

ЖУРНАЛ «АСИ» приглашает к сотрудничеству!

УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

Журнал «Автоматика, связь, информатика» более 90 лет является важным 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 самым 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. Журнал призван быть средством общения и обмена мнениями между специалистами дорог, конструкторами, проектировщиками, эксплуатационниками.

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

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



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

Оформить онлайн-подписку также можно через наш сайт www.asi-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

Роспечать
70002
70019
Почта России
П5063
П5074

ISSN 0005-2329, Автоматика, связь, информатика, 2018, № 1, 1–48



ISSN 0005-2329

В НОМЕРЕ:

**ЦИФРОВАЯ
ЖЕЛЕЗНАЯ
ДОРОГА**

стр. 6

**РАЗВИТИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ
В ИНФРАСТРУКТУРНОМ
КОМПЛЕКСЕ**

стр. 14



1 (2018) ЯНВАРЬ



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



Дорогие читатели нашего журнала!

Думаю, что в памяти каждого из вас сохранилась историческая дата, под знаком которой проходил завершившийся 2017 год – 180-летие железных дорог России. Вся история развития железнодорожной отрасли, специализированной железнодорожной техники нашла свое отражение на страницах отраслевых журналов. Хочу заметить, что самому старейшему из них, «Железнодорожному транспорту», уже исполнилось 190 лет, а наш журнал в этом году отметит 95-летие.

Отраслевые издания всегда рассказывали о сегодняшнем, а главное, о завтрашнем дне российских железных дорог, освещали важные события, происходившие в отрасли, а также знакомили читателей с основными направлениями дальнейшего развития транспорта. Листая страницы журналов, можно проследить, как строились новые железнодорожные линии, изменялся подвижной состав (от паровоза до «Сапсана» и «Ласточки»), совершенствовались устройства железнодорожной связи (от первого телеграфа до цифровых систем), развивались технические средства и системы сигнализации (от семафоров и электроколоколов до ЭЦ и МПЦ).

Итак, позади еще один год, в течение которого были приняты решения, влияющие на дальнейшее развитие страны в целом и транспортной отрасли в частности. Речь идет о цифровизации. Сегодня цифровой мир формируется с такой скоростью, что у всех, кто готов к переменам, есть немного времени на изменение мировоззрения. Быстрое развитие и широкое внедрение информационных технологий во все сферы нашей жизни приводит к постановке задач и поиску решений в государственном управлении и экономике. В связи с этим, для дальнейшего развития нашей страны Президент В.В. Путин утвердил Стратегию развития информационного общества в Российской Федерации до 2030 г., на основе которой Правительством принята Программа «Цифровая экономика в РФ». В ОАО «РЖД» утверждены Стратегия развития информационных технологий и связи, а также Концепция Цифровой железной дороги.

Цифровую экономику создают бизнес-модели, а цифровые технологии играют роль инструмента. Цифровизация – процесс объективный, неизбежный и остановить его невозможно. Активное проникновение цифровых технологий в жизнь обусловлено прогрессом в областях



микроэлектроники, информационных технологий и телекоммуникаций. Предстоят кардинальные перемены, благодаря которым новую форму и содержание получают экономика и управление, наука и безопасность. Не останется в стороне и транспортная отрасль.

В последнее время в нашу жизнь прочно вошли такие новые понятия, как цифровая экономика, цифровая железная дорога, Big Data, Blockchain и др. Причем ожидается, что в ближайшие годы прорывные технологии будут набирать еще большие обороты и войдут во все основные сферы жизнедеятельности. Необходимо уже сегодня научиться разбираться в новой терминологии для изучения современных информационных технологий.

Именно поэтому первый номер журнала в этом году мы посвящаем теме цифровизации. Здесь каждый читатель найдет для себя полезную и актуальную информацию.

Поздравляя всех с наступившим Новым годом, надеюсь на дальнейшее плодотворное сотрудничество со специалистами, учеными, разработчиками средств и систем автоматизации, связи и информатизации. Верю, что журнал и далее будет востребован, а мы, в свою очередь, постараемся, чтобы он по-прежнему был для вас источником информации обо всех новшествах в области транспорта.

ФИЛЮШКИНА Т.А.,
главный редактор журнала

ВЗГЛЯД В БУДУЩЕЕ

В 11-й раз в Москве прошли международный форум и выставка «Транспорт России» – ключевые мероприятия «Транспортной недели», наглядно демонстрирующие результаты работы транспортной отрасли за год и обеспечивающие диалог бизнеса и власти для совместного решения задач, стоящих перед транспортным комплексом России. За все годы число участников форума увеличилось более чем в пять раз с 500 до 3 тыс. чел., при этом география стран-участниц расширилась с 3 до 41.

Выступая с приветственным словом, министр транспорта М.Ю. Соколов отметил, что «Транспорт России» по праву считается крупнейшим деловым событием отрасли. Его миссия – показать лучшее, что на сегодняшний день есть в отрасли; обсудить проблемы, вызовы и задачи, стоящие перед специалистами; а также способствовать устойчивому росту экономики страны».

Специальный представитель Президента РФ по вопросам природоохранной деятельности, экологии и транспорта С.Б. Иванов напомнил участникам форума, что 2017 г. является Годом экологии, и транспортная отрасль России делает важные шаги в этом направлении. «Наша задача – максимально снизить негативное воздействие транспорта на окружающую среду, именно поэтому ключевой темой форума является экология и многие дискуссии будут посвящены именно этому вопросу» – подчеркнул С.Б. Иванов.



Компании представили свои разработки в различных сферах транспортной отрасли. Гости выставки смогли увидеть городской автобус нового поколения Volgabus «Ситиритм»; юникар, передвигающийся по специальным струнным рельсам; посмотреть в действии работу системы прогноза и анализа транспортной ситуации TransInfo и др. На стенде ОАО «РЖД» была организована зона виртуальной реальности, где любой желающий мог совершить виртуальную поездку на высокоскоростном поезде из Москвы в Казань.

Своей креативностью внимание посетителей привлек стенд Ростовской области. Презентуя отраслевые приоритеты под слоганом «Заправляем проектами», специалисты региона представили экспозицию, стилизованную под заправочную станцию. Она визуализировала один из актуальных трендов глобальной экономики, при котором в мире ощущается дефицит не денег, а качественных проектов. И на данной экспозиции такими проектами как раз можно было заправиться: в роли топлива выступали проекты, а в роли транспорта – деньги.

Участие в выставке принял Центральный музей железнодорожного транспорта. Его экспозиция включала модель поезда «Проворный», использовавшегося на Царскосельской железной дороге с 1837 г. и ведомственные костюмы XIX века. Кроме того, все желающие могли прикоснуться к истории, подержав в руках подлинные латунные билеты пассажиров Царскосельской дороги середины XIX века. В ходе круглого стола «ЦМЖТ РФ в год 180-летия железных дорог России» руководители музея рассказали об уже реализованных проектах, а также перспективных планах.

В рамках форума состоялось более 40 деловых мероприятий, на которых участники обсуждали актуальные проблемы и задачи. Среди них: пленарная дискуссия «Транспорт России. В гармонии с природой», затрагивающая вопросы повышения экологической безопасности транспорта; круглый стол «Цифровое будущее транспортной отрасли»; отраслевая конференция, касающаяся актуальных вопросов в сфере обеспечения транспортной безопасности и др.

Важным событием форума стало торжественное открытие Российско-китайского научно-образовательного центра в области разработки подвижного состава и его взаимодействия с инфраструктурой железнодорожного транспорта, созданного на базе РУТ (МИИТ) совместно с китайской машиностроительной корпорацией CRRC и ведущими научными институтами железнодорожного транспорта. Центр образован для проведения совместных научных исследований и подготовки кадров в области разработки подвижного состава для высокоскоростного сообщения.

НАУМОВА Д.В.



СОДЕРЖАНИЕ

Слово руководителю

Чаркин Е.И.

Новая технологическая реальность.....2

Информатизация транспорта

Урусов А.В.

ЦИФРОВАЯ ЖЕЛЕЗНАЯ ДОРОГА

СТР. 6

Розенберг Е.Н., Дзюба Ю.В., Батраев В.В.

О направлениях развития Цифровой железной дороги9

Шабельников А.Н., Ольгейзер И.А., Рогов С.А.

От механизации к цифровизации сортировочной станции.....21

Инфраструктурный комплекс

Насонов Г.Ф.,

Сусленникова Е.О.,

Дзюба Ю.В.

РАЗВИТИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ИНФРАСТРУКТУРНОМ КОМПЛЕКСЕ

СТР. 14

Информационная безопасность

Лукацкий А.В.

Концепция активной киберобороны
для железнодорожного транспорта24

Вопросы экономики

Михненко О.Е.

Цифровая экономика: что это такое?.....27

Информационные технологии

Бритвин М.А.

Технология хранения данных Blockchain32

Телекоммуникации

Слюняев А.Н.

ЦИФРОВЫЕ СИСТЕМЫ РАДИОСВЯЗИ. ВОЗМОЖНОСТИ И РЕШЕНИЯ

СТР. 17

Приятель Матей

Цифровизация технологической связи35

Ананьев Д.В., Тарасов И.А.

Централизованная система информирования ЦИСОП39

Константинов В.Г.

LTE для железных дорог42

Чернышов В.В.

Перевод технологической связи в Ethernet.....44

За рубежом

Суоникко Юкка-Пекка

Новые технологии в работе VR Group46

Слово главному редактору 2 стр. обл.

Наумова Д.В.

Взгляд в будущее 3 стр. обл.

На 1-й стр. обложки: перегон Ревда – Решёты Свердловской дороги
(фото Широкова К.А.)

АВТОМАТИКА СВЯЗЬ ИНФОРМАТИКА

АСИ

1 (2018)
ЯНВАРЬ

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

гид

ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ
С 1923 ГОДА

Журнал включен в базу
данных Российского индекса
научного цитирования

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

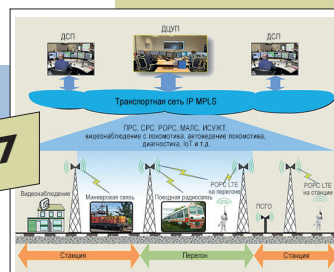
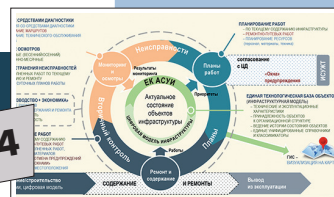
Использование и любое
воспроизведение на
страницах интернет-сайтов,
печатных изданий
материалов, опубликованных
в журнале, разрешается
только с письменного
согласия редакции

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»
2018





ЧАРКИН
Евгений Игоревич,
директор ОАО «РЖД»
по информационным технологиям

Президент Российской Федерации В.В. Путин, выступая на заседании совета по стратегическому развитию и приоритетным проектам в прошлом году, подчеркнул, что «цифровая экономика – это не отдельная отрасль, а по сути – уклад жизни, новая основа для развития системы государственного управления, экономики, бизнеса, социальной сферы, всего общества. Формирование цифровой экономики – вопрос национальной безопасности и независимости России». Для развития цифровых технологий холдинга на НТС ОАО «РЖД» была одобрена концепция комплексного научно-технического проекта «Цифровая железная дорога». Генеральный директор – председатель правления ОАО «РЖД» О.В. Белозёров подчеркнул, что эта концепция должна помочь объединить усилия по трансформации ОАО «РЖД» с государственной программой «Цифровая экономика Российской Федерации», определить технологические инструменты реализации Долгосрочной программы развития ОАО «РЖД» на период до 2025 г. в условиях повсеместного проникновения цифровых технологий.

НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ РЕАЛЬНОСТЬ

■ Исполняя поручение главы государства, Правительство РФ утвердило программу «Цифровая экономика Российской Федерации», в которой определены цели, задачи, направления и сроки реализации основных мер государственной политики по созданию необходимых условий для развития в России цифровой экономики. В этом же документе определен термин «цифровая экономика» – это экономика, в которой данные в цифровом виде являются ключевым фактором производства во всех сферах социально-экономической деятельности.

Цифровизация является основой экономического роста. Согласно аналитическим данным, среди источников прироста ВВП за счет цифровых технологий можно выделить мониторинг производственных линий в режиме реального времени; оптимизацию логических маршрутов и определение порядка приоритетности отправок; эффективный и быстрый поиск работы и заполнение вакансий; возможность удаленной работы; появление новых профессий и рабочих мест; сокращение простоев оборудования и повышение его загрузки; быстрое прототипирование и контроль качества; анализ больших массивов данных при разработке и совершенствовании продуктов; сокращение производственных потерь; снижение расхода электроэнергии и топлива. Потенциальный эффект для ВВП от цифровизации экономики к 2025 г. оценивается в пределах 19–34 % от общего увеличения. Драйверами роста экономики, как уже упоминалось, являются оптимизация производственных и логистических операций, повышение эффективности рынка труда и производительности оборудования, снижение расхода ресурсов и производственных потерь, а также повышение эффективно-

сти научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ и разработки продуктов.

В ближайшем будущем конкурентоспособность компаний будет определяться уровнем их цифровизации. Так с какими вызовами придется столкнуться компаниям в процессе цифровой революции? На Всемирном экономическом форуме были определены основные из них. Это повышение глобальной конкуренции на основе инноваций; рост спроса в специалистах по информационно-коммуникационным технологиям и необходимость их подготовки по новым специальностям; значительное изменение цепочки создания добавленной стоимости, исчезновение ряда бизнес-процессов в традиционных отраслях производства и услуг; перемещение части производственных процессов из стран с дешевой рабочей силой обратно в развитые страны; рост конкуренции среди специалистов среднего звена.

В «цифровой век» к ИТ предъявляются повышенные требования. Технические решения должны быть масштабируемыми и гибкими, доступными всегда и везде. При этом уже создаются новые форматы коллективной работы, зачастую заимствованные из социальных сетей. Традиционные автоматизированные системы дополняются аналитикой, большими данными, искусственным интеллектом. В сфере ИТ необходимо задействовать преимущественно отечественные продукты, чтобы избежать зависимости в операционной и технологической деятельности от иностранных цифровых платформ, технологий и стандартов.

Дальнейшее развитие цифровой среды связано не только с существующими прорывными и перспективными сквозными цифровыми технологиями и платформами, но и с созданием условий для возникновения новых продук-

тов. На сегодняшний день среди основных цифровых технологий можно назвать такие как: большие данные, нейротехнологии и искусственный интеллект, системы распределенного реестра, квантовые технологии, промышленный интернет, новые производственные технологии, компоненты робототехники и сенсорики, технологии беспроводной связи, виртуальной и дополненной реальностей. Причем по мере появления и развития новых технологий этот перечень будет меняться.

Реализация цифровой экономики приведет к формированию высокотехнологичных национальных компаний, которые будут развивать сквозные технологии и управлять цифровыми платформами, работать на глобальном рынке и формировать вокруг себя систему стартапов. Одной из таких компаний должен стать и холдинг «РЖД». Первые шаги в достижении этой цели уже делаются.

Ключевое условие успеха ОАО «РЖД», как в краткосрочной, так и в долгосрочной перспективе заключается в адаптации организационной модели и развитии корпоративной культуры, ориентированной на инновации. Цифровая трансформация компании – это не только технологическая, но и главным образом управленческая задача, ведь трансформация технологий без изменения процессов и организации обслуживания не работает. В связи с этим в первую очередь необходимо уйти от простой автоматизации процессов и развивать интеллектуальные системы управления, способные анализировать и предлагать решения возникающих проблем, актуализировать нормативную базу, развивать кадровый потенциал исходя из требуемых квалификаций для потребностей бизнеса. При этом следует учитывать, что успешное применение цифровых технологий зависит от своевременного их внедрения, чему способствует активная работа со стартапами, развитие механизмов поиска и внедрение инновационных решений и др.

В эпоху цифровой революции вектор развития ОАО «РЖД» определен, сформировано четкое понимание, какими должны быть информационные технологии компании. В конце прошлого года на Научно-техническом совете под председательством генерального

директора – председателя правления ОАО «РЖД» О.В. Белозёрова принята концепция Цифровой железной дороги. Чем же она отличается от обычной железной дороги?

Цифровая железная дорога – это железная дорога, в которой информация является активом, определяющим процессы, модель управления и доступные сервисы. Потенциал современных цифровых технологий таков, что даже в такой традиционной отрасли как РЖД более половины добавленной стоимости может быть создано с их помощью. Технологии больших данных, платформенные решения и мобильные приложения позволяют не просто расширить набор доступных для клиентов сервисов, но и предложить пассажиру или грузоотправителю именно ту услугу, которая будет им востребована и за которую он готов заплатить, что позволит обеспечить устойчивую конкурентоспособность компании.

Для того, чтобы говорить на одном языке, в концепцию Цифровой железной дороги включены основные термины и определения ключевых технологий.

Так, *интернет вещей* – это не просто сбор и обработка данных, а еще и автоматическое формирование управляющих сигналов/воздействий по заданным человеком правилам, но без участия человека.

В технологии *больших данных* (Big Data) главным является не объем обрабатываемых данных. Существует мнение, что ОАО «РЖД», являясь большой компанией, уже обладает большими данными. Это неверно. Технология Big Data подразумевает наличие трех элементов: огромных массивов данных (структурированных или неструктурированных); инструментов очень быстрой обработки этих данных; математических моделей, позволяющих сравнивать параметры, которые никто и никогда ранее не сравнивал, и выявлять неочевидные связи и закономерности, опираясь на которые можно принимать качественно иные управленческие решения.

Интеллектуальные системы – это системы, способные самообучаться, анализируя накопленную информацию и улучшать заложенные в них алгоритмы, предлагая со временем более качественные и глубже проработанные варианты

управленческих решений, оставляя при этом выбор окончательного решения человеку.

Технологии распределенного реестра (чаще называемые Blockchain) позволяют радикально менять логику ведения бизнеса благодаря повышенной отказоустойчивости и безопасности, а также эффективности и прозрачности всех процессов.

Технологии беспроводной связи – это не только Wi-Fi. Для передачи информации могут использоваться радиоволны, инфракрасное, оптическое или лазерное излучение.

Среди передовых технологий также есть *технологии виртуальной и дополненной реальностей, цифровое моделирование (BIM)* и многие другие.

Было выбрано пять основных технологий для использования в Цифровой железной дороге, но этот список открыт и будет пополняться новыми технологиями по мере появления надежных, стабильных, защищенных решений на их основе.

Так что изменится, что станет другим в цифровой железной дороге?

К традиционным активам ОАО «РЖД» (инфраструктура, подвижной состав и др.) добавится информация. Не просто увеличится объем собираемых данных, лежащих мертвым грузом. Эти данные будут работать, принося дополнительный доход компании, экономя ее ресурсы и привлекая новых партнеров и клиентов.

Размещение на объектах железнодорожной инфраструктуры датчиков, способных работать длительное время, подзаряжаться в ходе эксплуатации за счет колебаний и других воздействий, измерять основные параметры работы позволят получить устойчивый поток объективной информации о фактическом состоянии объектов инфраструктуры в реальном времени, сократив, а в некоторых случаях и полностью исключив, пребывание людей на путях и в других опасных зонах.

Для подвижного состава – глубокая модернизация для автоматического сбора данных о параметрах работы и состоянии агрегатов, узлов и механизмов, как следствие – сокращение требуемого парка и численности локомотивных бригад, а также

радикальное появление новых машин, способных к беспилотному вождению.

Радикально изменятся предлагаемые клиентам сервисы. На смену унифицированной услуге, рассчитанной на усредненного клиента, придут индивидуальные сервисы, учитывающие потребности, историю взаимоотношений, уровень дохода и многие другие характеристики пассажира или грузоотправителя. Список доступных услуг расширится за счет мультимодальности перевозок, организации комбинированных маршрутов «от двери до двери» с привлечением финансовых, страховых и прочих сервисов, доступных как пассажирам, так и грузоотправителям.

Проактивный, индивидуальный подход к каждому клиенту, удобный и гибкий интерфейс взаимодействия, возможность получить нужную услугу быстро и без лишних бумаг – все это повысит лояльность клиента и станет основой долгосрочных отношений с ним.

Цифровые технологии позволят внедрить повсеместно в холдинге «РЖД» сервисную модель взаимоотношений между департаментами, дирекциями, филиалами, ДЗО и прочими подразделениями и оптимизировать внутреннюю структуру компании.

Наиболее сильные изменения цифровые технологии принесут в существующую модель управления компанией. Произойдет переход к адаптивной технологии работы, при которой основные производственные процессы, например, содержание инфраструктуры и подвижного состава, управление движением будут варьироваться в зависимости от фактического состояния узлов и агрегатов, фактического положения поездов на сети, фактического объема заказов на перевозку и других параметров.

Отказ от работ по регламенту в пользу ремонтов по фактическому состоянию, передача функций от человека к информационно-управляющей системе позволят оптимизировать организационную структуру и численность персонала компании, многие рутинные, непродуктивные функции отомрут за ненадобностью.

Глубокая степень проникновения цифровых технологий в различные технологические и управленческие процессы, замена

ручного сбора данных на автоматическую загрузку радикально снизят риск ошибки, искажения информации, неточность и недоверенность и другие проявления человеческого фактора.

Цифровые технологии создают предпосылки для изменений корпоративной культуры (клиентоориентированность, проактивность, прогнозирование, работа на опережение, новый процесс принятия решений, «единая правда»).

Еще одно очень важное изменение – обеспечение безопасности, встроенное в технологический процесс, при котором технологии дают возможность контролировать правильность исполнения технологических операций в реальном времени, сообщать о неверных действиях исполнителя, предупреждать о начале деградации отдельных узлов, агрегатов, элементов инфраструктуры и переносить акцент с «разбора инцидента» на его предотвращение.

Активное внедрение цифровых технологий может дать компании защиту от основных рисков и угроз сегодняшнего дня.

Повышение доходности услуг РЖД и снижение себестоимости внутренних процессов обеспечат устойчивость и доходность бизнеса компании даже в условиях фиксированных тарифов.

Долгосрочное взаимодействие и интеграция с клиентом, повышение лояльности и доходности каждого клиента, расширение клиентской базы благодаря цифровым платформам создадут защиту от потери клиентов даже в случае действий конкурентов, направленных на отток клиентов РЖД к ним.

Бурное развитие цифровых технологий вывело борьбу за технологическое лидерство на мировом рынке на новый уровень. Здесь кроется ответ на вопрос «Стоит ли внедрять цифровые технологии именно сейчас?». Ответ – да. Нужно не просто продолжать начатые проекты, но и двигаться быстро по определенному в концепции пути. Промедление создает риск для страны, риск для ОАО «РЖД» отстать от конкурентов и отстать навсегда. У компании есть технологический задел, новые идеи, наработки, экспертиза, люди для того, чтобы не потерять, а укрепить свое лидерство.

Цифровые технологии позволяют переложить на компьютер часть

задач, выполняемых сегодня человеком, высвободить внутренние ресурсы компании, не потеряв при этом качество и точность выполнения технологических процессов.

Железные дороги могут быть подвержены угрозам терроризма, любым инцидентам, влияющим на безопасность поездки. Для предотвращения этих возможностей есть технологические решения, такие как системы видеоаналитики со встроенными алгоритмами распознавания нештатной ситуации, подозрительных лиц, необходимости включения защитных процессов и систем. Мониторинг фактического состояния объектов подвижного состава и инфраструктуры позволяет автоматически и своевременно выявлять опасные ситуации и инициировать средства защиты.

При изменении рыночной или макроэкономической ситуации, обеспечиваемая цифровыми технологиями гибкость технологических процессов, адаптивность модели управления, создадут запас прочности, и дадут возможность компании быстро перестроиться и продолжить работу в новых условиях.

В стратегии развития ИТ ОАО «РЖД» на период до 2020 г. рамки проекта «Цифровая железная дорога» ограничивались задачами производственной автоматизации с выделением информационных систем корпоративного управления (финансовые, кадровые и др.), а также клиентских сервисов в отдельные проекты. Однако в ходе разработки концепции стала понятна необходимость комплексного решения вопросов оптимизации управления перевозочным процессом с учетом потребностей клиентов и влияния на финансовый результат компании. Исходя из этого, целесообразно расширить рамки Цифровой железной дороги, включив в нее и клиентские сервисы, и корпоративное управление. Применение цифровых технологий может дать заметный финансовый и качественный эффект во всех этих областях. Большинство этих эффектов обсуждались при подготовке Стратегии ИТ и Долгосрочной программы развития ОАО «РЖД» до 2025 г., часть из них по-прежнему нуждается в совместной проработке с функциональными заказчиками.

При подготовке концепции были учтены примеры внедрения цифровых технологий за рубежом (см. таблицу).

Зарубежные компании	Цифровые технологии	Эффект от внедрения
Железнодорожный оператор Trenitalia (Италия)	Внедрение системы управления динамическим обслуживанием на базе технологий IoT	Сокращение расходов на техобслуживание на 8–10 % (порядка 100 млн евро) Сокращение времени простоя и объемов запасных частей на 5–8 % (порядка 30 млн евро) Сокращение стоимости компенсаций, выплаченных клиентам за задержки, штрафов выплачиваемых по договорам обслуживания
Union Pacific Railroad (США)	Оснащение локомотивов датчиками диагностики бортовых узлов и объектов инфраструктуры. Предсказательная диагностика с применением технологии Big Data.	Снижение числа сходов составов на 75 % Сокращение значительных потерь (ранее потери от одного схода с рельсов могли достигать 40 млн долларов)
Deutsche Bahn (Германия)	Внедрение к середине 2017 г. самообучающейся системы прогнозирования прибытия / отправления поездов на пассажирские станции в реальном времени	Информирование клиентов о точном расписании за 90 мин
London Underground (Великобритания)	Установка датчиков в эскалаторы, лифты, системы кондиционирования и тоннели метро, а также для мониторинга системы оповещения и охранного телевидения	Ожидаемый эффект – улучшение обслуживания клиентов и повышение эффективности на 30 %
BNSF Railway (США)	Создание единой цифровой транспортной сети для перевозчика, операторов вагонов, владельцев и получателей грузов	Экономия более 3 % от потребности в топливе в 2007 г., что составило экономию топлива на 38 млн галлонов (финансовые сбережения более чем 90 млн долларов)

Возможности современных цифровых технологий велики. Однако без изменения процессов и организации работы, без участия функциональных заказчиков и руководства компании цифровая трансформация ОАО «РЖД» не произойдет. Именно поэтому реализация концепции Цифровой железной дороги в ОАО «РЖД» должна начинаться не с ИТ-задач. Одно из ключевых условий успеха как в краткосрочной, так и в долгосрочной перспективе – адаптация организационной модели и развитие корпоративной культуры ОАО «РЖД», ориентированной на инновации.

Среди важнейших ключевых задач трансформации можно выделить следующие.

Переход от простой автоматизации процессов к их трансформации. Например, переход от технического обслуживания по регламентам к обслуживанию по фактическому состоянию потребует разработки новых техпроцессов, актуализации нормативных документов, изменений в организационной структуре. Но именно такой комплексный подход и обеспечит реальную трансформацию и повышение эффективности операций.

Обеспечение киберзащитности новых техпроцессов и инструментов. Каждое новое техническое решение или технология, новая информационная система должны быть надежно защищены.

Переход к Цифровой железной дороге – это реконструкция или модернизация существующей железной дороги или строитель-

ство чего-то нового? Будет и то, и другое. Сейчас формируются требования к новым «умным» локомотивам для того, чтобы с помощью современных цифровых технологий сделать их более надежными, снизить потери компании от отказов технических средств и сократить затраты на содержание локомотивного парка, а также повысить производительность труда в локомотивном комплексе. Реализация этих требований позволит создать новые локомотивы. Но это не значит, что существующий локомотивный парк останется без изменений. Модернизация определенных серий локомотивов будет также экономически оправдана.

Аналогичный подход предлагается и для объектов инфраструктуры. Строительство ВСМ «Москва – Казань» даст возможность применять новые технологические решения в новом строительстве. При этом внедрение новых технологий на существующих объектах инфраструктуры может проводиться в рамках ее модернизации или реконструкции.

Известное высказывание «Кадры решают все» справедливо и в отношении цифровой трансформации. Новые технологии создают возможности, но без развития корпоративной культуры и кадрового потенциала компании эти возможности могут быть упущены.

Кроме того, должно выстроиться тесное и постоянное взаимодействие с технологическими лидерами, специализированными фондами, акселераторами, с ор-

ганизациями, уполномоченными реализовывать Программу «Цифровая экономика РФ». Это позволит привлекать и быстро внедрять инновационные технологии и решения, обеспечив при этом их интеграцию с государственными платформами и системами, такими как ГЛОНАСС, Платон, ЕИСА и др.

Среди важнейших и первоочередных проектов цифровой трансформации можно выделить следующие системы: технологический документооборот; интеллектуальная система управления инфраструктурой на основе жизненного цикла (ИУС ЦДИ); доверенная среда локомотивного комплекса; интеллектуальная система планирования и управления движением (ИСУЖТ); инновационная мобильность; управление взаимоотношениями с клиентами (CRM); электронная торговая площадка «Грузовые перевозки»; доверенная среда с ФОИВ, контрагентами и другими участниками перевозочного процесса.

