При разработке изделий из композита важно предусмотреть возможность интеграции различных элементов – узлов крепления, ребер жесткости и др. Это дает возможность существенно увеличить экономический эффект от использования композита.

В ближайшее время на заводе планируется освоить производство кабельного ящика КЯ-10МП из композитного материала SMC, а в перспективе – вертикальной кабельной модульной стойки СКМ.

Таким образом, благодаря применению полиэфирного стеклонаполненного прессуемого композита SMC удастся не только снизить затраты на выпуск напольного оборудования, но и снизить эксплуатационные расходы линейных предприятий ОАО «РЖД».

## Подписаться на бумажную версию журнала «АВТОМАТИКА, СВЯЗЬ, ИНФОРМАТИКА» можно, не выходя из дома!!!



Для оформления подписки через Почту России (можно на 1 месяц) достаточно перейти по ссылке <https://podpiska.pochta.ru/press/П5063>, заполнить заявку на получение журнала на домашний адрес, до востребования или через почтовый ящик и оплатить подписку онлайн. Стоимость одного номера 301 руб. 89 коп.

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

Наши авторы и читатели могут также приобрести номера журналов по перечислению **с самовывозом** из Центра научно-технической информации и библиотек – филиала ОАО «РЖД» (Рижская площадь, д. 3). Стоимость одного экземпляра для физ. лиц 253 руб. 84 коп. для юр. лиц 441 руб. 57 коп.

### Реквизиты ЦНТИ:

Банк ВТБ (ПАО), г. Москва, БИК 044525187, к/с 3010181070000000187, р/с 40702810199993174037  
Получатель: ЦНТИ ОАО «РЖД», ИНН 7708503727, КПП 770102004  
Назначение платежа: Оплата за журнал «Автоматика, связь, информатика» за №№ ..... , 20.....г., кол-во ... экз. Сумма ..... руб., в т.ч. НДС 10 % ..... руб.

# КОМПЛЕКСНАЯ СИСТЕМА УДАЛЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕЕЗДОМ



**ДЕМЬЯНОВ**  
Владислав Владимирович,  
ФГБОУ «Иркутский государственный университет путей сообщения» (ФГБОУ ВО ИрГУПС), кафедра «Автоматика, телемеханика и связь», профессор, д-р техн. наук, доцент, Россия, г. Иркутск



**ЕВДОКИМОВА**  
Елена Юрьевна,  
ОАО «РЖД», Красноярская дирекция инфраструктуры, Ужурская дистанция инфраструктуры, инженер по обслуживанию технических средств, Россия, г. Ужур



**ИМАРОВА**  
Ольга Борисовна,  
ФГБОУ «Иркутский государственный университет путей сообщения» (ФГБОУ ВО ИрГУПС), кафедра «Автоматизация производственных процессов», аспирант, Россия, г. Иркутск



**ГЕРАСИМЕНКО**  
Евгений Александрович,  
ОАО «РЖД», Красноярская дирекция инфраструктуры, начальник Аскизской дистанции СЦБ, Россия, р.п. Аскиз

**Ключевые слова:** железнодорожные переезды, автоматизация перевозочных процессов, интервальное регулирование движения поездов, удаленное управление и контроль объектов инфраструктуры

**Аннотация.** Одной из основных задач ОАО «РЖД» является сокращение издержек на содержание инфраструктуры на малоинтенсивных линиях и минимизация эксплуатационных расходов, включая расходы на содержание переездов. Благодаря этому в компании планируется достичь необходимого роста производительности труда, а также обеспечить модернизацию непроизводительных и морально устаревших технических средств. В связи с этим целесообразно совместить функции оперативного персонала, например, функции дежурного по переезду передать дежурному по станции. Такой подход особенно эффективен на переездах, расположенных в границах станций или недалеко от них. В этом случае со станций следует обеспечить удаленное управление средствами заграждения переезда, а также предусмотреть контроль технического состояния переездных устройств и текущей ситуации в зоне переезда.

■ Типовые технические решения, используемые сегодня в действующих системах автоматической переездной сигнализации ПС-73, АПС-93, АПС-04 и МАПС, не позволяют организовать удаленное управление устройствами заграждения и одновременно полноценный контроль текущей ситуации на переезде с рабочего места дежурного по станции. Поэтому на переездах, расположенных на малодеятельных участках, предлагается использовать новое техническое решение, позволяющее обеспечить удаленное управление переездом. Эта комплексная система КСУУП обеспечивает:

автоматическое выявление в контролируемой зоне переезда различных объектов;  
передачу оперативной информации о состоянии

переезда на пульт дежурного по станции с формированием звуковых и визуальных предупреждающих сигналов;

видеоконтроль в режиме реального времени обстановки на переезде и ее отображение на АРМ в помещении дежурного по станции;

архивирование диагностической и оперативной информации и протоколирование нештатных ситуаций на переезде с ведением электронного журнала событий;

передачу машинисту приближающегося поезда по поездной радиосвязи информации о нештатной ситуации [1].

Благодаря оснащению системой КСУУП переездов IV категории на малодеятельных станциях планируется в полуавтоматическом режиме конт-

ролировать ситуации в зоне переезда [2], когда автомобиль:

заехал за опускающийся заградительный брус шлагбаума и покинул переезд;

остановился по техническим причинам за заградительным бруском шлагбаума, не доехав до опасной зоны переезда;

остановился по техническим причинам за опущенным заградительным бруском шлагбаума в опасной зоне переезда;

сломал или обехал опущенный заградительный брус шлагбаума с неизвестным исходом события.

Контролируемые зоны переезда одного из возможных сценариев развития событий, представлены на рис. 1.

При применении КСУУП управление и контроль состояния переезда переносится на пост ЭЦ, а функции дежурного по переезду передаются дежурному по станции. Система предназначена для отслеживания обстановки в зоне переезда и передачи информации о нештатных ситуациях на АРМ дежурного по станции. Структурная схема КСУУП показана на рис. 2.

В системе используются несколько видов датчиков, средства видеонаблюдения, а также микроконтроллер, принимающий решения о выдаче предупреждений и сигналов на АРМ ДСП и анализирующий дорожную ситуацию. Однако окончательное решение принимает дежурный по станции. Он может управлять работой переездных устройств с щитка управления дежурного по переезду, перенесенного на его рабочее место.

В систему КСУУП входят следующие элементы:

действующие схемы АПС, обеспечивающие с поста ЭЦ удаленное управление переездными устройствами;

блок сопряжения контактной и бесконтактной аппаратуры;

блоки передачи информации с комбинированных и инфракрасных датчиков движения, контролирующих зоны переезда и шлагбаума после закрытия переезда;

система видеонаблюдения, контролирующая в режиме реального времени зоны переезда с отображением информации на мониторе на рабочем месте дежурного по станции, а также ее архивирование и протоколирование на внешнем носителе, возможность поиска записей в архиве по дате и времени события;

система голосового оповещения для извещения участников дорожного движения при нештатных ситуациях;

система сигнализации оповещения дежурного по станции о возникновении нештатной ситуации на переезде [4].

Схема расположения датчиков контроля и камер видеонаблюдения на переезде приведена на рис. 3. На рисунке зона контроля свободности переезда комбинированными СВЧ-ИК датчиками выделена зеленым цветом, зона контроля целостности брусьев шлагбаума активными ИК датчиками – фиолетовым, а область, контролируемая системами видеонаблюдения, – голубым.

