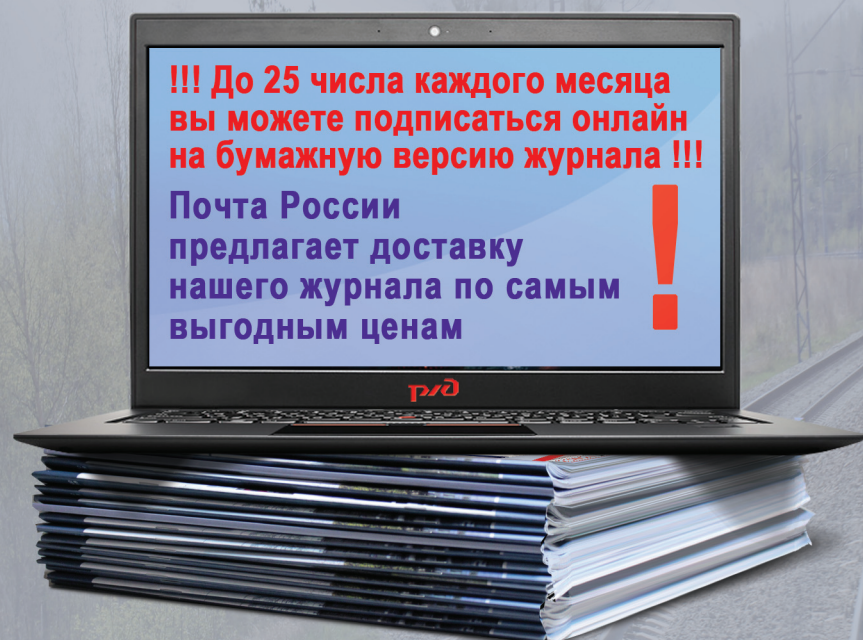


ЖУРНАЛ «АСИ» приглашает к сотрудничеству!

УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

Журнал «Автоматика, связь, информатика» более 90 лет является важным источником полезной информации в области железнодорожной автоматики, телемеханики, связи, вычислительной техники, информатизации транспорта.



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.



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



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

Телефоны:
8(499)262-77-50;
8(499)262-77-58;
8(495)262-16-44

Роспечать
70002
70019
Почта России
П5063
П5074

ISSN 0005-2329, Автоматика, связь, информатика, 2018, № 5, 1–48



ISSN 0005-2329

В НОМЕРЕ:

КОНЦЕПЦИЯ
СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ
НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ

стр. 20

ПОЕЗДНАЯ РАДИОСВЯЗЬ
СТАЛА УСТОЙЧИВОЙ

стр. 34



5 (2018) МАЙ



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



ВСПОМИНАЯ ДНИ ВОЙНЫ

■ Путь на фронт начался для Владимира Устиновича Исаичева 9 мая 1944 г., ровно за год до Дня Победы. Именно в тот день воинский эшелон отошел от станции Нижний Тагил. В этом уральском городе вчерашние выпускники учебного полка, дислоцированного в Челябинске, приняли новые танки. Машины были погружены на железнодорожные платформы, а экипажи – в вагоны. Впереди новобранцев ожидали сражения на полях войны...

В 1941 г. уроженец подмосковных Люберец 16-летний Володя Исаичев вместе с матерью и старшей сестрой, работавшими в наркомате путей сообщения, были эвакуированы в Оренбург. Здесь юноша начал трудиться на эвакуированном из Ленинграда авиационном заводе.

– Делал лонжероны, – вспоминает ветеран. – Начинал учеником, а через два года стал уже мастером.

Владимир понимал, что ему не зря выдана бронь, но все же мечтал попасть на фронт. Как-то он пришел с такой просьбой к заводскому военпреду. Тот, не раз беседовавший с мальчишками на данную тему, на этот раз просто распахнул дверь и жестко бросил: «Вон!».

– Однако мы с товарищем наши выход: отправились в военкомат, находившийся в другом районе города. Там не знали, что мы с военного предприятия, – рассказывает Владимир Устинович. – Выяснилось, что военкому как раз требуются два человека. Уже оформив нас, он спросил, где мы работаем. Услышав наш ответ, схватился за голову, а потом коротко сказал: «Семь бед – один ответ». Так в октябре 1943 г. мы попали в челябинский учебный полк.

...В июне 1944 г. началась наступательная операция «Багратион». Радист-пулеметчик, старший сержант Владимир Исаичев находился в составе 2-го гвардейского танкового корпуса 3-го Белорусского фронта под командованием генерал-полковника Ивана Даниловича Черняховского. Город за городом танкисты освобождали советскую территорию. 3 июля 1944 г., мощно атаковав с востока и северо-востока, они ворвались в Минск. Владимир Устинович рассказывает, что на окраине белорусской столицы они увидели убегающую колонну фашистов, не ожидавших стремительного броска советских войск. Случалось, по словам ветерана, и такое: немецкий регулировщик, приняв за своих, пропустил два наших танка, очертания которых были скрыты за маскировкой. К тому же советские танковые экипажи не вели пе-



реговоров, чтобы не демаскироваться.

Владимир Устинович вспоминает: «Город, который мы увидели, был пустой и полностью разрушенный. Только к вечеру, когда закончился бой, в его центр отовсюду стали стекаться люди. Они радовались, плакали, обнимали нас. А утром перед нашей колонной появился паренек лет 11–12 с длинным ружьем. Он махал руками и кричал: «Остановитесь!». Оказалось, что немцы заминировали в центре города правительственное здание, оставшееся относительно целым. Кстати, разминировали его потом сами немецкие минеры, которым не дали сбежать из города».

Война запомнилась Владимиру Устиновичу не только боями. Дух бойцам поднимали выступления фронтовых бригад. Находиться в курсе событий помогала газета «Сталинская гвардия». Именно из нее Владимир Исаичев узнал о Марии Октябрьской, воевавшей в составе корпуса. На собственные сбережения она построила танк Т-34 «Боевая подруга» и стала его механиком-водителем.

«За месяцы боев я ощутил мощь нашей страны, нашей армии. Только представьте себе выстроившиеся в линию десятки «катюш», ведущих огонь по врагу; мощные танки, самолеты», – рассказывает он. «Также стоит низко поклониться тем, кто трудился в тылу. На фронте без их крепкой поддержки намного труднее бы было победить врага!» – подытоживает свои воспоминания Владимир Устинович.

День Победы В.У. Исаичев встретил в Саратове, куда его обескровленную в боях часть вывели в апреле 1945 г. из Восточной Пруссии на переформирование. Фронт

товик был награжден орденом Отечественной войны II-й степени, медалью «За отвагу» и многими другими юбилейными медалями.

Он демобилизовался в 1950 г. Вернулся в Москву и устроился работать на Центральную станцию связи МПС в линейно-кабельный цех, где ему не раз пригодились фронтовые навыки.

Владимир Устинович следит за техническими новинками, является продвинутым пользователем компьютера, путешествует по просторам интернета, не пренебрегая доступными в его возрасте пешими прогулками на свежем воздухе. И, конечно, поддерживает связь с Советом ветеранов ЦСС.

САМОХВАЛОВА Т.В.,
председатель Совета ветеранов ЦССА



САЛОН ИННОВАЦИЙ

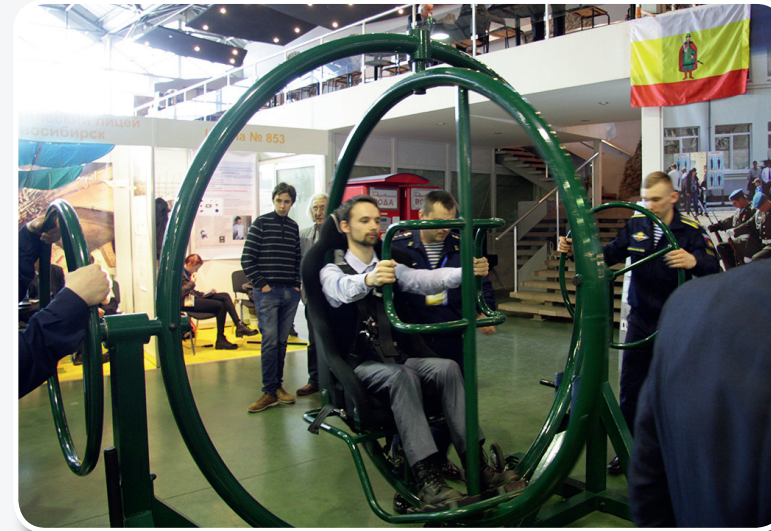
■ В апреле в Москве состоялся 21-й Московский международный Салон изобретений и инновационных технологий «Архимед». На площади более 4,5 тыс. кв. м были представлены последние разработки в области: транспорта, машиностроения, авиакосмической промышленности, информационных технологий, безопасности и др.

В мероприятии приняли участие 250 организаций из 55 регионов России и 26 иностранных государств. За 4 дня работы выставку посетило более 5 тыс. гостей. Эти цифры подтверждают, что Салон пользуется популярностью у отечественных и зарубежных изобретателей и производителей. Проведение

проекта – создание цифровой копии поверхности Земли с точностью до метра. В будущем благодаря этой технологии будет проще проводить мониторинг экологической обстановки, осуществлять контроль лесного хозяйства, оценивать техногенные аварии, составлять топографические карты.

Женскую часть посетителей заинтересовала разработка, привезенная из Кореи – маска с датчиками для определения влажности лица и правильного подбора косметических средств.

Разработка школьников из Зеленограда «Портативное устройство помощи слабовидящим» позволяет людям с недостатками зрения считывать печатный текст любого размера, а



«Архимеда» способствует повышению изобретательской деятельности в нашей стране. Представленные экспонаты отражают наиболее перспективные и эффективные направления развития науки, технологий и техники, влияющие на повышение конкурентоспособности товаров и услуг, а также на выполнение задач по импортозамещению и модернизации экономики. Кроме того, Салон вносит большой вклад в развитие научно-технического прогресса, способствует заключению взаимовыгодных контрактов, а также объединению интересов и установлению партнерских отношений между деловыми кругами разных стран.

На стендах были представлены универсальный площадочный тормозной стенд, предназначенный для контроля показателей эффективности торможения рабочей и стояночной тормозных систем; модернизированные комплексы мобильных лабораторий по ликвидации эпидемий; экзоскелет – прибор для восстановления после инсульта и многое другое.

Посетители выставки смогли не только посмотреть, но и испытать на себе действие двухплоскостного гироскопа для тренировки вестибулярного аппарата парашютистов-десантников с аудиальным, визуальным, тактильным и динамическим сопровождением обучения. А сев в кресло оператора пространственных геоданных, можно было выбрать любой город и «виртуально» перемещаться по воздуху. Суть этого

затем воспроизводить его вслух. Таким образом, у данной категории людей появляется возможность узнать, что написано в любом необходимом случае: в магазинах, на улице, в различных учреждениях.

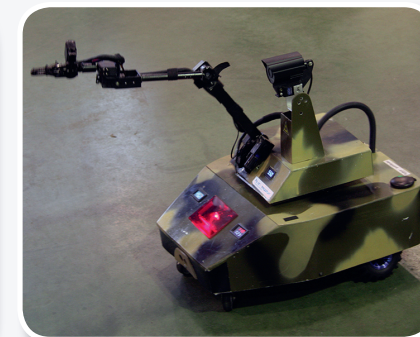
Отдельный блок выставочного пространства занимали инновации железных дорог. АО «НИИАС» представил несколько инновационных разработок, являющихся собой элементы цифровой железной дороги, отмеченных золотыми медалями Салона. Это «Комплексная система автоматизации управления сортировочным процессом (КСАУ СП)», «Устройство мониторинга рельсового транспортного средства и электромагнитный генератор» и «Система закрепления составов на путях железнодорожной станции».

Устройство мониторинга с магнитоэлектрическим генератором позволяет не только диагностировать состояние транспортного средства, но и передавать информацию о его местоположении. Оно крепится к торцу оси колесной пары вагона. Мониторинг состояния ответственных элементов и узлов подвижного состава производится в режиме реального времени. Так как показать работу сортировочной станции «вживую» в условиях выставки невозможно, сотрудники института демонстрировали всем желающим принципиальные схемы и видеофильмы, показывающие комплексную инновационную систему автоматизации управления сортировочным процессом в действии.

В рамках деловой программы мероприятия прошла международная конференция по актуальным вопросам изобретательской и патентно-лицензионной деятельности; круглые столы, посвященные изобретательской и рационализаторской деятельности, а также презентации инновационного потенциала различных стран.

Направленный на инновационное развитие отечественной экономики Салон считается действенным инструментом для интеграции российских ученых и изобретателей в мировое инновационное сообщество.

НАУМОВА Д.В.



СОДЕРЖАНИЕ

АВТОМАТИКА СВЯЗЬ ИНФОРМАТИКА

АСИ

5 (2018)
МАЙ

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

Новая техника и технология

Розенберг Е.Н., Охотников А.Л.

По пути инновационного развития.....2

Фоминых А.В., Сорокин С.В., Фогель А.Л.

Новые решения для контроля схода колесной пары
с рельсов6

Информатизация транспорта

Клюева Е.И., Кукушкин Д.С., Соколова С.Б.

Внутренний аудит информационных технологий
в ОАО «РЖД»10

Обухов А.Д., Маслов Е.С.

Цифровая версия транспортно-логистической системы12

Морозов А.И.

Система поддержки эксплуатационной деятельности
операторов связи16

Ефанов Д.В.,
Осадчий Г.В.

КОНЦЕПЦИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

СТР. 20



Обмен опытом

Логвинов В.И., Минаков Д.Е., Минаков Е.Ю.

Решения для оптимизации эксплуатационных затрат24

Прокопов А.В., Петров О.А.