Реализация концепции Цифровой железной дороги предлагается в формате единой Программы, объединяющей проекты внедрения цифровых технологий в области производственной автоматизации, клиентских сервисов и корпоративного управления.

Успешная реализация концепции «Цифровая железная дорога» в ОАО «РЖД» невозможна без эффективной организационной структуры проекта с четко определенными ролями и зонами ответственности каждого участника.



УРУСОВ
Алексей Викторович,
ОАО «РЖД», директор
Проектно-конструкторско-
технологического бюро –
Центра цифровых технологий

Среди стратегических перспектив технологического развития железнодорожного транспорта в мире ключевыми являются инновационные энерго- и ресурсосберегающие системы для подвижного состава и инфраструктуры, а также создание «умной» железной дороги. Исходя из мировых тенденций в развитии науки, техники и технологий в холдинге «РЖД» осуществляется разработка комплексного научно-технического проекта «Цифровая железная дорога», концепция которой была утверждена в декабре прошлого года на Научно-техническом совете ОАО «РЖД».

ЦИФРОВАЯ ЖЕЛЕЗНАЯ ДОРОГА

■ В рамках реализации Стратегии развития информационных технологий и связи на период до 2020 г., направленной на обеспечение достижения целей бизнеса ОАО «РЖД» запланирована реализация перспективного высокотехнологического проекта «Цифровая железная дорога» ОАО «РЖД».

В Цифровой железной дороге информация является активом, определяющим процессы, модель управления и доступные сервисы.

Цифровые технологии позволяют реализовать любую востребованную услугу как пассажиру, так и грузоотправителю. Таким образом, цель создания Цифровой железной дороги в ОАО «РЖД» – обеспечение устойчивой конкурентоспособности компании на основе повышения привлекательности транспортных и логистических услуг, предоставляемых клиентам с помощью современных цифровых технологий.

Этот проект станет новым этапом развития железнодорожной отрасли. Внедрение современных цифровых технологий и изменение традиционной модели ведения бизнеса в процессе реализации ЦЖД позволит поднять качество предоставляемых услуг на более высокий уровень.

Для достижения этой цели необходимо решить множество задач, среди которых:

- расширение спектра и повышение качества предлагаемых рынку транспортно-логистических услуг;

- повышение уровня интеграции транспортной системы России в международные транспортные коридоры;

- повышение надежности и безопасности движения;

- увеличение провозной и пропускной способности железных дорог за счет развития интеллектуальных систем управления;

- сокращение стоимости жизненного цикла инфраструктуры и подвижного состава;

- повышение производительности труда за счет создания высокопроизводительных рабочих мест;

- сокращение влияния «человеческого фактора»;

- обеспечение необходимого уровня киберзащищенности.

Их решение с помощью современных цифровых технологий позволит повысить клиентоориентированность, эффективность работы и безопасность перевозочного процесса, что, в конечном счете, и определит конкурентоспособность транспортно-логистической компании.

Цифровая железная дорога, которая определит лицо бизнеса в ближайшие годы, должна базироваться на инновационных технологиях. На основе собственных исследований и исследований ведущих консалтинговых компаний (Gartner, IBM, IDC) были выбраны ключевые технологии Цифровой железной дороги, способные изменить компанию в течение ближайших лет. Среди них: интернет вещей; высокоскоростные сети передачи данных; технологии обработки больших данных; интеллектуальные системы; мобильные приложения. Данный список не является закрытым. Уже сейчас мы рассматриваем технологии BIM, распределенного реестра и дополненной реальности.

Рассмотрим, каким образом применение этих технологий отразится на предоставляемых услугах клиентам, оптимизации эксплуатации подвижного состава и инфраструктуры.

Благодаря технологии «**интернет вещей**» клиенты смогут получить доступ к таким сервисам, как навигация на вокзалах, отслеживание грузов, вагонов и багажа, информирование в пути следования и др.

Появится возможность контроля параметров вагонов и тягового подвижного состава, контроля состояния машиниста; «общения» между локомотивами (M2M-технология).

Встроенная в подвижной состав система диагностики инфраструктуры (рельсовой дефектоскопии, контактной сети, габарита строений) позволит осуществлять дис-

танционный контроль состояния объектов инфраструктуры.

Высокоскоростная сеть передачи данных включает в себя набор современных сетевых и телекоммуникационных решений, обеспечивающих передачу больших объемов данных на высоких скоростях и с высокой надежностью. Бесшовный Wi-Fi позволит пассажирам в поездах и на вокзалах получать мобильный доступ к сервисам. Для подвижного состава – это дистанционное управление локомотивами; спутниковая навигация и позиционирование. Инфраструктура получит непрерывную удаленную диагностику; доступность вычислительной архитектуры.

Благодаря технологии **больших данных** можно анализировать пассажиро- и грузопотоки, предоставлять персональные предложения услуг, осуществлять предсказательную диагностику технического состояния подвижного состава и инфраструктуры.

Область применения **интеллектуальных систем** – интеллектуальный электронный документооборот; электронная торговая площадка; персонализированные предложения для клиентов, дополнительные услуги и сервисы, гибкое управление услугами; автоведение поездов; интеллектуальное управление движением (ИСУЖТ); движение без светофоров; планирование обслуживания и ремонтов по состоянию (с применением методологии УРРАН); контроль

исполнения технологических операций.

Мобильные приложения представляют собой программное обеспечение для клиентов и сотрудников ОАО «РЖД», предназначенное и приспособленное для работы на мобильных устройствах. Клиентам они помогут получать услуги бронирования и покупки билетов, туристические сервисы, обратную связь, различного рода информацию.

В локомотивном хозяйстве применение мобильных приложений открывает перспективу дистанционного управления маневровым локомотивом; создания мобильного рабочего места машиниста. Для содержателей инфраструктуры появляется возможность организации мобильных рабочих мест руководителей и линейного персонала.

В рамках проекта «Цифровая железная дорога» холдинга «РЖД» будет построена цифровая модель бизнеса, основанная на следующих принципах: полная согласованность, бизнес в режиме онлайн, управление сервисами.

Полная согласованность заключается в управлении движением, инфраструктурой и исполнении технологических операций, согласованных с фактическим состоянием инфраструктуры, подвижного состава и учитывающих текущее положение подвижного состава и персонала на объектах инфраструктуры.

Бизнес в режиме онлайн подразумевает использование систем мониторинга и беспроводных дат-

чиков, обеспечивающих оперативность и актуальность информации для быстрого принятия решений в области управления движением и инфраструктурой.

Управление сервисами – это управление инфраструктурой, движением и всеми выполняемыми технологическими операциями, которые имеют четкие показатели, используемые интеллектуальными системами управления для планирования движения и обслуживания инфраструктуры.

Реализация этих принципов должна осуществляться за счет внедрения и развития автоматизированных решений, которые обладают возможностью результативного и рационального применения к сервисным блокам модели ЦЖД.

Под «классом автоматизированного решения» понимается набор принципов управления информацией, который имеет уникальное бизнес-назначение. Определено пять таких классов.

Управление услугами и процессами оказания услуг. Данный класс автоматизированных решений поддерживает принципы цифрового бизнеса «Управление сервисами» и «Бизнес в режиме онлайн».

Малолюдные и безлюдные средства управления процессами. Поддерживает принципы цифрового бизнеса «Полная согласованность» и «Бизнес в режиме онлайн».

Цифровые объекты, диагностика и прогнозирование. Поддерживает принципы цифрового бизнеса

Принципы цифрового бизнеса



Полная согласованность

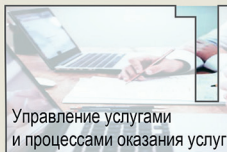


Бизнес в режиме онлайн

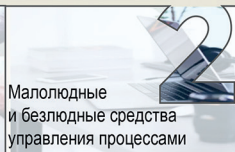


Сервисное управление

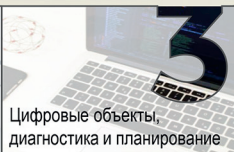
Классы автоматизированных решений



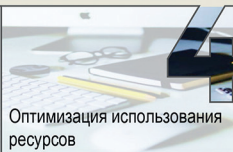
Управление услугами и процессами оказания услуг



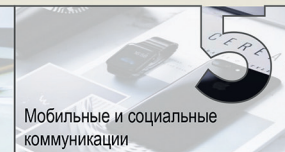
Малолюдные и безлюдные средства управления процессами



Цифровые объекты, диагностика и планирование



Оптимизация использования ресурсов

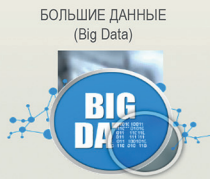


Мобильные и социальные коммуникации

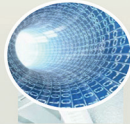
Ключевые технологии цифровой железной дороги



ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ (IoT)



БОЛЬШИЕ ДАННЫЕ (Big Data)



ВЫСОКОСКОРОСТНАЯ СЕТЬ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ



ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ



МОБИЛЬНЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ

Ключевые технологии Цифровой железной дороги

«Полная согласованность» и «Бизнес в режиме онлайн».

Оптимизация использования ресурсов. Поддерживает принципы цифрового бизнеса «Полная согласованность».

Мобильные и социальные коммуникации. Данный класс автоматизированных решений поддерживает принципы цифрового бизнеса «Полная согласованность», «Бизнес в режиме онлайн» и «Управление сервисами».

Для разработки высокоуровневой функциональной модели Цифровой железной дороги выделено пять взаимосвязанных функциональных областей деятельности холдинга «РЖД»: грузовые и пассажирские перевозки, управление движением и инфраструктурой, управление холдингом. В каждой области функциональной модели определены сервисные блоки.

Модель Цифровой железной дороги холдинга «РЖД» представляет собой матрицу сервисных блоков, в которых расположены соответствующие классы автоматизированных решений с привязкой к принципам цифровой модели бизнеса.

Реализация проекта «Цифровая железная дорога» зависит от полноты внедрения цифровых технологий в каждой функциональной области.

«Цифровые» сервисы в мультимодальных пассажирских перевозках – это комплекс услуг «Мобильный пассажир», предоставляемый пассажирам на всех этапах поездки – от планирования до оказания широкого спектра дополнительных сервисных услуг в пункте назначения. Сервис реализуется за счет максимального применения соответствующих мобильных функциональных приложений. Такие подходы соответствуют ключевым трендам развития сервисных информационных платформ, соединяющих в себе спрос и предложение.

В сегменте мультимодальных грузовых перевозок базовым условием повышения качества ока-

зываемых услуг является развитие технической и эксплуатационной интероперабельности грузовых железнодорожных коридоров, реализующих персонализированные предложения для клиентов на основе применения CRM-системы; максимальное использование в деловой практике электронных торговых площадок, объединяющих в одном информационном пространстве поставщиков и потребителей транспортно-логистических услуг; создание надежной системы отслеживания «от двери до двери» перемещения грузов, вагонов, контейнеров и передача информации об этом в реальном режиме времени. Кроме того, необходимо дальнейшее внедрение безбумажной технологии мультиагентного взаимодействия всех участников перевозочного процесса, включая процедуры на государственных границах и ряд других сервисов.

Цифровизация в области управления движением позволит осуществлять стратегическое планирование и переход к прогнозированию эксплуатационной работы; развивать системы нормирования перевозок; перейти на ключевых направлениях дорог к комплексным системам управления, обеспечивающим сокращение простоев поездов и создание условий применения нового подвижного состава; автоматизировать фиксацию технологических операций и станционных технологических процессов с расширением функциональных возможностей систем. Для обеспечения надежной и бесперебойной работы необходима разработка предпочтительно отечественных, отказоустойчивых и защищенных от кибератак интеллектуальных систем управления движением, систем железнодорожной автоматики и связи.

Адаптивное управление перевозочным процессом позволит реализовать требования клиентов в части оптимизации маршрутов, скорости транспортировки, а также обеспечить эффективность использования инфраструктуры.

Основной новой модели управления и содержания инфраструктуры является Единая информационно-управляющая система Центральной дирекции инфраструктуры (ИУС ЦДИ), содержащая высокоточную информацию о координатах объектов инфраструктуры и подвижных объектах железнодорожного транспорта.

Создание системы ИУС ЦДИ и применение современных технологий позволит повысить безопасность и отказоустойчивость технических средств; осуществить переход на техническое обслуживание и ремонт инфраструктуры по техническому состоянию; автоматизировать технологический документооборот; снизить влияние «человеческого фактора». Для достижения этих целей необходимо развивать системы управления инфраструктурой на основе стоимости жизненного цикла; внедрять интеллектуальные системы управления инфраструктурой, включающей управление жизненным циклом; развивать комплексные системы пространственных данных и BIM-технологии.

Перспективные требования, предъявляемые к подвижному составу будущего («умный поезд», «умный локомотив», «умный вагон»), позволят сократить операционные производственные расходы, обеспечить непрерывность предоставления услуги, а также предложить новые сервисы для клиентов.

При реализации проекта ЦЖД среди основных приоритетов и направлений развития, на которые надо обратить внимание, можно выделить следующие: экономическую оценку эффективности проектов; единые стандарты в применяемых технологиях; бесшовность использования технологий; расширение доверенных областей единого цифрового пространства с партнерами, ФОИВ и на межгосударственном уровне; изменение нормативной базы, в том числе при взаимодействии с ФОИВ и на межгосударственном уровне; обеспечение киберзащищенности.

Уважаемые читатели!



Появилась новая возможность для компаний и их сотрудников пользоваться электронными версиями текущих и архивных выпусков журнала

«Автоматика, связь, информатика» с 2012 г.

Издание представлено в электронной библиотеке public.ru.



О НАПРАВЛЕНИЯХ РАЗВИТИЯ ЦИФРОВОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ



РОЗЕНБЕРГ
Ефим Наумович,

АО «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте», первый заместитель генерального директора, д-р техн. наук, профессор



ДЗЮБА
Юрий Владимирович,

АО «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте», руководитель Центра стратегического анализа и развития



БАТРАЕВ
Владимир Владимирович,

АО «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте», начальник сектора систем регистрации и дешифрации регистрируемой информации

Ключевые слова: безопасность движения, перевозочный процесс, информационно-управляющие системы, бортовые и напольные устройства безопасности, геоинформационные технологии, кибербезопасность, микропроцессорные устройства, управление рисками, цифровая железная дорога

Аннотация. В статье рассмотрены наиболее важные вопросы построения Цифровой железной дороги, как ключевого элемента обеспечения цифровой экономики Российской Федерации. Комплексная интегрированная система управления и обеспечения безопасности движения реализует новый инновационный подход к управлению железнодорожным транспортом, позволяющий объединить различные технологические приложения с помощью современных программных и интеллектуальных системно-технических решений. Комплексная интегрированная система управления и обеспечения безопасности движения позиционируется как единая среда для интеграции существующих информационных систем, описывающих перевозочный процесс, и предусматривает последовательную реализацию технологически и информационно взаимосвязанных комплексов, обеспечивающих функциональную полноту перевозочного процесса, начиная от создания соответствующих нормативных документов (график движения поездов), планирования перевозки до контроля ее реализации.

■ Ускоренное развитие промышленно-хозяйственного комплекса Российской Федерации на ближайшие десятилетия будет обеспечено путем широкого внедрения цифровой экономики. Российские железные дороги определены в Стратегии развития страны как важнейший элемент в решении сложных социально-экономических задач, существенно влияющий на рост промышленного производства, формирование новых транспортно-логистических маршрутов для нужд мировой экономики, обеспечение качественных услуг для населения страны. Цифровизация деятельности холдинга «РЖД» будет осуществляться в едином технико-технологическом поле взаимодействия с естественными монополиями, промышленными предприятиями и регионами страны. Проект «Цифровая железная дорога» обеспечит в качестве основной целевой задачи

отрасли принципиальное изменение уровня технологического обеспечения перевозочного процесса, культуру безопасности.

Сегодня мы имеем значительное количество информации о технологическом процессе, но его автоматизация находится на недостаточном уровне из-за отсутствия необходимой увязки между низовыми устройствами автоматики, информационными системами и управляющими элементами в рамках единой структуры. Без законченного цикла управления эффективность информационных систем, в том числе Big Data, невозможна.

Главной задачей Цифровой железной дороги является полная интеграция между пользователем, транспортным средством, системой управления движением и инфраструктурой [1], т.е. формирование новых сквоз-

ных цифровых технологий организации перевозочного процесса.

Чтобы реализовать поставленную задачу, необходимо совершенствовать системы железнодорожной автоматики и телемеханики, создавать цифровые модели объектов инфраструктуры, развертывать сети цифровой связи. При этом следует использовать системы интервального регулирования, мониторинга состояния технических средств и автоматизации отдельных технологических операций. Вместе с этим за последние годы в отрасли созданы все предпосылки для внедрения сложнейшего комплекса инновационных технологий, которые относятся к понятию «цифровая железная дорога».

К базовым элементам перехода к Цифровой железной дороге относятся [2]:

построение цифровых моделей объектов инфраструктуры в едином координатно-временном пространстве;

создание цифровых сетей связи и высокоточных координатных систем (ВКС) на основе спутниковых сетей высокоточного позиционирования;

обеспечение непрерывного мониторинга объектов инфраструктуры с организацией автоматической выдачи предупреждений об ограничении скорости и необходимости проведения ремонта;

организация мониторинга состояния подвижного состава внутренними и внешними средствами с возможностью прогнозирования остаточного ресурса;

реализация комплекса вычислительных средств для дистанционного управления объектами инфраструктуры, формирование оперативных изменений графиков потоков поездов с учетом энергосбережения и обеспечения полной автоматизации отдельных технологических операций;

создание мобильных средств контроля местоположения персонала и его психофизиологического состояния.

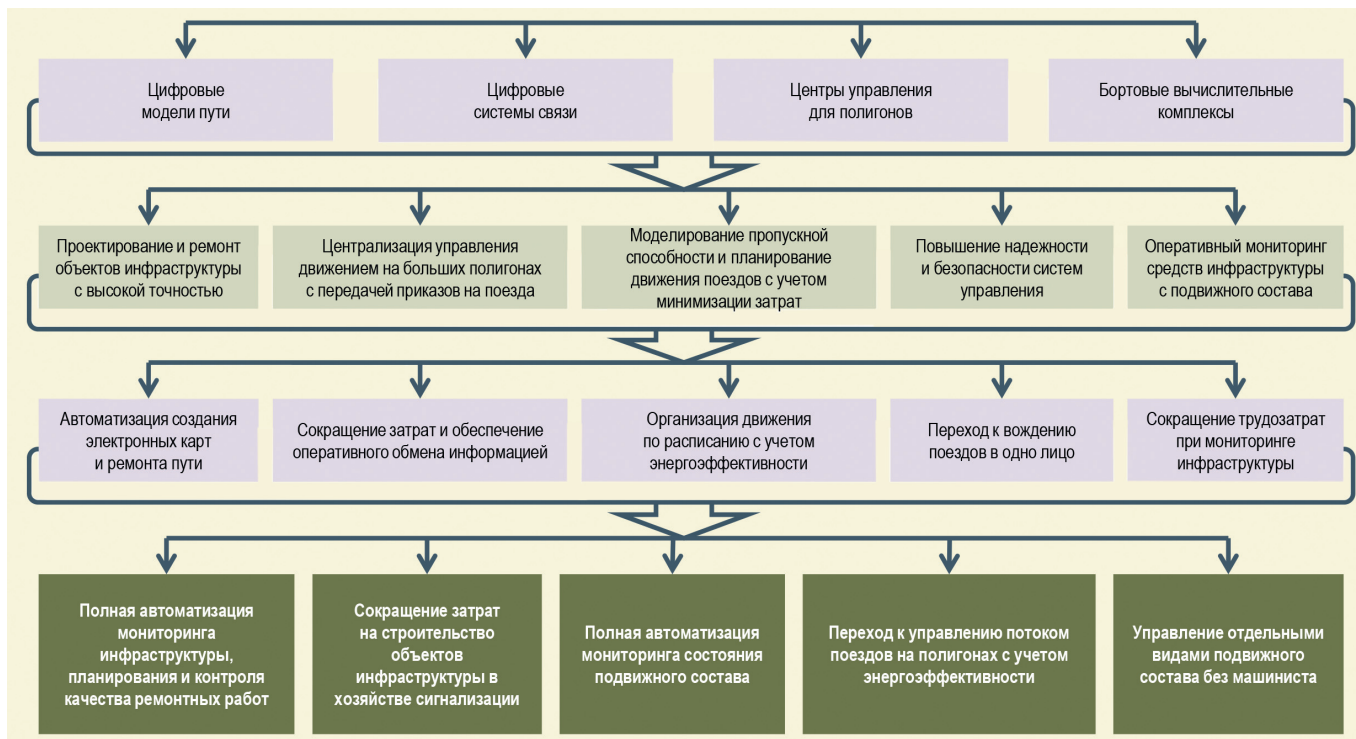
Все эти элементы закладываются в единый сетевой технологический процесс по обеспечению перевозок.

Переход к Цифровой железной дороге предусматривает обязательное цифровое описание объектов инфраструктуры в рамках высокоточных координатных технологий. При этом объекты подвижного состава на данной инфраструктуре работают по единой технологии как для пассажирских и грузовых поездов, так и для ремонтной и измерительной техники. Именно эти задачи стоят перед проектом «Комплексная система пространственных данных инфраструктуры железнодорожного транспорта» (КСПД ИЖТ), который масштабно внедряется на сети дорог, как необходимый базовый элемент цифровой железной дороги.

Для пространственно-распределенной железнодорожной транспортной системы ОАО «РЖД» использование высокоточного спутникового позиционирования практически безальтернативно.

Сфера приложений технологий высокоточного спутникового позиционирования может быть разделена на два крупных класса задач, отличающихся требованиями к точностным характеристикам. Прежде всего это задачи координатного обеспечения потребностей инфраструктурного комплекса на всех стадиях жизненного цикла объектов железнодорожной инфраструктуры, включая топографо-геодезические и инженерные изыскания, работы по проектированию, геодезическое обеспечение строительства, содержание, ремонт и реконструкция железнодорожного пути. Здесь предъявляются самые жесткие требования к точностным характеристикам как в режиме реального времени, так и постобработки данных.

Другой класс задач включает в себя позиционирование подвижного состава в системах управления и обеспечение безопасности при выполнении маневровых работ на путевом развитии станций и при движении на перегонах [3]. Здесь среднеквадратическое значение погрешности определения местоположения



Эффективность интегрированного комплекса бортовых и стационарных устройств на основе цифровизации

объектов подвижного состава не должно превышать 1 м, т.е. с точностью до рельсовой колеи.

На основе полученных координатно-привязанных пространственных данных формируются цифровые модели пути на перегонах и путевом развитии станций, а также 3D модели путевого развития и инженерных сооружений. Такие цифровые модели представляют собой пространственные описания объектов инфраструктуры, включая железнодорожный путь, инженерные сооружения, системы электроснабжения, железнодорожной автоматики, телемеханики и связи.

На основании анализа натурных и проектных данных, взаимоувязанных в едином координатном пространстве, выявляются отклонения фактического положения пути от проектного, габариты приближений, места отклонений от норм содержания, определенных действующими нормативно-техническими документами в сфере железнодорожного транспорта. Полученные данные используются в автоматизированных технологиях управления путевыми машинами разных типов при выполнении работ по выправке и/или постановке пути в проектное положение.

Стремительное развитие технологий высокоточного спутникового позиционирования открывает новую страницу в изысканиях, проектировании и строительстве инфраструктуры железнодорожного транспорта, в том числе с применением BIM-технологий. Она основана на принципах дифференциальной коррекции навигационных данных, поступающих со спутников глобальных навигационных систем.

Применение таких технологий позволяет перейти к координатным методам содержания инфраструктуры, организации сквозных технологий проектирования, строительства, технического содержания объектов, что обеспечивает требуемый уровень надежности и безопасности, снижение стоимости жизненного цикла.

Как известно, станции служат ключевым элементом перевозочного процесса. Поэтому для оценки влияния всех инфраструктурных элементов на технологию работы станции необходимо построение ее цифровой модели. Сегодня уже накоплен опыт моделирования таких сложных объектов, вследствие чего достигнуто значительное сокращение избыточных проектных и строительных работ, как например, при разработке и реализации проекта МЦК.

Один из важных элементов автоматизации контроля технологических процессов на станциях отработан на станции Ярославль-Главный Северной дороги. Здесь использованы инновационные решения: техническое зрение для контроля операции отцепки/прицепки локомотивов, спутниковая навигация, система видеораспознавания номеров вагонов и контроля нахождения работников в опасных зонах. Однако значительные реальные достижения по автоматизации управления процессом расформирования/формирования составов получены на сортировочной станции Лужская Октябрьской дороги. В основе решения лежит интеграция систем микропроцессорной централизации ЭЦ-ЕМ, микропроцессорной автоматизации для сортировочных горок MSR-32, маневровой автоматической локомотивной сигнализации (МАЛС), автоматического управления горочным локомотивом САУ ГЛ.

Модульное построение системы управления технической станцией включает в себя: систему горочной автоматизации MSR-32; подтягивающие горочные устройства, домкратовидные замедлители; инноваци-

онную технологию автоматизированного управления работой станции (ИТАУР); автоматическое закрепление подвижного состава; комплекс диагностики подвижного состава; автоматизированную систему коммерческого осмотра поездов и вагонов (АСКО ПВ).

Кроме того, в нее входит автоматизированная система контроля инвентарных номеров вагонов (АСКИН); микропроцессорная централизация; вспомогательные системы освещения и радиооповещения; интегрированная система обмена технологическими документами в электронном виде с использованием электронно-цифровой подписи; автоматизированная система опробования тормозов с контролем целостности тормозной магистрали (АСОТ-КЦТМ); система управления транспортным узлом (АСУ-ТУ) и система автоматического управления горочными локомотивами (САУ ГЛ).

Эти технологии сегодня имеют полностью российские аналоги. Они представлены в том числе на станции Челябинск. К ним относятся: параллельный надвиг, маневровая ЛС без человека, управление надвигом. Эти функции выполняются в автоматическом режиме, причем их реализация на отечественном оборудовании обходится дешевле зарубежных аналогов.

На примере сортировочных станций Челябинск и Лужская сегодня можно показать такие законченные элементы Цифровой железной дороги, как интегрированный комплекс АСУ станции (АСУ СТ), система управления маневровым локомотивом без машиниста (МАЛС БМ), горочная система КСАУ СП, комплекс автоматической диагностики подвижного состава (ППСС) и маневровая автоматическая локомотивная сигнализация (МАЛС). Комплекс МАЛС обеспечивает безопасность при маневровой работе и максимально соответствует требованиям Цифровой железной дороги, поскольку основан на цифровой модели станции, цифровом радиоканале, спутниковой навигации и безопасных вычислительных модулях.

Бортовые микропроцессорные системы управления и обеспечения безопасности движения также переходят на единую технологию: от элемента управления к единому комплексу, интегрированному в систему управления. Причем несколько российских производственных предприятий готовы уже в текущем году реализовать такие технологические задачи.

Для информационно-управляющих систем требуется автоматизация получения информации о параметрах технологического процесса, а также передача управляющих команд на исполнительные объекты – локомотивные системы и станционные комплексы управления маршрутами.

В целом комплекс информационно-управляющих систем может быть условно разделен на три уровня. Причем все уровни включают в себя аппаратно-программные вычислительные комплексы с повышенными требованиями в обеспечении безопасности движения.

На верхнем уровне формируются управляющие команды из Интеллектуальной системы управления железнодорожным транспортом (ИСУЖТ) для оптимизации графиков движения поездов с учетом решения конфликтных ситуаций [4]. На втором – обеспечивается доведение технологических решений до непосредственного формирования маршрутов на станциях, передача информации на локомотивы об изменении графика движения и получение информации от всех подвижных единиц об их координатах и параметрах движения. Сегодня к этому уровню можно отнести и

средства диагностики инфраструктуры с подвижного состава [5]. Третий уровень – наиболее ответственный. Здесь действуют системы управления напольными и бортовыми устройствами (например, системы интервального регулирования движения поездов, управления стрелками и сигналами на станциях).

На станции Подлипки-Дачные Московской дороги несколько лет назад реализован и успешно работает комплекс технических средств передачи ответственной информации о поездной ситуации на перегоне и станции в бортовые приборы безопасности от постовой аппаратуры САУТ-ЦМ/НСП, внедренный АО «НИИАС». В процессе его разработки была решена задача повышения общего уровня безопасности движения путем передачи в бортовые приборы информации о маршрутах приема/отправления и кодов АЛС. Использование дополнительного канала радиосвязи между стационарными и локомотивными устройствами позволило повысить надежность действия устройств СЦБ.