С помощью входящих в КСУУП технических средств осуществляется

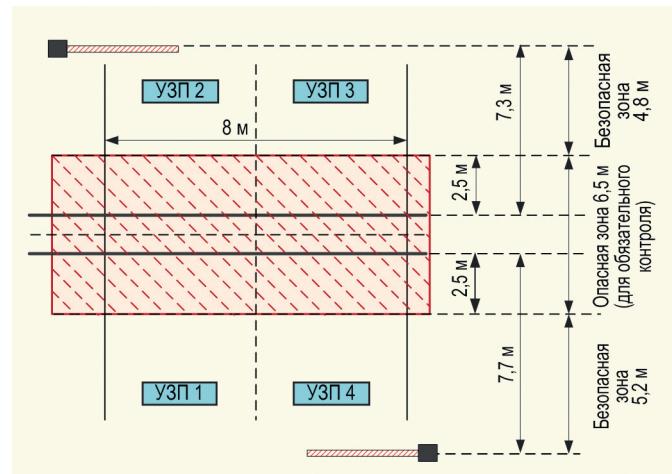


РИС. 1

управление переездными устройствами заграждения и сигнализации. Устройства видеонаблюдения, датчики обнаружения и контроля дислокации автотранспорта контролируют фактическую ситуацию в зоне переезда. Дежурный по станции, находясь в достаточно комфортных условиях, имеет возможность вмешиваться в работу переездных устройств и контролировать обстановку на переезде [5].

Алгоритм работы КСУУП представлен на рис. 4. В схемах АПС этой системы дополнительно установлены реле ПВ1 и ПВ2. Они являются повторителями реле В1 и В2, которые включают красные мигающие огни светофоров и отключают бело-лунный мигающий огонь. Информация о состоянии ПВ1 и ПВ2 через блок сопряжения передается на микроконтроллер.

Система КСУУП работает следующим образом. При появлении на светофоре АПС запрещающего показания микроконтроллер включает красную лампу сигнализации оповещения, которая работает в импульсном режиме для привлечения внимания дежурного по станции. Когда шлагбаум начинает опускаться, микроконтроллер выполняет опрос системы мониторинга о наличии или отсутствии в зоне

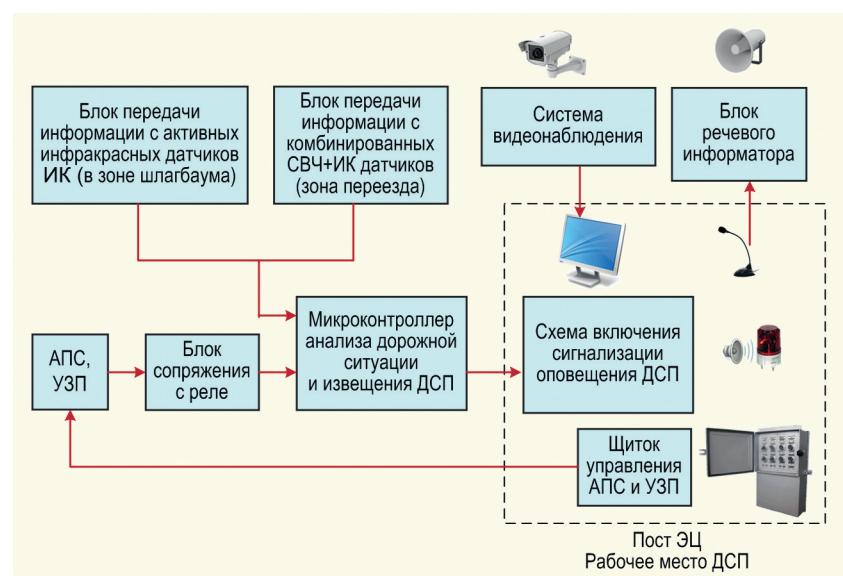


РИС. 2

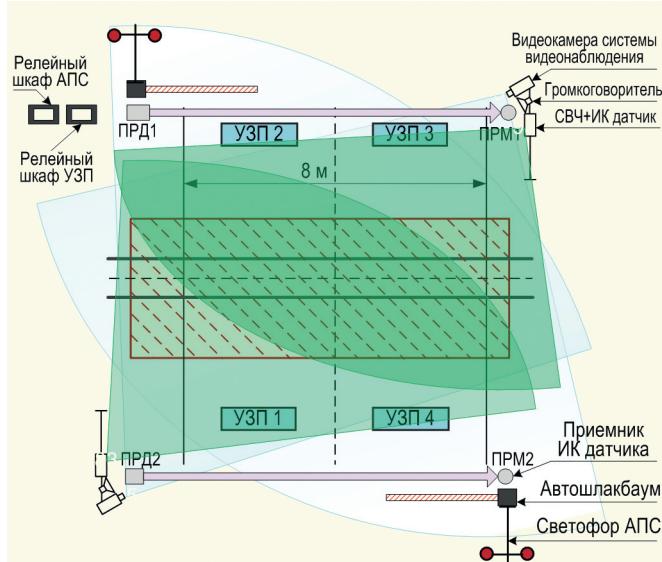


РИС. 3

переезда помехи (автомобиля, человека, других объектов) и целостности бруса автошлагбаума. Если хотя бы с одного датчика поступает сигнал тревоги, микроконтроллер включает на АРМ ДСП световую и звуковую сигнализацию.

Дежурный по станции, оценив обстановку по видеоизображению на мониторе, самостоятельно принимает решение о закрытии (открытии) шлагбаумов, поднятии (опускании) крышек УЗП, оповещении

машиниста поезда об опасности и передаче с помощью речевого информатора участникам дорожного движения голосовых инструкций.

Если сигнал тревоги с датчиков не поступил, после опускания крышек УЗП, открытия шлагбаума и включения на светофоре разрешающего показания система переходит в исходное состояние [3].

Для эффективной работы системы большое значение имеет выбор устройств мониторинга и схемы их размещения. В качестве устройства контроля могут использоваться функционирующие по разному принципу инфракрасные, микроволновые и комбинированные датчики. После анализа их характеристик и с учетом сложных условий эксплуатации были выбраны комбинированные СВЧ+ИК датчики движения. Вместе с видеокамерами и речевыми информаторами они устанавливаются на расположенных с двух сторон железнодорожного полотна опорах контактной сети на высоте 2,4–3 м.

Для контроля целостности заградительного бруса и контроля объезда шлагбаума выбраны активные всепогодные инфракрасные датчики ИК, которые монтируются на стойках на высоте 1–1,25 м не далее 30 см от шлагбаума (см. рис. 3).

В случае возникновения непредвиденной ситуации на переезде предлагаемая система обеспечивает надежную работу и быстродействие системы оповещения дежурного по станции и позволяет снизить влияние человеческого фактора на обеспечение в их зоне безопасности движения. Это достигается благодаря применению в системе АПС таких дополнительных функций, как видеоконтроль обстановки на переезде, передача дежурному по станции информации о наличии объектов с формированием звуковых и визуальных предупреждающих сигналов, передача информации о непредвиденной ситуации машинисту приближающегося поезда по каналу поездной радиосвязи, оперативное голосовое информирование участников движения на переезде.

Внедрение КСУП даст возможность повысить надежность и безопасность движения на переездах, снизить влияние на этот процесс человеческого фактора. Кроме того, развитие интеллектуальных систем управления, предусмотренное в рамках отраслевого научно-технического проекта «Цифровая железная дорога», позволит увеличить провозную и пропускную способности участков российских дорог.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Годяев А.И. Научно обоснованные решения по снижению аварийности на переездах // Автоматика, связь, информатика. 2004. № 5. С. 35–37.

2. Годяев А.И., Гриншпун Ю.И. Паспортизация и сертификация железнодорожных переездов // Автоматика, связь, информатика. 2002. № 7. С. 27–29.

3. Об утверждении Условий эксплуатации железнодорожных переездов : приказ Минтранса России от 31.07.2015г. № 237. Доступ через СПС «АСПИЖТ» (дата обращения 27.02.2019 г.).