Поможет регистратор напряжения сети27

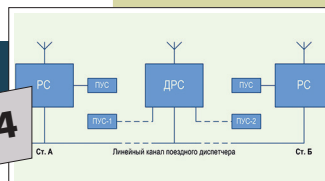
Поднебесов Е.Г., Овчинников М.Д.

Высокоточная координатная система32

Ряжкин В.А.,
Булатников П.А.

ПОЕЗДНАЯ РАДИОСВЯЗЬ СТАЛА УСТОЙЧИВОЙ

СТР. 34



Суждения, мнения

Ожиганов Н.В., Волосов И.Б.

О возможности стабилизации электропитания постов ЭЦ.....37

Филиппских Л.В., Подболотов А.А.

Взаимодействие на стыке ответственности дает результат41

Гига В.Л.

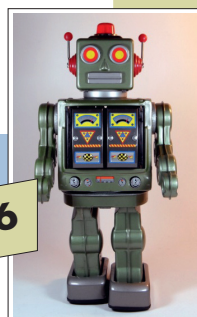
Варианты решения проблемы качества энергоснабжения.....44

Историю пишут люди

Перотина Г.А.

ВСЁ НАЧАЛОСЬ С ДЕТЕКТОРА

СТР. 46



Самохвалова Т.В.

Вспоминая дни войны2 стр. обл.

Наумова Д.В.

Салон инноваций.....3 стр. обл.

На 1-й стр. обложки: перегон Слюдянка-2 – Ангасолка Восточно-Сибирской дороги (фото Конюшкина Г.Ю.)

ПО ПУТИ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ



РОЗЕНБЕРГ

Ефим Наумович,

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



ОХОТНИКОВ

Андрей Леонидович,

АО «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте», заместитель руководителя по инновационному развитию Центра стратегического анализа и развития

Ключевые слова: инновационное развитие, беспилотное управление, интервальное регулирование, автоматизация сортировочных процессов, цифровая железная дорога, промышленный интернет вещей, малолюдные и безлюдные технологии

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы инновационного развития ОАО «РЖД», включая регламентирующие документы и условия, способствующие технологической креативности общества. Дано описание инновационной деятельности ОАО «РЖД» в таких направлениях, как развитие единой интеллектуальной системы управления и автоматизации производственных процессов на железнодорожном транспорте, системы управления активами на основе методологии управления рисками, системы беспилотного управления, систем интервального регулирования и автоматизации сортировочных процессов.

■ Инновационное развитие железных дорог является приоритетным направлением для транспортной отрасли России. Повышение конкурентоспособности железнодорожного транспорта, его адаптация к рыночным условиям требуют совершенствования структуры управления и оснащения железных дорог современным оборудованием на основе новейших технологий.

Инновационная деятельность ОАО «РЖД» ориентирована на решение задач стратегического развития холдинга «РЖД» и определена Комплексной программой инновационного развития на период до 2020 г.

Приоритет инновационной политики компании состоит в коммерциализации прорывных исследований и разработок, поскольку результаты управленческой деятельности по продвижению на рынок новых продуктов и технологий во многом влияют на эффективное функционирование ОАО «РЖД» и экономику страны в целом.

Без изменения отношения руководителей и сотрудников холдинга к инновациям добиться прогресса в этой области практически

невозможно. Ведь известно, что склонность к изобретениям и реализации инноваций обуславливает «технологическую креативность общества».

Можно выделить три главных условия, способствующих технологической креативности [1]:

наличие изобретательных и предприимчивых новаторов, способных и готовых бросить вызов физическому окружению ради улучшения жизни;

поощрение потенциальных новаторов, создание для них нужной структуры стимулов;

разнообразие и терпимость в процессе инновационной деятельности.

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.

Чтобы адекватно отвечать на современные вызовы, структурные подразделения компании должны постоянно повышать эффективность своей деятельности, прежде всего, на основе инновационного прорыва [2].

Инновационная деятельность в холдинге неразрывно связана с государственной программой «Развитие транспортной системы», утвержденной 20 декабря 2017 г. В ней выделяются три основных направления технологического развития: создание энергоэффективных и экологически чистых транспортных средств; интеллектуальное управление и обеспечение безопасности транспортного комплекса; высокоскоростная транспортировка пассажиров и грузов.

Отметим, что наиболее важное для ОАО «РЖД» второе направление охватывает основные виды деятельности компании, включая работы и исследования по созданию и внедрению таких систем, как:

единая интеллектуальная система управления и автоматизации производственных процессов на железнодорожном транспорте (ИСУЖТ);

система управления активами на основе методологии управления ресурсами, рисками и надежностью объектов железнодорожной инфраструктуры и подвижного состава на стадиях жизненного цикла (УРПАН), реализуемая на Единой корпоративной платформе (ЕКП УРПАН);

комплексные системы управления и обеспечения безопасности движения поездов, контроля технического состояния подвижного состава, отечественного центра радиоблокировки (RBC);

комплексные системы интервального регулирования на базе бортовых и стационарных средств автоматики, в том числе с использованием цифрового радиоканала для передачи ответственной информации;

микропроцессорная централизация для решения комплексной задачи построения системы интервального регулирования;

интеллектуальные сортировочные системы, обеспечивающие расширение эксплуатационных функций и повышение качества расформирования составов на сортировочных станциях;

системы управления инфраструктурой.

В разработке и внедрении всех перечисленных систем АО «НИИАС» принимает самое непосредственное участие – указанные проекты находятся в сфере основной деятельности института. Инновационное развитие АО «НИИАС», как части научно отраслевого комплекса холдинга «РЖД», заключается в поиске и развитии новых компетенций. Они основаны на технических и технологических решениях в области малолюдных и безлюдных технологий управления движением поездов, информационной и кибербезопасности, создании микропроцессорных систем с открытым кодом, новых методов и средств диагностики пути и подвижного со-

става, применении высокоточного спутникового позиционирования, развития интеллектуальных систем управления, включая интервальное регулирование.

Институт предоставляет ОАО «РЖД» комплексную, интегрирующую все необходимые производственные компоненты платформу для управления перевозочным процессом и содержанием инфраструктуры, что способствует росту производительности труда и основных показателей работы, а также снижению эксплуатационных затрат.

Одно из ключевых направлений – развитие и внедрение системы ИСУЖТ. Она предназначена для прогнозного планирования эксплуатационной работы на полигонах железных дорог, управления производственными процессами в реальном режиме времени, принятия оптимальных вариантов в решении конфликтных ситуаций перевозочного процесса, для создания автоматизированного центра поддержки принятия решений, а также повышения уровня безопасности перевозок путем совершенствования технологии управления поездной работой. Так, на МЦК инновационные системы построены на базе единой цифровой программно-аппаратной среды ИСУЖТ, которые входят в расширенный состав Цифровой железной дороги [3]. Причем на МЦК применены 112 объектов интеллектуальной собственности АО «НИИАС», которые могут в дальнейшем быть тиражированы на другие важные объекты холдинга.

Важным направлением, опре-

деляющим будущий облик железнодорожных систем безопасности движения, является использование новых физических принципов. Например, при разработке системы интервального регулирования движения поездов предлагается использовать оптоволоконную систему виброакустического мониторинга и передачи данных по цифровому радиоканалу. При этом для виброакустического мониторинга протяженных объектов предусматривается организация контроля проследования подвижного состава по участкам пути при помощи координатного позиционирования поездов.

Цель разработки состоит в создании малообслуживаемой системы интервального регулирования движения поездов на участках малой и средней интенсивности движения без применения напольного оборудования железнодорожной автоматики. Это позволяет значительно сократить инвестиции на строительство перегонных систем автоматики (до 65 %), а также снизить эксплуатационные расходы (33 %).

Основным элементом при переходе к управлению потоками поездов должно стать интервальное регулирование нового поколения (рис. 1). 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). Такой подход показал уже свою эффективность на МЦК.

В 2016 г. начаты эксплуатационные испытания технологии в составе системы интервального регулирования движения поездов на участке Болшево – Фрязино Московской дороги. Наши решения имеют ряд принципиальных отличий от аналогичных европейских разработок. Отличия заключаются в структуре технических средств, реализованных в комплексе микропроцессорной системы интервального регулирования. Требования, которые предъявляются к перспективному подвижному составу, связаны с концепцией «Цифровой железной дороги», где подвижной состав рассматривается как объект в системе автоматического управления перевозочным процессом [4].

Инновационной технологией, в перспективе предусматривающей

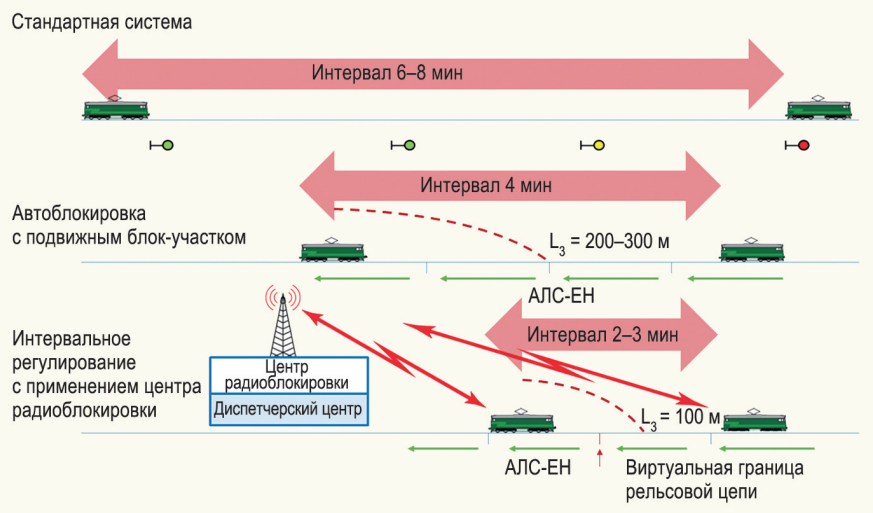


РИС. 1



РИС. 2

постепенный переход на автоматические системы управления, заменяющие человека, является «Автоведение» или «Беспилотное управление». В ОАО «РЖД» данному направлению придается большое значение с учетом влияния таких факторов, как экономический, человеческий и фактор безопасности. Это не только решение задачи повышения эффективности операционной деятельности, но и проблемы с обеспечением трудовыми ресурсами. Эта технология лежит в плоскости вновь создаваемой в ОАО «РЖД» «Программы роботизации», имеющей направление на сокращение численности персонала, повышение производительности труда, энерго- и ресурсосбережение, снижение срока окупаемости проектов.

Сегодня реализована технология автоматической передачи предупреждений и прочей служебной информации в системы автоведения локомотива и системы информирования машиниста. Важным аспектом является также снижение напряженности труда, развитие операторских функций. При этом от работников потребуются повышение квалификации и уровня знаний, позволяющих эффективно действовать в условиях нестандартных ситуаций, когда необходимо брать управление на себя.

Подобные решения уже применяются на метрополитене некоторых стран, где в электропоездах полностью отсутствует даже кабина машиниста. Такие решения стали частью программ цифровых технологий на ряде железных дорог мира, например в Германии, где запущены первые пилотные проекты.

Необходимо отметить, что

впервые на железнодорожном транспорте России в 2015 г. на станции Лужская Октябрьской дороги успешно реализована технология роспуска вагонов с автоматическим управлением горочным локомотивом. В настоящее время прорабатывается пилотный проект телеуправления маневровым локомотивом с удаленного рабочего места оператора-машиниста. На полигоне АО «НИИАС» создано виртуальное рабочее место машиниста тепловоза с управлением локомотивом по радиоканалу. Для отработки этой технологии используется испытательный стенд, который представляет собой путевую измерительную тележку с установленным оборудованием системы технического зрения. Стенд позволяет устанавливать и проверять различные датчики систем обнаружения. В его состав входят радары, лидары, видеокамеры различных модификаций с набором объективов, высокопроизводительный блок обработки информации на основе модулей NVIDIA, блок отображения.

Для дистанционного управления локомотивом изготовлен переносной блок управления с возможностью отображения на мониторе видеoinформации с локомотива, а также телеметрической информации поезда в реальном режиме времени. Цель проекта – управление несколькими маневровыми локомотивами одним оператором-машинистом (рис. 2).

Основная техническая сложность автоматического вождения электропоездов на железных дорогах по сравнению с метрополитеном заключается в наличии открытого доступа к путям

и, следовательно, возможности внезапного появления перед поездом людей и других объектов. Особенно актуальна эта ситуация для железнодорожных переездов.

Современные системы обнаружения по своим характеристикам, учитывая интеллектуальную обработку данных, вплотную приблизились к физическим возможностям человека, а по некоторым параметрам их превосходят. Автоматические системы позволяют полностью исключить влияние человеческого фактора (усталость, потеря концентрации и внимания). Вместе с тем, для их полномасштабного внедрения необходимо на практике подтвердить, что автоматическая система управления обеспечивает требуемую безопасность движения поездов, а также изменить нормативную базу, регламентирующую организацию движения поездов. Кроме того, необходимо изменить сознание людей, доказав на практике безопасность и надежность современных технологий.

Следует отметить, что одним из наиболее ярких примеров внедрения инновационных решений стал полигон МЦК, где активно используются перспективные малолюдные технологии и современные системы обеспечения безопасности движения. Например, успешно внедрен комплекс автоматизированного управления движением поездов в условиях высокой интенсивности в режиме «Автодиспетчер» – «Автомашинист». Он стал логическим продолжением эффективно работающего такого же комплекса на полигоне Сочи – Адлер – Красная Поляна [4].

В системе «Автодиспетчер» – «Автомашинист» реализуется ре-

жим автоведения поездов, использование цифровых систем связи, высокоточной координатной сети и цифровой модели пути, обеспечивающих высокую точность позиционирования электропоезда, внедрение криптозащищенной безбумажной технологии передачи на борт ответственной информации. Это дает возможность организовывать движение электропоездов в режиме «Автомашинист», соблюдая при этом установленные требования безопасности.