Для одновременной работы с несколькими каналами связи создан универсальный блок радиосвязи (БРУС). Аппаратные средства этого блока выбраны с расчетом его использования в качестве единого интеллектуального модемного пула для всех устройств, систем и приборов, устанавливаемых на борту локомотива [6]. Такой комплекс способен работать с любыми имеющимися стандартами связи и быстро адаптироваться к вновь создаваемым.

Необходимым элементом развития Цифровой железной дороги является современная система связи, которая содержит как уже апробированные решения с применением цифровых систем технологической связи по волоконно-оптическим линиям передачи, так и с использованием перспективных технологий, стандартов и протоколов, включая такие, как LTE, Интернет вещей, система единого времени.

Построение многоуровневой структуры управления и использование цифрового радиоканала позволяют сократить потери времени при отказах технических средств, при повышении скорости движения, в том

числе на действующих линиях. Эти вопросы успешно решаются на участке Москва – Нижний Новгород Горьковской дороги в рамках проекта повышения скорости движения.

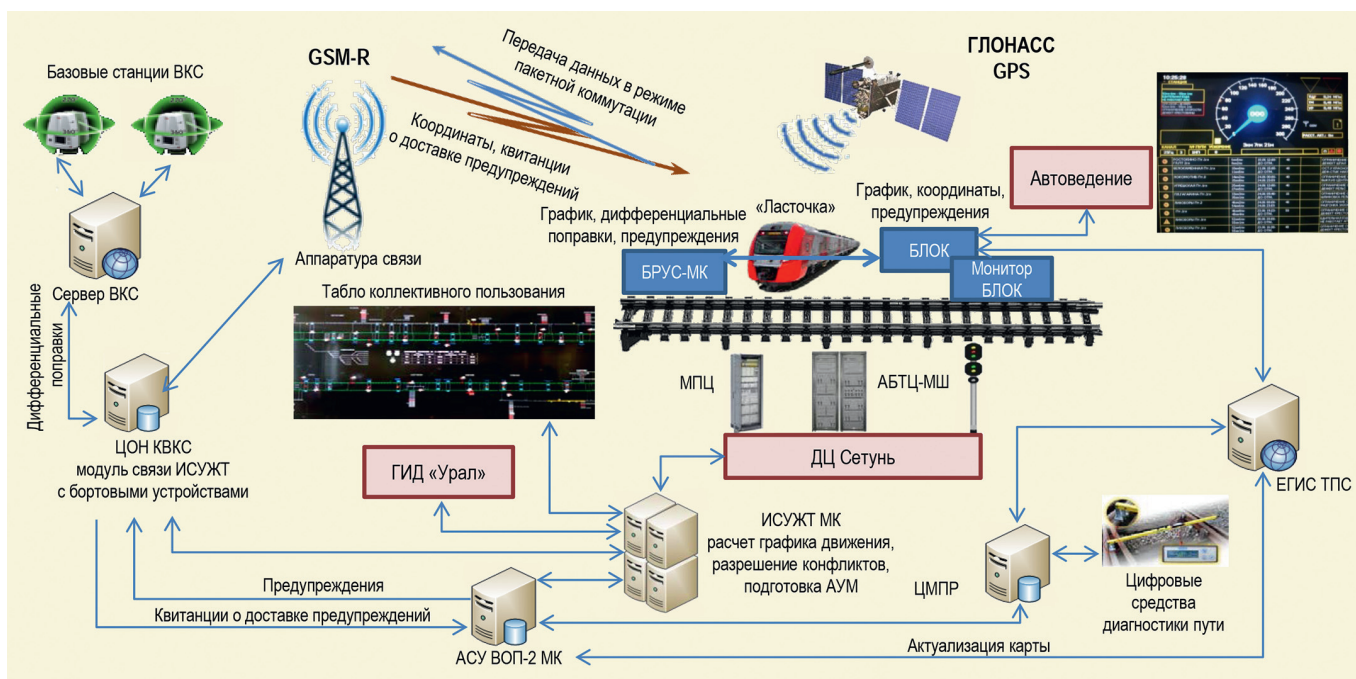
При автоматизации работы подвижного состава требуется помимо цифрового радиоканала как средства передачи информации также обеспечение достоверности передаваемой информации и ее киберзащищенности. Это решение уже сегодня реализовано на МЦК в рамках задачи автоматической передачи предупреждений на борт электропоезда «Ласточка».

Непосредственно управление стрелками и сигналами в станционных комплексах на больших участках должно предусматривать переход к единой структуре, когда базовая станция управляет десятком малых станций в пределах своей зоны контроля. Такой проект в настоящее время внедряется на Северо-Кавказской дороге.

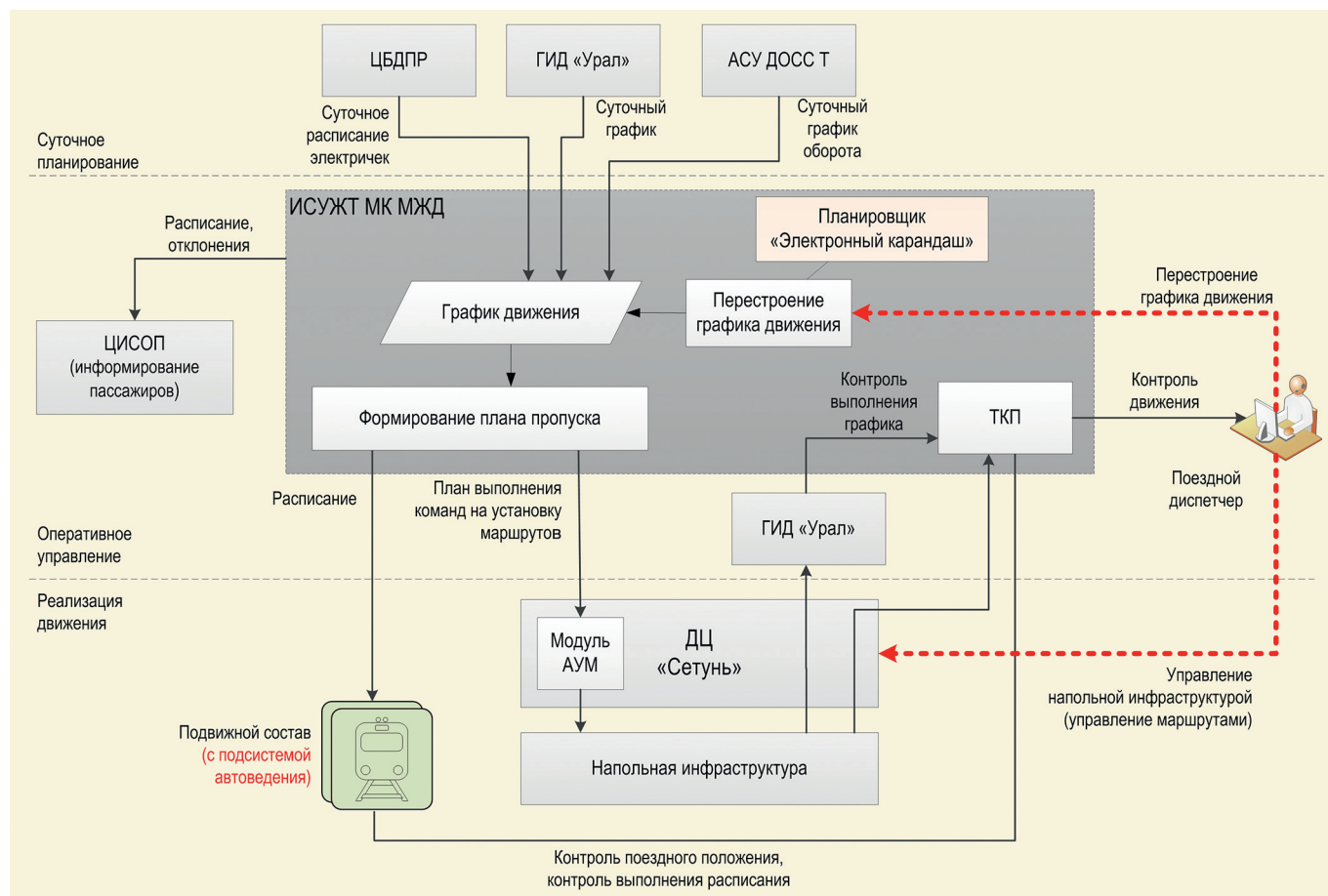
При переходе к управлению потоками поездов ключевым элементом должно стать интервальное регулирование нового поколения. Переход от светофорной сигнализации к бессветофорной, а также использование цифрового радиоканала как дополнительного элемента управления позволит обеспечить необходимый минимальный интервал попутного следования (до 2–3 мин). Данный переход осуществляется на МЦК и уже показал свою эффективность.

Цифровая система комплексного автоматического управления движением поездов в рамках современных технических и технологических решений представляет собой трехуровневую структуру, где исходной информационной средой являются низовые устройства автоматики, обработка которых ведется современными вычислительными средствами – элементами интеллектуальной системы. При этом результаты обработки информации могут непосредственно использоваться для управления станционными устройствами и подвижными составами, поскольку соответствуют требованиям информационной и функциональной безопасности.

В настоящий момент на МЦК инновационные



Автоматизированная информационная система передачи предупреждений на борт электропоезда «Ласточка»



Развитие информационных систем для МЦК

системы построены на базе единой цифровой программно-аппаратной среды ИСУЖТ. Для реализации расширенного состава функций Цифровой железной дороги необходимо в кратчайшие сроки перевести и остальные информационные модули (в первую очередь ГИД «Урал») на эту систему.

В рамках проекта «Цифровая железная дорога» предусматриваются и активно ведутся работы по созданию беспилотных систем управления подвижным составом. Уровень российских разработок соответствует уровню зарубежных технических решений, применяемых в рамках единого проекта МСЖД в соответствии с МЭК (IEC 62290), в котором уровень автоматизации соответствует требованиям GOA3. При этом один оператор-машинист может контролировать до 10 поездов.

Ближайшим проектом с применением цифровых технологий будет являться развитие МЦК, где предусмотрен не только переход к 4-минутному графику движения, но и созданию условий для сокращения интервалов попутного следования до 3 мин с движением поездов в полностью автоматическом режиме. Движение поездов Московского узла как единого технологического процесса с требуемым интервалом попутного следования поездов возможно при совершенствовании эксплуатируемых линий по принципам бессветофорной сигнализации и подвижных блок-участков. При этом единство технологических подходов МЦК, диаметральных участков и радиальных направлений зоны 25–30 км обеспечат наибольшую эффективность перевозки пассажиров.

Таким образом, внедрение интегрированного комплекса бортовых и станционных устройств как элемен-

тов Цифровой железной дороги показало возможность поэтапного повышения перевозочного процесса от более простых задач к сложным.

При этом конечными показателями эффективности должны стать полная автоматизация мониторинга инфраструктуры и подвижного состава, переход к управлению потоками поездов с учетом их энергоэффективности и максимальное внедрение малолюдных и безлюдных технологий в ключевых элементах технологии перевозочного процесса. Такой подход, аналогичный опыту крупных зарубежных транспортных узлов, создаст основу для организации непрерывного технологического процесса мультимодальных перевозок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Розенберг Е.Н. Цифровая железная дорога – ближайшее будущее // Автоматика, связь, информатика. 2016. № 10. С. 4–7.
2. Розенберг Е.Н., Уманский В.И., Дзюба Ю.В. От систем автоматики до интеллектуальных систем управления // Автоматика, связь, информатика. 2017. № 11. С. 7–11.
3. Розенберг Е.Н. Разработка перспективных систем управления движением поездов // Автоматика, связь, информатика. 2014. № 12. С. 15–17.
4. Шалагин Д.В., Розенберг Е.Н., Астрахан В.И. Интеллектуализация систем управления // Железнодорожный транспорт. 2014. № 12. С. 21–23.
5. Розенберг Е.Н. Системы диагностики и их киберзащитность // Автоматика, связь, информатика. 2015. № 10. С. 20–21.
6. Розенберг Е.Н., Коровин А.С., Батраев В.В. О развитии бортовых и напольных систем контроля безопасности, минимизирующих влияние человеческого фактора // Бюллетень Объединенного ученого совета ОАО «РЖД». 2013. № 5. С. 24–35.

РАЗВИТИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ИНФРАСТРУКТУРНОМ КОМПЛЕКСЕ



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



СУСЛЕННИКОВА
Елена Олеговна,
ОАО «РЖД», Центральная
дирекция инфраструктуры,
начальник сектора
информатизации
технической службы



ДЗЮБА
Юрий Владимирович,
АО «Научно-исследовательский и
проектно-конструкторский институт
информатизации, автоматизации и
связи на железнодорожном транс-
порте», руководитель Центра стра-
тегического анализа и развития

Ключевые слова: транспорт, цифровые методы, цифровая железная дорога, управление, железнодорожная инфраструктура, BIM, цифровая модель

Аннотация. В статье представлено развитие информационных технологий в инфраструктурном комплексе ОАО «РЖД». Перечисляются основные задачи при автоматизации производственного цикла хозяйства инфраструктуры. Изложены ценности использования цифровой модели инфраструктуры для смежных хозяйств. Рассмотрена архитектура автоматизации дирекции инфраструктуры.

■ Полномасштабное внедрение цифровых информационных технологий в железнодорожную инфраструктуру способно принести максимальные эффекты для всей компании. Во многом это связано с масштабами задач, решаемых Центральной дирекцией инфраструктуры (ЦДИ).

Эффективность управления железнодорожной инфраструктурой и организацией движения влияет на возможности ОАО «РЖД» и будущее всего холдинга, так как ключевые задачи двух дирекций неразрывно связаны между собой.

Для Центральной дирекции инфраструктуры определяющими направлениями развития являются:

повышение надежности и безопасности движения;

повышение пропускной и про-

возной способности железных дорог;

сокращение стоимости содержания инфраструктуры;

повышение производительности труда.

Информационные технологии, закладываемые при решении данных задач, по сути являются ключевыми элементами Концепции Цифровой железной дороги. Среди них можно выделить следующие [1]:

единую цифровую модель инфраструктуры;

единую службу времени (нужна для однозначного распределения во времени событий, происходящих на инфраструктуре);

оперативную модель состояния инфраструктуры, наполняемую в том числе и средствами контроля состояния инфраструктуры в реальном режиме времени;

систему интервального регулирования движения поездов;

систему интеллектуального

планирования работ, согласованных с графиком движения;

системы моделирования работы станций и перегонов;

методологии и системы обслуживания объектов инфраструктуры по состоянию;

автоматизацию производственных процессов и операций;

безлюдные технологии.

Жизненный цикл объектов инфраструктуры включает в себя проектирование, строительство, содержание, ремонт и вывод из эксплуатации. Несмотря на то, что в сферу ответственности дирекции инфраструктуры не входит ни проектирование, ни строительство, эти этапы критически важны. Именно на них должно происходить формирование цифровой модели инфраструктуры, которая становится основой для применения всех остальных цифровых технологий на протяжении всего

времени жизни объектов инфраструктуры.

Жизненный цикл объектов инфраструктуры поддерживается производственным процессом дирекции, включающим три составляющие:

- контроль текущего состояния инфраструктуры;
- планирование;
- выполнение работ по ремонту и содержанию инфраструктуры.

Основу комплексной автоматизации производственного цикла составляют ЕК АСУИ и цифровая модель инфраструктуры [2]. Вместе они формируют Единую информационно-управляющую систему ЦДИ.

Комплексная автоматизация жизненного цикла объекта инфраструктуры выходит за рамки ЦДИ и состоит из четырех этапов (рис. 1).

На этапе проектирования и строительства объектов железнодорожной инфраструктуры надо использовать BIM-технологии со строгой их увязкой в координатное пространство цифровой модели железнодорожной инфраструктуры (КСПД ИЖТ). Кроме того, параметры моделей должны включать в себя эксплуатационные атрибуты, которые позволят на этапе проектирования закладывать эксплуатационные параметры и решать задачи обеспечения безопасности.

На этапе мониторинга состояния инфраструктуры необходимо решить задачи оперативного взаимодействия мобильных и ручных

средств диагностики с цифровой моделью.

На этапе планирования необходимо расширить внедрение методологии УРРАН. При этом одновременно должны решаться задачи увязки с процессами управления движением в рамках ИСУЖТ.

На этапе выполнения работ по ремонту и содержанию объектов железнодорожной инфраструктуры требуется решение задачи контроля соблюдения технологических операций.

Цифровая модель железнодорожной инфраструктуры является компонентом Цифровой железной дороги и основой для автоматизации ключевых технологических процессов ОАО «РЖД» [3]. Создание такой модели позволит при строительстве расширить возможности использования BIM-технологий, существенно удешевить и ускорить привязку проектов к существующей инфраструктуре, повторно использовать ранее созданные проекты и их элементы, использовать моделирование при выборе вариантов развития инфраструктуры, контролировать соответствие проектным решениям.

Для управления движением цифровая модель обеспечит контроль положения подвижного состава, автоматическое обновление карт на борту. На основе привязки подвижного состава к инфраструктуре появится воз-

можность реализовывать такие технологии как интервальное регулирование, «автодиспетчер», «автомашинист», автоматическое формирование предупреждений и ограничений скорости.

Для организации станционной работы использование цифровой модели даст возможность моделировать работу станции на реальной инфраструктуре, осуществлять автоматическую установку маршрутов на станции, маневровую работу и сортировку, автоматическую диспетчеризацию технологических операций, мониторить местоположение персонала.

Развитие и внедрение систем диагностики позволит исключить человеческий фактор при оценке состояния объектов инфраструктуры. Комплексная автоматизация управления средствами мониторинга и диагностики должна решать вопросы учета, контроля состояния, текущего обслуживания и ремонта средств диагностики, планирования и выполнения работ по диагностике и мониторингу, а также актуализации цифровой модели (в части текущего состояния объектов инфраструктуры).

Важной задачей является реализация автоматической расшифровки результатов прохода диагностических средств непосредственно на борту и последующей передачи информации в автоматизированные системы.



РИС. 1

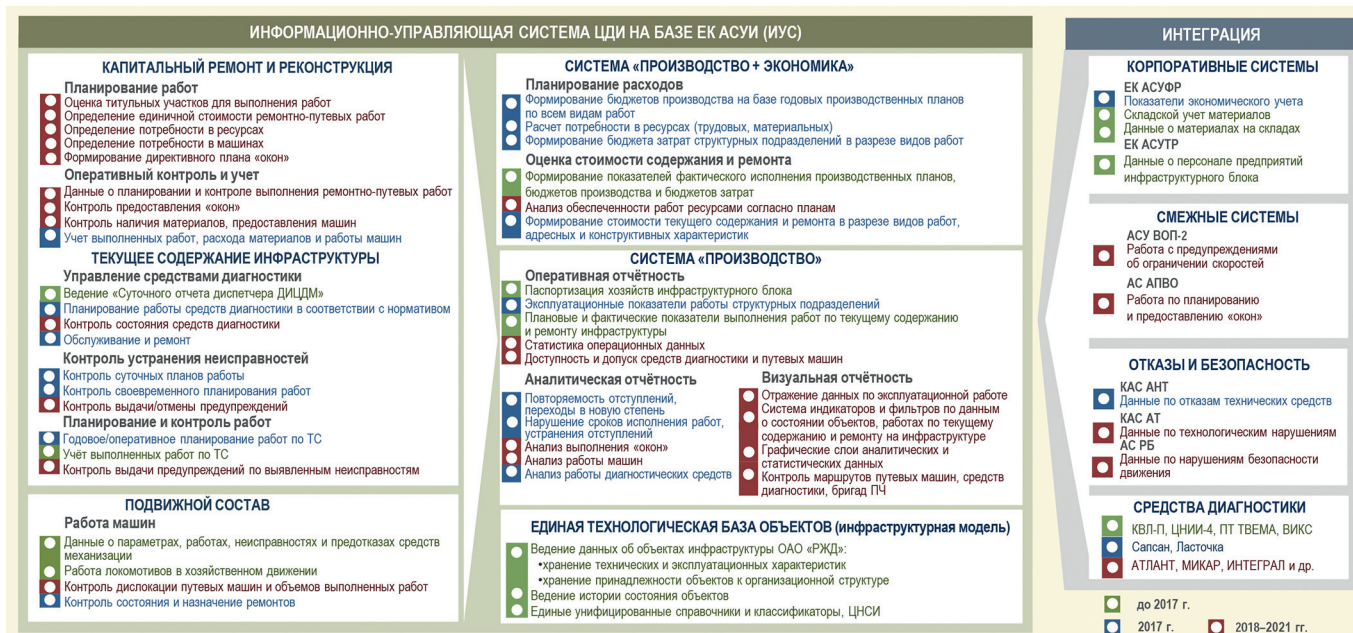


РИС. 2

Эта информация должна формироваться в виде отступлений от норм содержания в адресной привязкой к объекту. Все это в перспективе позволит радикально оптимизировать графики технического обслуживания средств диагностики, вывести обслуживающий персонал из опасных зон, а также прогнозировать состояние объектов инфраструктуры (пути, СЦБ, электрификации и электроснабжения) на основе оценки предотказных состояний.

Для решения задач планирования работ по текущему содержанию и ремонту автоматизация сконцентрирована в первую очередь на приоритизации работ, планировании ресурсов (персонала, материалов и техники), увязке плановых работ и техники с «окнами» и выдаваемыми предупреждениями, а также контроле их исполнения. Главной целью данного блока является оптимизация производственных процессов в инфраструктурном комплексе, а также формирование обоснованного производственного плана работ по текущему содержанию и ремонту инфраструктуры за счет обеспечения связи производственного планирования и формирования бюджета производства в автоматизированном виде с последующей передачей данных в АС НЦБ для формирования бюджета затрат.

Автоматизация процессов текущего содержания и ремонта объектов инфраструктуры направлена на обеспечение безопасности и кон-

троля технологии при производстве работ, учет выполненных работ по текущему содержанию и ремонту, контроль исполнения планов. Для этого необходимо своевременно актуализировать состояние объектов инфраструктуры, контролировать перемещение персонала с учетом использования мобильных рабочих мест, автоматизировать процесс выдачи предупреждений на борт локомотива, обеспечивать ограждение места производства работ и др.

Основой для реализации перечисленных задач инфраструктурного блока и комплексной автоматизации является Единая информационно-управляющая система Центральной дирекции инфраструктуры (ИУС ЦДИ).

Планы по автоматизации приоритетных направлений представлены в виде целевой архитектуры (рис. 2).

Уже сейчас виден огромный потенциал внедрения цифровых технологий в процесс организации содержания инфраструктуры, который в целевом состоянии должен привести к снижению стоимости жизненного цикла объектов инфраструктуры и повышению уровня безопасности движения поездов. Для достижения значимых для отрасли результатов необходимо ускорить работу по следующим направлениям:

завершить создание единой информационно-управляющей системы хозяйства инфраструктуры; развивать средства мониторин-

га и диагностики, позволяющие контролировать состояние объектов инфраструктуры в реальном режиме времени;

создать единую модель инфраструктуры с привязкой к комплексной системе пространственных данных для обеспечения работы всей компании;

внедрять систему управления ресурсами, рисками и надежностью на стадиях жизненного цикла хозяйств инфраструктуры;

развивать сети передачи данных для обеспечения решения производственных задач ОАО «РЖД», связанных с осуществлением взаимодействия с инфраструктурными объектами в реальном режиме времени;

использовать цифровые модели станций и сети железных дорог для планирования технологического развития и увеличения пропускной способности (в том числе и за счет использования современных систем управления движением и интервального регулирования).

ЛИТЕРАТУРА

1. Розенберг Е.Н., Уманский В.И., Дзюба Ю.В. От систем автоматики до интеллектуальных систем управления // Автоматика, связь, информатика. 2017. № 11. С. 7–11.
2. Гапанович В.А. В едином высокоточном координатном пространстве // Железнодорожный транспорт. 2015. № 11. С. 16–20.
3. Розенберг Е.Н., Уманский В.И., Дзюба Ю.В. Цифровая экономика и цифровая железная дорога // Транспорт Российской Федерации. 2017. № 5. С. 45–49.



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

ЦИФРОВЫЕ СИСТЕМЫ РАДИОСВЯЗИ. ВОЗМОЖНОСТИ И РЕШЕНИЯ

Использование перспективных стандартов радиосвязи на железнодорожном транспорте направлено на развитие автоматических систем управления движением, систем безопасности, мониторинга и диагностики инфраструктуры и подвижного состава, а также для других технологических и бизнес-процессов. О целях, задачах и проблемах цифровых систем радиосвязи рассказывается в этой статье.

■ Основными целями внедрения и развития цифровых радиосистем являются:

- создание современных систем управления в соответствии со Стратегией развития железнодорожного транспорта до 2030 г.;

- создание общенациональной беспроводной широкополосной технологической сети связи с учетом стратегического значения железнодорожного комплекса для развития страны;

- организация движения высокоскоростного железнодорожного транспорта;

- развитие железнодорожного транспорта в районах Крайнего Севера.

Для достижения этих целей необходимо обеспечить инновационное развитие отрасли на основе новейших информационно-коммуникационных технологий беспроводной передачи, способных функционировать при скорости движения поезда до 500 км/ч, при условии обеспечения гарантированной безопасности движения, требуемой надежности и качества.

Существующие в ОАО «РЖД» системы радиосвязи (TETRA, GSM-R, FDMA и др.) наряду с преимуществами (адаптированность к задачам железнодорожного транспорта, высокая надежность и др.) имеют ряд существенных недостатков (низкая скорость передачи информации, слабая защищенность от несанкционированного воздействия, высокая удельная стоимость строительства и др.), ограничивающих область их применения.

Сегодня из-за ограниченности ширины полос радиочастотного ресурса (до 4 МГц), разрешенного для использования ОАО «РЖД», практически невозможно реализовать ни один из существующих стандартов широкополосного беспроводного доступа (ШБД).

Следует отметить, что ОАО «РЖД» использует более 220 тыс. единиц радиоэлектронных средств (РЭС), что составляет более 11,6 % от всех РЭС Российской Федерации.

Проанализируем используемые в настоящее время стандарты радиосвязи.

DMR – специализированный стандарт, предназначенный как для передачи речи, так и небольших объемов дискретной информации. По числу допустимых абонентов в ОАО «РЖД» он применим на участках II и ниже категорий для организации ПРС, СРС и передачи данных небольших объемов. Реализован в полосах радиочастот 151,7–154,0 и 155,0–156,0 МГц, разрешенных для использования ОАО «РЖД». Средняя дальность связи в условиях железнодорожного транспорта при стандартных параметрах РЭС и установке антенн высотой 24 м составляет 10–12 км. Устойчивая скорость передачи информации – 2,2 кбит/с.

Преимущества этого стандарта: высокая скорость установления соединений, помехоустойчивость и надежность (при децентрализованном варианте исполнения), доступность для разработки приложений, относительно низкая стоимость строительства и эксплуатации.

Недостатками являются низкая скорость передачи данных, отсутствие специализированных железнодорожных приложений.

GSM-R – стандарт профессиональной радиосвязи, адаптированный для железнодорожного транспорта. Предназначен для передачи речи и данных, в том числе ответственных команд для информационно-управляющих систем. Характеризуется высокой скоростью установления соединения, средней пропускной способностью передачи данных. Применяется, в том числе, на участках скоростного и высокоскоростного движения поездов в качестве ПРС, станционной и ремонтно-оперативной радиосвязи с использованием передачи данных для работы информационных и управляющих систем.

Реализован в полосах радиочастот 876–880 и 921–925 МГц, разрешенных ГКРЧ для ОАО «РЖД». Дальность связи в условиях железнодорожного транспорта при высоте антенн 24 м составляет 8–10 км. Гарантированная скорость передачи информации достигает 9,6 кбит/с (в режиме GPRS – 171,2 кбит/с).

Преимущества этого стандарта: относительно высокая дальность связи, наличие специализированных железнодорожных сервисов и приложений. К недостаткам относится высокая стоимость на строительство и эксплуатацию, относительно низкая скорость передачи данных. Развитие этого стандарта приостановлено на уровне 2008 г., и практически нет усовершенствований в части уве-

личения надежности и повышения производительности.

TETRA – стандарт профессиональной радиосвязи, частично адаптированный для железнодорожного транспорта. Предназначен для организации групповых и индивидуальных голосовых вызовов и передачи данных, в том числе для информационных и управляющих систем. Характеризуется высокой скоростью установления соединения, высокой пропускной способностью канала передачи данных. Реализован в полосах частот 457,40–458,45 и 467,40–468,45 МГц, разрешенных ГКРЧ для использования ОАО «РЖД». Средняя дальность радиосвязи в условиях железнодорожного транспорта при высоте антенн 24 м достигает 15 км. Гарантированная скорость передачи информации составляет 4,8 кбит/с. В настоящее время применяется на участках Октябрьской, Свердловской и Южно-Уральской дорог.

Преимущество стандарта состоит в относительно высокой дальности радиосвязи, наличии специализированных сервисов для защиты информации. Недостатки: высокая стоимость на строительство (дороже GSM-R), довольно низкая скорость передачи данных, отсутствие железнодорожных приложений. Развитие стандарта практически остановлено.