4. Афанасьев, Н.Г. Разработка автоматической системы контроля занятости железнодорожного переезда // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. 2009. № 2. С. 35–38.

5. Поздняков В.А. Правила технической эксплуатации железнодорожных дорог Российской Федерации. М.: Транспорт, 2000. 190 с.

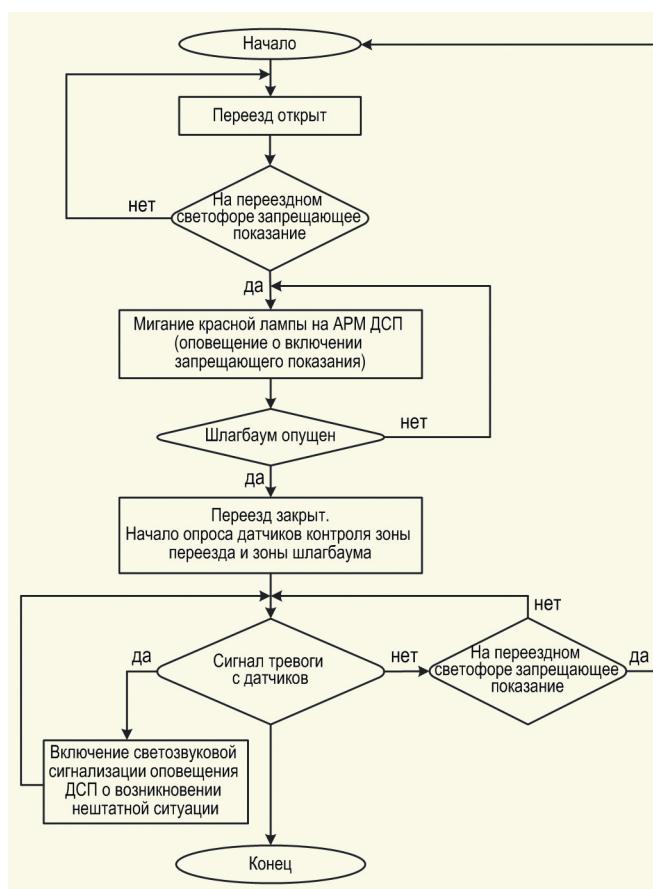


РИС. 4

# МОБИЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА В ПОМОЩЬ ЭЛЕКТРОМЕХАНИКУ

**ОЛЬГЕЙЗЕР****Иван Александрович,**

АО «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте», начальник отдела автоматизированных систем управления цифровой станции Ростовского филиала, канд. техн. наук, Россия, г. Ростов-на-Дону

**ЖАЛЬСКИЙ****Михаил Андреевич,**

АО «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте», ведущий инженер отдела автоматизированных систем управления технологических процессов Ростовского филиала, Россия, г. Ростов-на-Дону

**ПОПКОВ****Максим Вячеславович,**

ОАО «РЖД», Восточно-Сибирская ДИ, старший электромеханик Иркутской дистанции СЦБ, Россия, г. Иркутск

**Ключевые слова:** мобильное рабочее место, весенний / осенний осмотр устройств СЦБ, комплексная система автоматизированного управления сортировочным процессом, web-сервер, nfc-метки

**Аннотация.** Рассмотрена технология работ, выполняемых в рамках весеннего (осеннего) осмотра. Предложена созданная на основе информационной базы, мобильного приложения и nfc-меток система, уменьшающая время устранения замечаний, повышающая качество и достоверность осмотров. Представлен разработанный прототип системы, описана его работа. Показаны преимущества предлагаемой системы.

■ Важнейшим фактором обеспечения эффективности, ритмичности и увеличения объема перевозок является качество технического обслуживания средств ЖАТ. С целью контроля состояния напольных устройств и обеспечения их устойчивой и надежной работы на станциях проводятся весенний и осенний комиссионные осмотры. Комиссии, куда входят начальник дистанции и его заместители, детально проверяют состояние устройств СЦБ, выполнение мероприятий, связанных с их подготовкой к работе в зимних и летних условиях. Кроме того,

проводится осмотр внутреннего состояния путевых коробок, муфт, стрелочных электроприводов и др. Отметки о проверке каждого объекта и об осмотре заносятся в журналы ШУ-78, ШУ-2 и др. Замечания проверок оформляются в виде акта, который члены комиссии подписывают и передают диспетчеру. Он вносит замечания в единую комплексную автоматизированную систему управления инфраструктурой ЕК АСУИ.

Для повышения качества обслуживания устройств СЦБ и эффективности контроля этого процесса предлагается исполь-

зовать современные информационные технологии и мобильные устройства.

На объектах, оснащенных комплексной системой автоматизированного управления сортировочным процессом КСАУ СП [1], имеется большое количество размещенных в путевых коробках и ящиках напольных устройств, кабельных муфт. Эффективность работы этой системы зависит от качества их содержания. Используя опыт создания и применения мобильных устройств в составе системы КСАУ СП [2, 3], сотрудники Ростовского филиала

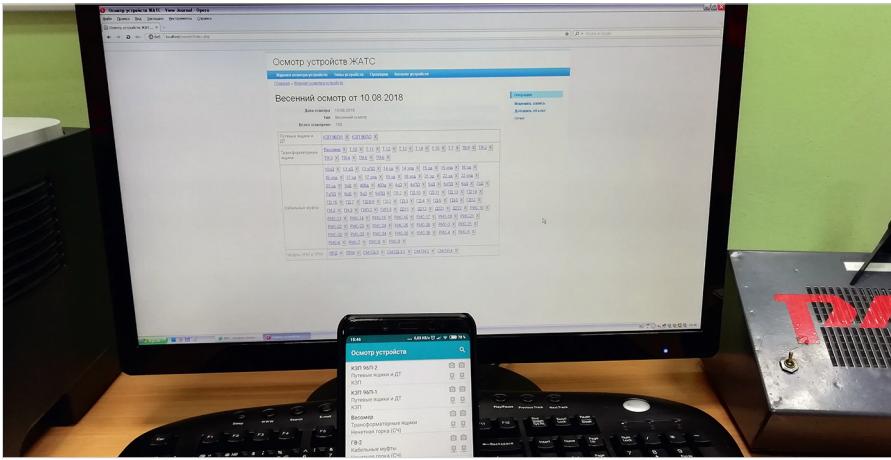


РИС. 1

АО «НИИАС» совместно со специалистами Иркутской дистанции СЦБ Восточно-Сибирской ДИ разработали прототип системы автоматизации, для проведения осмотра напольных устройств и учета выявленных замечаний. Основой является мобильное устройство с камерой и nfs-модулем для обмена данными на близком расстоянии, web-сервер на базе стационарного компьютера и набор nfs-меток.

Для доступа к данным сервера разработан сайт и мобильное приложение (рис. 1). Используя сайт можно создавать перечень

подлежащих осмотру объектов, добавлять новые устройства, просматривать их фотографии, делать отметки о выполнении замечаний. Мобильное приложение дает возможность проводить фотосъемку с привязкой к определенному устройству и автоматически загружать данные на web-сервер для просмотра через сайт.

На напольных устройствах имеются nfs-метки с краткой идентификационной информацией. Данные, полученные в результате осмотра устройств, фотографии, позволяющие увидеть их состоя-

ние до и после осмотра и устранения замечаний, а также другие сведения хранятся на сервере (см. рис. 1).

Перед началом осмотра или устранения обнаруженных в ходе осмотра замечаний на web-сервере формируется список объектов, на которых будут проводиться работы. Список отправляется на находящиеся вблизи них мобильные устройства, с помощью которых считывается идентификационная nfs-метка. Если устройство есть в списке, на мобильном устройстве открывается форма, в которой можно сфотографировать объект, т.е. зафиксировать его внешнее и внутреннее состояние, сделать отметки о замечаниях или их устранении (рис. 2).