Функционирование системы обеспечивается комбинированной системой интервального регулирования с подвижными блоками участками на базе автоблокировки с рельсовыми цепями тональной частоты и микропроцессорных бортовых устройств. Эта система позволяет решать задачи организации совмещенного пассажирского и грузового сообщения на всей сети дорог. Система имеет два режима работы: светофорной сигнализации для движения грузовых поездов установленной массы и длины и бессветофорной сигнализации для ускоренного движения пригородных поездов с интервалом попутного следования до 3 мин. Эта система и ее отдельные элементы имеют высокий экспортный потенциал.

В целях повышения эффективности работы сортировочных станций и надежности работы ЖАТ целесообразно инициировать проект по интегрированию разрозненных систем автоматизации сортировочных процессов в единый комплекс для организации цифровой станции. В основе проекта лежит система, которая будет обобщать исходную информацию от всех действующих на сортировочной станции систем автоматизации и централизации, проверять ее на непротиворечивость, устранять избыточность и формировать в режиме реального времени текущую поездную и вагонную модель по данным «от колеса». Уже действует и планируется к тиражированию горочный комплекс под управлением комплексной системы автоматизации управления сортировочным процессом (КСАУ СП) с помощью управления горочным локомотивом системой маневровой автоматической локомотивной сигнализации без машиниста (МАЛС БМ) [5].

Принципиально меняется система мониторинга и диагностики

состояния железнодорожной инфраструктуры. При этом происходит переход на использование бортовых информационно-измерительных систем, интегрированных в конструкцию подвижного состава (электропоезд «Ласточка»), обеспечивающих полную автоматизацию диагностики элементов инфраструктуры.

Инновационным решением стало оснащение электропоезда бортовым комплексом ультразвуковой дефектоскопии рельсов. Такая технология необходима в условиях интенсивного движения. Она служит составляющей обеспечения надежности функционирования всего комплекса автоматизированного управления движением поездов. По оценкам, в ближайшее десятилетие возможен полный переход на диагностику инфраструктуры с использованием только графического движения. В рамках этой деятельности перспективным видится разработка и внедрение беспроводных систем распределенного мониторинга инфраструктуры на базе энергоэффективных датчиков, в том числе с автономным питанием.

В перспективе стоит задача добиться устойчивого баланса между обслуживанием инфраструктуры по нормативам и по состоянию. В идеале на выходе возможно построить 3D-карту состояния инфраструктуры, когда все сигналы от датчиков визуализируются в рамках 3D-модели и высокоточной технологии координат. Такие цифровые модели содержат пространственные описания объектов инфраструктуры, включая железнодорожный путь, инженерные сооружения, системы электроснабжения, а также объектов железнодорожной автоматики, телемеханики и связи. При этом можно видеть все проблемы и предсказывать возможные внештатные ситуации.

Одно из активно развивающихся инновационных направлений – автоматизация процессов сбора и обработки технологической информации, своевременная передача управляющих команд в малолюдных и безлюдных технологиях. Решение этой задачи требует активного развития инфраструктуры информационного обмена в рамках технологии промышленного интернета вещей на базе использования и развития технологий энергоэффективной

беспроводной радиосвязи с достаточной дальностью и защищенностью и устройств высокой автономности, участвующих в информационном обмене.

Все перечисленные стратегические направления работ АО «НИИАС» с учетом имеющихся компетенций и практического опыта дают возможность максимально использовать весь накопленный научно-технический потенциал института, задействовать все созданные объекты интеллектуальной собственности и обеспечить достижение поставленных целей инновационного развития холдинга «РЖД».

Однако для формирования финансовых показателей института необходима методика оценки влияния технических и технологических решений на производственные показатели и эксплуатационные затраты ОАО «РЖД», а также механизм стимулирования научной деятельности института за счет подтвержденного экономического эффекта от внедрения разработок в холдинге. Часть сэкономленных средств целесообразно направлять на финансирование «задельных» работ, которые являются движущей силой научно-технического и инновационного развития холдинга. Разработка и утверждение методики оценки и механизма стимулирования будут способствовать удержанию лидирующего положения холдинга в железнодорожной отрасли по многим направлениям как в стране, так и за рубежом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мачерет Д.А., Измайкова А.В. Экономическая роль инноваций в долгосрочном развитии железнодорожного транспорта. М.: Издательство МИИТ, 2016. 162 с.
2. Розенберг И.Н. Стратегические направления работ ОАО «НИИАС» в обеспечение инновационного развития ОАО «РЖД» на период 2017-2020 гг. // Наука и технологии железных дорог. 2017. № 1. С. 2–13.
3. Розенберг Е.Н., Дзюба Ю.В., Батраев В.В. О направлениях развития цифровой железной дороги // Автоматика, связь, информатика. 2018. № 1. С. 9–13.
4. Розенберг Е.Н. Разработка перспективных систем управления движением поездов // Автоматика, связь, информатика. 2014. № 12. С. 15–17.
5. Шабельников А.Н., Ольгейзер И.А., Рогов С.А. От механизации к цифровизации сортировочной станции // Автоматика, связь, информатика. 2018. № 1. С. 21–23.

УДК 656.2.082 + 656.256/.258

НОВЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ СХОДА КОЛЕСНОЙ ПАРЫ С РЕЛЬСОВ



ФОМИНЫХ

Антон Витальевич,

АО «Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта», директор Нижегородского отделения



СОРОКИН

Сергей Вениаминович,

АО «Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта», главный инженер Нижегородского отделения



ФОГЕЛЬ

Александр Львович,

АО «Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта», заместитель директора по науке Нижегородского отделения, канд. техн. наук

Ключевые слова: контроль схода подвижного состава, устройство обнаружения схода колесной пары УОСКП

Аннотация. Представлено устройство обнаружения схода колесной пары вагона с рельса – УОСКП, в котором исключен основной недостаток устройств УКСПС – ложные срабатывания от ударов спрессованного снега и льда. В нем реализуется бесконтактный метод обнаружения негабаритного металлического предмета с помощью индуктивных датчиков. Устройство представляет собой пластиковую панель, которая устанавливается вдоль шпал на 40 мм ниже уровня подошвы рельсов. УОСКП не требует специальной очистки от снега и льда, допускает работу снегоочистительной техники, не разрушается от воздействия негабаритных или волоочащихся предметов. Семь его индуктивных датчиков обнаруживают сход колеса или волочение металлических предметов во всей области контроля в соответствии с техническими требованиями к УКСПС. Программная обработка поступающих от датчиков сигналов расширяет функциональность устройства и повышает надежность его работы.

■ Уже более трех десятилетий на сети дорог в целях повышения безопасности движения поездов применяется устройство контроля схода подвижного состава УКСПС. Принцип работы этого технического средства заключается в разрыве токопроводящей цепи при разрушении его элементов от удара сошедшего колеса или негабаритного провисающего предмета.

Наряду с неоспоримыми достоинствами (простота исполнения, повышение безопасности движения поездов и др.) УКСПС имеет принципиальные недостатки,

связанные с применением метода ударного воздействия. По мнению авторов, выбор критерия значения разрушающей силы является достаточно неоднозначным, поскольку импульс ударного воздействия зависит от многих факторов (точки и направления удара, скорости, массы и твердости предмета), что создает трудности с калибровкой устройства на месте установки. Даже улучшенные модификации устройства (УКСПС-2 и УКСПС-У-1) не исключают проблем ложных срабатываний при ударах кусков льда и камней, что приводит к необоснованным

остановкам поездов, способным спровоцировать сбой в графике движения поездов. В результате помимо экономических возникают еще и имиджевые потери компании ОАО «РЖД». Кроме того, имеются сложности с очисткой УКСПС от снега и льда, а также с необходимостью его восстановления после каждого срабатывания.

Развитие в стране скоростного и высокоскоростного движения, появление современных скоростных поездов «Сапсан», «Стриж» и других предъявляет новые, более жесткие требования к таким устройствам.



РИС. 1



РИС. 2



РИС. 3

■ Первые попытки кардинально усовершенствовать устройство предприняли более 15 лет назад. В 2000 г. в опытную эксплуатацию включили системы контроля нижнего габарита СКНГ-2 и волочащихся предметов СКВП-2. По одной из них установили в увязке с КТСМ и семь СКВП-2 – с аппаратурой сигнальных установок автоблокировки.

В СКНГ-2 (рис. 1) применили бесконтактный метод выявления негабаритного предмета. Он основывается на оценке изменения емкости электромагнитного датчика при приближении к нему металлического предмета. Такие датчики обладают наибольшей чувствительностью, но подвержены значительному влиянию температуры, влажности и других факторов. В связи с невозможностью обеспечения постоянства уровней сигналов от негабаритных предметов, что создает проблемы с выбором критерия срабатывания, от дальнейшего применения этой системы отказались.

В СКВП-2 (рис. 2) использовали тот же принцип оценки ударного воздействия, что и в УОСКП, но без разрушения датчика при воз-

действии негабаритного предмета. При таком техническом решении сигнал тревоги формируется электронной схемой, в которой чувствительным элементом является реле, размыкающее свои контакты при ударе заданной силы о корпус. Это позволило исключить необходимость восстановления датчика после срабатывания и уменьшить число ложных срабатываний. Кроме того, поскольку датчик не разрушается от ударов волочащихся предметов, появилась возможность калибровки специальным ударным устройством и настройки чувствительности СКВП-2 на удар определенной силы (например, 42 кН), что принципиально невозможно для всех модификаций УОСКП.

Однако это устройство не лишено ряда недостатков, характерных для ударных датчиков (сложность выбора критерия значения разрушающей силы и наличие проблем с ложными срабатываниями), пусть и не настолько серьезных по сравнению с УОСКП.

Поскольку в увязке с КТСМ обеспечивается точное позиционирование сошедшей с рельсов колесной пары и получение необходимого питания для СКВП-2, в

постоянную эксплуатацию приняли только такой вариант подключения этого устройства.

От увязки этой системы с аппаратурой сигнальной точки решили отказаться в связи с невозможностью позиционирования колесной пары в составе, при следовании которого произошло срабатывание. Кроме того, на перегонах, оборудованных системами централизованной автоблокировки, получившими в последнее время широкое распространение, потребовалось бы прокладывать кабели и для питания СКВП-2, и для передачи сигналов от нее.

■ В 2015 г. было разработано принципиально новое устройство обнаружения схода колесной пары вагона с рельсов – УОСКП (рис. 3). Вместо оценки ударного воздействия на его элементы в качестве критерия выбрали превышение порогового уровня сигнала от нечувствительного к любым ударам индуктивного датчика при приближении металлического предмета к корпусу устройства.

Достоинством такого подхода является способность оценить ситуацию без непосредственного контакта с элементами устройства, даже если оно находится под слоем снега или льда. Современная микропроцессорная техника позволяет использовать оптимальные алгоритмы обработки информации, которые исключают срабатывание устройства от металлических элементов, находящихся в габарите подвижного состава, и улучшают соотношение сигнал/шум. Расширенные функциональные возможности устройства дают возможность, в частности, определить месторасположение в поезде сошедшего колеса и время этого события. К тому же УОСКП полностью взаимозаменяем с УОСКП.

Устройство состоит из семи индуктивных датчиков и платы

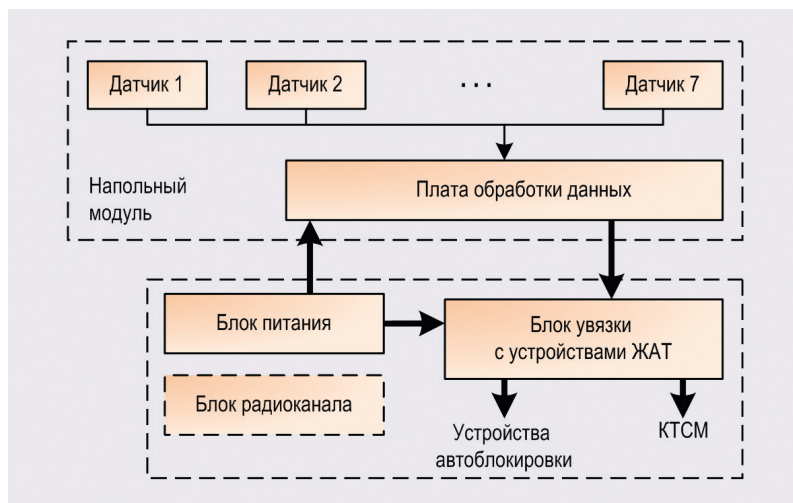


РИС. 4

обработки данных, расположенных внутри пластиковой панели, а также блока увязки с устройствами автоблокировки или аппаратурой КТСМ, который может размещаться в путевом ящике (ПЯ), релейном шкафу (РШ) или помещении поста КТСМ (рис. 4).

Пластиковая панель размером 240x212x40 мм устанавливается в междушпальном пространстве на 40 мм ниже уровня подошвы рельсов. Это позволяет исключить разрушение устройства не только от волоочащихся негабаритных предметов, но и при сходе колеса с рельсов (если не повреждаются шпалы). Датчики полностью охватывают область контроля возможного нарушения нижнего габарита подвижного состава. На рис. 5, а, б приведены фотографии открытой пластиковой панели с датчиками и платы отдельного датчика.

С помощью платы обработки данных определяется сторона и порядковый номер колесной пары, вызвавшей срабатывание. Эта информация вместе со временем и датой события хранится в памяти устройства и может передаваться на пост ЭЦ вместе с сигналом тревоги и неисправности в виде последовательного кодового сигнала по линии связи основного сигнала тревоги.

В случае подключения к устройствам КТСМ информация о номере подвижной единицы и времени события заимствуется из аппаратуры этого комплекса.

При увязке с децентрализованной системой автоблокировки блок передачи информации УОСКП размещается в ПЯ или РШ.

Если возникнет необходимость, то могут быть реализованы технические решения передачи информации по радиоканалу в кабину машиниста.