Спутниковая связь – один из видов радиосвязи, основанный на использовании искусственных спутников Земли в качестве ретрансляторов. Спутниковая связь осуществляется между земными станциями, которые могут быть как стационарными, так и подвижными.

Преимущество спутниковой связи состоит в высокой дальности радиосвязи, которая зависит в основном от орбиты спутника и его местоположения. При этом расстояние между земными станциями не имеет значения (в зоне покрытия спутника). Имеются специализированные сервисы. Радиосвязь возможно организовать при скорости движения 500 км/ч и выше.

Недостатки у систем спутниковой связи те же, что у наземных систем: недостаточная пропускная способность (2048 кбит/с), высокая стоимость владения и дорогой трафик, отсутствие возможности передачи данных от управляющих

систем из-за высокой задержки распространения сигнала и отсутствие железнодорожных приложений.

Этот вид связи применяется для организации связи с местом аварийно-восстановительных работ, мобильных видеоконференций и голосовой связи, а также передачи данных с объектов, где отсутствует связевая инфраструктура.

Wi-Fi – стандарт радиосвязи, предназначенный в первую очередь для организации точек доступа (последней мили) к сетям связи, относится к категории устройств малого радиуса действия, имеет существенные ограничения по выходной мощности.

Его преимущества: высокая скорость передачи данных для широкополосного доступа, реализуется в нелицензируемой полосе радиочастот 2,4 или 5 ГГц; дальность радиосвязи в условиях железнодорожного транспорта достигает 2 км.

Недостатки: возможно проявление искажений и уменьшение дальности связи вследствие загрязненности спектра радиочастот, в нелицензируемой полосе частот дальность связи ограничена (выходная мощность не более 100 мВт), при превышении мощности требуется регистрация РЭС или получение разрешения на использование радиочастот. Из-за низкой помехозащищенности велика вероятность «подавления» другими операторами или пользователями системы.

Этот стандарт имеет ограниченное применение в ОАО «РЖД», поскольку не подходит для передачи критической информации и ответственных команд ввиду возможного проявления искажений и уменьшения дальности связи вследствие загрязненности спектра.

Радиорелейная связь – это вид дуплексной радиосвязи на ультракоротких волнах с многократным переприемом сигналов. Работает в пределах прямой видимости.

Радиомосты миллиметрового диапазона характеризуются большой пропускной способностью и используются как мобильные комплексы радиорелейной связи для телетрансляций и организации высокоскоростных магистральных каналов.

Радиорелейная связь обеспечивает дальность в условиях железнодорожного транспорта до

200 км и гарантированную скорость передачи информации до 1,4 Гбит/с.

При применении радиомостов миллиметрового диапазона не требуется получать разрешение на полосу частот. При этом действует уведомительный порядок регистрации пролетов. Достигается скорость передачи информации до 700 Мбит/с и дальность радиосвязи в условиях железнодорожного транспорта до 15 км.

Радиорелейная связь имеет ограниченное применение: в основном для стационарных объектов по схеме «точка-точка». На использование требуемой полосы частот необходимо получать разрешение.

К недостаткам радиомостов миллиметрового диапазона относится зависимость их работы от погодных условий и необходимость точной юстировки антенн.

Область применения радиорелейной связи на сети железных дорог ограничена, поскольку ее нельзя использовать на подвижных объектах, а только для фиксированной связи на стационарных объектах.

В настоящее время, пожалуй, единственный принятый стандарт, который подходит для организации широкополосного беспроводного доступа – LTE. Это перспективный стандарт беспроводной связи широкополосного доступа с возможностью организации транкинговой голосовой радиосвязи и беспроводной передачи данных, в том числе видео в режиме реального времени, с большими скоростями.

Распределение частотных диапазонов LTE показано на рис. 1. Из него следует, что полоса радиочастот 1785–1805 МГц является практически последней свободной полосой в Российской Федерации.

К основным преимуществам LTE относятся: возможность реализации в полосе радиочастот 450, 800, 1800, 1900, 2100 и 2500 МГц; дальность радиосвязи в условиях железнодорожного транспорта при высоте антенн 24 м до 35 км (на «нижних» частотах); гарантированная скорость передачи информации до 150 Мбит/с; емкость системы позволяет обеспечить непрерывную передачу видео с борта локомотива; возможна организация автоведения локомотива.

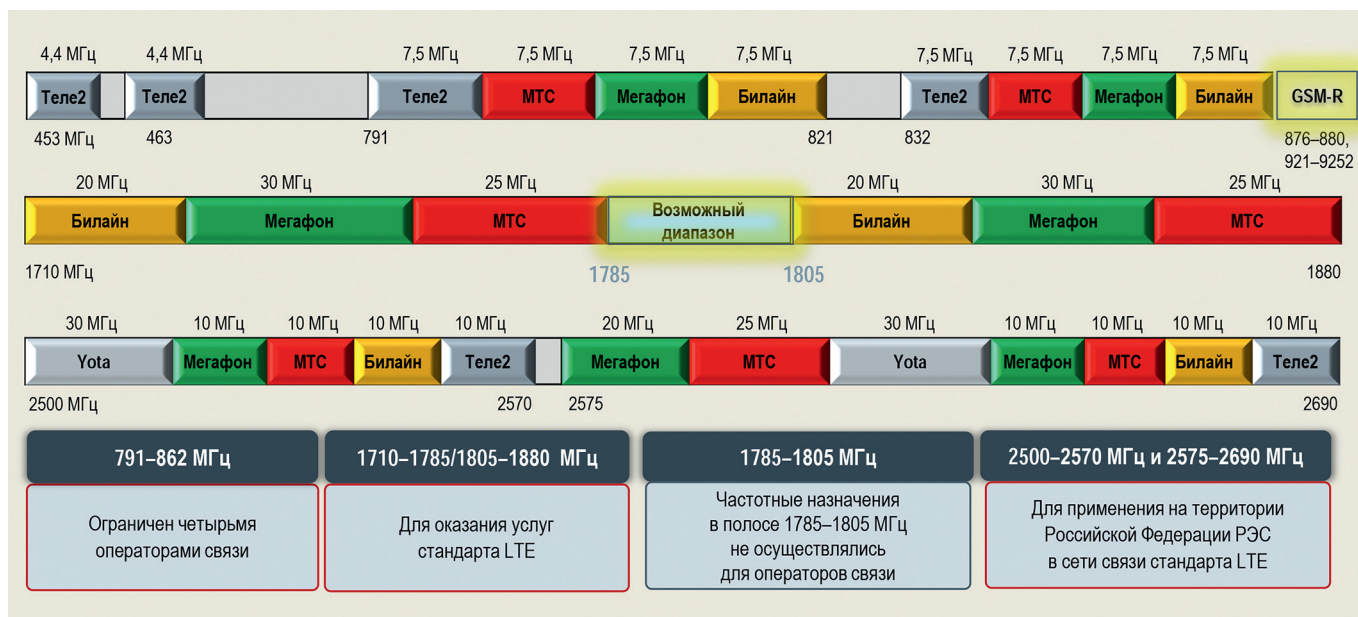


РИС. 1

Однако LTE свойственны некоторые недостатки: диапазон публичных операторов недоступен и загрязнен; для использования требуемой полосы радиочастот необходимо получение разрешения; стоимость строительства систем достаточно высока; отсутствуют железнодорожные сервисы и приложения, которые надо разрабатывать. При разработке систем надо учитывать преемственность оборудования в целях снижения стоимости строительства, поскольку более половины стоимости приходится на абонентское оборудование.

Такие системы применимы на участках скоростного и высокоскоростного движения поездов в качестве поездной, станционной и ремонтно-оперативной радиосвязи с использованием передачи данных, для работы информационных и управляющих систем (в том числе для мобильной видеодиагностики состояния верхнего уровня пути, реализации концепции промышленного интернета для мониторинга и управления объектами инфраструктуры посредством подключения датчиков контроля параметров и последу-

ющей обработки данных). Типовая схема организации связи на станции и перегоне представлена на рис. 2.

Рассмотрим подробнее варианты использования технологии LTE в ОАО «РЖД». После ряда доработок она применима для организации как поездной, так и станционной (маневровой) радиосвязи, требующей быстрого соединения абонентов (машинист–составитель, дежурный по станции–машинист) с использованием режимов PTT/PTV (Push To Talk/Push To Video); для сеансов видеоконференцсвязи.

LTE применима для обеспечения работы информационно-управляющих систем: беспилотного вождения поездов, автоведения поездов («Автомашинист»), удаленной диагностики подвижного состава, позиционирования на основе спутниковой навигации и других средств автоматического съема данных ИТАУР и др., маневровой автоматической локомотивной сигнализации (МАЛС), интеллектуальной системы управления железнодорожным транспортом (ИСУЖТ), передачи видео в режиме реального времени для системы телеуправления горючим локомотивом, организации мобильных рабочих мест для обслуживания «ремонтного» персонала.

Необходимо учитывать, что для передачи ответственных команд требуется дополнительная проработка и соответственно получение

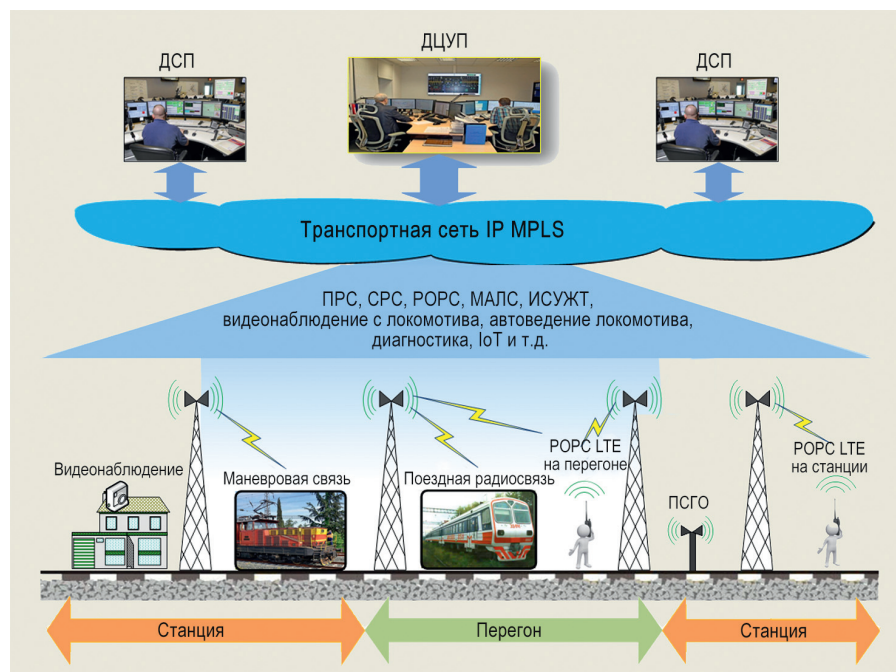


РИС. 2

ние доказательств безопасности систем.

Возможны три варианта развития широкополосного беспроводного доступа.

Первый вариант – LTE 1800 (1785–1805 МГц) – строительство собственной инфраструктуры. В этом случае, учитывая экономическую эффективность, систему LTE целесообразно использовать только на крупных железнодорожных узлах и станциях для организации станционной, ремонтно-оперативной и других видов радиосвязи, а также беспроводной сети передачи данных для работы информационно-управляющих систем.

Второй вариант – так называемое FULL MVNO (виртуальный оператор), когда используется технология, ресурсы и услуги сторонних операторов LTE. Эта модель позволяет обеспечить частичный контроль и управление сетью, необходимые при реализации технологических сервисов. Дает возможность быстро и без капитальных затрат на развитие сети внедрять информационные и управляющие системы в границах РФ. При этом обеспечивается квалифицированный сервис по обслуживанию и готовая услуга (рис. 3).

Третий вариант – организация LTE в радиочастотном диапазоне GSM-R (собственная инфраструктура). Конвертация частот GSM-R

876–880 и 921–925 МГц, разрешенных для использования ОАО «РЖД» (решение ГКРЧ 09-03-01) в LTE.

При реализации модели FULL MVNO обеспечиваются следующие преимущества:

посредством профессиональной транкинговой голосовой радиосвязи можно организовывать индивидуальные, групповые и широковещательные вызовы;

мобильная передача данных дает возможность быстро и без капитальных затрат внедрять информационные и управляющие системы в границах РФ, является превентивной мерой для реализации ЦЖД, IoT и концепции мобильности;

мобильная передача видео позволяет внедрять систему удаленного управления локомотивом, а также передавать видео с места производства работ;

возможно управление SIM-картами.

Однако при этом варианте возникают такие риски, как:

возможность несанкционированных влияний на технологические процессы и технологии, информационно-управляющие системы ОАО «РЖД»;

зависимость от оператора и риски нарушения информационной безопасности;

неполное владение технологическим ресурсом, поскольку он не является собственностью

ОАО «РЖД», и риск прекращения работы ресурса;

сложность обеспечения необходимого уровня качества услуги (QoS) со стороны операторов;

дополнительные расходы на владение ресурсами и сервисами; ограниченное радиопокрытие у операторов связи, сложность влияния на его расширение или улучшение качества.

В целях снижения рисков необходимо использовать агрегированные технологические ресурсы и услуги нескольких операторов, что далеко не всегда технически возможно.

Почему перспектива за LTE?

Как уже отмечалось, при существующих алгоритмах работы информационно-управляющих систем сегодня ни один стандарт цифровой радиосвязи, принятый в Российской Федерации, кроме LTE, не может обеспечить ШБД для передачи видео, реализации систем автоведения, включая беспилотное вождение, удаленного управления локомотивом, управления объектами инфраструктуры. Будущий мировой стандарт цифровой железнодорожной связи (FRMCS – Future Railway Mobile Communication System) основан, в том числе на технологии LTE. Стандарт LTE в релизе 13 поддерживает все функции критических коммуникаций Mission critical communication: индивидуальные, групповые, широковещательные и аварийные голосовые и видео-вызовы, передачу критических данных и данных IoT. Он имеет относительную готовность для решения поставленных задач, есть преемственность оборудования и программного обеспечения, но нужно разрабатывать железно-дорожные приложения.

Подводя итог можно сказать, что, исходя из принципов разумной достаточности, при положительном технико-экономическом обосновании перспективным при строительстве и модернизации систем радиосвязи является стандарт LTE (LTE-R).

Другие стандарты (системы) радиосвязи, обеспечивающие достаточные уровни безопасности и надежности для внедряемых АСУ, ТП тоже не нужно забывать и применять на сети ОАО «РЖД» по конкретному месту и времени с учетом электромагнитной совместимости в зависимости от конкретных решаемых задач.

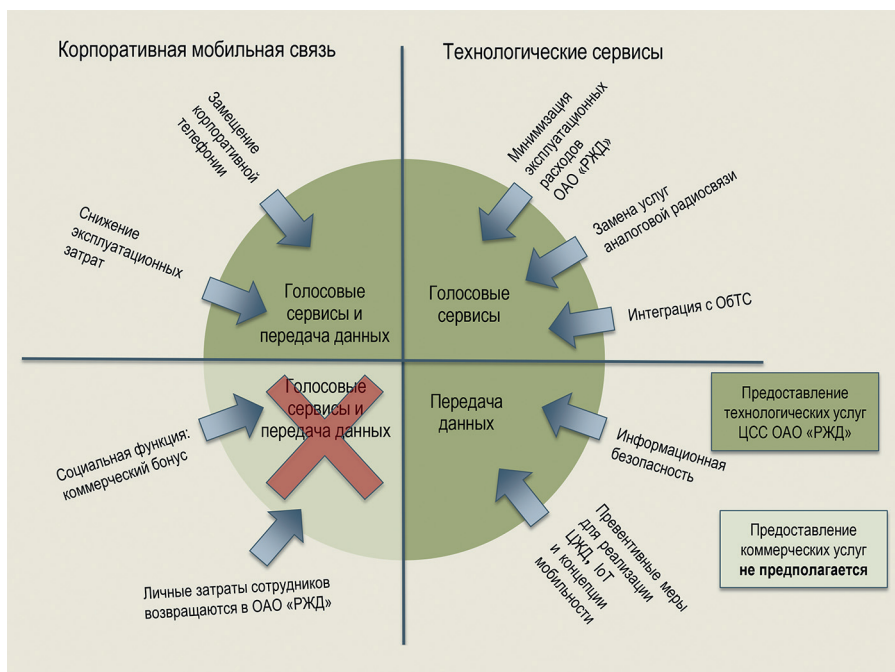


РИС. 3

ОТ МЕХАНИЗАЦИИ К ЦИФРОВИЗАЦИИ СОРТИРОВОЧНОЙ СТАНЦИИ



ШАБЕЛЬНИКОВ

Александр Николаевич,

АО «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте», заместитель генерального директора, директор Ростовского филиала, профессор, д-р техн. наук



ОЛЬГЕЙЗЕР

Иван Александрович,

АО «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте», главный инженер центра инновационных и интеллектуальных технологий Ростовского филиала, канд. техн. наук



РОГОВ

Станислав Александрович,

АО «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте», заместитель начальника отдела АТП СС Ростовского филиала, канд. техн. наук

Ключевые слова: малолюдные технологии, динамическая модель, эффективность работы, системы автоматизации, график исполненной работы, цифровая станция

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы перехода на малолюдные технологии в работе сортировочных станций, приводятся примеры их внедрения. Предлагается объединить разрозненные системы автоматизации станционных процессов в единый цифровой комплекс, реализующий единую модель подвижных единиц в пределах сортировочной станции в реальном времени на основании данных «от колеса». Это позволит строить график исполненной работы (ГИР) только на основании фактических данных, повысить оперативность и качество принимаемых управленческих решений.

■ В соответствии со стратегическими целями развития ОАО «РЖД» в компании поставлены задачи повышения производительности труда, сокращения эксплуатационных расходов, перехода работы сортировочных станций на малолюдные технологии работы с повышением безопасности технологических процессов формирования/расформирования составов.

В настоящее время работа сортировочных станций оценивается на основании количественных и качественных показателей, например, количества переработанных в единицу времени вагонов или поездов, времени обработки вагона на станции, его простоя и др. Для повышения эффективности сортировочную работу необходимо концентрировать на крупных сортировочных станциях сетевого и регионального значения, на которых должна быть обеспечена высокопроизводительная переработка вагонов и выполнение нормативов простоя вагонов.

В компании совместно со специалистами

АО «НИИАС» проведена большая работа по внедрению современных малолюдных технологий в работу сортировочных горок. В прошлом году на станции Челябинск-Главный Южно-Уральской дороги внедрен проект цифровой сортировочной горки, характерными особенностями которой являются:

- динамическая модель состояния всех напольных устройств и расположения подвижного состава на горке в режиме реального времени;

- широкое применение безбумажных технологий и минимизация ручного ввода информации;

- управление процессом отпуска, в том числе и параллельного, в одно лицо;

- надвиг и отпуск состава в режиме МАЛС БМ (без машиниста).

Горочный комплекс, функционирующий на станции Челябинск-Главный в автоматическом режиме под управлением КСАУ СП, и автоматическое управление горочным локомотивом системой маневровой автоматической локомотивной сигнализации без

машиниста МАЛС БМ получили высокую оценку генерального директора ОАО «РЖД» О. В. Белозёрова.

Для минимизации ручного ввода информации о накоплении составов и перестановках в парке формирования специалисты института и Центра информационных технологий на транспорте организовали расширенный обмен данными между комплексной системой автоматизации управления сортировочным процессом КСАУ СП и автоматизированной системой управления станционной работой АСУ СТ. Примером безбумажной технологии является разработанное мобильное приложение [1] для создания электронного динамического сортировочного листа на экране планшетов (рис. 1).

На сортировочной горке станции Инская Западно-Сибирской дороги опробован опытный образец интеллектуального электронного горочного пульта. Такой пульт позволяет управлять процессом роспуска составов на горке любой мощности и конфигурации в одно лицо. При этом исключаются ошибки, связанные с человеческим фактором, за счет проверки ручных вмешательств на корректность и допустимость. Примеры экранных форм пульта приведены на рис. 2 (а, б).

Наращивание перерабатывающих мощностей сортировочной станции при увеличивающемся вагонопотоке требует комплексного анализа выполнения отдельных технологических процессов.

В настоящее время на сети дорог действует система АСУ СТ, обеспечивающая ведение поездной и вагонной модели сортировочного процесса, формирование основных показателей работы сортировочных станций, в том числе данных по расчлененному простоя. Существенным недостатком этой системы, вносящей значительные искажения в формируемые показатели и ограничивающей эффективность автоматизированного планирования работы, является ручной ввод информации о технологических операциях.

На многих сортировочных станциях сети дорог внедрены различные устройства и системы автоматизации и централизации контроля и управления, например, система автоматической идентификации подвижного состава САИ ПС, подсистемы горочного комплекса КСАУ СП, МАЛС, автоматизированная система коммерческого осмотра поездов и вагонов АСКО ПВ, системы технической диагностики и мониторинга АДК-СЦБ, АПК ДК и др. Ни одна из них не формирует полноценную адекватную вагонную и поездную модель станции в реальном времени. Это связано с тем, что информация в каждой из перечисленных систем неполная и несамодостаточная. Так, например, САИ ПС отслеживает вагоны на входе и выходе станции, но не фиксирует вагоны, не оборудованные идентификационными датчиками. Система МАЛС контролирует маневровые локомотивы, оснащенные соответствующей бортовой аппаратурой, горочный комплекс КСАУ СП – зону горки и сортировочного парка и др.

В целях повышения эффективности работы сортировочных станций и надежности работы систем ЖАТ [2], а также достижения целевых уровней показателей развития ОАО «РЖД» в соответствии со «Стратегией развития железнодорожного транспорта Российской Федерации до 2030 г.» специалисты института предлагают инициировать проект по интегрированию

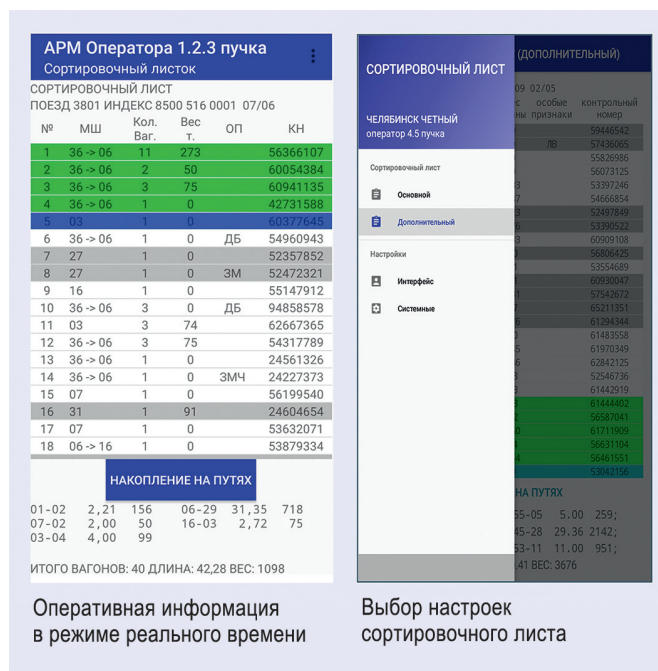


РИС. 1

разрозненных систем автоматизации сортировочных процессов в единый комплекс для организации цифровой станции.

Необходимо создать систему, которая обобщит исходную информацию от всех действующих на сортировочной станции систем автоматизации и централизации, проверит ее на непротиворечивость, устранил избыточность информации и сформирует в режиме реального времени текущую поездную и вагонную модель на основе данных «от колеса».



РИС. 2



РИС. 3

Среди ключевых принципов построения этой системы можно выделить следующие:

- покрытие станционных парков устройствами контроля, которые позволяют вести достоверную цифровую модель станции;

- подключение в сеть всех устройств, механизмов и подвижных единиц, а также непрерывный мониторинг их состояния и местоположения работников станции в опасной зоне;

- непрерывное ведение цифровой модели станции с указанием фактического состояния напольных устройств, расположения подвижного состава, локомотивов.

Такая система позволит повысить эффективность функционирования сортировочной станции за счет выявления «узких» мест в ее работе и скрытых резервов в организации технологического процесса, сокращения до минимума ручного ввода информации и уменьшения ее искажения, предоставления оперативных данных о текущей технологической ситуации оперативно-диспетчерскому персоналу в реальном времени для быстрой реализации принимаемых решений, а также обеспечения руководства аналитическим материалом для принятия мер по изменению технологии работы станции с целью повышения основных технологических показателей.

Цифровая сортировочная станция осуществит комплексную автоматизацию контроля технологических операций в реальном времени на основе интеграции систем низовой автоматики и информационно-планирующего уровня; исключения ручного ввода информации по операциям, связанным с перемещением подвижных единиц в пределах станции и с переключением режимов соответствующего технологического оборудования; оптимизации ручного ввода информации о технологических операциях, начало и окончание которых фиксирует на АРМ оперативно-диспетчерский или эксплуатационный персонал.

Создание цифровой станции обеспечит введение единой модели подвижных единиц в пределах сортировочной станции в реальном времени на основании данных «от колеса» [3], предоставление информации о местоположении подвижных единиц для систем автоматического управления техническими средствами и аналитических данных о сортировочном процессе

на основе протокольной информации за заданный период времени. Общий вид модели размещения подвижных единиц на станции Бекасово-Сортировочная в системе контроля и подготовки информации о перемещениях вагонов и локомотивов в реальном времени представлен на рис. 3.

Благодаря цифровизации сортировочных процессов можно будет предотвращать превышение основных нормативных показателей работы станции, оперативно контролировать состав принимаемых и отправляемых поездов, соответствие фактического состава поезда натурному листу. В результате сократится время простоя вагонов. Благодаря контролю местоположения персонала повысится безопасность его работы в опасных зонах.

Цифровая станция за счет ведения динамической цифровой модели позволит строить ГИР только по фактическим данным. Операторы станционного технологического центра будут лишь корректировать введенную информацию в случае отсутствия автоматизированных средств контроля. При этом операторы не смогут изменить в ГИР физические параметры технологического процесса (дислокацию подвижного состава, контрольные сигналы начала/окончания технологических операций). Это позволит повысить оперативность и качество принимаемых решений.

Информация для формирования электронного ГИР будет передаваться в любую существующую систему управления эксплуатационной работой сортировочной станции АСУ СТ, а при ее отсутствии или невозможности приема и обработки основной блок моделирования цифровой станции реализует построение ГИР и предоставит необходимую информацию на АРМах дежурного по станции, поездного диспетчера, дежурного по горке.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ольгейзер И.А., Рогов С.А., Жальский М.А. Расширение возможностей КСАУ СП // Автоматика, связь, информатика. 2017. № 1. С. 24–25.
2. Шабельников А.Н., Ольгейзер И.А. Требования безопасности и методы контроля работоспособности систем ЖАТ на сортировочных горках // Автоматика, связь, информатика. 2017. № 2. С. 30–32.
3. Шипулин Н.П., Шабельников А.Н. Комплексная автоматизация и механизация станционных процессов // Автоматика, связь, информатика. 2017. № 10. С. 5–7.



ЛУКАЦКИЙ
Алексей Викторович,
ООО «Сиско Солюшенз»,
бизнес-консультант
по безопасности

УДК 004 : 656.2

КОНЦЕПЦИЯ АКТИВНОЙ КИБЕРОБОРОНЫ ДЛЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Ключевые слова: информационная безопасность, кибербезопасность, концепция активной киберобороны, киберзащищенность, защита информации, хакеры, архитектура безопасности, вредоносный код, угрозы, threat intelligence

Аннотация. В статье рассматривается стратегия построения информационной безопасности железных дорог, позволяющая учесть модель потенциального нарушителя – от начинающего одиночки до спецслужбы иностранного государства. Представлено пять сценариев концепции активной киберобороны. В соответствии с первым сценарием необходимо выстроить правильную ИТ-архитектуру и применить уже имеющиеся элементы информатизации. Во втором – начинают использоваться традиционные средства защиты в пассивном режиме, при котором не требуется постоянное участие человека. В третьем – к инструментам предыдущего сценария добавляется глубокая аналитика и активное вовлечение человека в процесс принятия решений в области безопасности. Четвертый сценарий подразумевает более высокие компетенции – выстраивание процессов Threat Intelligence и Threat Hunting, в пятом – предусмотрен переход от оборонительной тактики к наступательной. Обычно на этом этапе идентифицируются не просто атаки, а уже сами атакующие, против которых затем реализуются различные мероприятия.

■ Опыт участия в проектах информатизации железных дорог во многих странах показывает, что представители служб информационной или, как говорят, кибербезопасности нередко считают, что компьютерные сети, задействованные в обеспечении безопасности движения поездов, отделены от внешнего мира, а хакеры ничего не понимают в протоколах обмена данными. Результат такого подхода – недостаточность финансирования задач обеспечения информационной безопасности (ИБ) критической инфраструктуры. К тому же до недавнего времени в России за халатное отношение к вопросам ИБ юридической ответственности не предусматривалось, а поправки в Уголовный кодекс еще не вступили в полную силу. Согласиться с таким положением дел трудно.