После осмотра или устранения замечаний полученные в результате визуализации данные и отметки о замечаниях переносятся на web-сервер.

Предлагаемая технология дает возможность круглосуточно с любого рабочего места в дистанции визуально оценивать состояние устройств в момент последнего осмотра или устранения замечаний (рис. 3). В результате ее применения удастся повысить эффективность контроля и, как следствие, качество обслуживания устройств СЦБ, повысить безопасность и улучшить эксплуатационные показатели работы станции.

На следующем этапе развития системы намечено «привязать» nfs-метки к устройствам. Планируется также расширение функциональности мобильного приложения – добавление возможности выставлять замечания непосредственно на устройстве с последующей их синхронизацией.

## ЛИТЕРАТУРА

- Обслуживание и эксплуатация КСАУ СП и КСАУКС : учебное пособие / Шабельников А.Н., Соколов В.Н., Сачко В.И., Одикадзе В.Р., Ольгейзер И.А., Рогов С.А., Юндин А.Л., Родионов Д.В. Ростов-на-Дону: НИИАС, 2012. 228 с.

- Ольгейзер И.А., Рогов С.А., Жальский М.А. Расширение возможностей КСАУ СП // Автоматика, связь, информатика. 2017. № 1. С. 24–25.

- Шабельников А.Н., Ольгейзер И.А., Рогов С.А. От механизации к цифровизации сортировочной станции // Автоматика, связь и информатика. 2018. № 1. С. 21–23.

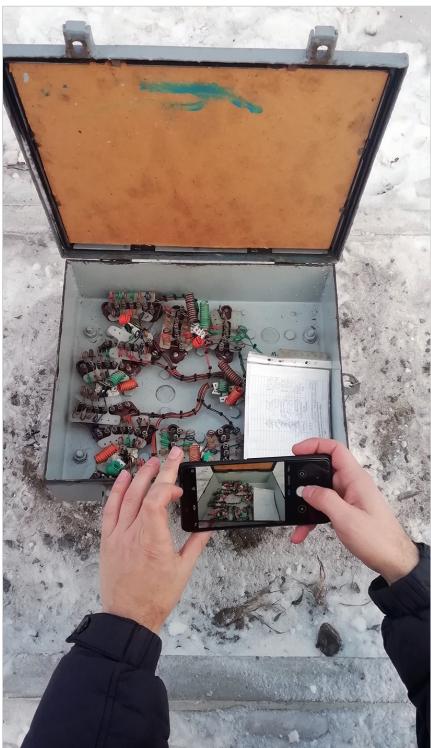


РИС. 2



РИС. 3

# ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ ТРАНСПОРТ: НА ПУТИ К АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ

*Во всех развитых и развивающихся странах в современном мире обращают особое внимание на проблемы промышленности и транспорта, связанные с использованием невозобновляемых источников энергии и экологической опасностью. Разрешение этих проблем возможно за счет использования «зеленых технологий» на всех этапах жизненного цикла технических объектов и, прежде всего, на этапах эксплуатации и утилизации.*

■ Использование альтернативной энергетики позволяет следовать стратегии энергосбережения и снижения вредных выбросов углекислого газа. Анализ зарубежного опыта показывает растущий интерес у мирового научного сообщества к альтернативной энергетике.

Наиболее распространенными источниками альтернативной энергии являются солнечные панели и ветряные турбины. Способы их установки различны – от целых полей с панелями либо турбинами для генерации больших объемов энергии до небольших локальных установок для питания конкретных объектов и устройств.

В транспортной отрасли источники альтернативной энергии уже сегодня широко применяются, например, в автомобильном сегменте – начиная от солнечных панелей для питания светофоров и дорожных знаков, которые мы можем видеть и в России, до автомобильных дорог и велодорожек с покрытиями из солнечных панелей (Франция, Нидерланды и др.).

Применение таких технологий на железнодорожном транспорте в основном концентрируется на стационарных установках: точечные решения с солнечными панелями для питания конкретных устройств, платформенные крыши, покрытые панелями, либо установленные вдоль железнодорожного полотна ветряные турбины, управляемые ветровой нагрузкой от движущегося поезда. Однако существуют и примеры оборудования подвижных единиц (локомотивов и вагонов) солнечными панелями для генерации электроэнергии. Такие поезда курсируют в Австралии и Индии.

Естественно, в первую очередь, интерес к альтернативной энергетике высказывается в странах, где стоимость электроэнергии высока. Например, Нидерланды с января 2017 г. перевели свое железнодорожное сообщение на использование возобновляемой энергии ветра. Дания планирует решить аналогичную задачу к 2050 г. Однако цена сегодня уже перестала быть главным мотиватором, значительную ценность обретают факторы экологичности и безопасности для людей и окружающей среды. Все чаще и чаще в технических заданиях на новые разработки обращается внимание на материалы компонентов, исключающие

вредные материалы, появляются требования об использовании бескабельных технологий с генераторами альтернативной энергии. Особенно актуальным это является для железнодорожного транспорта, претендующего на звание одного из самых экологичных. Таким образом, в первой четверти XXI века курс в энергетике направлен на энергоэффективные технологии и системы.

Альтернативную энергетику можно использовать для снабжения средствами генерации и аккумуляции энергии от возобновляемых источников устройств и систем управления, в том числе, железнодорожной автоматики. И тут существует несколько вариантов реализации систем энергоснабжения.

Первый связан с централизацией зон расположения источников альтернативной энергии и последующим обеспечением устройств и систем автоматики электропитанием посредством кабельной сети.

Второй вариант предполагает децентрализацию как источника альтернативной энергии, так и аккумулятора, накапливающего ее. Такой способ не только является средством реализации концепции интернета вещей – информационного объединения автономных независимых объектов, но и дает значительную экономию за счет отсутствия необходимости строительства кабельной сети и возможности концентрировать энергию в непосредственной близости к ее потребителю.

Там, где источники альтернативной энергетики не способны генерировать требуемые мощности, возможно применение гибридных технологий с приоритетным использованием возобновляемых источников.

Сегодня на использовании альтернативной энергетики для обеспечения функционирования устройств автоматики на железных дорогах в России сконцентрировано не так много внимания, однако в ближайшем будущем энергоэффективные технологии могут стать новым трендом и в ОАО «РЖД», а наш железнодорожный транспорт станет не только интеллектуальным, но еще и экологически безопасным.

**ЕФАНОВ  
Дмитрий Викторович,**  
ООО «ЛокоТех-Сигнал», д-р техн. наук,  
Россия, Москва

Реклама



**ЛокоТех //**  
СИГНАЛ

## Встраиваемая ОСРВ/гипервизор PikeOS сертифицирована на уровень EAL3+ стандарта информационной безопасности «Общие Критерии»

■ Операционная система реального времени с гипервизором PikeOS компании SYSGO сертифицирована федеральной службой Германии по информационной безопасности BSI (Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik) по международному стандарту информационной безопасности ИСО/МЭК 15408 «Общие Критерии». Предметом сертификации является ядро PikeOS Separation Kernel, выполняющее пространственную и временную изоляцию приложений, исполняющихся на одном и том же процессоре. Ядро PikeOS Separation Kernel версия 4.2.2 (сборка #s5400) сертифицировано на оценочный уровень доверия EAL3+ для процессорных архитектур x86-64, ARMv7 и ARMv8.