■ Принцип работы нового устройства заключается в следующем. Металлические предметы, появляющиеся в зоне контроля, влияют на частоту генерации сигнала индуктивного датчика, чувствительным элементом которого является проводник на печатной плате в форме прямоугольной петли. Такой способ контроля аналогичен способам, применяющимся в металлодетекторах. При увеличении расстояния в n раз величина отклика сигнала уменьшается в n^4 раз. В связи с этим сигнал от днища вагона существенно слабее,

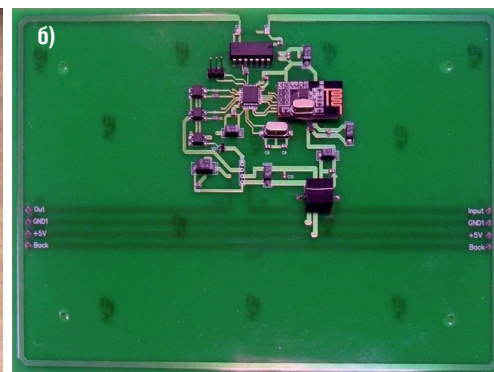
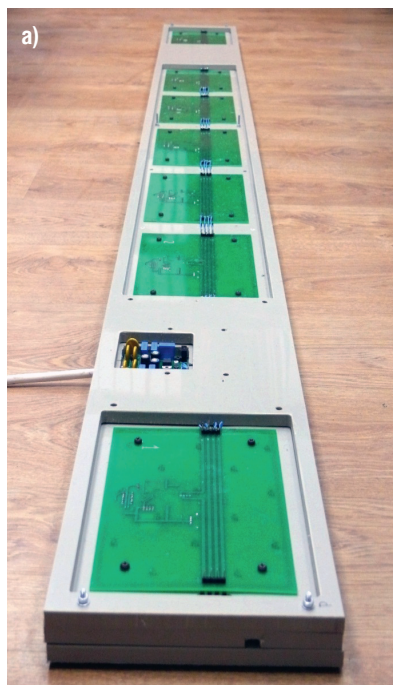


РИС. 5

чем от негабаритного предмета. Выбрав необходимое пороговое значение для уровня сигнала, можно указать величину предельного расстояния от металлического предмета определенных размеров до датчика, на котором будет обеспечиваться заданная вероятность обнаружения.

Особенностью принципиальной схемы датчика является использование микропроцессора, спо-

собного практически мгновенно измерять частоту с погрешностью менее 0,01 %. Это делает УОСКП работоспособным при движении поездов со скоростью до 300 км/ч. Сейчас разрабатываются варианты устройств, которые можно будет применять при движении со скоростью до 450 км/ч.

Испытания опытного образца УОСКП показали, что уровни сигналов от наиболее часто встречающихся неисправностей вагонов превышают уровни шума и помех более чем на 3 дБ. К таким неисправностям относятся провисающие тормозная тяга и замок автосцепки, а также другие элементы вагона, находящиеся на расстоянии не выше 150 мм от поверхности датчика.

Поскольку сигнал от сошедшего колеса более, чем на 10 дБ превышает уровень помех, то мож-

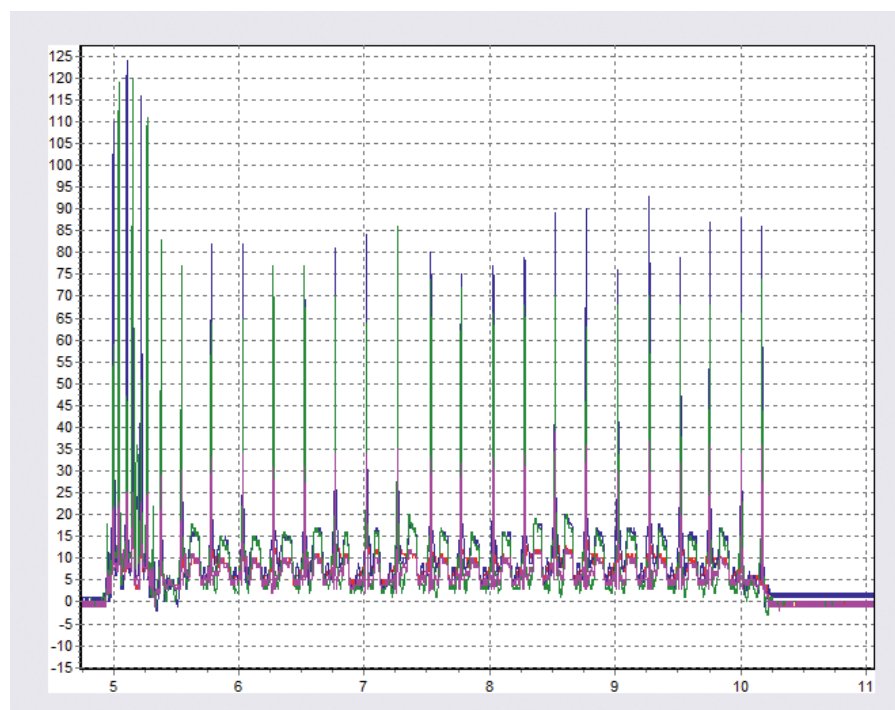


РИС. 6

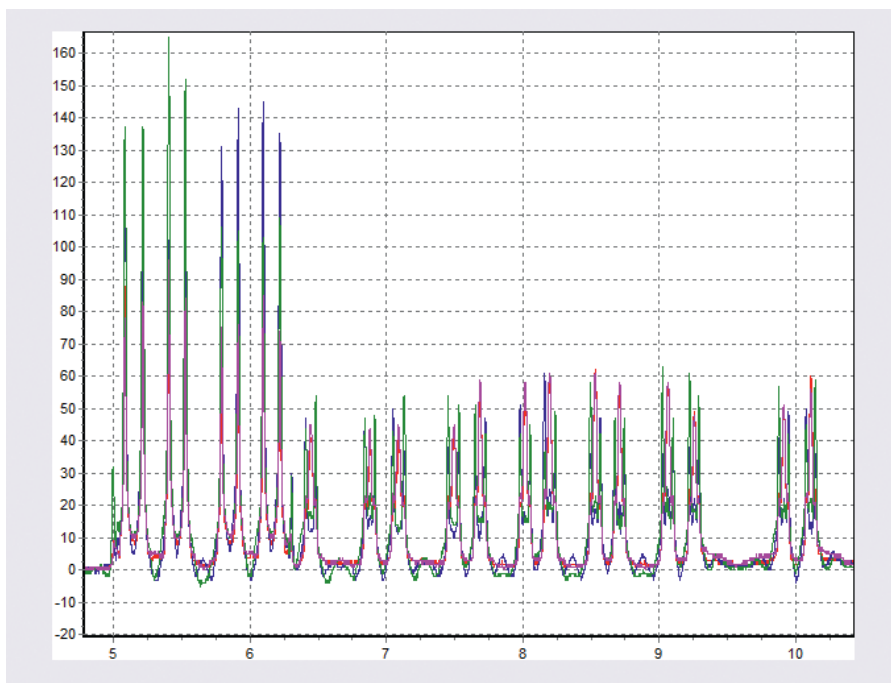


РИС. 7

но утверждать, что такое событие будет зафиксировано в любом случае.

Высокая чувствительность при низком уровне помех и собственного шума дает возможность определить не только момент прохождения каждой колесной пары над устройством, но и профиль днища вагонов и локомотивов подвижного состава. В результате можно без дополнительных технических средств определять порядковый номер колесной пары и сторону состава в момент срабатывания устройства.

Для примера на рис. 6 и 7 приведены временные зависимости

сигналов датчиков УОСКП при прохождении над ними электропоезда «Стриж» и грузового состава соответственно. По оси абсцисс показано время в секундах, а по оси ординат – относительное изменение частоты индуктивного датчика в условных единицах.

Разными цветами изображены сигналы от всех семи датчиков. В момент прохождения над устройством колесных пар локомотива и вагонов наблюдается резкий скачок амплитуды. Общее время прохождения поезда «Стриж» над устройством составило немногим более 5 с.

На графике, полученном при движении грузового поезда (см. рис. 7), можно различить сначала большие по амплитуде сигналы от колесных пар двух секций локомотива, а затем более слабые – от тележек грузовых вагонов. На нем видно, что после пяти обычных грузовых вагонов прошел вагон вдвое большей длины. При необходимости это позволит в дальнейшем реализовать задачу точной идентификации типов вагонов и локомотивов по очертанию днища подвижных единиц.

■ В настоящее время опытный образец устройства УОСКП введен в подконтрольную эксплуатацию на посту КТСМ-02 перед станцией Дзержинск на линии Москва – Нижний Новгород. Разработчики отслеживают работу системы, анализируют сигналы датчиков при прохождении различных типов подвижного состава, в том числе путевых машин,двигающихся с разными скоростями. С целью повышения функциональных возможностей и надежности устройства УОСКП по результатам наблюдений совершенствуется конструкция устройства, модернизируется алгоритмическое и программное обеспечение.

Авторы выражают благодарность сотрудникам службы автоматики и телемеханики и обслуживающему персоналу производственного участка по обслуживанию КТСМ Горьковской дистанции СЦБ Горьковской ДИ за помощь в проведении подконтрольной эксплуатации.

**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.

УДК 004.05

ВНУТРЕННИЙ АУДИТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОАО «РЖД»

**КЛЮЕВА**

Елена Ильинична,
ОАО «РЖД», Северная железная
дорога, заместитель начальника
службы корпоративной
информатизации

**КУКУШКИН**

Дмитрий Сергеевич,
ОАО «РЖД», Северная железная
дорога, начальник отдела службы
корпоративной информатизации,
канд. техн. наук

**СОКОЛОВА**

Светлана Борисовна,
ОАО «РЖД», Северная железная
дорога, ведущий технолог
службы корпоративной
информатизации

Ключевые слова: автоматизированная система, ИТ-аудит, ИТ-услуги, контроль качества ИТ, управление ИТ, внутренний аудит, система внутреннего контроля

Аннотация. Внутренний ИТ-аудит является инструментом оценки соответствия качества информационных технологий потребностям как конкретных бизнес-процессов, так и бизнесу в целом. В него включается оценка эффективности управления ИТ, а также выработка мер по повышению эффективности производственных процессов за счет увеличения полноты использования существующих возможностей АСУ, их доработки и вывода невостребованных систем из эксплуатации.

■ В настоящее время в ОАО «РЖД» эксплуатируется более тысячи автоматизированных систем, обеспечивающих информационную поддержку ключевых технологических процессов. В связи с географическими особенностями и масштабом компании важным вопросом является обеспечение соответствия предоставляемой ИТ-поддержки потребностям бизнеса холдинга «РЖД». Проведенное в рамках подготовки Стратегии развития ИТ исследование показало, что уровень информационной поддержки часто не соответствует ожиданиям бизнеса [1]. Установлено, что критическая часть функциональности ОАО «РЖД» поддерживается разнородными системами, зачастую недостаточно адаптированными под потребности бизнеса. Внедренные программные продукты слабо или совсем не взаимодействуют между собой.

В этих условиях важно реализовать механизм контроля текущего состояния в области предоставления ИТ-услуг. За более чем 30-летнюю историю развития науки об ИТ-управлении ведущими международными институтами (ISACA, OGC, ISO) выработан набор детализированных требований в виде сборников лучших практик (например, ITIL) и открытых стандартов (CobIT, ISO 20000 и др.) [2, 3].

В соответствии со стратегическими целями развития информационных технологий ОАО «РЖД» основную задачу внутреннего ИТ-аудита можно обозначить как совершенствование информационных систем (развитие ИС), производственных процессов за счет использования возможностей ИС, а также системы управления процессами информатизации.

Области внутреннего ИТ-аудита подразделяются на две со-

ставляющие. К первой относятся процессы, обеспечивающие предоставление ИТ-сервиса и управление ИТ. Они охватывают организационный и процедурный уровни от операций сбора потребностей и заявок на разработку до сдачи готовых продуктов в эксплуатацию и вывода устаревших комплексов из эксплуатации. Сюда же входят процессы по предоставлению услуг ГВЦ ОАО «РЖД», построенные с учетом рекомендаций библиотеки передового опыта ITIL. В целом, категория областей аудита, нацеленная на совершенствование системы управления процессами информатизации, а также повышение эффективности работы ИТ-служб и взаимодействия участников процессов информатизации компании, обозначается как «Управление ИТ».

Ко второй составляющей относится оценка текущих возможно-

стей уже внедренных в производство решений, включая анализ их применения в производственных процессах функциональных заказчиков. Категорию областей аудита, нацеленную на обеспечение соответствия действующих и внедряемых ИТ-решений потребностям бизнеса, можно определить как «Обеспечение бизнеса ИТ».

«Управление ИТ» представляет собой процесс, направленный на повышение результативности деятельности ГВЦ и ЦКИ ОАО «РЖД» посредством системного и последовательного проведения внутренних аудиторских проверок и оценки эффективности систем внутреннего контроля и управления рисками. ИТ-аудит позволяет реализовывать более эффективные стратегии управления ИТ, устанавливать контроль над использованием информационных ресурсов и соответствующими процессами, осуществлять мониторинг, давать сравнительную оценку достижения бизнес-целей и оценивать производительность в рамках каждого ИТ-процесса. В ходе ИТ-аудита анализируется текущее состояние, и при наличии существенных отклонений от норм производится оценка результирующих рисков, а также выдаются рекомендации по поводу корректирующих действий.

Основными целями категории «Обеспечение бизнеса ИТ» являются оценка соответствия существующих ИТ-решений тре-

бованиям заказчика, нормативных документов, отраслевых и корпоративных стандартов, а также разработка предложений по улучшению производственных процессов за счет применения ИТ-решений.

Объекты внутреннего ИТ-аудита – автоматизированные системы, используемые в производственной, хозяйственной и управленческой деятельности ОАО «РЖД».