Рассмотрим другую сторону этого вопроса. Во-первых, решений по ИБ для промышленных сетей, в том числе и железнодорожных, практически нет. На рынке кибербезопасности только начали появляться первые промышленные межсетевые экраны и системы обнаружения атак, адаптированные к отраслевой специфике.

Во-вторых, производители железнодорожных средств автоматизации не проявляют активность в этом направлении. Да и к кибербезопасности своих разработок они относятся не с должным внимани-

ем, чего не скажешь о безопасности транспортной, включающей различные системы видеонаблюдения, контроля доступа, поиска взрывчатки и др. Это связано с тем, что производители практически не сталкивались с негативными проявлениями в данной сфере. Однако недавняя эпидемия WannaCry дала понять, что не исключены инциденты и в промышленных сетях, которые не защищены должным образом от вмешательства извне.

Наказание за неисполнение давно утвержденных требований [1] по защите информации пока не применяется. Принятое законодательство о безопасности критической информационной инфраструктуры [2], устанавливающее уголовную ответственность за несоблюдение мер безопасности, может переломить ситуацию после вступления в силу 01.01.2018 г. поправки [3] в Уголовный Кодекс РФ.

Грядет переломный момент, требующий новых подходов к кибербезопасности железнодорожной информационной инфраструктуры. Необходимо учитывать изменяющийся ландшафт киберугроз и новые требования нормативных актов, число которых активно растет.

Как же правильно строить «линию обороны»: сразу закупить средства защиты на многие десятки и сотни миллионов рублей или поэтапно реализовывать защитные меры?

В решении этого вопроса поможет концепция активной киберобороны. Она состоит из пяти последовательно реализуемых сценариев, позволяющих наращивать защитный потенциал в зависимости от требуемого уровня защиты и разработанных моделей нарушителя и угроз для железнодорожного транспорта (рис. 1).

Первый сценарий подразумевает правильную архитектуру, являющуюся базисом системы защиты. Речь идет об ИТ-архитектуре железнодорожных технических средств и правильном применении уже имеющихся элементов информатизации, которые должны составить основу для дальнейших действий по повышению киберзащищенности.

Что касается промышленных сетей, обслуживающих железнодорожный транспорт, то тут необходимы сегментирование, управление цепочками поставок оборудования и запчастей, техническая поддержка, устранение уязвимостей, управление патчами и обновлениями и др. Такой подход, даже не всегда относящийся непосредственно к процессу защиты, является основой, задающей тон всем последующим сценариям. Это наименее затратный, но при этом самый эффективный защитный сценарий. Он задействует встроенные механизмы ИБ на уровне сетевой инфраструктуры железной дороги (сегментирование, 802.1x или Port Security, VLAN и др.), системы управления базами данных (СУБД), операционные системы и приложения, отвечающие за управление транспортными процессами.

Если вспомнить историю с нашумевшим вирусом WannaCry, то предотвратить его можно было путем своевременного обновления уязвимой операционной системы Windows и отключения на периметре компьютерной сети ряда портов, через которые вредоносная программа и попадала внутрь. Эти очень простые действия помогли бы избежать наступивших по всему миру негативных последствий – приостановки движения транспорта, срывов расписаний движения поездов и контрактных обязательств, выключения табло на вокзалах и др.

При втором сценарии начинают использовать традиционные средства защиты, но в пассивном

режиме. Речь идет не об офисных, а об адаптированных к специфике промышленных сетей решениях. Здесь подразумевается поддержка протоколов этих сетей, работа с десятками и сотнями тысяч сенсоров и датчиков промышленных устройств, работающих в агрессивных средах с расширенным влажностным или температурным диапазоном, выполнение требований по временным задержкам и др. Именно этот сценарий обычно лучше всего описывается в различных нормативных документах – американском NIST Cyber Security Framework, российском 31-м приказе ФСТЭК [1], локальных нормативных актах или стандартах (например, СТО РЖД 02.049-2014 [4]).

Пассивной такая защита называется потому, что не требует постоянного участия человека. По сути речь идет об установке различных средств защиты, которые работают в соответствии с заданными, зачастую статическими политиками в автоматическом режиме. К ним относятся промышленные межсетевые экраны, системы обнаружения атак, антивирусы, системы контроля доступа (NAC) и защиты оконечных устройств (HMI, серверов МПСУ и др.).

К сожалению, многие транспортные предприятия на этом этапе прекращают дальнейшее развитие кибербезопасности, считая, что выполнение таких мероприятий – это все, что нужно для отражения современных атак и действий внутренних нарушителей. Однако это не так.

При использовании первых двух сценариев система защиты реализуется посредством правильно выстроенной архитектуры и дополнительных технических решений по безопасности. **Третий сценарий** подразумевает активное вовлечение человека в процесс защиты, интеллект которого должен поднять безопасность на более высокий уровень. При таком сценарии начинается тестирование защищаемой системы на проникновение, позволяющее выявить слабые места. Внедряются решения по мониторингу аномальной активности, системы управления журналами регистрации событий и другой инструментарий для управления инцидентами.

Все это подразумевает непрерывное участие высококвалифицированного персонала, который способен обнаруживать то, что пропускается традиционными средствами сетевой безопасности. Специалист должен анализировать происходящее в компьютерном окружении и искать в нем проявления вредоносной активности. Указанный процесс нельзя путать с детектированием, реализуемым антивирусами.

Таким образом, на этом этапе к инструментам второго сценария добавляется глубокая аналитика и активное вовлечение человека в процесс принятия решений в области безопасности.

Грань между третьим и **четвертым сценариями** достаточно условна. Последний подразумевает более высокие компетенции – выстраивание процессов Threat Intelligence и Threat Hunting. При этом разрозненные следы несанкционированной активности, обнаруженные на предыдущем этапе, аккумулируются в индикаторах компрометации (IoC), бюллетенях и отчетах об угрозах, а также формализованном описании угроз.

Такую информацию можно предоставлять широкой общественности или распространять только внутри железнодорожной (транспортной) отрасли

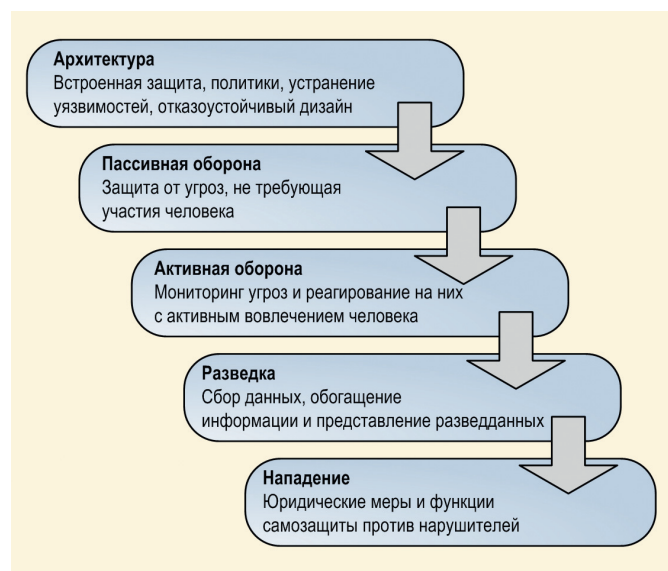


РИС. 1

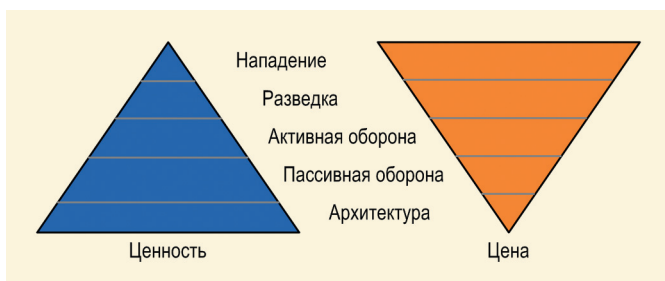


РИС. 2

между различными предприятиями. Делается это с помощью специально созданных центров распространения информации об угрозах (ISAC, CERT, CSIRT). К указанным центрам относится государственная система обнаружения, предотвращения и ликвидации последствий компьютерных атак (ГосСОПКА), созданная Федеральной службой безопасности. Подключение к ней является обязательным для всех субъектов, в том числе и железных дорог, владеющих критической информационной инфраструктурой.

В пятом сценарии происходит переход от оборонительной тактики к наступательной, что несколько противоречит смыслу термина «защита информации». Обычно на этом этапе идентифицируются не просто атаки, а уже сами атакующие, против которых затем реализуются различные мероприятия. К ним относятся уголовное преследование, перехват управления командными серверами вредоносных программ (C&C), разделегирование (прекращение существования) вредоносных доменов и др. Этот сценарий нечасто встречается в практике и применяется скорее на государственном уровне или монополистами, имеющими соответствующие возможности и ресурсы не только для собственной защиты, но и для нападения на атакующих.

Чем дальше мы продвигаемся по концепции активной киберобороны, тем больше ресурсов (временных, людских, финансовых) нам требуется (рис. 2). При этом уровень оборонительных возможностей будет возрастать непропорционально затратам. Например, в нашей компании около половины бюджета, выделенного на информационную безопасность, тратится на борьбу всего с 5 % очень сложных кибератак, которые способны обходить привычные средства защиты.

Очевидно, что далеко не всем нужно стремиться реализовывать последний и предпоследний сценарии обеспечения ИБ на промышленном предприятии. Многие железные дороги, остановившись на втором уровне, не двигаются дальше. Им не нужны аналитические подразделения типа SOCa (Security Operations Center), CSIRT (Computer Security Incident Response Team) и посменно работающие группы аналитиков и специалистов, реагирующих на инциденты. Считается достаточной автоматическая защита с помощью межсетевых экранов, систем обнаружения вторжений и антивирусов. Они пока не сталкивались с целенаправленными сложными угрозами (Advanced Persistent Threat, APT), требующими серьезной аналитики и присутствия человека, поэтому борются с традиционными нарушителями, не относящимися к иностранным спецслужбам или кибертеррористам.

В связи с этим сценарий пассивной ИБ сегодня устраивает большинство предприятий. Они не считают нужным тратить средства на избыточный и редко используемый на практике сервис.

Однако далеко не весь железнодорожный транспорт находится в столь выгодной ситуации. В условиях непростой геополитической ситуации (разработки многими государствами наступательных кибервооружений, отсутствия альтернатив железной дороге в отдельных районах России) некоторые предприятия одними только популярными и разрекламированными средствами защиты обойтись не смогут. Им нужны инструменты для непрерывного мониторинга и люди, способные правильно пользоваться ими. В условиях нехватки квалифицированного персонала эту задачу можно переложить на внешних подрядчиков, обратившись к аутсорсингу кибербезопасности.

По моим оценкам, до 60 % предприятий железнодорожной отрасли сегодня реализуют в той или иной степени только первый архитектурный сценарий. Как ни парадоксально, но в своих офисных сегментах такие организации нередко применяют уже третий, а то и четвертый сценарии концепции активной обороны. Еще 30 % переходят ко второму сценарию, внедряя специализированные, но все же пассивные промышленные средства защиты. И только единицы начинают задумываться о третьем и четвертом сценариях для своих промышленных IoT-сетей.

Следует учитывать, что увеличение количества атак на транспортную инфраструктуру, появление все большего числа специализированных промышленных вредоносных кодов (Stuxnet, BlackEnergy, Havex, Crash Override) и ужесточение ответственности за несоблюдение мер защиты критических информационных инфраструктур могут изменить указанные пропорции в самое ближайшее время. Особенно актуальна эта тема станет при развитии скоростных и высокоскоростных цифровых железных дорог, в том числе и при переходе к беспилотным технологиям на основе стандарта МЭК 62290.

ЛИТЕРАТУРА

1. Об утверждении требований к обеспечению защиты информации в автоматизированных системах управления производственными и технологическими процессами на критически важных объектах, потенциально опасных объектах, а также объектах, представляющих повышенную опасность для жизни и здоровья людей и для окружающей природной среды: приказ ФСТЭК России от 14.03.2014 № 31. URL: <http://base.garant.ru/70690918/#friends>.
2. О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации: федеральный закон от 26.07.2017 № 187-ФЗ. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_220885/.
3. О внесении изменений в Уголовный кодекс Российской Федерации и статью 151 Уголовно-процессуального кодекса Российской Федерации в связи с принятием Федерального закона «О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации»: федеральный закон от 26.07.2017 № 194-ФЗ. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_220891/.
4. СТО РЖД 02.049-2014 Автоматизированные системы управления технологическими процессами и техническими средствами железнодорожного транспорта. Требования к функциональной и информационной безопасности программного обеспечения. Порядок оценки соответствия.



МИХНЕНКО
Олег Евгеньевич,
Российский университет
транспорта (МИИТ), кафедра
«Экономическая информатика»,
профессор, д-р эконом. наук

ЦИФРОВАЯ ЭКОНОМИКА: ЧТО ЭТО ТАКОЕ?

Впервые понятие «цифровая экономика» предложил американский информатик Николас Негропonte в 1995 г. Сегодня введение в оборот данного термина в нашей стране определяется необходимостью расширения работ по развитию информационного общества. В связи с этим, Указом Президента РФ утверждена «Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 гг.», в которой определяются цели, задачи и меры реализации внутренней и внешней политики России в сфере применения информационных и коммуникационных технологий. Они направлены на развитие информационного общества, формирование национальной цифровой экономики, обеспечение национальных интересов и реализацию стратегических национальных приоритетов.

■ Как элемент системы высокоразвитого информационного общества цифровая экономика способна выполнять свои функции при определенном уровне развития информационно-коммуникационных сетей и средств обработки информации, составляющих ее материально-техническую базу. В настоящее время главным элементом цифровой экономики выступает информационно-телекоммуникационная сеть Internet, которая на базе развитых сетевых информационных технологий обеспечивает пользователям доступ к территориально-распределенным информационным и вычислительным ресурсам с помощью специальных телекоммуникационных средств связи. С помощью сети возможен обмен информацией между абонентами (электронная почта, видеоконференции, услуги удаленного доступа, передача файлов и интерактивное общение), а также использование баз данных сети в рамках сетевой службы WWW (World Wide Web) – просмотр любых данных, хранящихся в компьютерах сети, через систему связывающих их гиперссылок.

Сеть включает в себя взаимосвязанные коммутиационные центры – хост-компьютеры, в функции которых входит хранение, предоставление доступа к информации и управление ее передачей; подключенные к ним локальные сети и персональные компьютеры, которые являются и поставщиками информации, и ее потребителями; каналы высокоскоростной телефонной и спутниковой связи, обеспечивающие взаимодействие между хост-компьютерами.

Как информационно-коммуникационную основу цифровой экономики сеть Internet определяют ее доступность в границах определенных регионов (городов) или страны в целом; быстроедействие системы информационно-коммуникационных комплексов; защита информации, обеспечивающая физическую целостность информации; предотвращение подмены элементов информации и несанкционированного доступа; использование

передаваемых данных только в соответствии с оговоренными сторонами условиями. Высокий уровень этих параметров способствует увеличению объемов накапливаемой, хранимой и обрабатываемой информации, сосредоточению в автоматизированных банках и локальных базах данных информации различного назначения и принадлежности, расширению круга пользователей, имеющих непосредственный доступ к ресурсам информационных технологий и информационной базы, а также автоматизации коммутиационного обмена информацией, в том числе на большие расстояния.

Учитывая это, утвержденная стратегия и принятая Правительством на ее основе Программа «Цифровая экономика» в качестве важнейшей задачи определяет, во-первых, формирование и развитие российского сектора в составе всемирной сети Internet, а во-вторых, обеспечение возможностей широкополосного доступа к сети населения и организаций практически во всех населенных пунктах (с численностью населения от 250 человек).

Подключение к телекоммуникационным сетям большого числа пользователей создает предпосылки к организованному сбору и хранению систематизированной и несистематизированной информации и обработке данных в интересах конкретных групп пользователей. Такая обработка осуществляется в Центрах обработки данных (ЦОД), реализующих информационные технологии на базе конкретных информационных платформ. Эти платформы создаются как система аппаратных решений, операционной системы, а также прикладных программ и средств для их разработки.

Из-за присутствия в сфере цифровой экономики различных объектов, представляющих крупный, средний и малый бизнес, эффективность сети ЦОД определяется использованием облачных услуг, которые предусматривают доступ к вычислительным мощностям с возможностью внесения оперативных

изменений в зависимости от решаемых задач. Оказываются такие услуги частными облаками, представляющими частные инфраструктуры компаний с обеспечением доступа только внутри компании; публичными облаками, допускающими доступ к своим мощностям всех желающих, и гибридными облаками. Что касается конкретных потребностей, то они реализуются в границах следующих типов облаков:

«программное обеспечение как услуга (SaaS)» – предоставление пользователю программных средств, выполняемых на облачной инфраструктуре. Такой вариант получил наибольшее распространение среди индивидуальных потребителей и объектов малого бизнеса;

«платформа как услуга (PaaS)» – предоставление пользователю для развертывания на облачной инфраструктуре разрабатываемых и приобретаемых приложений с использованием одалживающих инструментов и языков программирования;

«инфраструктура как услуга (IaaS)» – предоставление средств сбора, хранения и обработки данных, сетей и других базовых вычислительных ресурсов, на которых пользователь может развертывать и выполнять произвольное программное обеспечение, включая операционные системы и приложения.

Преимущество «облачных технологий» обеспечивают доступность, мобильность, экономичность, арендность, гибкость, высокая технологичность и надежность. Наибольшее распространение облачные вычисления получили в области маркетинга, управления продажами, обслуживания клиентов и других сферах, обеспечивающих решение всего спектра задач управления взаимоотношениями, начиная с привлечения клиентов и заканчивая кросс-продажами с добавлением специализированных услуг (архивирование важнейших коммерческих данных, поиск и экспорт любимых корпоративных данных, «умный анализ» и др.). В условиях малого, среднего и крупного предпринимательства решение задач развития цифровой экономики неизбежно связано с развитием облачных технологий, дополняемых «туманными технологиями», реализующими обработку данных в сети на конечном оборудовании (компьютеры, мобильные устройства, датчики, смарт-узлы и др.).

Возможности информационных технологий в цифровой экономике как совокупности действий для получения конкретного результата определяются информационными платформами. Используя информационные технологии, на базе универсальных платформ созданы электронные платежные системы и системы электронного документооборота, услуги электронного банка, государственные системы контроля за бюджетными доходами и расходами, услуги населению государственных и муниципальных органов власти. Такие информационные технологии обеспечивают автоматизированное выполнение отдельных функций управления деятельностью корпораций не только в части финансового и управленческого учета. Информационные технологии, реализуемые на специализированных информационных платформах, становятся основой производственного интернета, обеспечивающего функционирование комплексов промышленных устройств, оборудования, систем управления тех-

нологическими процессами без участия человека, а также Интернета вещей.

Расширение масштабов экономики и усложнение ее структуры требует решения новых задач и, как следствие, совершенствования действующих и разработки новых информационных технологий и информационных платформ. На сегодняшний день научный задел делает достижимым решение встающих задач в развитии цифровой экономики за счет прорывных сквозных цифровых технологий в области обработки больших данных (Big Data), нейротехнологии и искусственного интеллекта, систем распределенного реестра (Blockchain), квантовых технологий, робототехники и сенсорики, технологии виртуальной и дополнительной реальности.

На основе сквозных технологий должны вырабатываться направления совершенствования по отдельным отраслям экономики (сферам деятельности), требующим массовых коммуникаций: в сфере здравоохранения; создания «умных городов»; государственного управления, включая контрольно-надзорную деятельность; транспортно-логистических услуг и торгового обслуживания. Это обеспечит улучшение качества жизни граждан, повышение производительности труда и эффективности производства, стимулирование экономического роста, привлечение инвестиций в производственно инновационных технологий, повышение конкурентоспособности страны на мировых рынках, а также обеспечение ее устойчивого и сбалансированного развития.

Для этого в народном хозяйстве должны существенно возрасти масштабы и качество деятельности, в которой данные в цифровой форме являются ключевым фактором производства, а обработка больших объемов данных и использование результатов по сравнению с традиционными формами хозяйствования позволят существенно повысить эффективность во всех аспектах ее проявления. При этом деятельность, функционирующая и развивающаяся в рамках национальной цифровой экономики, требует взаимодействия государства, бизнеса и науки. Такое взаимодействие должна обеспечить сеть национальных компаний-лидеров – высокотехнологических предприятий, развивающих сквозные технологии и управляющих цифровыми платформами, которые формируют вокруг себя системы «стартапов», исследовательских коллективов и отраслевых предприятий.

Успешность решения задач формирования и развития национальной цифровой экономики в этом взаимодействии будет зависеть от результатов, достигнутых в ходе внедрения информационных технологий в конкретных отраслях экономики. В частности, к таким успехам следует отнести создание Цифровой железной дороги.

Но главным для успешного решения задач является понимание того, что формируемое информационное пространство неизбежно заставляет ставить и решать на новом уровне задачи управления экономическим производством, когда нельзя управлять тем, что нельзя измерить.

Измерению в экономике подлежит объективно присущая экономическим явлениям количественная сторона, проявляющая себя в размерах явлений как совокупностей фактов их проявления, в соотношении размеров явлений, в степени проявления

свойств качеств, присущих явлениям на уровне их фактов. В экономике само число как результат измерения количественной стороны качественно определенных явлений и процессов, существующих в конкретных условиях места и времени, дано нам как информационная единица. Она может быть представлена в следующем виде:

количественного признака, как меры конкретного свойства-качества у единичного факта проявления конкретного явления, полученного в результате измерения по количественной шкале со структурой: наименование объекта + время + наименование признака + числовое значение признака;

атрибутивного признака, где значение конкретного признака определяется по номинальной неколичественной шкале со структурой: наименование объекта + время + наименование признака + значение признака по номинальной шкале + 1 – числовое значение скрытого основания;

показателя (статистического), как меры проявления конкретного свойства качества конкретного явления, представленного совокупностью (статистической) фактов его проявления, полученной в результате статистических исчислений, со структурой: наименование объекта + время + наименование показателя + числовая величина показателя.

Работать с такими информационными единицами с использованием современной цифровой техники и современных цифровых технологий можно при условии, что цифровое оформление получают и неколичественные элементы информационной единицы (наименование объекта, наименование показателя (признака), значение атрибутивного признака). Поэтому в информационных процессах в составе информационных единиц такие элементы представлены в виде цифровых кодов, обозначающих упорядоченные в определенных отношениях значения неколичественного элемента. При современном уровне развития вычислительной и коммуникационной техники цифровые коды во многом обеспечивают высокие скорости при высокой надежности процессов формирования, сбора, хранения, передачи и обработки информации.

Почему управление невозможно там, где нет измерения? Всякое управление есть целенаправленное воздействие на параметры функционирования управляемого объекта. При необходимости сохранения его качественной определенности речь может идти только о количественных параметрах, которые способны изменяться в определенных пределах, реагируя и на самые незначительные воздействия. В связи с этим возникает необходимость измерять во всех отношениях (само по себе, во взаимосвязи и взаимоотношениях с другими) воздействия при выработке и принятии управленческого решения, а также целенаправленные изменения как результат его реализации.

Известный в теории управления принцип парности категорий «управление» и «информация» работает при условии, что информация представляет собой образ управляемого объекта. Но принятие качественного управленческого решения, обеспечивающего эффективное функционирование экономического объекта, возможно только, когда образ будет высокоадекватным.

Решение проблем принятия управленческого

решения и управления экономическими объектами в целом должно учитывать следующее. Во-первых, объектом управления выступают явления, данные нам как множество фактов их проявления. В поведении последних проявляется как общее – носитель «рационального», так и индивидуальное, придающее поведению факта свойства «иррациональности». Во-вторых, для управления поведением соответствующей системы взаимосвязанных и взаимосвязанных явлений и процессов, подчиняющихся законам рационального, требуются знания о рациональном, учитывая, что индивидуальное по отношению к общему выступает как случайное. Поэтому в процессе принятия управленческих решений формируется и преобразуется статистическая информация.

Функционирование любого управляемого экономического объекта – это целостная система взаимосвязанных явлений и процессов различной степени сложности. Отразить такой объект способно соответствующее множество показателей. Однако его образом может выступать лишь система показателей – их организованное множество, на котором установленные связи и отношения как отражение объективных связей и отношений между явлениями и их свойствами получают строгое математическое описание в форме уравнений связи.

В процессах управления система показателей может выполнять свою роль, если она сама строится как информационная модель соответствующего явления. Например, информационная модель производительности труда на предприятии в символической форме имеет следующий вид:

$$B = \frac{F_{0ak} \cdot \frac{1}{(1 + f_{sp}) \cdot t_{eN}} \cdot (\bar{t}_d^n - \sum_p \bar{t}_d^{nrb,p} + \bar{t}_d^{sur}) \cdot (\bar{T}_g^{max} - \sum_p \bar{T}_g^{nrb,p})}{1 + \sum_k K_p^k},$$

где в числителе представлены явления, определяющие производительность труда рабочих, а именно:

F_{0ak} – фондоотдача комплекса активных основных средств;

f_{sp} – оснащенность комплексом пассивных основных средств;

t_{eN} – трудоемкости эксплуатации и содержания общего комплекса основных средств;

\bar{t}_d^n – средняя продолжительность рабочего дня рабочего по норме;

$\bar{t}_d^{nrb,p}$ – среднее неотработанное время по р-й причине за рабочий день рабочего;

\bar{t}_d^{sur} – средняя сверхурочная продолжительность рабочего дня рабочего;

\bar{T}_g^{max} – средняя максимально возможная продолжительность рабочего года рабочего;

$\bar{T}_g^{nrb,p}$ – среднее неотработанное время рабочего года по р-й причине;

в знаменателе K_p^k – относительная численность иного k-й категории персонала (руководители, специалисты, служащие).

Такая информационная модель наделена следующими функциями:

информативной за счет высокоорганизованного наблюдения за целенаправленным поведением явлений – объектов управления на основе системы показателей с выходом на измерение происходящих изменений;

объяснительной, необходимой в условиях, когда целенаправленное поведение объекта управления определяется множеством причинно-следственных связей;

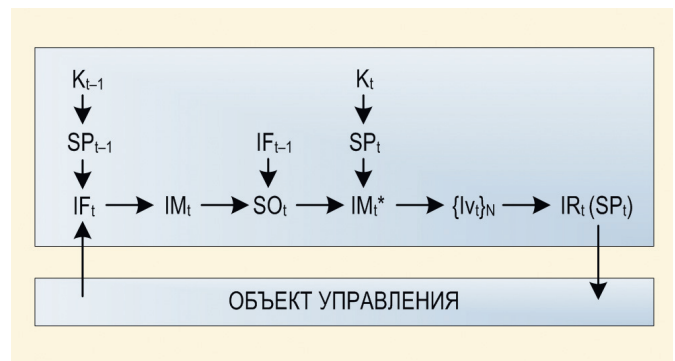
эвристической, реализуемой в порядке всестороннего изучения параметров механизма действия, представленных конкретными причинно-следственными зависимостями законов и закономерностей и определяющих поведение объекта управления в конкретных условиях места и времени;

прогностической, связанной с определением последствий изменений в поведении объекта управления как вследствие проявления основной тенденции развития со всеми присущими ей особенностями, так и вследствие реализации конкретных мероприятий в порядке осуществления той или иной политики, рассчитывая ожидаемые значения показателей – оценок изменения за счет конкретных факторов, включая фактор времени.

Реализация этих функций дает нам новые знания на строгом языке чисел, мер и весов в части того, что произошло, почему произошло так, а не иначе, с какой интенсивностью действуют законы и закономерности, и какие последствия будут иметь те или иные изменения. Источником этих знаний выступает моделирование на числовой модели, при котором, изменяя значения факторных показателей, можно отследить реакцию в виде нового значения результативного. В результате в случае управления экономическими объектами принцип парности категорий «управление» и «информация» необходимо дополнить принципом парности категорий «управленческое решение» и «информационная модель».

При всем многообразии факторов, определяющих эффективность функционирования экономических объектов, решающую роль играет качество управления, которое определяется качеством принимаемых и реализуемых управленческих решений. Каждое из них существует как элемент целостной системы, структуру которой определяют структура экономического объекта как большой системы управления, система функций управления в их иерархии, последовательность управленческих циклов, когда данное решение принимается с учетом реализации предшествующих. Само управленческое решение выступает как результат реализации информационного процесса управленческого цикла, информационная система которого представлена на рисунке.