Для сертификации в других национальных и раслевых сертифицирующих органах поставляется комплект сертификационной документации PikeOS Security Certification Kit. Руководство по сертификации PikeOS Security Manual, входящее в состав сертификационного пакета, может быть поставлено отдельно для опережающей проработки процедуры сертификации. Для PikeOS поставляется также



сертификационный пакет по отраслевому стандарту информационной безопасности Airbus SAR (Security Assurance Requirements), разработанному на основе ИСО/МЭК 15408 с учетом специфики авиационных систем.

Для сертификации по стандартам функциональной безопасности (safety) PikeOS сопровождается сертификационными пакетами для: авионики DO-178C до уровня

DAL A (Design Assurance Level); промышленных систем IEC 61508 до уровня SIL 4 (Safety Integrity Level); железнодорожных систем EN 50128 до уровня SIL 4; автоэлектроники ISO 26262 до уровня ASIL D (Automotive Safety Integrity Level). Теперь встраиваемые системы на базе PikeOS готовы к комплексной сертификации «Safety+Security» и по требованиям функциональной безопасности и по требованиям информационной безопасности.

Дистрибутор компании SYSGO в России – компания «АВД Системы», поставщик средств разработки программного обеспечения критически важных для безопасности сертифицируемых встраиваемых компьютерных систем.

[www.avdsys.ru/pikeos](http://www.avdsys.ru/pikeos)

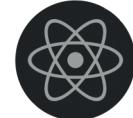
### Среда автоматизированного тестирования ПО критически важных для безопасности, сертифицируемых встроенных микропроцессорных систем



DO-178C



IEC 61508



IEC 60880



EN 50128



ISO 26262



IEC 62304

Дистрибутор в РФ ООО “АВД Системы” - (916) 194-4271, [avdsys@aha.ru](mailto:avdsys@aha.ru)

[www.avdsys.ru/test](http://www.avdsys.ru/test)

# ВНЕДРЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ЖАТ

**В течение прошлого года на объектах сети ОАО «РЖД» были внедрены инновационные технические средства ЖАТ, реализован ряд новых технических решений в области железнодорожной автоматики.**

## ПОСТОЯННАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ

■ В постоянную эксплуатацию введены новые разработки ОАО «ЭЛТЕЗА».

**Центральное процессорное устройство ЦПУ-ЭЛ на базе отечественных процессорных модулей Эльбрус-4.1 и операционной системы «Эльбрус» с открытым исходным кодом** включено на станции Фрязино Московской дороги. Благодаря применению архитектуры два из двух из четырех с обработкой зависимостей в двух различных программных и аппаратных системах исключена возможность накопления системной ошибки.

**Подсистема объектных контроллеров ОК-ЭЛ** принята в постоянную эксплуатацию на станции Ивантеевка. Релейный, сигнальный, стрелочный контроллеры и связевой концентратор реализуют функции интерфейса системы по управлению и контролю постовыми и напольными объектами ЖАТ (стрелками, светофорами, переездом).

**Микропроцессорная электрическая централизация МПЦ-ЭЛ на базе ЦПУ с модулем Эльбрус-4.1 и операционной системой «Эльбрус»** включена на станции Косулино Свердловской дороги. МПЦ-ЭЛ предназначена для автоматизации процессов контроля и управления движением поездов на станциях и перегонах при обеспечении безопасности движения. При ее использовании повышается уровень интеграции с другими автоматизированными системами и устройствами ЖАТ.

**Комплексная система повышения киберзащиты КСПК-ЭЛ в составе системы МПЦ-ЭЛ** успешно прошла подконтрольную эксплуатацию на станции Фрязино Московской дороги. Система позволяет выявлять любые внешние проникновения в систему обмена данными и устанавливать безопасные внешние соединения.

**Микропроцессорные приёмники рельсовых цепей ПМП1 и ПМП1-Р, а также микропроцессорные генераторы рельсовых цепей ГМП1 и ГМП1-Р** внедрены на перегоне Соколовская – Большево Московской дороги и на станции Избердей Юго-Восточной дороги. Устройства обладают повышенной помехоустойчивостью в рабочей полосе пропускания, их параметры имеют высокую стабильность при воздействии внешних факторов и изменении напряжения электропитания, благодаря чему практически отпадает необходимость регулировки рельсовых цепей при замене аппаратуры.

■ Внедрены новые разработки ОАО «Радиоавионика».

**Контрольно-связующее устройство КСУ РА в трехканальном безопасном исполнении** включено на станции Лужская Октябрьской дороги. Оно обеспе-

чивает увязку системы ЭЦ-ЕМ/АБТЦ-ЕМ и смежных систем ЖАТ, информационное взаимодействие с устройствами этих систем с помощью широкого набора форматов и протоколов обмена данными. КСУ РА отвечает за сбор, обработку и хранение различных видов диагностической информации, касающейся состояния контролируемых объектов.

**Совмещенная питающая модульная установка СПУ-М200 ЭЦ на базе шины постоянного тока** включена на станциях Кошта и Череповец Северной дороги. Установка предназначена для электропитания устройств ЭЦ станций, на которых эксплуатируется от 70 до 200 стрелок. В шкафах установлены преобразователи частоты ПЧ 50/25, обеспечивающие электропитание фазочувствительных рельсовых цепей 25 Гц. В СПУ-М применен модульный принцип с резервированием всех ответственных силовых модулей и возможностью их «горячей» замены. Встроенная система диагностики выявляет предотказные состояния, что дает возможность обслуживать установку по состоянию.

■ **Переездные светофоры и светодиодная двузначная головка переездного светофора** производства АО «Транс-Сигнал» установлены на переезде перегона Толоконцево – Моховые горы Горьковской дороги.

**Техническое решение, позволяющее автоматически передавать по физической линии на переезд извещение о приближении скоростного поезда и необходимости закрытия переезда,** внедрено на переезде 56 км Рощино – Зеленогорск Октябрьской дороги. Благодаря реализации этого технического решения, разработанного сотрудниками института «Гипротранссигналсвязь» – филиала АО «Росжелдорпроект», отпадает необходимость нажатия дежурным по переезду кнопки, закрывающей переезд. Таким образом за счет автоматизации этого процесса исключается человеческий фактор.

■ **Специализированный комплекс управления системой автоблокировки с централизованным размещением аппаратуры АБЦМ-А** разработки ООО «СтройЖелДорПроект-СЦБ» внедрен на перегоне Азарово – Муратовка Московской дороги.

■ **Табло обратного отсчета времени до момента включения переездной сигнализации** включено на переезде 29 км перегона Большево – Зеленый Бор Московской дороги. Авторы этой разработки – сотрудники АО «НИИАС». Ориентируясь на показания табло, водители выбирают оптимальную скорость движения автомобиля, чтобы в момент закрытия переезда не оказаться в его зоне. В результате повышается безопасность движения на переезде.

■ **Стрелочный автопереключатель повышенной надежности АП-СП**, созданный разработчиками РУТ (МИИТ), включен в эксплуатацию на станции Воронеж Юго-Восточной дороги. Применение этого технического новшества повышает надежность и безопасность функционирования контрольной системы автопереключателей электроприводов СП.

## ОПЫТНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ

■ **Система интервального регулирования движения по сигналам АЛС с передачей данных по цифровому радиоканалу без применения рельсовых цепей с расширенными функциональными возможностями** включена в опытную эксплуатацию на участке Большево – Фрязино Московской дороги. При разработке этой системы специалистам АО «НИИАС» удалось реализовать функции, обеспечивающие управление движением поездов; контроль занятости/свободности пути; прием и передачу управляющих команд на бортовые устройства безопасности.