Для проведения внутренних ИТ-аудитов в регионе целесообразно организовывать региональную аудиторскую группу на каждой дороге. Общее руководство при этом следует возложить на центральный уровень. С этой целью в компании принято решение о создании функционального центра информатизации по направлению ИТ-аудит (ФЦИ ИТ-аудит). В состав центра входят ответственные сотрудники служб (отделов) корпоративной информатизации каждой дороги.

Схема взаимодействия участников при проведении внутреннего ИТ-аудита в области обеспечения бизнеса ИТ приведена на рисунке.

Подготовительный этап является наиболее сложным, требующим высокой квалификации от исполнителя. Он выполняется ФЦИ ИТ-аудит совместно с ФЦИ по направлению. На этом этапе формируются схемы рассматриваемых процессов, формируется комплект необходимой нормативной документации, включая

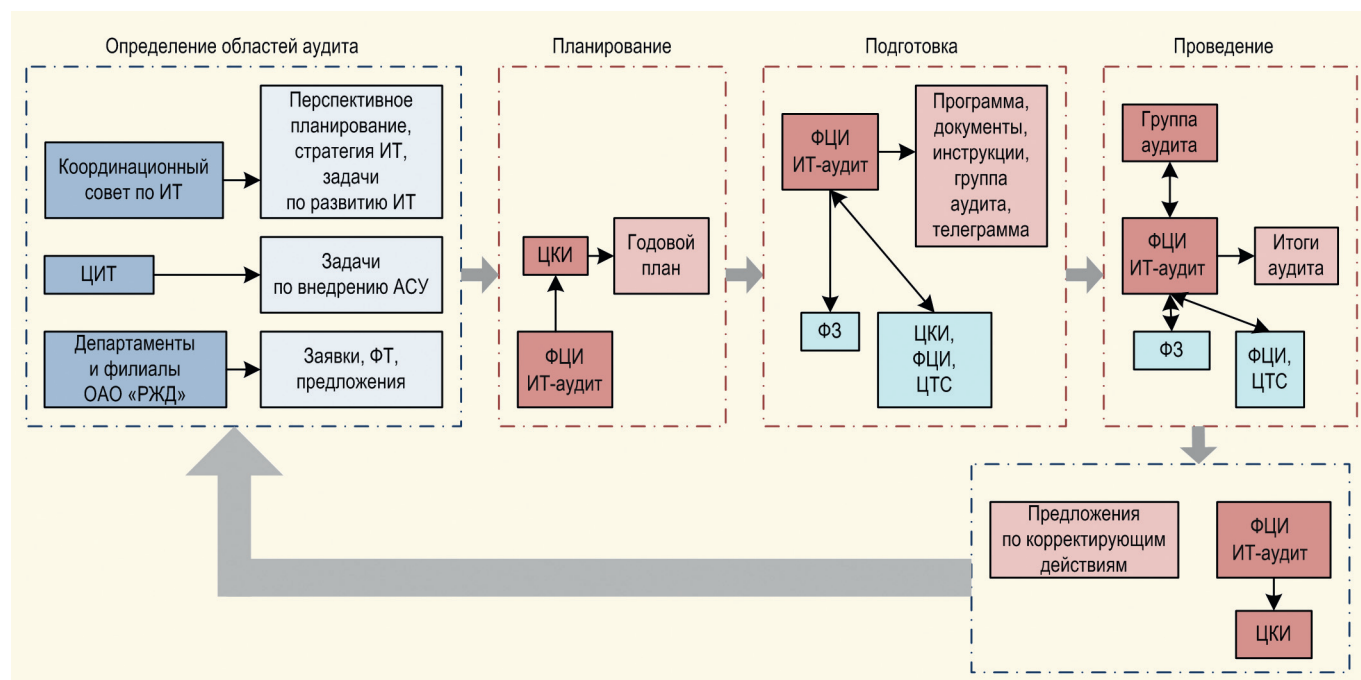
перечень используемых АСУ и документации к ним.

В результате реализации этого этапа составляется полный комплект документов, необходимый для проведения ИТ-аудита на региональном уровне. Наиболее важными документами являются таблицы чек-листов, предполагающие прямые ответы на вопросы по качеству ИТ-поддержки элементов рассматриваемых процессов и анкета «Открытые вопросы».

В соответствии со сформированной схемой процессов и с учетом рекомендаций бережливого производства при подготовке вопросов чек-листов оценивается использование АСУ для обеспечения входов и выходов подпроцессов необходимыми данными; реализация самих подпроцессов, а также контроль непроизводительных потерь, связанных с рассматриваемыми процессами. Кроме того, оцениваются возможности АСУ для сокращения выявленных непроизводительных потерь за счет повышения полноты их использования или доработки.

На основе региональных отчетов ФЦИ ИТ-аудит формирует сводный отчет по ИТ-аудиту с предложениями по оптимизации процессов компании за счет возможностей АСУ или их доработки, а также предложения по выводу из эксплуатации дублирующих или неиспользуемых АСУ.

В соответствии с приведенными принципами и с учетом практики,



наработанной в рамках проводимых аудитов на полигоне Северной дороги, были подготовлены проекты нормативных документов, регламентирующих деятельность создаваемого функционального центра.

В прошлом году с учетом подготовленных документов на полигоне Северной дороги были проведены внутренние ИТ-аудиты на наличие дублирующих и не востребуемых АСУ. В ходе работы по Северной дирекции инфраструктуры подверглись аудиту 123 АСУ, по Северной дирекции управления движением – 133, по Северной дирекции тяги – 116. В результате в центральные дирекции были направлены предложения по выводу из эксплуатации и доработке более 20 АСУ.

В текущем году на сетевом уровне запланированы аудиты, которые должны выявить дублирующие и не востребуемые АСУ, оценить информационную поддержку сменно-суточного планирования, закупочной деятельности, планирования и выполнения «окон» и др. В соответствии со Стратегий информатизации и связи оценка текущего состояния информационных технологий является первым шагом к реализации цифровой железной дороги.

В ноябре прошлого года при поддержке Департамента информатизации на базе МИИТа проведено обучение экстерриториальной группы ФЦИ ИТ-аудит по программе повышения квалификации «Аудит использования отраслевых информационных систем (Управление жизненным циклом)» по вопросам методологии ИТ-аудитов в соответствии с требованиями международных стандартов.

Результат, который будет получен по итогам проведения внутреннего ИТ-аудита, позволит повысить эффективность работы компании за счет возможностей, которые дают современные информационные технологии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Стратегия ИТ связи ОАО «РЖД» на период до 2020 года.
2. ГОСТ Р ИСО 9001-2015 Системы менеджмента качества. Требования. Введ. 1.11.2015. М.: Стандартинформ, 2015. 24 с.
3. COBIT 5 : Бизнес-модель по руководству и управлению ИТ на предприятии [Электронный ресурс] / ISACA. 2012. 94 с. URL:// http://www.wikiitil.ru/books/Cobit-5_frm_rus_0813.pdf

УДК 656.222.6

ЦИФРОВАЯ ВЕРСИЯ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ



ОБУХОВ

Андрей Дмитриевич,
Российский университет транспорта (МИИТ), инженер научно-образовательного центра «Независимые комплексные транспортные исследования», канд. техн. наук



МАСЛОВ

Евгений Сергеевич,
Российский университет транспорта (МИИТ), аспирант кафедры «Управление транспортным бизнесом и интеллектуальные системы»

Ключевые слова: цифровая транспортно-логистическая система, цифровая логистика, цифровая экономика, интеллектуальные транспортные системы, межмашинное взаимодействие, *Mobility as a Service*, *digital twin*

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы развития интеллектуальных транспортных систем, приведена классификация интеллектуальных систем на транспорте с учетом автономности их работы, интеллектуальности в управлении транспортными процессами. Предложено развитие интеллектуальной системы нового уровня в виде цифровой транспортно-логистической системы, как основы для реализации концепций “Internet of Things” и “Physical Internet” в цифровой логистике.

■ По оценкам исследований Всемирного банка Logistics Performance Index по итогам 2016 г. индекс эффективности транспортно-логистической системы России находился на 99 месте среди 160 стран мира, что примерно соответствует уровню развития логистики на Коморских островах, Нигерии и Иране. Индекс рассчитывается на основе международных опросов по основным характеристикам логистической системы, а именно: таможенное оформление, качество логистической инфраструктуры, простота в организации цепочек поставок, доступность цены, ком-

петентность персонала и качество оказания услуг, возможность контроля грузов и частота поставок, в том числе онлайн [1].

Проблемы логистики в электронной торговле, прежде всего, связаны с более быстрыми темпами формирования и реализации цепочек поставок товаров по сравнению с традиционной торговлей. В эпоху, когда большинство заказов и покупок осуществляется онлайн, для повышения эффективности доставки необходимо транспортно-логистические функции и сопутствующие им процессы реализовать в информационно-циф-

ровом формате с синхронизацией, контролем и отображением ситуации в реальном времени.

Такая модель реализуется с помощью так называемых «цифровых двойников» (digital twin), которые представляют собой виртуальные машины и цифровые копии физических объектов, агрегирующие данные, модели и программные приложения. Особенность «цифровых двойников» в том, что они привязаны к объекту на протяжении всего его жизненного цикла, существуют и изменяются вместе с ним [2].

Облачная или цифровая реализация транспортной системы обеспечит требуемый и необходимый уровень прозрачности, создав при этом открытые транспортные платформы, что в свою очередь повысит уровень безопасности для всех участников и прежде всего для заказчиков, позволив повысить надежность и лояльность при заказе услуг.

Сегодня виртуальный мир и виртуальная реальность (VR) быстро превращаются в производительную силу и внедряются в физический мир. Ключевым направлением развития транспортной отрасли в РФ является внедрение интеллектуальных транспортных систем.

Слово «интеллектуальный» или «умный» в названии системы («умный город», «умный транспорт» и др.) обычно предполагает использование методов интеллектуального анализа данных и искусственного интеллекта. Но разные интеллектуальные системы могут иметь различную степень интеллектуальности. В технологиях принятия решений интеллектуальная система – это информационно-вычислительная система с интеллектуальной поддержкой, решающая задачи без участия человека, т.е. лица, принимающего решение, в отличие от интеллектуализированной системы, в которой оператор присутствует [3].

Большинство существующих современных «интеллектуальных» и «умных» систем относятся скорее к классу автоматизированных систем управления и являются интеллектуализированными системами. Они способны лишь частично заменить специалиста-эксперта в какой-либо предметной области при разрешении проблемной ситуации (Экспертная система) или помочь людям, принимающим

решение в сложных условиях, производя полный и объективный анализ предметной деятельности (Системы поддержки принятия решений). Однако они не заменяют полностью деятельность специалиста, а лишь улучшают его работу, частично снижая риск человеческого фактора, но не исключая его полностью.

Проводя аналогии с уровнями автоматизации транспорта, можно вывести классификацию и иерархию уровней автоматизации и интеллектуализации транспортно-логистических систем по степени автономности их работы, интеллектуальности в управлении транспортными процессами и выполнении логистических функций.

Уровень 0. Системы с полностью ручным управлением и отсутствием какой-либо автоматизации. Принятие решений и интеллектуальное управление полностью осуществляется за счет интеллекта человеческого уровня.

Уровень 1. Транспортные системы, в которых большинство команд управления по-прежнему осуществляется при непосредственном участии специалиста-транспортника, но часть операций происходит в полуавтоматизированном режиме. Уровень интеллекта при выполнении логистических операций минимальный.

Уровень 2. Транспортно-логистические системы, отдельные элементы и подсистемы которых полностью автоматизированы и в конце своей работы предоставляют законченный результат. При определенных режимах управления работа происходит в интеллектуальном режиме, но под полным контролем оператора или дежурного (например, Интеллектуальная система управления на железнодорожном транспорте ИСУЖТ в ОАО «РЖД»). Это текущий уровень автоматизации большинства интеллектуальных транспортных систем.

Уровень 3. Решения по управлению движением и организации грузов, погрузочно-разгрузочными работами принимают автоматизированные системы, которые ведут весь процесс от начала до конца. Участие человека минимально и требуется только при возникновении каких-либо динамических инцидентов. Человек выступает в качестве «резервной системы».

Уровень 4. Транспортные системы, в которых используются

полностью автономные и беспилотные транспортные средства, роботизированные устройства на складах, интеллектуальный анализ и контроль за транспортными ресурсами, полное межмашинное взаимодействие, интеграция и взаимодействие различных видов транспорта в единой интегрированной интеллектуальной среде с полным контролем по всему маршруту движения груза, в том числе через спутниковые системы (ГЛОНАСС, GPS). Уровень интеллектуальности этих транспортных систем позволяет им «обращаться за помощью» к человеку в случае, если система сама не может справиться с нештатной ситуацией.

Уровень 5. Единая транспортная экосистема, где исполнены полноценные реализации интеллектуальных транспортных систем. Такая экосистема не требует участия человека в транспортно-логистических операциях. Все процессы происходят в автоматическом режиме, в том числе взаимодействие систем управления движением транспортных средств, перевозками, транспортными средствами, навигация, маршрутизация, управление ресурсами складов, управление логистическими цепями поставок и др. Пример комплексной интеллектуальной транспортной системы – реализация концепции «Физический интернет».

Цифровые транспортные системы являются новым этапом развития интеллектуальных транспортных систем. Они выделяются в класс программно-конфигурируемых самообучающихся транспортных систем, которые способны выполнять следующие функции: самостоятельно формировать управляющие команды, инструкции для исполнения тех или иных транспортно-логистических операций, а также передавать их на исполнение другим роботизированным системам; оценивать все риски и результаты исполнения; совершенствовать и улучшать точность, интеллектуальность и логичность управляющих команд; обучаться в процессе работы системы. Благодаря таким системам достигается уровень автономного роботизированного транспорта, где за управление и исполнение команд полностью отвечает искусственный интеллект.