Здесь K_{t-1} – показатель как мера критерия эффективности функционирования объекта в предшествующем управленческом цикле, SP_{t-1} – система показателей функционирования объекта как основа наблюдения за реальными процессами, IF_t – информация наблюдения за целенаправленным поведением объекта (информация обратной связи), IM_t – информационная модель функционирования объекта, построенная на основе критериального показателя, SO_t – оценки влияния факторов на уровень критериального показателя, представляющего многофакторное явление, K_t – показатель как мера критерия эффективности функционирования объекта, принятого в данном управленческом цикле, SP_t – система показателей эффективности функционирования объекта и определяющих ее факторов, IM_t^* – информационная модель критериального показателя данного



управленческого цикла, $\{IV_t\}_N$ – варианты поведения объекта в результате осуществления конкретных наборов мероприятий по повышению эффективности функционирования объекта в виде информационной модели критериального показателя, выступающего как оценка варианта, IR_t – информация принимаемого управленческого решения как система показателей отобранного варианта.

Из анализа структуры информационной системы управленческого цикла видно, что качество управленческого решения определяется качеством организованного множества статистических показателей.

Качество статистического показателя как элемента этого множества определяет строгое соблюдение требований предметности, точности и конкретности. Это позволяет исключить использование фиктивных показателей, представляющих то, чего нет по существу, с данными количественными характеристиками, а также однообразное в условиях объективного разнообразия.

Обращение к информационным и коммуникационным технологиям цифровой экономики следует рассматривать как возможность конструирования новых показателей, пересмотра содержания действующих показателей, методологии их получения и в конечном итоге их использования в наблюдении за реальными явлениями и процессами. В результате это должно обеспечить адекватное отображение эффективности функционирования экономического объекта во всех аспектах ее проявления.

Качественные статистические показатели выступают основой построения информационной модели управляемого объекта. Но информационная модель становится адекватным образом объекта, если ей присущи свойства полноты, глубины и точности отражения механизма действия причинно-следственных связей и отношений. Это можно обеспечить, учитывая, что функционирование экономического объекта будет представлено как целостная система взаимосвязанных и взаимообусловленных явлений, поведение которых должно быть отражено на определенном уровне их сущности, а сам объект есть элемент в составе объекта более высокой степени общности.

Как следствие, информационные технологии цифровой экономики должны обеспечить формирование, а в последующем использование отвечающих предъявляемым требованиям систем информационных моделей высокой степени адекватности, в которых конкретная модель экономического объекта имеет структуру, сложность которой соответствует его сложности как объекта управления, и учитывает, что

управлять объектом любой сложности можно только путем воздействия на его элементы. Взаимосвязь систем информационных моделей при этом должна отражать объективную реальность, при которой эффективность поведения экономического объекта конкретной степени общности определяет эффективность поведения входящих в его состав элементов.

Значимость исчисления оценок влияния факторов определяется следующими моментами. Факторы, представленные в информационной модели эффективности функционирования конкретного объекта, оказывают разное влияние на степень достижения цели функционирования, выступая в качестве факторов негативного или позитивного влияния, вызывающих незначительные, существенные или решающие изменения. Кроме того, представляя явления технического, технологического, организационного, экономического и социального характера, факторы определяют возможность использования мер результативности проведения соответствующей политики с позиций достижения цели функционирования экономического объекта.

При наличии системы информационных моделей эффективности функционирования объектов различной степени общности становится возможным оценить результативность функционирования конкретного объекта с позиции эффективности элементов, входящих в его состав, а также с позиции функционирования экономических объектов более высокой степени общности. В дальнейшем сама величина влияния факторов рассматривается как результат действия в определенных условиях конкретных законов и закономерностей, механизмы которых представляют причинно-следственные связи с определенными параметрами.

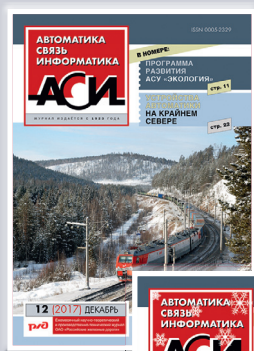
Отдельный вариант управленческого решения дается в виде системы показателей – информационной модели для такой управленческой ситуации, которая возникает при осуществлении конкретного набора мероприятий, приводящих к изменениям значений

факторных показателей. Тем самым рассматриваемый конкретный набор мероприятий получает соответствующую характеристику, включающую ожидаемое значение результативного показателя, в том числе критериального для данного объекта, а при необходимости и критериального показателя для объекта более высокого уровня. Таким образом, намечаемые мероприятия получают свою оценку, которая выступает как оценка варианта управленческого решения. Тогда принятие управленческого решения основано на выборе наиболее рационального варианта, который оформляется как значения целевых показателей, определяющих условия деятельности в конкретных условиях и качество функционирования конкретных явлений различной степени общности в их системе.

Но для принятия рациональных управленческих решений современные цифровые информационные технологии должны на основе систем числовых информационных моделей различной степени сложности обеспечить выполнение всего разнообразия вычислительных и иных информационных процессов, включая процессы с сетевой или циклической структурой, связанные как с непосредственными расчетами реакции критериальных показателей на конкретные изменения факторных, так и оптимизационными расчетами и с выходом на количественные оценки рациональных решений.

Реальность цифровой экономики будут определять современные цифровые информационные технологии, обеспечивающие высокую скорость и надежность процессов преобразования больших объемов данных в управлении экономикой как большой системой управления, исходя из понимания, что об эффективной экономике можно говорить как о числовой экономике. В такой экономике в процессах выработки и реализации управленческих решений основная роль отводится числу как мере количественной стороны качественно определенных явлений.

**Подписаться на бумажную версию журнала
«АВТОМАТИКА, СВЯЗЬ, ИНФОРМАТИКА»
теперь можно, не выходя из дома, по выгодным ценам!!!**



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 286 руб. 99 коп.



Оформить онлайн подписку также можно через наш сайт 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 230 руб. 23 коп.

Реквизиты ЦНТИБ:

Банк ВТБ (ПАО), г. Москва, БИК 044525187, к/с 30101810700000000187, р/с 40702810199993174037
Получатель: ЦНТИБ 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.

**БРИТВИН****Максим Александрович,**

Российский университет
транспорта (МИИТ), Институт
экономики и финансов, кафедра
«Экономическая информатика»,
ассистент

УДК 336.7

ТЕХНОЛОГИЯ ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ **BLOCKCHAIN**

Ключевые слова: Blockchain, Smart contracts, децентрализованная обработка данных

Аннотация. В данной статье рассмотрены вопросы хранения данных в Blockchain, представлены фундаментальные принципы функционирования алгоритма построения цепочки блоков, а также выделены типовые архитектуры систем хранения данных Blockchain. Разобраны возможности эффективного применения Blockchain для осуществления автоматизированного анализа выполнения умных контрактов и их влияния на систему в режиме реального времени.

■ За последние десятилетия объемы данных, накопленные в различных сферах (здравоохранение, финансы, энергетика, транспорт, медицина и другие отрасли), увеличиваются в геометрической прогрессии. Такой рост связан с повышением технологического уровня и постоянным внедрением инноваций, что приводит к увеличению количества различных сенсоров и датчиков, которые позволяют получать первичную информацию. Кроме того, регистрируемая информация изменяется на качественном уровне. Следовательно, возникает потребность в хранении, передаче, обработке и анализе многомерных массивов больших данных [1].

Blockchain – это технология надежного распределенного хранения достоверных записей о транзакциях. Blockchain представляет собой цепочку блоков данных, объем которой растет по мере добавления новых блоков с записями самых последних транзакций. Это хронологическая база данных, т.е. такая база, в которой время записи неразрывно связано с самими данными, что делает ее некоммутативной [2].

Blockchain позволяет осуществлять надежные децентрализованные транзакции с регистрацией, не требующей подтверждения центральной организации. В основе разработки хранилища данных типа Blockchain лежат следующие принципы [2]:

- децентрализация;
- открытость;
- защищенность;
- невозможность изменить единжды внесенные в систему данные.

Пользователи Blockchain образуют сеть вычислительных центров, на каждом из которых хранится копия данных цепочки блоков. Blockchain представляет собой последовательно связанную цепочку блоков данных. Следовательно, каждый новый пользователь повышает надежность системы. Представленная архитектура системы позволяет свести к минимуму риски отключения и взлома Blockchain. Следует отметить принцип открытости системы, который обеспечивается предоставлением доступа к данным для всех блоков цепочки и, таким образом, все данные, хранимые в Blockchain, проверяемы.

Обеспечение защиты данных в Blockchain осуществляется с помощью шифрования данных с использованием криптографических ключей. Криптографический

ключ представляет собой число с заданным количеством знаков, полученное в результате расчета хэш-функции. Он должен обладать следующими свойствами:

- полностью меняться при изменении хотя бы одного элемента обрабатываемого набора данных;

- не позволять дешифровать данные в обратном порядке (зная ключ невозможно распознать данные, на основе которых производились операции по расчету хэш-суммы);

- быть уникальным (получение такого же ключа невозможно при проведении операции вычисления хэш-суммы на основе другого набора данных).

За счет обеспечения этих условий достигается одновременная защищенность и открытость данных. Все данные Blockchain сохраняются и дублируются на локальных узлах каждого из пользователей.

Существует два типа участников сети: рядовые пользователи и майнеры. Рядовые пользователи генерируют новые записи, содержащие данные о транзакциях. Майнеры, в свою очередь, верифицируют и комплектуют сгенерированные записи в блоки. Далее проверенные блоки выгружаются в сеть и сохраняются на локальных вычислительных узлах рядовых пользователей.

Блок состоит из тела блока и заголовка (рис. 1). Заголовок блока содержит пустое поле, ключ блока, а также ключ блока, предшествующего по цепочке. Необходимо отметить, что все блоки в Blockchain последовательно связаны с помощью криптографических ключей, содержащих хэш-суммы, вычисленные на основании дан-

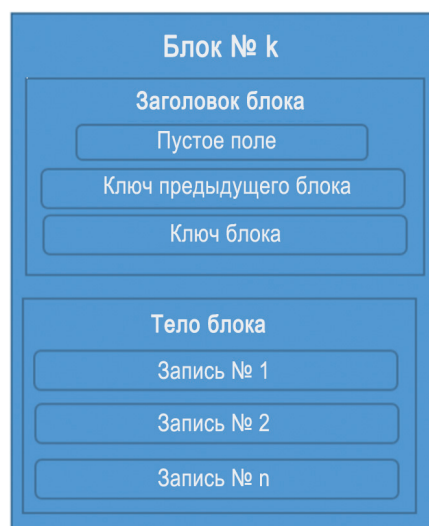


РИС. 1

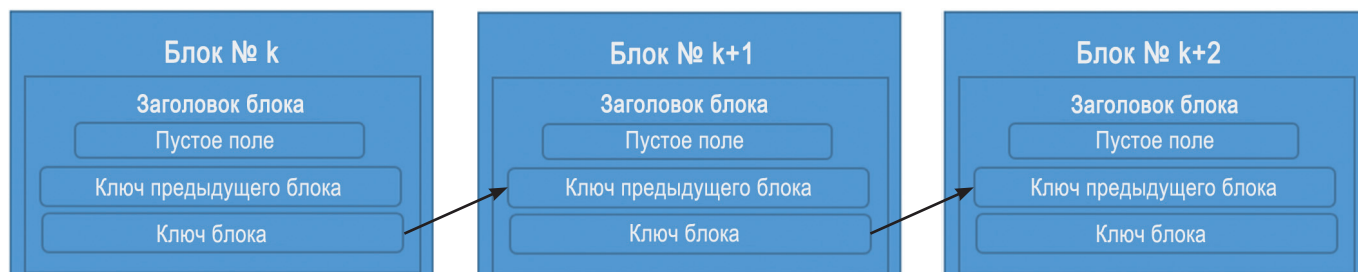


РИС. 2

ных, содержащихся в отдельных блоках (рис. 2).

Таким образом, ключ каждого блока содержит в себе хэш-сумму всех предыдущих блоков, а изменение данных в блоке, встроенного в цепочку, потребует пересчета хэш-сумм всех последующих блоков. Архитектура хранения данных Blockchain сводит риск взлома (подмены либо удаления данных из блоков) к минимуму, так как перерасчет хэш-сумм всех нижестоящих по цепочке блоков требует применения вычислительной мощности, превышающей мощности вычислительных узлов всей системы. Вероятность такого события крайне мала.

Уровень защищенности Blockchain регулируется благодаря наличию требований, предъявляемых к криптографическим ключам. Многозначное число, получаемое в результате подсчета хэш-суммы блока и именуемое криптографическим ключом, должно начинаться с n нулей. Такое требование выполняется путем последовательного изменения содержимого пустого поля.

Для получения криптографического ключа, начинающегося с требуемого количества нулей, могут потребоваться триллионы операций по изменению содержимого пустого поля блока и пересчет итоговой хэш-суммы. При этом вероятность нахождения ключа, удовлетворяющего предъявленным требованиям, остается одинаковой на каждой итерации процесса вычисления ключа.

Все вычислительные узлы пользователей сети, принадлежащих к группе «майнеры», одновременно перебирают варианты содержимого пустого поля и пересчитывают хэш-сумму, пока один из них не получит криптографический ключ с заданным количеством нулей. Пользователь, первым получивший ключ и удовлетворяющий требованию безопасности, зарабатывает криптовалюту, стоимость которой является эквивалентом

сложности вычислений, требуемых для формирования нового блока.

Proof of Work (PoW) – доказательство выполнения работы – является протоколом защиты распределенных систем от хакерских атак, основанным на необходимости выполнения запрашивающей стороной некоторой достаточно сложной длительной работы (PoW-задачи), например вычисления некоторой односторонней функции, результат которой легко и быстро проверяется обслуживающей стороной. Таким образом, временные затраты, необходимые для вычисления криптографического ключа, значительно превышают временные затраты, связанные с проверкой правильности вычислений. Примерами PoW функций являются: хеширование частичной инверсии; функции, основанные на деревьях Меркля, квадратичный вычет и др.

Proof of stake (PoS) – доказательство доли владения – является альтернативным протоколом защиты, при котором вероятность успешного формирования очередного блока в Blockchain для каждого пользователя пропорциональна доле расчетных единиц криптовалюты, принадлежащих конкретному пользователю, от их общего количества в системе.

Централизованный Blockchain с доверенным центром. Система с такой архитектурой передает функции формирования и верификации новых блоков доверенному вычислительному центру, который формирует новые блоки через определенные промежутки времени. Каждому блоку присваивается электронная подпись доверенного центра. Таким образом, каждый пользователь системы имеет возможность убедиться в том, что все блоки цепи были сформированы единым вычислительным центром. Структурные изменения системы управления холдингом предполагают формирование единого корпоратив-

ного вычислительного центра, обеспечивающего управление по бизнес-блокам, а также осуществляющего контроль эффективности деятельности образующих их дирекций, дочерних и зависимых обществ и максимизацию вклада в достижение общих целей [3].

Благодаря использованию централизованного Blockchain с доверенным центром стоимость транзакций может быть минимизирована за счет того, что верификация блоков осуществляется корпоративными вычислительными узлами. На текущий момент системы с такой архитектурой являются более производительными по отношению к децентрализованным (публичным) Blockchain. Это утверждение демонстрирует TPS параметр, который представляет собой параметр, отражающий количество транзакций в секунду (transactions per second), обрабатываемых системой. Системы с единым доверенным вычислительным центром обрабатывают значительно большее количество транзакций в секунду, чем децентрализованные сети.

Децентрализованный Blockchain. В этом случае каждый пользователь обладает возможностью формировать блоки данных. Операции защищаются механизмами криптографической верификации (PoW или PoS). Контроль системы с представленной архитектурой осуществляется одновременно всеми пользователями сети. Перманентное обновление протокола предотвращает нелегитимное изменение данных в блоках. Использование децентрализованной архитектуры Blockchain позволяет разрабатывать децентрализованные приложения с одновременной минимизацией издержек, которые связаны с техническим обслуживанием системы.

Консорциумный Blockchain представляет собой цепочку блоков, при построении которой консенсусный процесс контролируется заранее выбранным набором

вычислительных узлов. Верификация блоков данных выполняется несколькими отдельными узлами. Право читать блок-цепочку может быть общедоступным или ограничено участниками. Единое корпоративное информационное хранилище должно выполнять задачи накопления, агрегации, обработки и предоставления данных о деятельности компании из различных внутренних источников, являясь единой базой данных для всех информационных систем компании либо, если это не представляется возможным, полностью реплицируемой в реальном времени СУБД для других информационных систем [1].

Исходя из этого, можно сделать вывод, что архитектура системы хранения корпоративных данных типа консорциумный Blockchain может быть успешно применена с целью решения описанных задач при одновременном обеспечении открытости и надежности функционирования системы.

Централизованный Blockchain с доверенным центром. В системе с такой архитектурой централизованный вычислительный центр не является полностью доверенным. Для контроля над процессом создания и верификации новых блоков используются дополнительные доверенные хранилища. Криптографический ключ каждого блока сохраняется в доверенном хранилище, которое не зависит от центрального вычислительного узла, что исключает возможность злонамеренного изменения данных в Blockchain. Уровень надежности системы повышается за счет добавления в блоки данных меток времени, сгенерированных независимым доверенным центром, которые содержат время генерации метки и электронную подпись центра, вычисленную на основании хеш-суммы блока и времени метки.

В книге «Блокчейн. Схема новой экономики» выделяются три условные области применения Blockchain [4]:

Blockchain 1.0 – создание криптовалюты с целью обеспечения эффективного функционирования системы переводов и цифровых платежей;

Blockchain 2.0 – умные контракты (приложения в области экономики, рынков и финансов, работающие с различными типами инструментов – акциями, облигациями, фьючерсами, закладными,

правовыми титулами, активами и контрактами);

Blockchain 3.0 – приложения, которые выходят за рамки финансовых рынков и транзакций.

Свойство одновременной прозрачности и защищенности технологии Blockchain привлекает внимание крупных игроков таких отраслей как: финансы, перевозки, здравоохранение, страхование, энергетика и др. В условиях продолжающейся приватизации на региональном железнодорожном транспорте и увеличения числа региональных операторов детальное изучение и рассмотрение использования Blockchain в отрасли перевозок является актуальным.

Также следует отметить, что уровень интеграции железнодорожного транспорта с другими видами перевозок, а также число и комплексность заключаемых контрактов между заинтересованными сторонами неуклонно растет, предъявляя новые требования к существующим методологиям хранения, обработки и защиты корпоративных данных. Эффективность статистической информации, полученной на основе конкретной системы статистических показателей, определяется характером ее использования в анализе для всесторонней оценки функционирования транспортных систем. Эффективность этого анализа зависит от большого количества факторов, представляющих собой явления внешней и внутренней среды, и определяется в процессах принятия управленческих решений, предполагающих прогнозирование развития транспортных систем при реализации конкретных стратегий [5].

Одним из примеров успешного применения Blockchain на транспорте могло бы быть ее использование несколькими операторами с целью хранения подписанных контрактов. Гарантия информационной безопасности и защиты контракта обеспечивается путем перманентного обновления и дублирования на вычислительных узлах всех заинтересованных сторон. Важно отметить, что все бизнес-процессы и события, возникающие при осуществлении контрактных обязательств, могут быть зарегистрированы и оценены с помощью Blockchain. Данная система может способствовать заключению «умных» контрактов, которые способны самостоятельно запускать цепочку бизнес-процессов в Blockchain. Таким обра-

зом, использование технологии Blockchain могло бы позволить автоматизированно осуществлять анализ выполнения контрактов и их влияния на систему в режиме реального времени.

Индустрия финансов предполагает, что технология Blockchain способна полностью изменить традиционные финансовые механизмы и механизмы страхования в течение следующих десяти лет. Архитектура системы хранения данных Blockchain безопасна и надежна из-за своей структуры, нацеленной на максимальное распространение, а также на постоянный анализ и хеширование.

Следует отметить тот факт, что на сегодняшний день вопросы применения технологии Blockchain находятся в фокусе внимания большинства крупнейших ИТ-корпораций. Необходима дальнейшая разработка регламентов применения Blockchain на транспорте и в других отраслях, которая требует совместных исследований специалистов в сферах информационных технологий, внедрения, финансов, а также представителей отдельных отраслей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бритвин М.А., Басанский М.В., Чугумбаев Р.Р. Использование методик интеллектуальной обработки больших объемов данных для повышения эффективности поддержки принятия управленческих решений в транспортной компании // Транспортное дело России. 2016. № 3. С. 75–77.
2. Пряников М.М., Чугунов А.В. Блокчейн как коммуникационная основа формирования цифровой экономики: преимущества и проблемы // International Journal of Open Information Technologies. 2017. Vol. 5, no 6. P. 49–55.
3. Формирование отчетности показателей эффективности деятельности транспортной компании с использованием методов обработки больших данных / М.А. Бритвин, А.С. Бурова, М.В. Басанский, Р.Р. Чугумбаев // Транспортное дело России. 2016. № 3. С. 50–52.
4. Свон М. Блокчейн : Схема новой экономики : пер. с англ. М.: Олимп-бизнес, 2017. 234 с.
5. Михненко О.Е., Бритвин М.А. Программа «ForFits» и ее использование в прогнозировании развития транспортного комплекса // Современные проблемы управления экономикой транспортного комплекса России : конкурентоспособность, инновации и экономический суверенитет : сборник трудов Международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию института экономики и финансов МИИТа, 28–29 мая 2015 г. / МИИТ. М., 2015. С. 276–278.

**ПРИЯТЕЛЬ****Матей,**директор по развитию
бизнеса в России и СНГ
АО «ИскраУралТел»

При развитии технологической связи ОАО «РЖД» должно учитываться расширение функциональности, интеграция в единый комплекс основных видов связи и сервисов, снижение стоимости строительства и эксплуатации, возможность оперативного изменения структуры телекоммуникационной сети при изменениях структуры управления железнодорожным транспортом. Эти задачи решает технология организации Интегрированной цифровой технологической связи (ИЦТС) ОАО «РЖД» с применением пакетной коммутации (IP-технологии). Оборудование ИЦТС производства АО «ИскраУралТел» успешно реализовано на участке Новосибирск – Барабинск Западно-Сибирской дороги и на участке Журавка – Миллерово новой железнодорожной линии в обход Украины.

ЦИФРОВИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СВЯЗИ

■ В настоящее время на сети ОАО «РЖД» для технологической связи в основном используется TDM-технология. Однако сети, использующие эту технологию, имеют ограниченный ресурс пропускной способности и практически не рассчитаны на реализацию новых функций.

Предусмотренная в ИЦТС IP-технология в сочетании с интеграцией всех видов технологической связи на единой аппаратно-программной платформе позволяет:

- использовать единое серверное оборудование, обеспечивающее на программном уровне раздельное функционирование каждой подсистемы с возможностью санкционированного перехода абонентов из одной подсистемы в другую;

- обслуживать вызовы абонентов группы железнодорожных станций одним телекоммуникационным сервером (ТКС), который при аварийном режиме, например при отказе сервера соседней группы, принимает на себя обслуживание своей и соседней группы станций;

- организовывать взаимодействие объектов в сети технологической связи по единому стандартному протоколу SIP;

- реализовывать такие функции, как видеосвязь между диспетчером и дежурными по станциям, видеонаблюдение, связь диспетчера с абонентами диспетчерского круга по традиционному групповому каналу и в индивидуальном режиме и др.;

- организовывать диспетчерские связи вертикали управления перевозочным процессом на основе IP-сети, предоставляя прямые выходы диспетчерам и руководителям центров управления к объектам регулирования;

- обеспечивать информирование пассажиров и оповещение работающих на путях о времени отправления (прибытия), маршруте следования, приближении поезда

к пассажирской платформе, а также двухстороннюю станционную парковую связь на основе единого коммутационно-усилительного и сетевого оборудования.

Система ИЦТС разработана с учетом максимального использования типовых серийно выпускаемых изделий. К специфическим изделиям относятся только парковые переговорные устройства. В состав ИЦТС входят: транспортная сеть IP, ОТС, двухсторонняя станционная парковая связь (ДПС), подсистема информирования пассажиров, подсистема оповещения работающих на путях, ПРС, ОбТС, видеосвязь и видеонаблюдение.

Принцип организации ИЦТС представлен на рис. 1. Переговорно-вызывные устройства, усилительное и информационное оборудование каждого вида связи и передачи данных подключены к общей IP-сети, взаимодействующей с телекоммуникационными серверами, центральным информационным сервером, АРМ диспетчера информирования пассажиров, серверами видеосвязи и видеонаблюдения, оборудованием СМА и регистрации переговоров.

В штатном режиме телекоммуникационный сервер ТКС-1 обслуживает центр управления и станции А и Б, сервер ТКС-2 – станции В и Г. При отказе ТКС-2 обслуживание станций В и Г автоматически принимает на себя сервер ТКС-1 и наоборот. Для повышения надежности и «живучести» системы, а также с целью отказа от применения информационного блока, выполняющего функции ТКС в подсистеме информирования пассажиров, было принято решение о применении телекоммуникационного сервера на каждой станции.

В ИЦТС предусмотрена система мониторинга и администрирование

ИСКРАУРАЛТЕЛ

115114, Москва, ул. Дербеневская, д. 6

Тел.: +7 (495) 727-08-50

Факс: +7 (495) 727-08-63

E-mail: iskratel@iskratel.ruwww.iskrauraltel.ru

(СМА-ИЦТС), взаимодействующая с ЕСМА, централизованная регистрация переговоров и рабочее место диспетчера системы информирования пассажиров (АРМ-Д).

Транспортная сеть IP функционирует по ВОЛС кольцевой структуры. На нижнем уровне транспортной сети обеспечивается скорость передачи не менее 1 Гбит/с, максимальная задержка в передаче речевых сообщений не превышает 120–150 мс. Предусмотрено формирование необходимого количества первичных цифровых каналов (Е1), используемых для систем GSM-R, ДЦ, ТУ-ТС и др.

В СПД применяется технология IP-MPLS. В дорожном центре диспетчерского управления размещен центральный информационный сервер (ЦИС), переговорно-вызывные устройства диспетчеров, сервер распорядительной станции ПРС-DMR, оборудование АРМ-СМА-ИЦТС, сервер дистанционной регистрации переговоров, серверы

видеосвязи и видеонаблюдения, автоматизированное рабочее место диспетчера системы информирования пассажиров (АРМ-Д), подключенные к транспортной сети через Ethernet-коммутатор.

На станциях предусмотрены: телекоммуникационный сервер, сервер стыка с системой МПЦ, абонентские устройства ОТС, ДПС, ОБТС, трансляционные усилители, нагруженные на фидеры ДПС, и фидеры информирования пассажиров; парковые переговорные устройства, информационные табло и колонки экстренного вызова для пассажиров; оборудование видеосвязи и видеонаблюдения. Все эти устройства подключены к IP-сети через Ethernet-коммутатор.

Абонентские устройства ISDN, трансляционные усилители, линии перегонной связи и аналоговые ответвления к объектам, не имеющим интерфейсов Ethernet, подключаются к Ethernet-коммутатору через соответствующие шлюзы.

Наиболее эффективным является применение переговорно-вызывных пультов и телефонов IP, имеющих интерфейсы Ethernet. Взаимодействие этих устройств с сетью IP по кабельной линии с металлическими жилами возможно при расстояниях не более 100 м. При большом расстоянии (до 4–6 км) должны применяться модемы, например типа EMXN04-E.

Подсистемы ОТС, ДПС, ОБТС, ПРС используются в соответствии с технологией, установленной в ОАО «РЖД». В диспетчерской связи, организованной по IP-сети, реализуется принцип переговоров «каждый с каждым» и «каждый с диспетчером» с правом перебоя диспетчером любого из абонентов. Речевые сообщения диспетчера передаются по IP-сети ко всем абонентам диспетчерского круга в режиме Multicast, а от каждого абонента к диспетчеру – в режиме Unicast.