**Полуавтоматическая блокировка с автоматическим блок-постом без путевых светофоров и вибраакустическим контролем местоположения поезда и передачей данных по цифровому радиоканалу широковещательного диапазона 868 МГц** (ПАБ АПК «Анаконда») внедрена на участке Шиповка – Балтийск Калининградской дороги. Система, разработанная также сотрудниками института, определяет свободность/занятость участков перегона с автоматическим формированием сигналов «путевое прибытие» и разрешения на проследование блок-поста.

Эти системы позволяют с минимальными затратами на реконструкцию и модернизацию инфраструктуры повысить пропускную способность участков пути за счет применения интервального регулирования.

**Программно-аппаратные средства взаимодействия УВК-РА и станционных рельсовых цепей АБТЦ-МШ**, разработанные АО «НИИАС» и ОАО «Радиоавионика», внедрены на станции Саблино Октябрьской дороги. Цифровая связь систем позволила значительно сократить количество реле, прежде всего в схемах кодирования АЛСН и АЛС-ЕН, обеспечить резервирование постовой аппаратуры рельсовых цепей и кодирования, диагностировать предотказные ситуации. Кроме того, с учетом опыта организации пропуска высокоскоростных поездов на линии Санкт-Петербург – Москва был изменен системный цикл УВК РА для сокращения реакции станционной системы в целом. Теперь его продолжительность составляет 250 мс.

■ **Трехзначная автоблокировка с рельсовыми цепями тональной частоты и централизованным размещением аппаратуры АБТЦ-ЭЛ**, интегрированная в систему МПЦ-ЭЛ, введена в опытную эксплуатацию на перегоне Косулино – Гагарский Свердловской дороги. Систему разработали специалисты ОАО «ЭЛТЕЗА». Она предназначена для участков, оснащенных системой интервального регулирования движением поездов с применением фиксированных блок-участков. Система имеет следующие преимущества: наибольший уровень безопасности и эксплуатационной готовности за счет аппаратной избыточности и диверсификации программного обеспечения; модульную архитектуру,

повышающую ее экономическую эффективность на протяжении всего жизненного цикла; самую высокую степень заводской готовности и возможность тестирования в лабораторных условиях, благодаря чему сокращаются сроки пусконаладочных работ; простую связку с системами более высокого уровня. Кроме того, в системе реализовано «безрелейное» управление напольным оборудованием, имеется широкий спектр диагностических функций, позволяющих минимизировать время локализации и устранения неисправностей.

**Совмещенная питающая модульная установка СПУ-М200 УСО БК на базе шины постоянного тока**, разработанная ОАО «Радиоавионика», включена на станции Вышестеблиевская Северо-Кавказской дороги. Установка предназначена для электропитания ЭЦ-ЕМ на базе УВК с устройством связи с объектом для бесконтактного контроля и управления огнями светофоров и стрелочными электроприводами (УСО БК). Она может применяться на станциях, где эксплуатируется от 70 до 200 стрелок. В СПУ-М применен модульный принцип с резервированием всех ответственных силовых модулей и возможностью их «горячей» замены. Встроенная система диагностики обнаруживает предотказные состояния, что дает возможность обслуживания установки по состоянию.

■ **Техническое решение, связанное с увязкой систем ЭЦ-ЕМ/АБТЦ-ЕМ и ДЦ «Тракт» с передачей команд ответственного телеконтроля по цифровому интерфейсу**, реализовано на участке Петушки – Нижний Новгород Горьковской дороги. Это совместная разработка ОАО «Радиоавионика» и ЗАО «ТехТранс» позволяет исключить релейные схемы СПОК и тем самым снять ограничения по количеству передаваемых ответственных команд. Согласно новым требованиям к этим системам на станции, где эксплуатируется 20 стрелок, в ДЦ может быть предусмотрено более 100 ОТУ.

■ **Цифровой модуль контроля рельсовых цепей с автоматическим регулированием уровня сигнала ЦМ КРЦ-АР**, созданный АО «ЭЛТЕЗА», включен на станции Кусково Московской дороги. Разработчикам удалось расширить функциональные возможности аппаратуры ТРЦ-АР, дополнить ее устройствами кодирования, защиты, а также реализовать цифровую связь с системами МПЦ. За счет 100 %-го резервирования каждого прибора и дублирования каналов передачи данных повышена надежность работы устройств. Поскольку обмен данными с МПЦ происходит по цифровому интерфейсу (RS-422, Ethernet), отпадает необходимость применения реле. Благодаря современной аппаратуре кодирования обеспечивается высокая стабильность сигналов и исключаются сбои АЛСН.

■ **Светодиодные светооптические системы НКМР под управлением сигнального объектного контроллера** с функцией контроля негорящих огней светофоров в составе системы РПЦ-РС-ЭЛ установлены для испытаний на станции Фрязино Московской дороги. Разработчики – ОАО «ЭЛТЕЗА» и АО «Транс-Сигнал». Эти системы по сравнению со светофорными на лампах накаливания имеют следующие преимущества: 25-кратное увеличение надежности работы источников света; 2-кратное продление срока службы; снижение экс-

плутационных затрат в 10-15 раз; антивандальное исполнение.

■ **Универсальный микропроцессорный бесконтактный кодовый путевой трансмиттер БКПТУ-МП**, созданный специалистами ООО «Атомэлектроприбор», внедрен на станциях Маклец и перегонах Кимовск – Бобрик-Донской и Сборная – Бобрик-Донской Московской дороги. Трансмиттер предназначен для использования в действующих системах числовой кодовой автоблокировки в качестве устройства, формирующего числовые коды, и в составе аппаратуры АЛС на станциях и перегонах на участках с любым видом тяги. БКПТУ-МП может устанавливаться взамен действующих трансмиттеров. Устройство имеет более высокую точность формирования числовых кодов, может питаться от различных источников переменного и постоянного тока, а также обладает функцией подстроения временных параметров формируемым кодов.

■ **Электропривод в шпалном исполнении СПМ-150 без контрольных и рабочих тяг**, разработанный АО «Термотрон-Завод», установлен на стрелочном переводе Р65 марки 1/11, уложен на станции Вековка Горьковской дороги. Этот, расположенный в полом металлическом брусе, электропривод предназначен для скоростных участков дорог со скоростью движения до 160 км/ч. При его применении возможно выполнять механизированную подбивку шпал без демонтажа элементов стрелочного перевода. В нем предусмотрены

устройства контроля и диагностики технического состояния, могут применяться автопереключатели контактного или бесконтактного типов.

■ **Модернизированный невзрезной стрелочный электропривод с внутренним замыканием СП** с применением антифрикционных материалов и маслонаполненного редуктора, разработанный также АО «Термотрон-Завод», установлен на станции Унеча Московской дороги.

■ **Стрелочный быстродействующий бесконтактный электропривод ПСГ-132** для горочных стрелок сортировочных станций с электронной фрикционью и ходом шибера 132 мм, разработанный РУТ (МИИТ), проходит опытную эксплуатацию на станции разъезд 9 км Северо-Кавказской дороги. При его применении время перевода стрелки уменьшается с 0,6 до 0,45 с, повышается безопасность роспуска вагонов на сортировочных горках, значительно снижаются трудозатраты на содержание электропривода.

■ **Стрелочный электропривод СП-6К с электронной фрикционью** также создан этими разработчиками. Его опытная эксплуатация проходит на станции Лихоборы Московского центрального кольца Московской дороги. При эксплуатации СП-6К отпадает необходимость выполнения регулировочных работ по ограничению усилия перевода стрелки, повышается надежность и безопасность при роспуске вагонов на сортировочных горках, значительно снижаются трудозатраты на содержание.