На сегодняшний день большинство систем лишь частично ин-

теллектуальные. В транспортной системе в целом и в ее отдельных элементах по-прежнему сохраняется вероятность появления ошибки, так как пока невозможно исключить субъективный человеческий фактор.

Транспортное управление требует высококвалифицированного участия человека и даже еще более подготовленного для правильной интерпретации и способности понимать, что и почему делает искусственный интеллект в данной части системы, чтобы принять системное, обоснованное решение. Дальнейший рост числа объектов управления, повышение их сложности и объема в транспортной системе потребует масштабирования штата сотрудников пропорционально росту количества транспортно-технологических комплексов и автоматизированных систем. Как показывает опыт в настоящее время этот рост идет опережающими темпами, что нельзя сказать о подготовке новых кадров.

В случае появления ошибки в работе интеллектуальной системы (не исключено как и в случае работы с человеческим интеллектом) необходимо своевременно и правильно ее интерпретировать и создать прецедент на исправление экспертам по информационным системам. Это довольно долгий процесс по причине соблюдения всех формальных процедур (сбора нужной контрольной информации, описания сценариев и условий для воспроизведения, а в случае плавающих ошибок еще и создание условий повторного инцидента). Кроме того, необходимо повышение квалификации уже имеющихся кадров для анализа ошибок в этих системах.

Цифровые транспортные системы отлаживаются на этапе внедрения и системного тестирования, в том числе нагрузочного и автоматизированного. Все работы ведутся под контролем специалистов, которые проектировали системы, а значит они оперативно смогут выполнить операции по обслуживанию и ремонту оборудования ИТС, а также максимально качественно на раннем этапе заметить и устранить нарушения в работе системы.

По сути уровень управления и исполнения команд будет разделен для возможности независимо от поставщика оборудования и

технических средств организовывать их совместную работу, строить программно-конфигурируемые и, что еще важнее, программно-управляемые логистические сети и цепочки поставок в транспортно-логистических системах. При этом участие человека в транспортно-логистическом процессе должно выйти на новый уровень.

Человек не будет решать оперативные вопросы и проблемы. Его задача – принимать готовые решения комплексной задачи, оценивать принятые ранее решения по ключевым показателям эффективности для корректировки и дальнейшей калибровки. Например, работа диспетчеров, дежурных по станции, логистов, экспедиторов и прочих руководителей низового звена (операционных управляющих) после внедрения интеллектуальных систем управления перевозочным процессом (автоматизированных поездов, беспилотного транспорта на техническом уровне управления, сквозных систем взаимодействия интернета вещей и др.) значительно упростится, так как реализуется полная интеллектуальность и автономность при принятии управленческих решений.

Отметим, что программное управление машинами и техническим комплексом намного эффективнее, чем управление рабочими процессами. Машины не устают физически и интеллектуально, не прерываются на обед, больничные и выходные, не теряют точность, концентрацию и внимание при принятии управленческих решений. Они исполняют команды по заданным и описанным в них алгоритмам.

Благодаря переходу на программно-конфигурируемые системы с программным управлением на основе цифровых моделей становится возможна реализация сквозной цифровой технологии промышленного интернета вещей, когда происходит межмашинное взаимодействие (Machine-to-Machine M2M). При этом отпадает необходимость участия человека в привычной цепочке транспортных операций. Организуется экосистема автономных устройств (интеллектуальных робототехнических комплексов, сенсоров, манипуляторов, контроллеров), которые могут взаимодействовать друг с другом без участия человека.

Реализуется сквозная обработка (Straight Through Processing) – процесс непрерывной, полностью автоматизированной обработки информации. На всех этапах обработки данных исключено ручное вмешательство, что достигается применением стандартов обмена информацией между автоматизированными системами и их полного взаимодействия [4].

В эпоху цифровизации экономика определяется не столько скоростью движения товаров, сколько скоростью информационных процессов в рамках даже уже не привычного интернета, а «интернета вещей». Владеть товаром или грузом в цифровой экономике – значит иметь право собственности, которое может быть оформлено и закреплено цифровой подписью без непосредственной доставки и передачи физического объекта в электронном формате виртуального пространства, или иметь возможность реализации продукции за счет производства прямо на территории заказчика (например, с помощью аддитивных методов посредством технологий 3D-печати).

Цифровая транспортная система становится универсальным средством для построения решения, объединяющего различные транспортные системы и сервисы в единую киберфизическую экосистему транспортной мобильности, так как по сути не имеет ограничений на реализацию и вычислительные мощности при правильном их масштабировании и кластеризации.

Киберфизические системы (Cyber Physical System) – это системы, состоящие из различных природных объектов, искусственных подсистем и управляющих контроллеров, позволяющих представить такое образование как единое целое. Принципиальное отличие и новизна киберфизических систем от существующих встроенных или автоматизированных систем управления в том, что они интегрируют в себе цифровое начало, компьютерные аппаратные и программные технологии, качественно новые интеллектуальные исполнительные механизмы [5], встроенные в окружающую их среду и способные воспринимать ее изменения, реагировать на них, самообучаться и адаптироваться [6, 7].

На данном этапе в мире активно набирает обороты такое направление транспортного сервиса как «Мобильность как сервис» (Mobility as a Service, MaaS). Оно позволяет персонализировать транспортно-логистический аутсорсинг, выявлять каким транспортным сервисам клиенты отдадут предпочтение в системе. On demand-модель намного эффективнее, удобнее и самое главное выгоднее реализует все необходимые функции в удобном формате и требует минимального количества времени на оформление, вызов и подготовку к началу выполнения транспортного процесса.

Ярким примером таких услуг являются услуги автомобильного такси, реализованные в виде мобильных и веб-приложений. Пользователям предлагаются предиктивные возможности по времени и по стоимости выполнения заказа, гарантируют качество и прозрачность всего процесса с автоматическим оформлением отчетной документации, оплатой услуг, подбором требуемого набора дополнительных опций и выбором уровня комфорта оказываемой услуги.

Сегодня различные транспортные системы очень слабо связаны и интегрированы между собой, нет синхронизации, например, между такси, автомобильным и железнодорожным транспортом или авиарейсами. С точки зрения мультимодальных перевозок – это крайне необходимо для повышения качества оказания и снижения издержек как пассажирских, так и грузовых транспортно-логистических услуг.

Идеология MaaS также подразумевает построение маршрута из точки А в точку В любым возможным видом транспорта с учетом всех условий и пересадок, связанности и удобства данного выбора для конкретного пользователя, с предоставлением результатов на доступный пользователю интерфейс взаимодействия. Все это невозможно реализовать без цифровой экосистемы интеллектуальных средств управления и обмена информацией, предоставления глобальных услуг в рамках единого стандартизированного интерфейса.

Задача цифровой логистики – сократить продолжительность и трудоемкость перевозки груза за

счет уменьшения числа выполняемых операций и этапов процесса перевозки. Для ее достижения, а также для увеличения скорости и точности принятия управленческих решений при управлении на транспорте необходимо формализованное описание процессов с дальнейшим созданием киберфизической системы. Она может быть построена на основе имеющейся инфраструктуры и текущих достижений каждой из отраслей транспорта в области автоматизации и интеллектуализации транспортных систем.

На основе цифровой транспортной системы станет возможна унификация и централизация решений, которые необходимы для дальнейшего развития всей транспортной отрасли. И это уже мировая цель развития транспорта будущего: единый системный оператор в данном предложенном варианте «виртуальной» логистики. Такой своего рода виртуальный провайдер может быть построен на базе имеющейся инфраструктуры, к которой подключаются независимые агенты и партнеры, создавая единую виртуальную систему со своим интерфейсом прикладного программирования API и возможностью разработки собственных «надстроек» [8].

Подобные виртуальные модели коопераций уже активно внедряются на телекоммуникационном рынке в виде многочисленных «виртуальных» операторов связи. В данном контексте «виртуальный» – значит не имеющий собственных базовых станций и работающий полностью на основе и совместно с базовым оператором, пропускной канал которого превышает текущие потребности его клиентов, за счет чего они реализуют простаивающие и невостребованные ресурсы.

На сегодняшний день транспортная отрасль России представляет собой децентрализованную инфраструктуру различной природы объектов: транспортные средства, «умные» склады, терминалы самообслуживания – постаматы, онлайн доски и маркетплейсы, автоматизированные и интеллектуальные системы управления железнодорожным транспортом и др. Всеми этими транспортными объектами и системами необходимо управлять, обслуживать их и предотвращать сбои в работе. Для

этого нужна специальная компьютерная реализация интеллектуальной транспортно-логистической системы, которая позволила бы гибко добавлять в единый контур управления объекты или убирать их из него, настраивать, задавать уровни доступа к транспортным услугам, политики и сценарии использования, иметь связь с внешними системами. Только в таком случае получится создать общий ландшафт, в котором уже не люди, а устройства и интеллектуальные системы будут общаться между собой [9,10,11]. Более того, цифровая транспортная система может быть основой при реализации концепции «Физического интернета» на базе инфраструктуры крупной транспортной организации, например, такой как холдинг «РЖД».

ЛИТЕРАТУРА

1. International LPI Global Ranking [Электронный ресурс] // The World Bank. URL: <https://lpi.worldbank.org/international/global> (дата обращения 12.12.2017).
2. Княгин В. Вызов цифровой экономики [Электронный ресурс] // Стратегия развития страны 2018-2024. URL: <https://www.csr.ru/news/vyzov-tsifrovoj-ekonomiki/> (дата обращения 14.08.2017).
3. Лисев Г.А., Попова И.В. Технологии поддержки принятия решений : учебное пособие. М.: Флинта, 2011. 133 с.
4. Овчинский В. С. Цифровая экономика и ее технологии [Электронный ресурс] // Обозреватель. URL: <http://www.obozrnik.ru/?p=56780> (дата обращения 09.10.2017).
5. Князев И.С. Автоматизация бизнес-процессов – потенциал для транспортных предприятий // Инновации транспорта. 2016. № 4 (26). С.12–15.
6. Обухов А.Д. Применение нейросетевых технологий в управлении сортировочной станцией // Автоматика, связь, информатика. 2017. № 7. С. 14–16.
7. Обухов А.Д. Цифровые технологии в управлении эксплуатационной работой на железнодорожном транспорте // Автоматика, связь, информатика. 2017. № 9. С. 4–8.
8. Обухов А.Д. Инновационные подходы к автоматизации управления сортировочной станцией // Мир транспорта. 2016. Т. 14, № 4 (65). С. 176–187.
9. 3D printing and the future of supply chains. A DHL perspective on the state of 3D printing and implications for logistics // DHL. 2016. URL: http://www.dhl.com/content/dam/downloads/g0/about_us/logistics_insights/dhl_trendreport_3dprinting.pdf (дата обращения 12.12.2017).
10. Кизим А.А., Исаулова С.С. Виртуальная транспортно - логистическая система. Логистические центры как пункты виртуального экономического анализа // Финансы и кредит. 2004. № 1. С. 63–67.
11. Козлов П.А., Вакуленко С.П., Колокольников В.С. Проблема организации Единой Транспортной Системы // Вестник РГУПС. 2017. № 3. С. 96–101.



МОРОЗОВ
Андрей Игоревич,
ОАО «РЖД», Центральная
станция связи, заместитель
начальника отдела

СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОПЕРАТОРОВ СВЯЗИ

В конце 90-х гг. прошлого века операторы повсеместно стали создавать комплексные автоматизированные системы управления сетями связи. В настоящее время такие проекты ведутся в рамках создания систем поддержки эксплуатационной деятельности OSS (Operation Support System). О системах OSS рассказывается в этой статье.

■ Системы поддержки эксплуатационной деятельности OSS – категория прикладного программного обеспечения, используемого операторами связи для автоматизации внутренних бизнес-процессов. Она основывается на базовом обозначении набора функций управления, которые применяются оператором связи для мониторинга, анализа и управления системами, ресурсами и услугами.

Целями построения системы OSS являются: сокращение производственных издержек и операционных расходов на предоставление услуг и содержание телекоммуникационной инфраструктуры; поддержка нормативного качества обслуживания клиентов, включая минимизацию времени восстановления оборудования после сбоев и полноценную техническую поддержку пользователей; оптимизация связей и сетей по критерию стоимость/производительность (эффективность). Система OSS – важный элемент, который помогает операторам связи при переходе от традиционных телекоммуникационных услуг к цифровым сервисам.

OSS включают в себя в первую очередь сети и слои ИТ-сервисов, обращенных непосредственно к клиенту с помощью наборов интегрированных решений. Данные, обрабатываемые системами OSS, имеют ключевое значение для оценки влияния эксплуатационных технических процессов на качество услуг, предоставляемых клиентам и на бизнес-цели оператора связи. OSS помогает повысить эффективность, снизить затраты и улучшить качество обслуживания клиентов путем повышения уровня автоматизации процессов принятия решений.

Основной функционал систем OSS включает в себя следующие компоненты управления:

инвентаризацией (Resource/Inventory Management) – учет физических и логических ресурсов сети (сюда относится и компонент «Каталог услуг»);

заказами на услуги по Каталогу, включая конфигурацию конкретно необходимых клиенту услуг;

нарядами на активацию услуг (Order Management) – отслеживание всех этапов исполнения заказа на подготовку и предоставление услуги;

планированием и развитием услуг (Service Provisioning Management) – прогнозирование развития событий и моделирование разнообразных сценариев,

в том числе расчет необходимых для этого физических объемов и мощности;

работой эксплуатационного персонала (Workforce management) с контролем выполнения задач по устранению неисправностей (Trouble Ticketing);

непрерывностью и согласованностью услуг, куда относится и компонент учета времени использования различных ресурсов сети; управление неисправностями (Fault Management) – система контроля и управления аварийными сигналами, которая предназначена для их фильтрации и корреляции с целью выявления первопричины аварийных сообщений; управление качеством услуг (SLA Management) обеспечивает оперативный мониторинг сервисов, доступных внутренним и внешним пользователям; управление безопасностью (Security Management) контролирует доступ к ресурсам сети.