Поездная радиосвязь может быть организована как с примене-

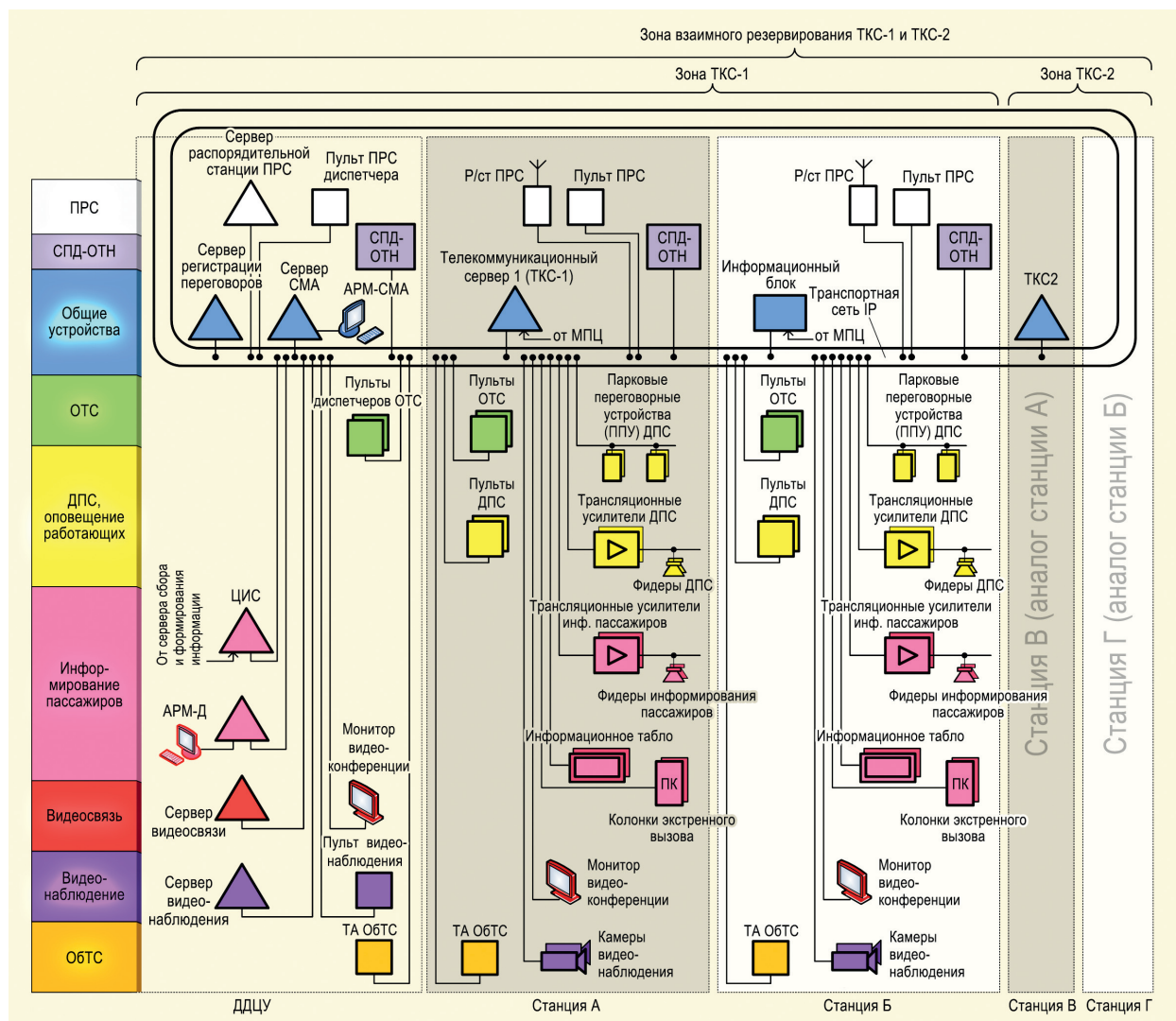


РИС. 1

нием аналоговых радиостанций с линейным интерфейсом Ethernet (2 или 160 МГц), когда функции распорядительной станции ПРС выполняет телекоммуникационный сервер ИЦТС, так и цифровой системы технологической радиосвязи стандарта DMR.

В подсистеме ДПС, предназначенной для передачи громкоговорящих команд и ведения переговоров в парках железнодорожной станции между руководителями и исполнителями технологических процессов, предусмотрен выход поездного диспетчера в сети ДПС станций своего круга, а дежурного по опорной станции – в сети ДПС управляемых станций.

В качестве источника исходных данных для подсистемы информирования пассажиров могут использоваться такие системы, как АПК-ДК или ДЦ. В этой подсистеме применен разработанный компанией «Компьютерные информационные технологии» сервер сбора и формирования информации о движении поездов, взаимодействующий с оборудованием ДК (ДЦ), ГИД «Урал» и базой данных ГВЦ ОАО «РЖД». От этого сервера информация о времени отправления (прибытия), маршруте следования поездов, а также о приближении подвижного состава к пассажирской платформе поступает в центральный информационный сервер, от которого передается адресно по транспортной IP-сети на телекоммуникационные серверы станций. Информация воспроизводится на соответствующих станциях и остановочных пунктах визуально на информационных табло и в виде речевых сообщений.

Контроль за работой подсистемы информирования пассажиров осуществляется диспетчером или другим ответственным лицом с помощью автоматизированного рабочего места, выполненного на основе многофункционального пульта с сенсорным монитором (ПМФ). Пульт (рис. 2) может быть дополнен жидкокристаллической информационной панелью.

На пульте АРМ-Д предусмотрены экранные формы контроля за работой подсистемы информирования на всем участке и за воспроизведением информации для пассажиров на конкретной станции или остановочном пункте. Причем диспетчер, при отсутствии взаимодействия ЦИС с сервером сбора и

формирования информации, может изменить или ввести на АРМ-Д соответствующую визуальную или речевую информацию для конкретного объекта.

Оповещение работающих на железнодорожных путях о приближении подвижного состава выполняется по фидерным линиям двухсторонней парковой связи на основании информации, поступающей в ТКС от системы МПЦ. Для этого в МПЦ должна быть предусмотрена разбивка станций на зоны оповещения, в пределах каждой из которых располагаются конкретные объекты обслуживания (ремонта) – стрелки, сигналы и другие объекты. В ТКС ИЦТС зоны оповещения привязаны к конкретным фидерным линиям.

При вводе в МПЦ разрешения на выполнение работ на конкретном объекте в сервер стыка с МПЦ ИЦТС поступает соответствующий сигнал от МПЦ для конкретной зоны оповещения. После приема такого сигнала по фидеру (фидерам) ДПС этой зоны осуществляется передача контрольных тональных сигналов длительностью 1–2 с, повторяемых через 12–15 с и воспроизводимых громкоговорителями. Наличие контрольных сигналов подтверждает разрешение на проведение работ в данной зоне и одновременно свидетельствует об исправном функционировании системы оповещения.

При обнаружении системой МПЦ приближающегося к месту работ подвижного состава передача тональных контрольных сигналов прекращается и в фидерной линии (линиях) этой зоны воспроизводится речевое сообщение о приближении подвижного состава к конкретному объекту. Оно сформировано в ИЦТС по команде МПЦ и повторя-

ется каждые 10 с до прохода состава. При отсутствии МПЦ сигналы контроля и оповещения могут быть поданы на усилитель ДПС от ЭЦ или контролируемого пункта ДЦ по схемам, принятым для системы СДПС-Ц.

В устройствах, используемых в ИЦТС для формирования и воспроизведения сигналов контроля и оповещения, предусмотрены меры по обеспечению функциональной безопасности.

Контроль за работой подсистем оповещения и информирования реализован на пульте ДСП и на АРМ-СМА-ИЦТС. Дежурный по станции имеет возможность передачи экстренных сообщений на пассажирские платформы своей станции и прикрепленных остановочных пунктов. Экстренная связь пассажира с диспетчером системы информирования, МЧС, полицией и подразделением скорой медицинской помощи осуществляется с колонок экстренного вызова (ПК), установленных на платформах и в помещении вокзалов.

Многофункциональный пульт, использование которого предполагается у диспетчеров Центров управления перевозками, ДНЦ, ЭЧЦ, диспетчера подсистемы информирования пассажиров и дежурных по станциям 1–3-го классов, выполнен на основе 15-дюймового сенсорного монитора. На пульте предусмотрены экранные формы (страницы) радио и проводных видов связи, которые включаются при нажатии соответствующей клавиши в служебном окне.

Для обеспечения надежности целесообразно применять на рабочем месте поездного диспетчера два ПМФ: один – для проводных связей (клавиша «П»), другой для радио (клавиша «Р»). В случае отказа одного из пультов на другом должны быть нажаты обе клавиши «П» и «Р», в результате чего на нем до восстановления исправности второго пульта можно работать и по проводной, и по радиосвязи.

Многофункциональный пульт ПМФ должен снабжаться двумя микротелефонными трубками, обеспечивающими в случае необходимости сохранение переговоров при переходе на новую экранную форму. В служебном окне экранных форм введена информационная строка, на которой при поступлении вызова с закрытой в данный момент экранной формы



РИС. 2

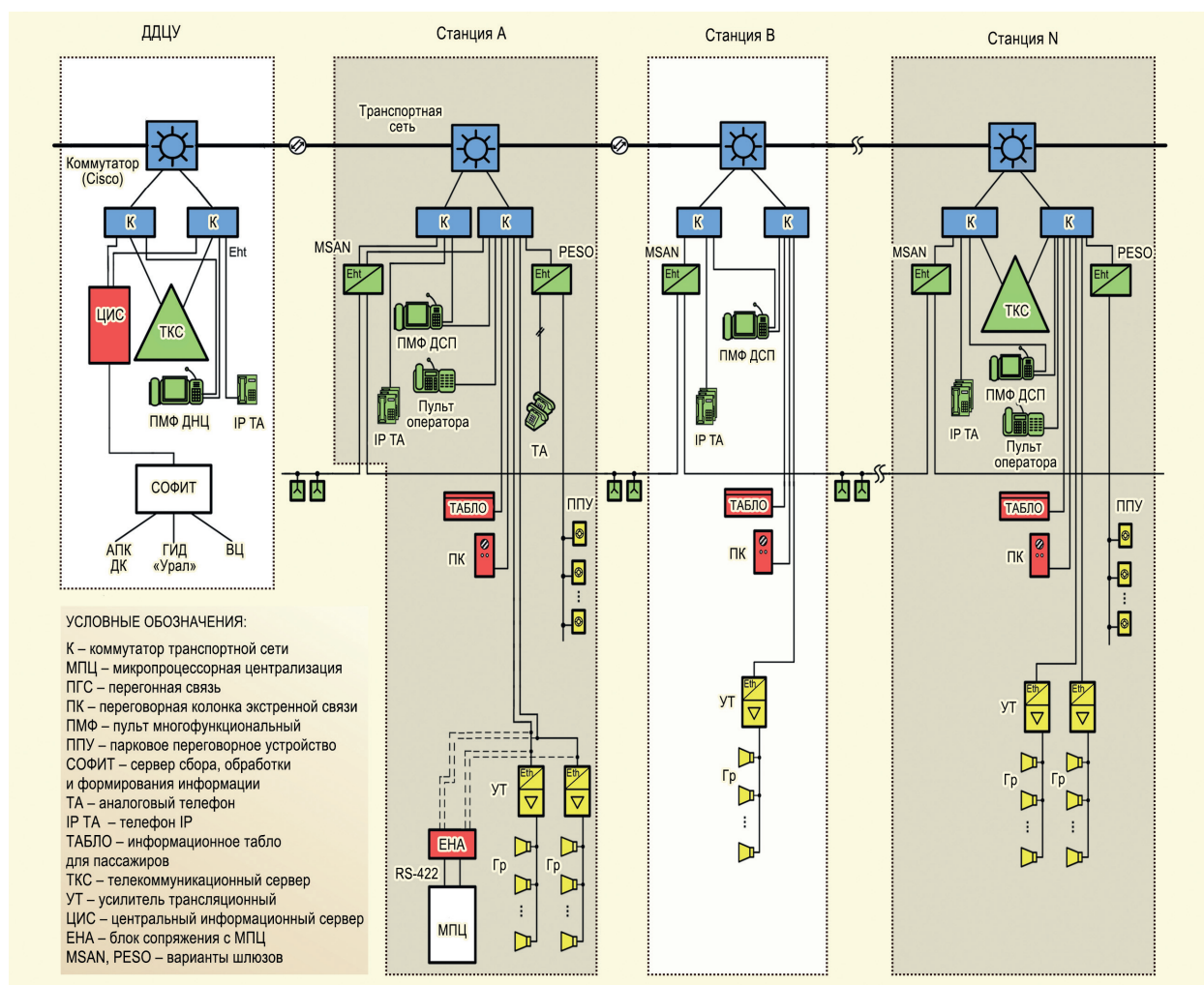


РИС. 3

указывается наименование вызывающего абонента.

Видеосвязь и видеонаблюдение диспетчера выполняются с использованием видеокамер на определенных рабочих местах и объектах. Изображение абонентов видеосвязи (ДСП) воспроизводится на соответствующей экранной форме ПМФ. При организации диспетчерской видеоконференции изображение абонентов воспроизводится и на дополнительном плазменном экране. Информация видеосвязи и видеонаблюдения передается по общей транспортной IP-сети.

Система ИЦТС, созданная на базе аппаратных и программных средств нашей компании, успешно работает с 2014 г. на участке Новосибирск – Чик Западно-Сибирской дороги.

В 2017 г. на участке Екатеринбург – Шаля Свердловской дороги был применен упрощенный вариант системы Интегрированной цифровой технологической связи (ИЦТС-У), который позволяет про-

известить модернизацию TDM-участков оперативно-технологической связи с переходом на IP-технологии. При этом важно подчеркнуть, что стоимость упрощенного варианта системы ИЦТС-У значительно ниже, чем ИЦТС.

Структурная схема ИЦТС-У приведена на рис. 3. Она отличается от классической схемы ИЦТС уменьшенным количеством телекоммуникационных серверов (ТКС), за счет чего достигается экономия средств при модернизации участков ОТС.

Для обеспечения резервирования ТКС устанавливаются в крупных узлах участка или по его краям таким образом, что в случае выхода из строя основной станции всю нагрузку принимает на себя резервная.

Если на промежуточной станции, не оснащенной ТКС, имеются стыки по Е1 или ТЧ каналам, то соединительные линии по сети СПД организуются до ТКС.

Система ИЦТС-У реализует основные функции ИЦТС, за исключением оповещения работаю-

щих на железнодорожных путях о приближении подвижного состава. В ИЦТС-У существует возможность использования в системе оповещения источника информации о движении поездов на станции, оборудованной микропроцессорной централизацией. Однако в условиях применения для группы станций одного телекоммуникационного сервера, МПЦ не отвечает требованиям обеспечения заданной интенсивности опасных отказов системы.

С целью локального использования МПЦ для реализации оповещения работающих (показано пунктиром на станции А, рис. 3) в настоящее время ведется доработка блока сопряжения ЕНА путем придания ему функций коммутатора и формирователя речевых сообщений, передающего сигнал оповещения на вход трансляционного усилителя, озвучивающего зону станции, определенную МПЦ.

Система ИЦТС-У прошла опытные испытания и показала хороший результат.



АНАНЬЕВ
Дмитрий Викторович,
генеральный директор
ООО КБ «Пульсар-Телеком»



ТАРАСОВ
Игорь Александрович,
начальник отдела
технической поддержки
ООО КБ «Пульсар-Телеком»

Информирование пассажиров, оповещение работников, находящихся на путях, обеспечение их парковой технологической связью – это важнейшие задачи, от эффективного решения которых напрямую зависит безопасность на транспорте и уровень качества предоставляемых услуг. Ежегодный рост плотности пассажирского и грузового потоков, развитие высокоскоростного движения определяет высокий уровень требований к решению этих задач.

ЦЕНТРАЛИЗОВАННАЯ СИСТЕМА ИНФОРМИРОВАНИЯ **ЦИСОП**

■ В этих условиях появилась необходимость в некой интеллектуальной суперсистеме, ориентированной на максимальное исключение «человеческого фактора» с глубокой интеграцией существующих информационных систем управления движением и достаточно гибкой для постепенного формирования качественно новой технологии.

Централизованная интегрированная система информирования пассажиров, оповещения работающих на железнодорожных путях и парковой станционной связи (ЦИСОП) является необходимым «инструментом» для формирования современной технологии информирования, оповещения и парковой связи. Система ЦИСОП появилась в результате совместной работы ОАО «РЖД», АО «НИИАС» и компании «Пульсар-Телеком».

Утвержденные ОАО «РЖД» технические требования к ЦИСОП разработаны АО «НИИАС» и согласованы с Центральной станцией связи, Департаментом автоматизации и телемеханики, Департаментом пути и сооружений, Дирекцией железнодорожных вокзалов, Департаментом пассажирских сообщений и Управлением охраны труда, промышленной безопасности и экологического контроля ОАО «РЖД».

Архитектура системы имеет два уровня. На верхнем уровне Центральный информационный сервер (ЦИС) взаимодействует с сервером сбора, обработки и формирования информации о движении поездов (СОФИТ) из состава комплекса АПК-ДК. Последний в свою очередь получает данные от информационно-управляющих си-

стем железнодорожного транспорта (ДЦ, ДК, ГИД «Урал» и др.) о времени прибытия, отправления, маршруте следования пассажирских поездов и о приближении любого подвижного состава к пассажирским платформам. Система ЦИСОП обеспечивает георезервирование серверов ЦИС и СОФИТ.

Опираясь на собственное описание и полученные от внешних систем данные, сервер ЦИС формирует команды, передаваемые по СПД Ethernet станционной группе оборудования (станционным серверам СС, усилителям УМК-4). Это оборудование на основе полученных команд формирует звуковую и визуальную информацию. Для формирования звуковой информации применяется встроенный в станционные серверы СС или усилители УМК-4 автоинформатор, который хранит 200 ч звучания готовых фраз, записанных профессиональным диктором в широкополосном качестве. Усилитель УМК-4 имеет ряд уникальных функциональных возможностей: прямые информационные входы по IP-сети, цифровые и аналоговые входы, постоянный контроль уровня мощности в фидерах оповещения и акустический контроль сигналов оповещения с АРУ, широкополосный режим, непосредственное подключение цифровых пультов и телефонов, автоматическое резервирование модульных усилителей мощности, полный удаленный мониторинг и диагностику и многое другое. Особое внимание заслуживает наличие четырех прямых информационных IP-интерфейсов, обеспечивающих простое масштабирование сети оповещения в пределах одного



440039, Пензенская обл., г. Пенза, ул. Гагарина, д. 11А, корп. 4
Тел.: (8412) 23-47-11, (8412) 23-47-22 (приемная);
(8412) 23-45-33 (отдел технической поддержки)
Факс: (8412) 23-49-33
E-mail: office@pulsar-telecom.ru, support@pulsar-telecom.ru
www.pulsar-telecom.ru

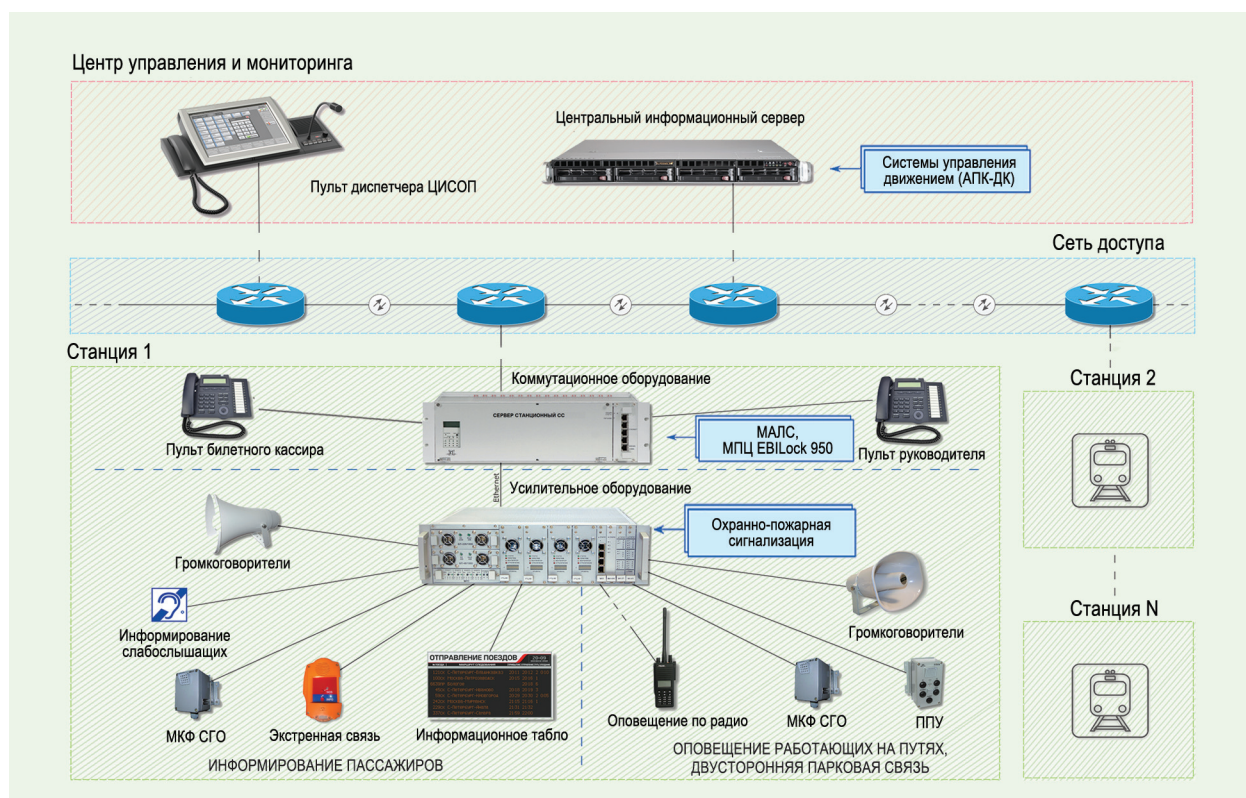


РИС. 1

или нескольких объектов связи любой сложности и топологии.

ЦИСОП функционирует полностью в автоматическом режиме с возможностью вмешательства диктора (диспетчера ЦИСОП, дежурного по станции) для коррекции передаваемой информации или экстренных сообщений (рис. 1).

На нижнем уровне ЦИСОП для формирования зон оповещения и выдачи предупреждений работающим на путях взаимодействует с системой МПЦ EBILock 950 серии R4, а также с системой МАЛС.

Стык с МПЦ, ввиду его высокой

ответственности, выполнен по технологии повышенной надежности и достоверности. Для информационного обмена используются два независимых канала с интерфейсом RS-422. Взаимодействие осуществляется с использованием двух типов телеграмм (со сравнением), что исключает ложные срабатывания. Режимы работы ЦИСОП устанавливаются с помощью АРМ МПЦ. Взаимодействие ЦИСОП и МПЦ осуществляется через специальный сервер безопасных подключений IPU GATE, входящий в состав МПЦ. Реальный

опыт взаимодействия ЦИСОП и МПЦ EBILock 950 R4 получен на Московском центральном кольце в 2017 г. (рис. 2).

Максимального экономического эффекта от внедрения ЦИСОП можно достичь при использовании системы для местного дополнительного информирования пассажиров вокзальных комплексов о движении поездов, маршрутной навигации в пределах вокзала, наличии свободных мест в поездах, для передачи рекламных и других сообщений, связанных с обслуживанием пассажиров.

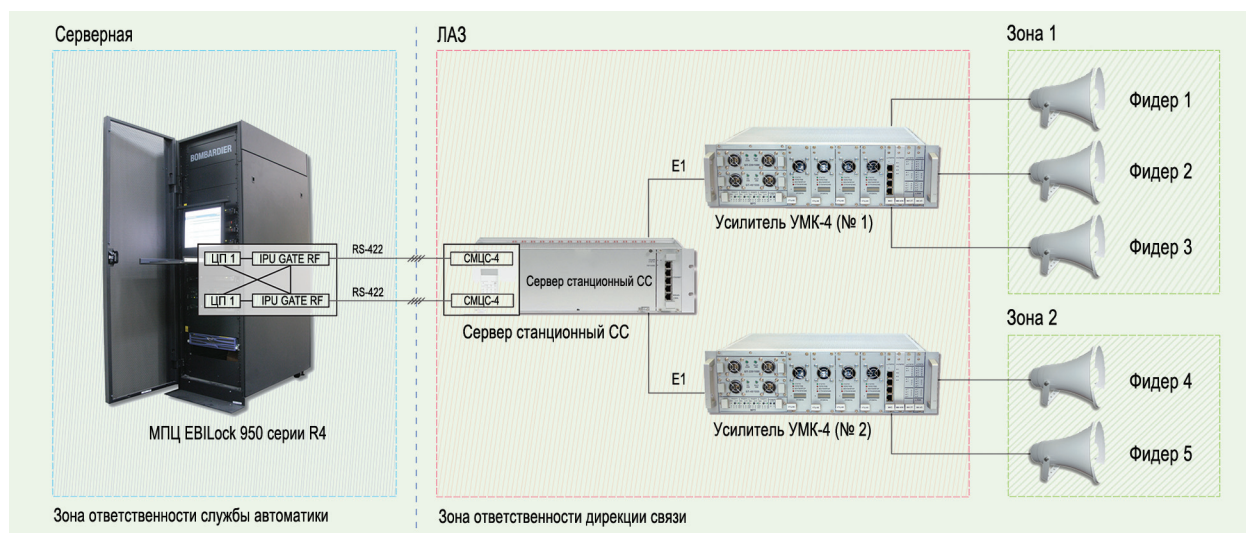


РИС. 2



РИС. 3

Оборудование ЦИСОП прошло специальную сертификацию и может применяться в системах оповещения и управления эвакуацией людей из опасных зон.

Станционный сервер СС, входящий в состав ЦИСОП, является универсальной телекоммуникационной платформой, поддерживающей работу телефонной связи как в IP, так и TDM сетях.

На базе станционных серверов и усилителей УМК-4 реализована подсистема двухсторонней парковой связи. Станции, оснащенные современной парковой связью на основе этого оборудования, в перспективе могут быть с минимальными затратами дополнены функционалом ЦИСОП.

С начала разработки и по настоящее время идет непрерывный процесс эволюции системы, о чем свидетельствует появление в 2016 г. дополнения к техническим требованиям к ЦИСОП – «Система местного информирования, оповещения о пожаре и чрезвычайных ситуациях и управления эвакуацией вокзального комплекса» (СОВ-ТТ). Дополнительные требования обозначили вектор дальнейшего развития системы.

Оборудование ЦИСОП обеспечивает формирование доступной среды для людей с ограниченными возможностями. Согласно современным требованиям ряд мест общего пользования для людей с ограниченными возможностями здоровья могут быть оборудованы системами связи с дежурным или кнопками вызова помощника.

Для людей с нарушениями слухового восприятия система позволяет дублировать голосовую информацию на текстовые табло с бегущей строкой для ее визуального отображения.

Другое решение дает возможность использовать технологию передачи звука на слуховые аппараты с помощью системы индуктивной связи. Для этого применяется специализированный усилитель УТП-500. Он преобразует входные звуковые сигналы в переменный электрический ток, который передается в индуктивный контур (рис. 3).

Сила и частота электрического тока меняется в зависимости от тона и амплитуды входного звукового сигнала и генерирует переменное магнитное поле в индуктивном контуре. Люди, пользующиеся

слуховыми аппаратами, в пределах индуктивного контура могут переключать свои аппараты в телефонный (Т) или микротелефонный (МТ) режимы для прослушивания аудиосигналов. В режиме Т или МТ активируется малая катушка. Она принимает переменное магнитное поле и преобразует его в напряжение переменного тока, которое слуховой аппарат преобразует в звуковой сигнал. Индуктивный контур, с помощью которого люди с ослабленным слухом могут слышать благодаря своему слуховому аппарату, эффективно сокращает расстояние до динамика.

При построении ЦИСОП с минимальными затратами возможно организовать систему часофикации объекта. Для этого стационарный сервер или усилитель УМК-4 оснащаются соответствующими модулями с интерфейсом RS-485, который позволяет подключать до 30 цифровых часов по одному шлейфу с возможностью мониторинга и индивидуального управления или аналоговым интерфейсом для подключения шлейфа со стрелочными часами. Синхронизация временной шкалы осуществляется по протоколу NTP (рис. 4).

Система ЦИСОП обеспечивает централизованное администрирование и мониторинг всех элементов и устройств сети, осуществляет взаимодействие с ЕСМА.

Важно отметить, что ЦИСОП входит в перечень систем оперативно-технологической связи согласно ГОСТР 55813–2013. Эта система имеет полностью отечественную разработку и производится на российском предприятии, работающем более 20 лет на рынке телекоммуникаций. Богатый опыт и глубокое понимание специфики условий заказчика позволяет инженерам компании эффективно решать все поставленные задачи. Большое внимание уделяется проработке каждой детали проекта. В рамках комплексного решения ЦИСОП разработана линейная защита всех каналов связи, подверженных опасным электромагнитным воздействиям.

Сегодня ведется внедрение масштабной системы Интегрированной цифровой технологической связи (ИЦТС), решающей широкий спектр задач, в которой ЦИСОП является подсистемой. О ИЦТС рассказано в «АСИ», 2016, № 1, стр. 2–6.

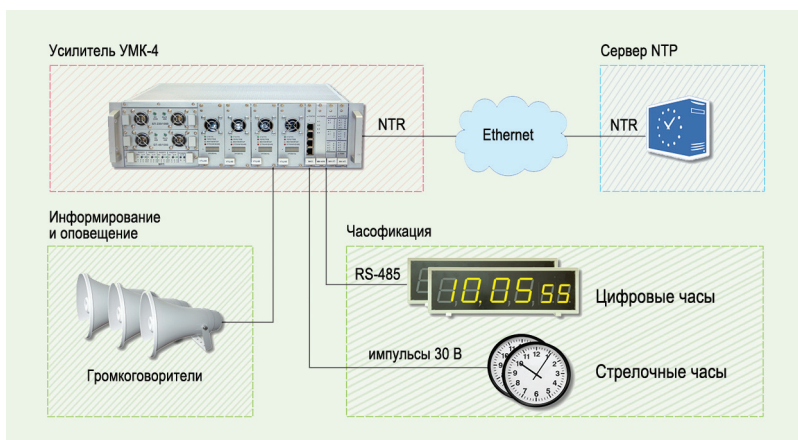


РИС. 4



КОНСТАНТИНОВ
Владимир Геннадьевич,
компания Huawei,
руководитель отдела
беспроводных решений
для транспортного сектора

LTE ДЛЯ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

В настоящее время на российских железных дорогах используются различные системы профессиональной технологической радиосвязи – от аналоговых (2; 160 МГц) до цифровых узкополосных (DMR, TETRA, GSM-R). Однако будущее профессиональной радиосвязи на железных дорогах за широкополосными системами, в том числе на базе стандарта LTE (Long Term Evolution).