## РАЗРАБОТАНА НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

### Нормативно-технические документы:

Положение о группе технической документации (утверждено 16.11.2018 нр. ЦДИ-1042/р);

Положение о бригаде по надежности и обеспечению бесперебойной работы устройств автоматики и телемеханики (утверждено 23.11.2018 нр. ЦДИ-2466/р);

Методика проверки зависимостей устройств формирования кодов АЛС на основе альбомов 410811-ТМП, 411112-ТМП;

Методика проверки зависимостей увязки электрической централизации с различными устройствами УМРЦН-10;

Методические указания по организации обслуживания устройств СЦБ по техническому состоянию;

Методика статистической оценки влияния надежности функционирования систем ЖАТ на наличную пропускную способность перегонов и станций на основе методологии УРРАН;

Методика планирования показателей деятельности структурных подразделений хозяйства авто-

матики и телемеханики на основе методологии УРРАН;

Методика оценки функциональной безопасности и надежности производственных процессов хозяйства автоматики и телемеханики;

Методика оценки знаний, умений и навыков работников хозяйства автоматики и телемеханики.

### Стандарты:

Предварительный национальный стандарт ПНСТ 320-2018 «Несущие конструкции светосигнальных устройств железнодорожного транспорта. Общие технические требования»;

СТО РЖД 19.002-2017 «Системы и устройства железнодорожной автоматики и телемеханики. Порядок ввода в эксплуатацию».

### Актуализирована научно-техническая информация:

Инструкция по техническому обслуживанию и ремонту устройств и систем сигнализации, централизации и блокировки (распоряжение ОАО «РЖД» от 30.12.2015 № 3168р);

Инструкция по технической эксплуатации устройств и систем

сигнализации, централизации и блокировки механизированных и автоматизированных сортировочных горок, включая основные технические указания по обслуживанию горочных устройств (распоряжение ОАО «РЖД» от 30.01.2019 № 154р);

Методические указания по составлению инструкции о порядке пользования устройствами СЦБ на железнодорожной станции, утвержденные распоряжением ОАО «РЖД» от 12.09.2016 № 1864р (распоряжение ОАО «РЖД» от 13.06.2018 № 1233р);

Классификатор производственных операций хозяйства автоматики и телемеханики утвержден 22.03.2019 № ЦДИ-237;

Инструкция по обеспечению безопасности роспуска составов и маневровых передвижений на механизированных и автоматизированных сортировочных горках при производстве работ по техническому обслуживанию и ремонту горочных устройств (распоряжение ОАО «РЖД» от 20.04.2017 № 758р) вступила в силу с 15.03.2019 в связи с отменой Инструкции № ЦШ-651 от 04.03.1999.

# ЦЕЛЬ: ПОВЫШЕНИЕ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ

**В конце февраля на площадке ИД «Гудок» состоялся круглый стол на тему «Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте. Инновации для безопасности и надежности движения». В условиях увеличивающихся объемов перевозок проблемы повышения пропускной способности участков и уменьшения межпоездного интервала имеют важное значение. В рамках мероприятия были обсуждены вопросы состояния действующих систем железнодорожной автоматики, телемеханики и сигнализации, их модернизации, а также разработки новых средств ЖАТ.**



■ Первостепенными задачами для компании являются повышение пропускной способности наиболее загруженных участков сети в центральной части России и на Восточном полигоне, а также сокращение интервала попутного следования. Главный инженер Центральной дирекции инфраструктуры ОАО «РЖД» Г.Ф. Насонов отметил, что в прошлом году на переезде 56-й км Октябрьской дороги была реализована функция подачи сообщения за пять минут до подхода скоростного поезда. Благодаря этой функции сокращается время закрытого состояния переезда, исключается влияние человеческого фактора и в целом повышается безопасность движения. В перспективе этой системой планируется оснастить более 3,5 тыс. переездов.

Начальник Управления автоматики и телемеханики ЦДИ ОАО «РЖД» В.В. Аношкин рассказал о создании и внедрении на МЦК уже в этом году принципиально новой гибридной системы управления движением поездов, сочетающей в себе как цифровые технологии на основе радиоканала, так и традиционные рельсовые цепи для обеспечения межпоездных интервалов в пределах 2,5 мин.

Применение устройств передачи данных и управление движением поездов по цифровому радиоканалу позволяет потенциально реализовать не только уменьшение интервала попутного следования поездов, но и является основой для внедрения системы автоматического ведения поезда.

В последние годы был пересмотрен ряд документов, по-

зволяющих дифференцированно подойти к обслуживанию устройств СЦБ на линиях разных классов. Для линий пятого класса вдвое увеличены нормы обслуживания устройств автоблокировки и стрелочных электроприводов для электромеханика и электромонтера. Основываясь на опыте эксплуатации, определена периодичность проверки устройств СЦБ, принятые решения по замене приборов по мере выхода из строя и устранению отказов в плановом порядке. Эти меры позволяют снизить расходы на обслуживание, а также перейти на обслуживание по состоянию.

В.В. Аношкин подчеркнул, что основное направление развития компании связано с использованием микропроцессорных систем. Но в связи с высокой стоимостью микропроцессоров реализуются распределенные релейно-процессорные системы, вводится идеология управления объектами посредством радиоканалов. Это позволяет с минимальными затратами эффективно развивать необходимый функционал. На малоинтенсивных участках предполагается использовать вибраакустические датчики, а также заблаговременную подачу извещения о прохождении поезда через переезд. Благодаря этому появляется возможность увеличения пропускной способности на таких линиях.

Заместитель директора Нижегородского отделения АО «ВНИИЖТ» А.Ф. Семенников представил систему оповещения персонала СОП-01, предназначенную для повышения безопасности труда за

счет своевременного предупреждения персонала о приближении поезда.

Кроме того он рассказал о возможности передавать компании «Яндекс» координаты железнодорожных переездов для их отметки на картах. Переезды при этом должны быть оборудованы устройствами, считающими информацию в реальном времени и отправляющими их на сервер для последующей обработки и передачи. Водитель будет оповещен о плановом закрытии переезда, текущей ситуации и установленных устройствах безопасности. При длительном закрытии водителю будут показаны пути объезда. Для этого требуется создание сервера хранения и обработки данных с переездов. Все данные будут увязаны в защищенную информационную систему и передаваться в «облако» Яндекса и подразделения ОАО «РЖД» для анализа эффективности проводимых на переездах работ. На малодеятельных участках появится возможность исключить появление персонала на переездах без необходимости. Уже собраны координаты всех переездов Горьковской дороги и ведется разработка опытного образца устройства. Для испытаний разработки предприятию выделен переезд около станции Доскино.

Используя мероприятие как площадку для дискуссий, участники смогли высказать свою точку зрения относительно наиболее значимых направлений для развития хозяйства автоматики и телемеханики.

НАУМОВА Д.В.

# ABSTRACTS

## Calculation of zones of covering of repairs of the standard DMR

**SLIUNIAEV ALEXANDER**, JSC "Russian Railways", the Central communication station, chief engineer, Moscow, Russia, slunyaevan@css.rzd.ru

**ZAKHAROV ALEXANDER**, JSC "NIIAS", head of department of telecommunications and data transmission systems, Ph.D. (Tech.), Moscow, Russia, av.zaharov@vniias.ru

**VERIGO ALEXANDER**, JSC "NIIAS", chief research fellow, Ph.D. (Tech.), Moscow, Russia, a.verigo@vniias.ru

**KNYSHEV IVAN**, Russian university of transport (MIIT), professor, Dr.Sci. (Tech.), Moscow, Russia, knyshevip@mail.ru

**Keywords:** train radio communication, station radio communication, transfer of responsible commands, minimum signal level

**Summary:** Calculation of methods train and station radio communication of 160 MHz range, used in railway transport, are based on the minimum acceptable standards signal corresponding to the specified quality of voice messages. Data transmission and responsible teams place higher demands on the communication channels quality. To meet these requirements, it is proposed to change the minimum acceptable standards signal the data channels in line with the relations in the method of GSM networks calculation.