В расширенном виде система OSS, кроме того, включает в себя такие функциональные модули:

автоматизированная аналитика, средства агрегации и корреляции данных, формирования отчетов BI (Business intelligence – методы и инструменты для перевода необработанной информации в осмысленную, удобную форму);

управление политиками (Policy management) дает возможность упростить сложную задачу управления сетями и распределенными системами путем развертывания администраторами тех или иных политик, которые регулируют работу компонент;

управление продуктами жизненного цикла;

многоканальную поддержку;

интегрированное планирование логических и физических ресурсов и активов.

Важным свойством современных систем OSS является возможность «бесшовной» стыковки перечисленных ранее компонент в составе новых горизонтально интегрированных архитектурных решений для поддержки операций в меняющихся виртуальных и смешанных сетевых средах.

Рынок OSS развивается в сторону более совершенных цифровых сервисов, работающих в режиме реального времени. Современный рынок ставит новые сложные задачи в среде OSS. Различные типы новых телекоммуникационных услуг обуславливают

формирование новых технических и архитектурных задач для систем OSS: «машина-машина» (M2M), приносящие дополнительный доход сервисы (value-added service – VAS), интернет вещей (IoT), умный дом, OTT (over the top) – доставка видеосигнала от провайдера контента на устройство пользователя по сетям передачи данных, услуги B2B.

Новые модели цифрового бизнеса требуют конфигурации, исполнения и гарантии предоставления услуг в режиме реального времени. Эти модели также подразумевают более конкурентоспособные персональные услуги, многие из которых состоят из стороннего цифрового контента и компонент, а также необходимость обеспечения достаточного уровня поддержки средствами внутренних и внешних систем.

Кроме того, в новом цифровом мире операторы связи должны гарантировать, что службы взаимодействия с клиентами (CRM), наряду со службами управления Каталогом услуг и эксплуатации сетей, являются достаточно гибкими для динамического создания все более новых, сложных портфелей услуг. Другими словами, службы эксплуатации должны полноценно и бесшовно взаимодействовать и интегрироваться с обращенными на клиента системами поддержки бизнеса BSS (Business Support System), куда относится биллинг услуг и CRM.

Традиционно основной функционал OSS предназначен для инженерных и эксплуатационных служб. Однако после глубокого внедрения средств автоматизации в операционную деятельность в ИТ архитектуре операторов связи происходят коренные изменения. Теперь обрабатываемые системами OSS данные имеют ключевое значение для реализации взаимосвязи оперативно-технического планирования с фактической информацией о клиентах и, следовательно, используются в процессах бизнеса, маркетинга, стратегического планирования и др. Такая эволюция операторов связи требует внедрения единых централизованных решений, которые смогут соединить разрозненные процессы разных подразделений для сквозной автоматизации и исполнения операционных процессов.

В настоящее время системы OSS подразделяются на две основные категории:

поддержка услуг, охватывающая все инструменты и процедуры, призванные оптимизировать производительность и параметры сети, которые оказывают влияние на восприятие качества конечными пользователями;

выполнение услуг, охватывающее все действия и процессы, которые участвуют в реализации заказа на обслуживание и предоставление услуги заказчику. Сюда, например, входят спецификации единиц оборудования и компонент сети, необходимых для конкретной услуги, и определение для нее пропускной способности транспортной сети.

Однако обе категории систем OSS (поддержка и выполнение) сливаются в одну по мере того, как операторы связи находят возможность миграции от собственного «нишевого» ПО к универсальным «коробочным» системам. Последние способны охватить сквозные эксплуатационные процессы и поддерживать их продолжительное время, достаточное для миграции на современную архитектуру OSS. Эта тенденция подчеркивает тот факт, что производители стремятся дополнять свои основные технические решения специальными функциями и возможностями, такими как встроенная аналитика и др.

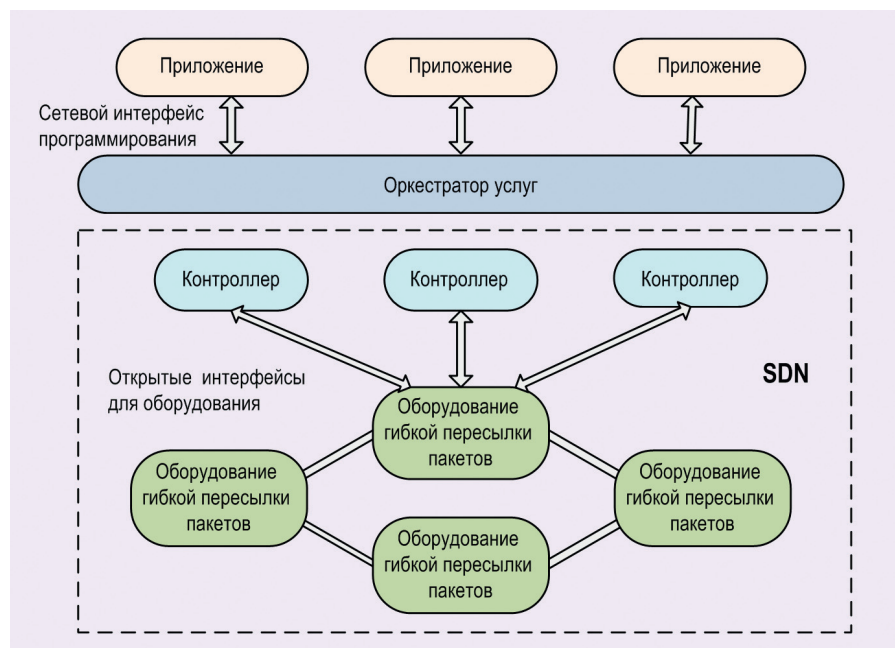
В течение следующих нескольких лет мы увидим появление новой виртуальной категории систем OSS с внедрением программно-конфигурируемых сетей, функций виртуализации сети. Указанные тренды ещё значительно усиливают тенденцию к унификации архитектуры систем OSS, целостному охвату исполнения замкнутых процессов, контроля, политик и аналитики, позволяя операторам работать в неоднородных виртуальных и программно-управляемых сетях, а также в гибридных виртуальных сетях, средах обслуживания и бизнес-моделях.

Технология SDN (Software Defined Networking) предусматривает разделение функций управления сетью и функций передачи данных. Такая архитектура позволяет выделить из сетевого оборудования уровень управления и сделать его программируемым (программно-конфигурируемым).

Технология NFV (Network Functions Virtualization) – концепция сетевой архитектуры, предлагающая использовать технологии виртуализации для целых классов функций сетевых узлов в виде составных элементов, которые могут быть соединены вместе или связаны в цепочку для создания телекоммуникационных услуг (сервисов).

Архитектура SDN и NFV показана на рисунке.

Наблюдающаяся эволюция формирует платформу для скачка в развитии OSS – создание полностью автоматического, гибко конфигурируемого самонастраиваемого горизонтального слоя программного обеспечения, которое будет поддерживать гибридные физические и виртуальные ресурсы. С течением вре-



мени, эта новая SDN/NFV-управляемая OSS заменит текущие процессы управления услугами.

Современные тенденции ускорят необходимость модернизации и масштабирования архитектуры для больших объемов транзакций инфраструктуры систем OSS, например, для приложений мобильной широкополосной связи, новых подключаемых устройств и IoT.

Инфраструктура OSS должна поддерживать комплексные объединенные сервисы в различных технологиях и сетевых средах, таких как фиксированная, мобильная, широкополосная связь, LTE, IMS (IP Multimedia Subsystem), IP, облачные и виртуальные центры обработки данных.

Для согласования технологий требуются более целостные и проактивные системы OSS, обеспечивающие обзор топологии сети и сервисов, которые объединяют сетевые технологии и услуги. Ожидается, что системам OSS предстоит перерождение, которое, вероятно, сыграет ключевую роль в преодолении технологического разрыва между физически организованными и виртуальными сетями, а также позволит перейти от устаревших сервисов к новым виртуальным средам с программным управлением. Решения OSS должны стать более ориентированными на метаданные, обеспечивая централизованное управление сетями, качеством услуг и потоками клиентов.

Рынок разворачивается к лучшим интегрированным продуктам, основанным на единой унифицированной платформе. Они включают единую бизнес-модель и среду бизнес-правил, а также унифицированные пользовательские интерфейсы. Чтобы ускорить автоматизацию и полную реализацию сервисов, некоторые вендоры предоставляют пакеты бизнес-решений, контента и технологий, которые ускоряют конкретные проекты. Это также предполагает поддержку в реинжиниринге бизнес-процессов и предоставление лучших внедренческих практик.

Следует отметить, что аналитики сейчас массово используют термин «экосистема». Принято считать, что на современном этапе ИТ уходят от недавнего ориентира на развитие унифицированных платформ с базовым функционалом, которые потребитель должен был дорабатывать, адаптировать и кастомизировать под себя. Сегодня на рынке возник спрос на готовые экосистемы, которые можно быстро вводить в эксплуатацию. В них, как правило, входит ПО, оборудование, услуги облачных ЦОД, эталонные описания технологических и бизнес-процессов, которые с минимальными изменениями запускаются в среде заказчика. Одним из самых понятных примеров является инфраструктурный сервис «виртуальный оператор связи», посредством которого провайдер может продавать услуги связи де-юре от своего имени, а де-факто – на базе сторонней экосистемы.

Новые объединенные и составные сервисы становятся все более сложными, и они часто включают телекоммуникационные сети и ИТ, а также сторонний контент. Эта ситуация обуславливает необходимость большей операционной гибкости при внедрении новых услуг и предоставлении адекватных инструментов взаимодействия с клиентами. При этом системы OSS могут управлять объединенными службами реализации и поддержки услуг, данными по нескольким каналам продаж и экосистемам внешних партнеров.

Поскольку провайдеры начинают инвестировать

в виртуализированную и программно управляемую инфраструктуру, ожидается, что вендоры помогут своим клиентам в переходе на новые программные архитектуры. Сетевые и ориентированные на клиента системы OSS должны быть модернизированы для поддержки функций организации и обслуживания симбиоза гибридных инфраструктур. Эти системы управления эксплуатацией будут играть центральную роль в поддержке новых гибридных операционных и бизнес-моделей. Соответствующие средства разработки и руководство по организации эксплуатационных и организационных процессов должны поставляться как неотъемлемая часть технического решения.

Вендоры смогут использовать существующие платформы OSS, чтобы удовлетворить нарастающие требования рынка IoT. Это подразумевает переход к решениям, ориентированным на бизнес- и процессное управление, что позволит создавать новые бизнес-модели, причем в качестве основных драйверов для запуска IoT можно рассматривать SDN и NFV. Операторам связи следует взять на себя инициативу в разработке собственной технологической архитектуры и направлять вендоров в рамках этой деятельности.

Системы управления ожиданиями потребителя CEM (Customer Experience Management) объединят сети и OSS. Отличие CEM от CRM заключается в ее реальной ориентированности на клиента. Она предлагает подход, при котором в центре внимания находится именно клиент. Это благоприятно повлияет на лояльность клиентов к компании, и, как следствие, на получаемую от них прибыль.

Концепция CEM предполагает заинтересованность во всех процедурах и этапах взаимодействия с клиентом, а не только тех, что регламентированы CRM. Если рассматривать роли CRM и CEM в разрезе стратегии управления клиентами, можно сказать, что CRM позволяет клиенту получить объективную информацию о компании и ее продуктах, приобрести их наиболее удобным способом, а CEM призвана воздействовать на эмоции клиента, обучая его эффективно пользоваться продуктом и восприятию его как дружелюбного.

Провайдеры в настоящее время используют инновации систем OSS в части соответствующей аналитики и корреляции данных в рамках более широких инициатив в области управления клиентским опытом. Раньше данные систем OSS применялись для изолированной технической оценки, анализа эксплуатационных КПЭ в отрыве от ориентации на клиента. Теперь операторы осознают необходимость трансформации и изменения своих сред OSS в соответствии с требованиями клиентов и бизнеса для обеспечения влияния на финансовые показатели.

В условиях, когда операторы связи конкурируют друг с другом, OSS дает возможность поддерживать внешние инновации и обеспечить доступ к своей цифровой экосистеме. Сегодня провайдеры сталкиваются с вызовами, диктующими необходимость реализации сложных цифровых цепочек создания добавочной стоимости. При этом появление новых многогранных бизнес-моделей требует объединения нескольких основных телекоммуникационных ресурсов в сочетании с компонентами внешнего цифрового контента. Ведь операторы часто не обладают всеми сервисными компонентами, которые могли бы сформировать единую услугу, необходимую кли-

енту. Таким образом, для реализации комплексных услуг требуется согласование не только нескольких внутренних подразделений, но и внешних партнеров провайдера. Это подразумевает формирование новых требований к архитектуре и методам обработки в режиме реального времени для OSS.

Системы OSS незаменимы в свете сегодняшних инвестиций в сетевые технологии, такие как LTE, самоорганизующаяся сеть (SON), IP и фиксированные технологии, базирующиеся на оптоволокне и медно-жильном кабеле. Зачастую инвестиции в сетевую инфраструктуру стимулируют развитие OSS для управления и эффективного развития новых технологий.

Эволюция гибридных виртуальных и физических сетей будет создавать дополнительные требования к OSS с точки зрения масштабируемости, эластичности, конфигурируемости и возможности сквозной работы на комплексной объединенной инфраструктуре. SDN и NFV будут задавать дополнительные функциональные требования в отношении гибкости систем OSS, которые станут полностью автоматическими, открытыми и технологично нейтральными как для традиционных физических, так и виртуальных услуг. Эти факторы будут стимулировать инвестиции провайдеров в более динамичные системы OSS, основанные на аналитике и политиках управления с использованием более согласованной функциональной интеграции между всеми активами и процессами управления ресурсами и сервисами.