■ Ряд мировых производителей, включая компанию Huawei, предлагают систему профессиональной технологической радиосвязи на базе стандарта LTE для железных дорог в различных частотных диапазонах 450, 800, 1800, 2300 МГц и др. для поддержки широкого спектра услуг. Среди них профессиональная транкинговая голосовая радиосвязь на базе технологии PTT (Push To Talk) со временем установления группового вызова не более 300 мс, широкополосная передача данных, позиционирование, передача видео в HD качестве в реальном времени, а также сбор и интеллектуальный анализ данных небольших объемов, например телеметрия, с объектов железнодорожной инфраструктуры на базе технологий Интернет вещей (IoT – Internet of Things) и Большие данные (Big Data).

Сегодня одним из самых распространенных стандартов цифровой профессиональной радиосвязи для железных дорог является GSM-R, базирующийся на глобальном стандарте цифровой мобильной радиосвязи GSM (Global System for Mobile Communications). Последний разработан в 90-е годы под эгидой европейского института по стандартизации в области телекоммуникаций ETSI (European Telecommunications Standards Institute).

По мере развития отрасли профессиональной радиосвязи на железных дорогах системы GSM-R также эволюционировали: производители дополняли собственные решения поддержкой технологий на базе IP, расширяли функциональность и переходили на более совершенные аппаратно-программные платформы (релиз 3GPP R4) и др.

Однако наряду с неоспоримыми достоинствами существующие цифровые системы, включая GSM-R, имеют некоторые недостатки, связанные с «узкополосной» природой этих стандартов. Они особенно проявляются при необходимости дальнейшего качественного развития цифровых систем с учетом новых широкополосных требований, а именно, необходи-

мостью обеспечения высокоскоростной передачи данных, поддержки передачи HD видео и др.

Стандарт радиосвязи, способный наиболее полно соответствовать новым растущим требованиям по скорости передачи и поддержке нового класса услуг, должен быть широкополосным, работать по IP и поддерживать различные классы обслуживания.

Наиболее подходящим для этого является стандарт LTE, который разработан в 2008 г. консорциумом 3GPP и в настоящее время широко представлен на мировом рынке операторов публичной мобильной связи.

По умолчанию радиоканал LTE позволяет обеспечить пропускную способность до 100 Мбит/с в направлении от базовой станции до мобильного терминала. Такая скорость достигается благодаря тому, что этот стандарт вбирает в себя три ключевые технологии: метод разделения каналов OFDM (Orthogonal frequency-division multiplexing), технологию MIMO (Multiple Input Multiple Output) и высокоуровневую модуляцию сигнала 64QAM (Quadrature Amplitude Modulation).

В зависимости от наличия или отсутствия того или иного требуемого частотного диапазона, а также от типа задач, которые необходимо решать на железной дороге, на базе стандарта LTE возможны три основных варианта развертывания технологической сети радиосвязи (см. рисунок).

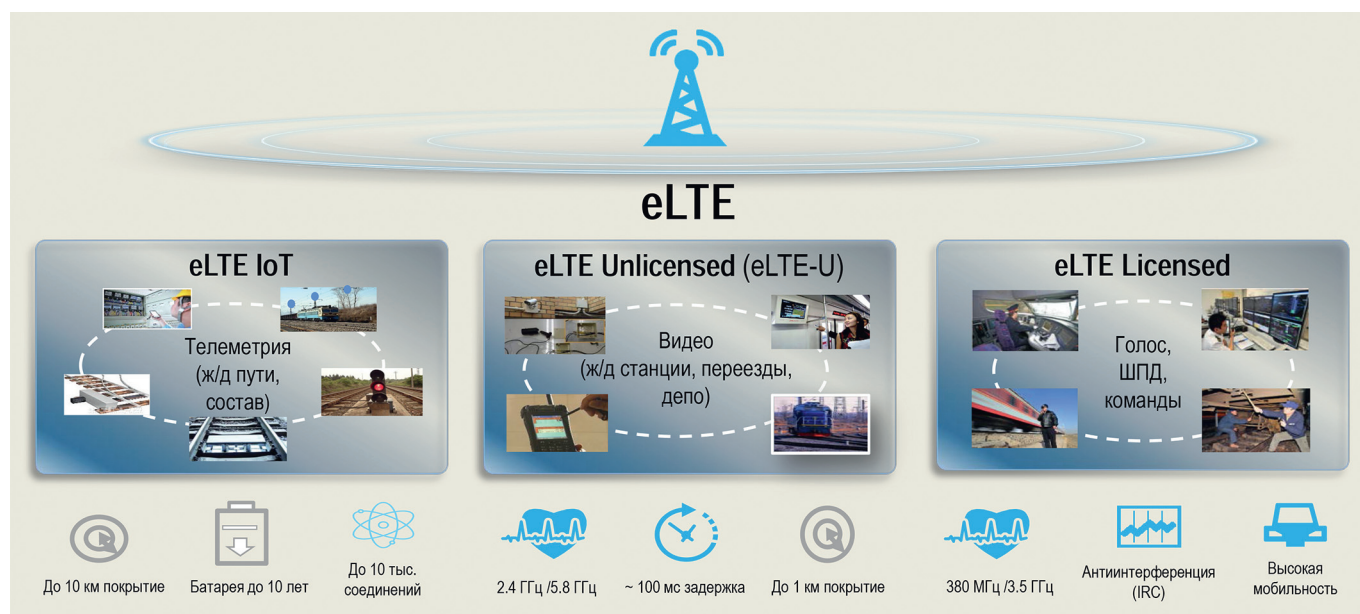
Первый вариант – развертывание широкополосной сети LTE в выделенном частотном диапазоне, например 1785–1805 МГц, с шириной полосы 1,4; 3; 5; 10 или 20 МГц для поддержки таких типов сервисов как высокоскоростная передача данных, профессиональная транкинговая голосовая радиосвязь, передача ответственных команд, позиционирование и др.

Второй вариант – развертывание широкополосной сети LTE в лицензируемом или нелицензируемом частотном диапазоне Wi-Fi (2,4 или 5,8 ГГц) для поддержки как высокоскоростной передачи данных, так и видеоконференцсвязи и видеонаблюдения.



HUAWEI

121614, Москва, ул. Крылатская, д. 17, к. 2,
Бизнес-центр «Крылатские холмы», корп. В.
Тел.: +7 (495) 234-06-86,
Факс: +7 (495) 234-06-83
<http://e.huawei.com/ru>



Третий вариант – развертывание узкополосной сети LTE в нелицензируемом частотном диапазоне 3GPP ISM (Industrial, Scientific & Medical) для поддержки функционала IoT и Big Data для сбора и интеллектуального анализа различных данных, полученных с объектов железнодорожной инфраструктуры.

Одним из преимуществ всех перечисленных вариантов является то, что они не конфликтуют друг с другом и могут быть одновременно развернуты для создания единой универсальной телекоммуникационной сети радиосвязи на железной дороге.

Единая инфокоммуникационная сеть призвана объединить все многообразие различных используемых на железной дороге систем связи для решения всего комплекса разнообразных технологических задач. К таким задачам относятся: обеспечение голосовой радиосвязи между работниками железной дороги (диспетчерами, машинистами поездов и др.), организация комплексной системы видеонаблюдения на станциях и в вагонах поездов, развертывание интеллектуальной системы информирования пассажиров с предоставлением служебного и коммерческого контента на железнодорожных станциях и в вагонах поездов. В перечень задач также входит обеспечение удобного и быстрого взаимодействия с органами экстренного реагирования в случае нештатных ситуаций, сбора данных с объектов инфраструктуры, предиктивной диагностики, мониторинга и предотвращения нештатных ситуаций.

В то же время требования к сети профессиональной радиосвязи на базе стандарта LTE значительно отличаются от предъявляемых к системам публичной мобильной связи. Система должна удовлетворять очень жесткие критерии качества связи, обеспечивать заданные временные интервалы по задержкам и установлению вызовов, поддерживать функционал голосовой полудуплексной связи PTT (Push To Talk) и др.

Крупнейшие организации, связанные с железными дорогами, такие как Международный союз железных дорог UIC (Union Internationale des Chemins de fer), Европейская железнодорожная организация ERA (European Railway Agency), Европейский институт по стандартизации в области телекоммуникаций ETSI (European Telecommunications Standards Institute) и другие прини-

мают непосредственное участие в проработке вопроса по глобальной стандартизации LTE для железных дорог и выработке соответствующих спецификаций.

Активное участие в этой работе принимают и некоторые производители системы LTE. На сегодняшний день в мире реализовано несколько коммерческих проектов по технологическим системам LTE для железных дорог. Первый из них был развернут в 2013 г. в Китае в частотном диапазоне 1800 МГц с шириной полосы 20 МГц на железнодорожном участке протяженностью около 40 км, предназначенном для промышленной перевозки угля. Благодаря системе LTE на этом железнодорожном участке заказчику стали доступны не только базовые услуги GSM-R, но и многие широкополосные услуги: голосовая связь по IP посредством технологии PTT (Push To Talk), видеонаблюдение в режиме реального времени, интеллектуальное управление локомотивами, определение местоположения объекта и др.

В области технологий IoT и Big Data компания Huawei успешно сотрудничает с китайскими и немецкими железными дорогами. Как результат, в Китае на одном из железнодорожных участков запущена система мониторинга и предотвращения нештатных ситуаций. Совместно со специалистами немецких железных дорог идет активное тестирование системы обслуживания на базе CBM (Condition Based Maintenance), которая призвана значительно повысить эффективность обслуживания подвижного состава и прочей специализированной железнодорожной техники.

В заключение статьи хотелось бы еще раз подчеркнуть, что система LTE в купе с такими быстро развивающимися направлениями как IoT и Big Data призвана принести немало технических и экономических выгод для железных дорог по всему миру. Если говорить о России, то одними из основных вопросов, требующих решения для начала масштабного развертывания сетей LTE на железных дорогах, являются, во-первых, решение частотного вопроса, а во-вторых, выбор наиболее оптимального решения от опытного производителя, максимально учитывающего специфику технологических задач, которые предстоит решать.



ЧЕРНЫШОВ
Василий Васильевич,
продукт-менеджер
компании HATEКС

В настоящее время волоконно-оптические линии связи (ВОЛС) являются основной средой передачи в железнодорожной отрасли. Они положительно себя зарекомендовали как в эксплуатации, так и предоставлении широкого спектра сервисов и приложений, расширяющих возможности различных служб, участвующих в перевозочном процессе и обеспечивающих безопасность движения. Использование оптической среды позволило шире применять на железной дороге IP-решения.

HATEКС

115516, Москва,
ул. Веселая, д. 10, корп. 1
Тел.: +7 (499) 704-32-32;
+7 (495) 325-18-34
Факс: +7 (495) 325-22-93
E-mail: info@nateks.ru
<http://www.nateks.ru>

ПЕРЕВОД ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СВЯЗИ В ETHERNET

■ Построенные сети пакетной передачи информации выгодны со всех точек зрения: они имеют более высокие скорости передачи, эффективные механизмы резервирования, меньшую энергоемкость, более компактное исполнение и, наконец, меньшую стоимость по сравнению со своими предшественниками. Поэтому перевод многих видов связи с медной среды передачи в оптику является надежным и экономически обоснованным решением. Для обмена речевой информацией используются каналы ТЧ и телефония (FXS), а для сбора телеметрической информации – интерфейсы RS-232 и Ethernet.

Как известно, наиболее распространенным интерфейсом передачи данных в последнее время стал Ethernet. Для перевода голоса и телемеханики из аналоговых систем передачи в цифровую среду компания HATEКС разработала ряд решений.

Так, с 2008 г. производится конвертер FlexCON-VF-Eth – двухпортовый преобразователь каналов ТЧ для их передачи по Ethernet. Это устройство успешно работает на сетях ведомственных операторов связи (МЧС, ПАО «Газпром», АО «Связьтранс-нефть», ПАО «Ростелеком» и др.), решая задачи оповещения, технологической, диспетчерской и радиосвязи, а также сбора телеметрической информации с контроллеров, оборудованных интерфейсом ТЧ.

Кроме того, разработан функциональный и универсальный конвертер – FlexCON-NG. Он имеет модульную конструкцию, которая позволяет в зависимо-

сти от решаемой задачи гибко оснащать его теми или иными задействованными интерфейсами. Этот конвертер выпускается в двух вариантах: в корпусе на DIN-рейку (FlexCON-NG-DIN) и как плата (FlexCON-NG-SR) для установки в конструктивы платформы FlexGain. Последняя применяется в ОАО «РЖД» в качестве резервирования каналов на малодеятельных направлениях, где по-прежнему в эксплуатации находятся медножильные линии связи. Благодаря новому продукту HATEКС расширяет и унифицирует возможности уже внедренной платформы FlexGain.

Питание для DIN-реечного исполнения конвертера организовано с двойным резервированием – 48 и 220 В. Причем питание 220 В может быть как переменного, так и постоянного тока (AC/DC). Сделано это для того, чтобы можно было использовать дистанционное питание по кабельным линиям связи или от объектов сетевого хозяйства энергетики.

Базовая конфигурация конвертера FlexCON-NG без дополнительных модулей имеет в своем составе консольный порт управления, по два порта Ethernet 10/100 Base-T(X) (коммутатор 2 уровня) и RS-232/422/485, два посадочных места для установки дочерних карточек, а также два порта для SFP 100Base-FX и 1000Base-FX (модель FlexCON-NG-2GX-DIN).

Дочерние карточки для конвертера имеют по два порта ТЧ, FXO и FXS, а также модуль сухих контактов и измерительных интерфейсов. Причем в состав модуля сухих контактов и измерительных



СУОНИККО
Юкка-Пекка,
CIO VR Group,
Финляндия

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАБОТЕ VR GROUP

На финских железных дорогах широко применяются цифровые технологии в производстве, техническом и клиентском обслуживании. Эти технологии способствуют успешным грузовым и пассажирским перевозкам, помогают отслеживать движение поездов в режиме реального времени. Об использовании современных цифровых технологий на дорогах Финляндии рассказывается в этой статье.

■ В Финляндии, как и в других странах ЕС, путевая инфраструктура отделена от операторской деятельности железных дорог. Государство является собственником инфраструктуры железных дорог, а органом по ее управлению выступает Агентство Транспорта.

VR Group – это оператор пассажирских и грузовых железнодорожных перевозок, находящийся полностью в собственности государства.

Пассажирские перевозки подразделяются на региональные и дальнего следования. Последние включают в себя международные перевозки. Например, курсирующий между Хельсинки и Санкт-Петербургом скоростной пассажир-

ский поезд «Аллегро» – блестящий результат сотрудничества компаний VR Group и ОАО «РЖД».

В грузовых внутренних финляндских сообщениях перевозятся продукты финской промышленности. При этом традиционными группами товаров являются сырье и промышленные полуфабрикаты, перевозимые из портов к промышленным предприятиям, а также готовая продукция, доставляемая в порты для отправки на экспорт. Доля грузовых российско-финляндских железнодорожных перевозок составляет около 35 % от общего объема. При этом велико значение импорта из России в Финляндию, а также транзитных перевозок через финскую территорию.

Для четкой работы железных дорог широко применяются новые разработки и передовые технологии. Так, например, используется радиоуправление на разных видах локомотивов. Дистанционное управление позволяет облегчить процесс составления поездов и упростить организационную работу грузовых парков в целом. После прохождения обучения работник сортировочной станции может перемещать локомотивы с помощью радиоуправляемого пульта без привлечения к процессу машиниста локомотива (рис. 1). Это ускоряет работу по перемещению вагонов и составлению поездов грузового парка и делает ее существенно более эффективной.

В VR для видеосъемки с воздуха используются дроны (рис. 2). Съемка с воздуха позволяет получить ясную и информативную картину, например, об этапах

строительства объектов путевой инфраструктуры. К дрону может быть присоединена съемочная аппаратура, к примеру лазерный сканер. С помощью оснащенных лазерными сканерами дронов производится съемка зоны парка путей. Полученные материалы позволяют проанализировать наличие и состояние путевого оборудования, расположенного на большой территории.

Данные облака точек, полученных в результате воздушного сканирования, используются в подготовке различных аналитических материалов. VR старается расширять использование дронов и выявлять новые объекты для их применения.

Однако в некоторых случаях традиционные методы все еще являются более рентабельными. Например, совместно с Агентством Транспорта Финляндии реализован пилотный проект, при котором с помощью данных облака точек производилась оценка измерительных параметров железнодорожных переездов. Эти данные были получены при съемке



РИС. 1



РИС. 2

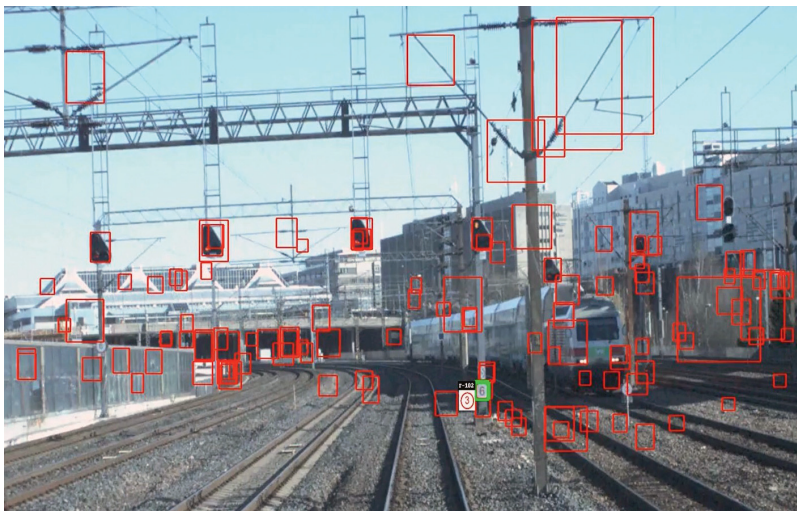


РИС. 3

с подвижного состава, так как это был более оптимальный вариант по сравнению со съемкой дроном.

При техническом обслуживании подвижного состава в VR используется новый специально разработанный ударопрочный ноутбук, оснащенный всеми специализированными программами, необходимыми для проведения работ по ТО. Используемые на финских железных дорогах локомотивы и вагоны очень многообразные, поэтому в компьютер встроено более 100 сервисных приложений. Ноутбук может быть использован при проведении работ на любом виде подвижного состава. Он оснащен необходимыми разъемами, кабелями и адаптерами, которые упакованы в удобную портативную сумку. С их помощью при проведении работ компьютер подключается к информационной магистрали ремонтируемого объекта. Новое оборудование позволило повысить надежность и эффективность технического обслуживания подвижного состава. Оно получило широкую поддержку обслуживающего персонала, оценившего его удобство и эффективность.

Все машинисты грузовых, пассажирских и пригородных поездов обеспечены индивидуальными ударопрочными планшетами, которые заменили собой бумажные инструкции и папки. Сейчас эксплуатируется около 1300 таких устройств. Машинисты проходят подготовительное обучение по их использованию. С помощью данного устройства на борт локомотива в режиме реального времени передается информация о транспортной ситуации, возмож-

ных помехах и нештатных ситуациях, что повышает безопасность ведения поезда. Перед началом смены машинист проверяет с помощью планшета всю актуальную информацию и получает инструкции, а в перерыве у него есть возможность проверить свою электронную почту.

С целью облегчения инфраструктурного планирования вся сеть железных дорог Финляндии была отснята на видео для анализа имеющихся объектов с помощью машинного зрения (рис. 3). При использовании машинного зрения сотрудник производит съемку с помощью специальной программы, установленной на мобильный телефон. Отснятый материал вместе с данными о местоположении и времени автоматически сохраняется на сервисе облачного хранения, где он доступен для других пользователей практически в режиме реального времени. Фото- и видеоматериалы отражаются на карте, поэтому легко определить их местоположение на пути и путевом километре. Они также могут быть дополнены другими сведениями. С помощью машинного зрения распознаются, регистрируются и отображаются на карте и дорожные знаки.

На облачном сервисе хранятся сотни часов видеоматериалов, отснятых на путевой инфраструктуре. На основании этих данных регистрируются расположенные на железнодорожном полотне знаки, что позволяет отобразить их на карте. В дальнейшем с помощью машинного зрения будет производиться регистрация других объектов, например, количества

балластного щебня на железнодорожном полотне или отображение деревьев, растущих вдоль железной дороги.

VR Track (дивизион концерна VR Group, специализирующийся на проектировании, строительстве и обслуживании железнодорожной транспортной инфраструктуры, а также сложных интеллектуальных систем) активно использует 3D-системы машинного контроля, что позволяет значительно экономить материалы и прочие ресурсы. Сотрудники пользуются так называемой программой по «обзору ситуации». Она очень удобна и проста, предназначена для фото- и видеосъемки, просмотра и регистрации наблюдений. При просмотре материалов, снятых с помощью данной программы, можно получить достаточно объективную информацию по многим вопросам, связанным с инфраструктурным планированием.

Программа существенно облегчает и ускоряет рабочий процесс. Ведь даже простой просмотр видео является важным инструментом общей оценки состояния путевой инфраструктуры и планирования работ.

Для пассажиров на новом сайте по продаже билетов имеется информация не только о проездных документах, но и сервис, с помощью которого предоставляется возможность отслеживать движение поездов в режиме реального времени. Поезда оснащены устройствами определения местонахождения, с которых информация передается в информационную систему. Здесь эти данные объединяются с данными о подвижном составе и расписании движения. При этом пассажиры могут увидеть через интернет-страницу мобильного приложения местонахождение поезда, время его прибытия и отправления по каждой станции, а также выполнение графика движения. Разумеется, данная информация может оказаться полезной не только для пассажиров (в поездах дальнего следования работает Wi-Fi), но и для встречающих и провожающих. В соответствии с полученными отзывами клиентов эта информация необходима, в частности, когда ребенок или престарелый родственник путешествует один на поезде.

ABSTRACTS

On directions of digital railway development

ROZENBERG EFIM, First deputy director general JSC NIIAS, professor, Dr.Sci. (Tech.), info@vnias.ru

DZIUBA YURY, Strategic analysis and development center, head, JSC NIIAS, u.dzuba@vnias.ru

BATRAEV VLADIMIR, Head of Unit for information recording and deciphering systems, JSC NIIAS, v.batraev@vnias.ru

Keywords: traffic safety, transportation process, information and control systems, onboard and trackside safety systems, geoinformation systems, cybersecurity, computer-based systems, risk management, digital railway

Summary: The paper covers the most important issues of construction of digital railway as a key element of the digital economy of the Russian Federation. A comprehensive integrated train control and safety system offers a new innovative approach to management of railway transport capable of combining various technological applications by means of advanced software and intellectual systems and technical solutions. A comprehensive integrated train control and safety system is presented as a common environment for integration of existing IT systems which describe transportation process and provides for a consistent implementation of integrated complexes securing the functional entirety of transportation process from development of respective normative documents (timetable) and scheduling of transportation to control of its execution.

Information technologies development in the infrastructure complex

NASONOV GENNADIY, Central infrastructure directorate – a branch of JSC Russian Railways, nasonovgf@center.rzd.ru

SUSLENNIKOVA ELENA, Central Infrastructure directorate – a branch of JSC Russian Railways, suslennikovaeo@center.rzd.ru

DZIUBA YURY, Strategic analysis and development center, head, JSC NIIAS, u.dzuba@vnias.ru

Keywords: transportation, digital methods, digital railway, management, railways infrastructure, digital models, BIM

Summary: The article presents the development of information technologies in the infrastructure complex of JSC Russian Railways. The main automation tasks of the infrastructure management production cycle are listed. The values of using the digital infrastructure model for related controls are set out. The architecture of automation of infrastructure management is considered.

From mechanization to digitalization of the switchyard

SHABELNIKOV ALEXANDER, Deputy general director NIIAS, director Rostov branch NIIAS, Dr.Sci. (Tech.), professor, shabelnikov@rniias.ru

OLGEYZER IVAN, Chief engineer of the center of innovative and intellectual technologies, Rostov branch NIIAS, Ph.D. (Tech.), iohan@rniias.ru

ROGOV STANISLAV, Assistant department head ATP SS Rostov branch NIIAS, rogov@rniias.ru

Keywords: poorly populated technologies, dynamic model, overall performance, the systems of automation, the schedule of the executed work, the digital station

Summary: In the article the questions of transition to low manned technologies in the work of sorting stations are considered, examples of their implementation are given. It is proposed to combine disparate systems of automation of station processes into a single digital complex that allows to maintain a single model of mobile units within a sorting station in real time on the basis of data from the wheel. This will make it possible to build a schedule of executed work only on the basis of actual data, improve the efficiency and quality of management decisions.

Active cyber defence approach for railways

LUKATSKY ALEXEY, Cisco Systems, cyber security specialist, alukatsk@cisco.com

Keywords: cyber security, active cyber defence approach, information security, hackers, security architecture, malware, threats, threat intelligence, industrial cyber security

Summary: In the article, a step-by-step strategy for building cyber security of railways is considered, allowing to take into account the model of a potential intruder – from a novice lone person to a special service of a foreign state. Five scenarios of the concept of active cyber defense are presented. In accordance with the first, it is necessary to build the right IT/ICS architecture and apply already existing elements of IT. If the second scenario is implemented, traditional security tools are used in the passive mode, in which the constant participation of a person is almost not required. In the third scenario, a deep analytic and active involvement of the person in the decision-making process in the field of security is added to the second-level tools. The fourth scenario implies higher competencies – building the processes of Threat Intelligence and Threat Hunting. In the fifth scenario, there is a transition from defensive tactics to offensive tactics. Usually at this stage, not just attacks are identified, but attackers themselves, against which various actions are then implemented.

Data storage technology Blockchain

BRITVIN MAXIM, senior teacher, Russian University of Transport (MIIT), department "Economic Informatics", 6534755@gmail.com

Keywords: Blockchain, Smart contracts, distributed data processing

Summary: This article discusses data storage in Blockchain, describes the fundamental principles of the Blockchain algorithm, as well as the typical architecture of distributed storage systems. Attention is paid to the possibility of effective use of Blockchain to perform automated performance analysis of smart contracts and their impact on the system in real time.

АВТОМАТИКА
СВЯЗЬ
ИНФОРМАТИКА



Главный редактор:

Т.А. Филюшкина

Редакционная коллегия:

В.В. Аношкин, Н.Н. Балуюев,
Б.Ф. Безродный, В.А. Воронин,
В.Э. Вохмянин, В.М. Кайнов,
В.А. Ключко, В.Б. Мехов,
С.А. Назимова (зам. главного редактора),
Г.Ф. Насонов,
А.Б. Никитин, Г.А. Перотина
(ответственный секретарь),
Е.Н. Розенберг, К.В. Семион,
А.Н. Слюняев, К.Д. Хромушкин,
Е.И. Чаркин

Редакционный совет:

С.А. Алпатов (Челябинск)
Д.В. Андронов (Иркутск)
В.В. Балакирев (Воронеж)
В.Ю. Бубнов (Москва)
Е.А. Гоман (Москва)
А.Е. Горбунов (Самара)
С.В. Ешуков (Новосибирск)
С.Ю. Лисин (Москва)
В.Н. Новиков (Москва)
А.И. Петров (Москва)
Д.М. Поменков (Москва)
А.Н. Пузилов (Санкт-Петербург)
М.А. Сансызбаев (Москва)
С.Б. Смагин (Москва)
А.Ю. Стуров (Челябинск)
В.И. Талалаев (Москва)
А.С. Ушакова (Калининград)
А.В. Черномазов (Ростов-на-Дону)
А.Н. Шабельников (Ростов-на-Дону)
Д.В. Шалагин (Москва)
В.И. Шаманов (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 – (499) 262-77-50;
отдел связи, радио и вычислительной
техники – (499) 262-77-58;
реклама – (499) 262-16-44

Компьютерная верстка Е.И. Блиндер

Подписано в печать 27.12.2017
Формат 60х88 1/8.
Усл. печ. л. 6,84. Усл. кр.-отт. 8,00
Уч.-изд. л. 10,1

Зак. 1228
Тираж 1790 экз.

Отпечатано в типографии ОАО КНПО ВТИ
420044, г. Казань, пр. Ямашева, д. 36