## Radio relay information space

**TSVETKOV VICTOR**, JSC "NIIAS", Center for strategic analysis and development, the deputy head, professor, Dr.Sci. (Tech.), Moscow, Russia, info@vniias.ru

**DZIUBA YURY**, JSC "NIIAS", Center for strategic analysis and development, head, Moscow, Russia, u.dzuba@vniias.ru

**Keywords:** transport, information space, radio-relay systems, coordination, complex control system

**Summary:** The article analyzes the development of radio relay information space. Radio relay information space is a tool to support management in railway transport. The article describes the difference of the radio relay communication space from the radio relay information space. The article explores the components of the radio-relay information space. The article analyzes the coordinate provision of radio relay information space. The methods for determining the coordinates of moving objects in radio relay space are described. The paper shows that the radio relay information space performs the functions of coordinating and controlling moving objects. The article proves that the radio-relay information space is the basis for managing the digital railway.

## The shunting automatic cab signalling as a necessary component of the digital railway

**AKININ MIKHAIL**, JSC "NIIAS", research senior, Ph.D. (Tech.), Moscow, Russia, yakinen@yandex.ru, SPIN: 8027-3189

**DOLGANYUK SERGEY**, JSC "NIIAS", department chief, Ph.D. (Tech.), Moscow, Russia, wld\_h@mail.ru

**ROMANOV NIKOLAY**, JSC "NIIAS", category II specialist, Moscow, Russia, romanovkolja@yandex.ru, SPIN: 1431-6584

**CHIGIRYONOK ALEXEY**, JSC "NIIAS", category II specialist, Moscow, Russia, chiga@protonmail.com, SPIN: 2061-7827

**Keywords:** shunting automatic cab signaling, MALS, safety, railway station, shunting service, analytics

**Summary:** The article discusses the possibility of using of the Shunting Automatic Cab Signalling (MALS) system in the framework of the concept of Digital Railway. The analysis of the system applicability within the framework of this project is made on the basis of the list of tasks presented by Charkin E.I. in the report «Complex scientific and technical project Digital railway». MALS has unique functions in the field of ensuring the movement of the railway station, which allow to solve the problems facing this project. In particular, attention is paid to the fact that MALS system allows to reduce the impact of the human factor through the use of modern computer (including unmanned) technologies. From the point of view of safety in the MALS implemented many functions, but the main is a unique function of excluding the passage of any station signal. At a number of stations equipped with the system, the possibility of notifying workers in the heavy traffic zone is used. With the technology being developed to assess track wear and turnouts, it will be possible to reduce the life cycle cost of the railway infrastructure. Automated archive provides data on the irrational use of locomotives at the station, on the basis of which it is possible to improve transport logistics.

## Complex system remote controls crossing at station

**DEMYANOV VLADISLAV**, department of Automation, telemechanics and communication, professor, Irkutsk State Transport University, Dr.Sci. (Tech.), Irkutsk, Russia, sword1971@yandex.ru, SPIN: 520213

**EVDOKIMOVA ELENA**, maintenance Engineer, category I specialist, Krasnoyarsk railway, ISC "RZD", Uzhur infrastructure division, Uzhur, Russia, lisanka95@mail.ru

**IMAROVA OLGA**, department of production process Automation, Ph.D.student, Irkutsk State Transport University, Irkutsk, Russia, imarova2010@mail.ru

**GERASIMENKO EVGENY**, Head of Askiz division of signaling, centralization and blocking, Krasnoyarsk infrastructure directorate, ISC "RZD", Askiz, Russia, GerasimenkoEA@krw.ru

**Keywords:** railway crossings, automatic control on transportation, automatic block signals, remote control and object control infrastructure

**Summary:** The problem of reducing the accident rate at crossings of Russian Railways is considered. According to accident statistics, it is shown that the majority of events occur at level 4 crossings, which are unguarded and unattended. A comprehensive system of remote control of moving at the station based on the assessment of the current situation in the area of moving by a system of sensors and video surveillance cameras with the ability to transmit information about the occurrence of abnormal situations on the automated workplace of the chipboard is proposed. The proposed technical solutions can be considered as one of the necessary elements of an integrated automation system for high-speed traffic on railway sections, including with maintaining high traffic safety at unguarded crossings.

## Mobile devices for the aid to the electrician

**OLGEYZER IVAN**, Head of Department Rostov branch NIIAS, Ph.D. (Tech.), Rostov-on-Don, Russia, olgeyzer@vniias.ru

**ZHALSKIY MIKHAIL**, Leading engineer of the Rostov branch of NIIAS, Rostov-on-Don, Russia, m.zhalskiy@vniias.ru

**POPKOV MAXIM**, Senior electrician of the Irkutsk distance signaling center of the East-Siberian railway, Irkutsk, Russia, maxkgm@mail.ru

**Keywords:** mobile workplace, spring / autumn inspection of signaling devices, a comprehensive system for automated control of the sorting process, web-server, nfc-tags

**Summary:** The technology of work on the spring (autumn) inspection. A system is proposed that reduces the time, improves the quality and reliability of inspections and the elimination of comments. The work of the developed prototype system is described.

**АВТОМАТИКА  
СВЯЗЬ  
ИНФОРМАТИКА**



**Главный редактор:**

Т.А. Филишкина

**Редакционная коллегия:**

В.В. Аношкин, Н.Н. Балуев,  
Б.Ф. Безродный, В.А. Воронин,  
В.Э. Вохмянин, В.М. Кайнов,  
А.К. Канаев, В.А. Клюзко,  
С.А. Кобзев, В.Б. Мехов,  
С.А. Назимова, Г.Ф. Насонов,  
А.Б. Никитин, Г.А. Перотина,  
Е.Н. Розенберг, И.Н. Розенберг,  
К.В. Семион, А.Н. Слюняев,  
Е.И. Чаркин

**Редакционный совет:**

С.А. Алпатов (Челябинск)  
Д.В. Андронов (Иркутск)  
В.В. Балакирев (Воронеж)  
В.Ю. Бубнов (Москва)  
А.С. Гершвальд (Москва)  
Е.А. Гоман (Москва)  
А.Е. Горбунов (Самара)  
А.В. Горелик (Москва)  
Д.В. Ефанов (Москва)  
Л.М. Журавлëва (Москва)  
А.М. Замышляев (Москва)  
И.П. Кнышев (Москва)  
С.Ю. Лисин (Москва)  
В.Н. Новиков (Москва)  
А.И. Петров (Москва)  
Д.М. Поменков (Москва)  
А.Н. Пузиков (Санкт-Петербург)  
М.А. Сансызбаев (Москва)  
С.Б. Смагин (Москва)  
В.И. Талалаев (Москва)  
А.С. Ушакова (Калининград)  
К.Д. Хромушкин (Москва)  
А.В. Черномазов (Ростов-на-Дону)  
А.Н. Шабельников (Ростов-на-Дону)  
В.И. Шаманов (Москва)  
И.Б. Шубинский (Москва)

**Адрес редакции**

129272, Москва,  
Рижская пл., д. 3

**E-mail:** asi-rzd@mail.ru

**www.asi-rzd.ru**

Телефоны: отделы СЦБ и пассажирской автоматики – 8 (499) 262-77-50;  
отдел связи, радио и вычислительной техники – 8 (499) 262-77-58;  
реклама – 8 (499) 262-16-44

Компьютерная верстка Е.И. Блиндер

Подписано в печать 29.03.2019

Формат 60x88 1/8.

Усл. печ. л. 6,84. Усл. кр.-отт. 8,00

Уч.-изд. л. 10,1

Зак. 19029

Тираж 1805 экз.

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