Изменяющиеся требования к OSS и направления инвестиций отражаются в предложениях вендоров. Они предоставляют более целостные, комплексные решения. Эта динамика нацелена на то, чтобы превратить основные производственно-сбытовые цепочки в новые сервисы и технологии, развиваясь по следующим ключевым эксплуатационным приоритетам:

- повышение эффективности работы, необходимой для проектирования, внедрения и обеспечения новых комплексных и цифровых услуг, многие из которых связаны с участием третьих сторон;

- снижение операционных расходов и капитальных затрат, для чего операторы иницируют бизнес-проекты по реализации альтернативных облачных и управляемых услуг, выстраивая объединенные системы на фоне желаемых сокращений операционных расходов;

- применение передовых инструментов взаимодействия с клиентами путем расширения существующих комплексов эксплуатируемой сети, обслуживания с инструментами Big Data и решениями потоковой передачи данных в реальном времени, чтобы устранить разрыв между запроектированным и реальным качеством услуг. Экспоненциальный рост объема данных и цифровые бизнес-модели в режиме реального времени усиливают требования к хранению и анализу данных.

Линейка систем OSS расширяется на протяжении многих лет. Появляются интегрированные, модульные, готовые функциональные продукты, повышая тем самым уровни стандартизации и снижая объемы требуемой кастомизации (настройки, адаптации под конкретного клиента). В настоящее время требования операторов связи сводятся к реализации высоко конфигурируемых, технологично независимых платформ OSS, основанных на компонентах многократного использования, согласованных с бизнес-процессами

и поддерживающих ускоренный запуск конкретных услуг и технологий.

Операторы связи должны выполнять свою оценку вендоров OSS, учитывая следующее:

- архитектурную дорожную карту, которая включает в себя знания для создания целостных архитектур для эксплуатационных процессов OSS / BSS / SDP и CRM, прогнозирования будущих тенденций (например, облака и виртуализации);

- модернизированную систему OSS для удовлетворения растущих потребностей в NFV и SDN;

- возможности управления проектами по переходу операторов на новые эксплуатационные модели и гибкие процессы. Это также подразумевает специальные возможности софта, связанные с управлением культурными изменениями, организационными преобразованиями и набором новых компетенций персонала; полностью интегрированную платформу OSS, основанную на модульной, настраиваемой, гибкой открытой архитектуре, которая способствует будущему развитию, связанному с бизнес-целями оператора;

- технологии и пакеты контента, основанные на лучших практиках бизнеса для упрощения интеграции и ускорения выхода на рынок (например, для LTE, мобильных и B2B-технологий);

- эталонные модели для поддержки новых технологий и услуг, а также включая соответствующие готовые устройства и модели данных конкретных технологий;

- дополнительный бизнес-консалтинг, дизайн услуг и интеграцию, а также рекомендации по внедрению и бизнес-процессам.

В связи с перспективным внедрением в ОАО «РЖД» системы внутреннего обмена услугами инфраструктурным хозяйством компании в первую очередь целесообразно переходить на сервисные принципы организации деятельности, конфигурируя требуемые ресурсы и формализуя отношения с внутренними потребителями услуг. Следует отметить, что перспективными направлениями развития производственной автоматизированной системы «инфраструктурных» филиалов ОАО «РЖД» являются:

- создание единого информационного пространства, обеспечивающего принятие эффективных управленческих решений на всех стадиях технологического процесса;

- предоставление и приобретение услуг заданного качества, применение сервисно-ресурсной модели;

- интеллектуальное управление ресурсами и предоставляемыми услугами;

- использование мобильного ПО для эксплуатационных служб;

- внедрение решения Big Data, предиктивной диагностики и выявления предотказных состояний.

В производственных системах предстоит обеспечить взаимосвязь и полную согласованность оказываемых услуг и ресурсов, необходимых для них, возможность гибкого планирования объемов услуг, исходя из потребности бизнеса, с учетом технической возможности, а также поддержку принятия решений о необходимой технической модернизации. Результатом автоматизации должно стать не только встраивание производственной системы в процесс, но и возможность контроля с помощью заданной системы показателей параметров этого процесса с автоматическим анализом параметров на всех уровнях управления.

**ЕФАНОВ**

Дмитрий Викторович,
Петербургский государственный
университет путей сообщения
Императора Александра I,
доцент кафедры «Автоматика
и телемеханика на железных
дорогах», д-р техн. наук

**ОСАДЧИЙ**

Герман Владимирович,
ЗАО НТЦ «Мониторинг мостов»,
технический директор

УДК 625+656.25

КОНЦЕПЦИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Ключевые слова: железная дорога; системы управления; железнодорожная автоматика; информационные технологии; эволюция систем управления движением, Smart Train Control Systems

Аннотация. В статье рассмотрена эволюция электрической централизации с использованием релейной техники и современная концепция систем управления. Предложена концепция принципиально новых систем управления движением на железнодорожном транспорте, основанная на трех парадигмах: «обработка данных на объектах», «автомное питание», «беспроводные сети». Новая концепция подразумевает тотальный пересмотр принципов управления движением и отказ от консервативных систем, базирующихся на принципах обеспечения безопасности на основе неконтролируемых реле, при соответствующем использовании современных информационных технологий. Приведены неоспоримые преимущества систем, реализованных по предложенной концепции.

■ Как известно, основные принципы и методы регулирования движения поездов были разработаны многие десятилетия назад. Ключевым принципом является разделение железной дороги на участки контроля и их оборудование одной или несколькими рельсовыми цепями, а также использование светофорной сигнализации для передачи информационных сообщений о поездной ситуации машинисту. Управление движением на станциях и перегонах осуществляют системы централизации зависимостей и энергоснабжения, что, в свою очередь, требует развитой кабельной сети.

Современной тенденцией является постепенный переход от релейных систем управления к микропроцессорным и микроэлектронным системам. Другими словами в настоящее время тиражируются типовые решения, отличающиеся совсем малыми

деталью и заменяющие релейный «мозг» системы управления на микропроцессорную и микроэлектронную «начинку» [1]. Однако сам подход к управлению при этом не меняется, хотя современные информационные технологии позволяют это сделать. Как отмечают ведущие специалисты в отрасли железнодорожной автоматики [2], начинается цифровизация транспорта и использование «умных» систем управления.

Уже сегодня во многих отраслях науки и техники активно используются такие передовые технологии как cloud computing и fog computing (облачные и туманные вычисления), Big Data (большие данные), internet of things (IoT – интернет вещей), blockchain и neural network (нейронные сети) [3, 4]. Причем приложения данных технологий все чаще используются в области транспорта [5].

Согласно прогнозам специали-

стов в области развития технологий к началу 2020-х гг. беспроводным интернетом будет покрыто до 85 % земной поверхности, а к концу 2020-х гг. наступит доминирующее влияние источников альтернативной энергии. Такие перспективы в развитии технологий, несомненно, должны отразиться на будущих системах управления движением поездов. При этом должен произойти качественный скачок в развитии систем управления, заключающийся не только в оптимизации их работы и минимизации аппаратных и программных средств, автоматизации обслуживания и др. Новая система управления должна быть построена по совершенно иным принципам и концепциям, пропагандируемым сегодня. Наступает эра создания «умных» систем управления (Smart Train Control Systems).

■ Принципы управления движением поездов на железных дорогах

были заложены еще в первой половине XX века. Они основаны на централизации управления стрелками и светофорами с последующими переходами между способами реализации управления. От механического управления с помощью рычагов, гибких и жестких тяг, через электромеханический способ управления произошел переход к электрическому управлению. Данный скачок затянулся практически на половину века, а тотальное распространение полностью электрических систем централизаций стартовало после Первой мировой войны с появлением и развитием релейных устройств автоматического действия [1].

Первая релейная система электрической централизации (ЭЦ) на отечественных железных дорогах была внедрена на станции Гудермес Северо-Кавказской дороги в 1934 г. Она реализована на основе идей и схем известного специалиста в области СЦБ тех времен – Н.В. Лупала. Эта система, с так называемыми местными зависимостями и местным энергоснабжением (когда аппаратура управления и электропитания устанавливалась в непосредственной близости к децентрализованным и географически удаленным объектам), впоследствии была признана неэффективной и неудобной в использовании. Хотя, с современными информационными технологиями и системами энергоснабжения данная система имела бы преимущества перед современными ЭЦ.

Разработанные тогда принципы централизации зависимостей и энергоснабжения потребовали строительства поста централизации и сложной кабельной сети. От «мозга» станции, реализованного в виде релейного комплекса управления на посту централизации, кабельная сеть тянется ко всем объектам управления и контроля, содержит разветвительные и соединительные муфты и подключается ко всем объектам автоматики, образуя «нервные окончания», «вены» и «сосуды» системы управления на станции. Этот «скелет» и «мозг» с периферийными объектами и есть система управления движением.

С развитием техники и технологий совершенствуется элементная база систем управления на железнодорожном транспорте (появление транзисторной, затем микроэлектронной и микропроцессорной техники). Но это совершенствование является абсолютно разрозненным: отдельно эволюционируют устройства, расположенные в непосредственной близости к железнодорожному полотну, отдельно развиваются системы управления.

Современный подход к созданию систем управления таков: используя принцип централизации зависимостей и энергоснабжения, а также кабельные сети релейный «мозг» системы автоматического управления меняется на микроэлектронный и микропроцессорный [6, 7]. Для подтверждения эффективности такой замены

декларируются псевдоновые возможности систем управления, связанные с оптимизацией движения при минимальной автоматизации технологических процессов с полным участием человека в реализации команд на управление. При этом очевидно, нарушается принцип «цена/качество».

Сегодня микроэлектронные и микропроцессорные устройства используются как основа реализации простейшей логики булевой алгебры, в которой для осуществления того или иного технологического процесса вычисляется ряд конъюнкций «десятка» условий проверки безопасности движения поездов [8]. Для обеспечения безопасности процедур по управлению применяется многократная программная и аппаратная избыточность блоков и компонентов. Это, как показывает практика, позволяет реализовывать действительно надежные и безопасные системы управления. При этом реальные возможности современных ИТ-решений в таких системах практически остаются невостребованными. Например, это можно сравнить с использованием мощнейшего суперкомпьютера только для вывода на экран черно-белой фотографии.

На рис. 1 изображена современная концепция системы управления движением поездов, действующая с середины XX столетия. Она базируется на трех парадигмах: «центральная обработка», «центральное питание», «кабельные сети».

Каждый уровень в концепции представляет собой отдельную систему или набор лишенных единства систем, ориентированных только на реализацию технологических алгоритмов управления движением (принцип децентрализации [9]). Железные дороги постсоветского пространства раздроблены на громадное количество участков, где выделены подразделения эксплуатации и обслуживания отдельных объектов инфраструктуры, тяговых и нетяговых подвижных единиц, каждая из которых поделены на еще более мелкие подразделения. Границы влияния подразделений хозяйств различны, а взаимодействие зачастую не так эффективно, как могло бы быть. Да и принципы определения границ участков уже не менялись более 50 лет и базируются на моделях

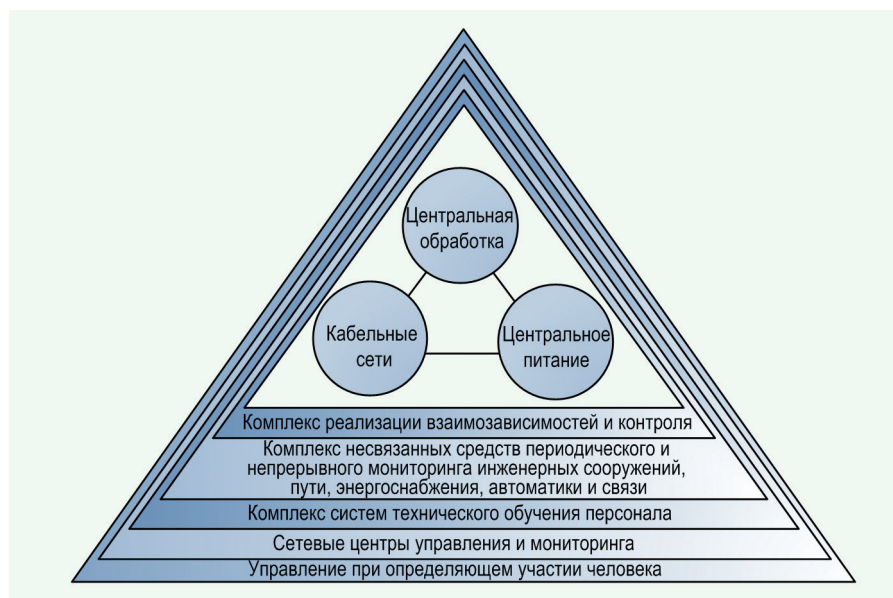


РИС. 1

начала эры электрификации индустрии. Все это происходит на фоне колоссального развития техники и технологий.

Несмотря на то, что в основе современных систем управления лежит переход к микроэлектронной и микропроцессорной технике, сама концепция основана на технологиях обработки данных середины прошлого столетия и практически не учитывает возможности, которые открываются при системной интеграции. Например, на рис. 2 показано развитие систем ЭЦ на отечественных железных дорогах с указанием примерного количества реле, необходимого для реализации функций управления в пересчете на одну централизованную стрелку [6, 10].

Почти за столетнюю историю систем ЭЦ качественный скачок в эволюции принципов управления не произошло. Продолжается тиражирование систем, использующих заложенные в них принципы функционирования релейных систем. Несколько видоизменяется элементная база и устройства постов ЭЦ, но не сам принцип, при котором установка системы ЭЦ расположена в непосредственной близости к объектам управления. Тем не менее, научно-технический прогресс сегодня позволяет перейти к совершенно новым информа-

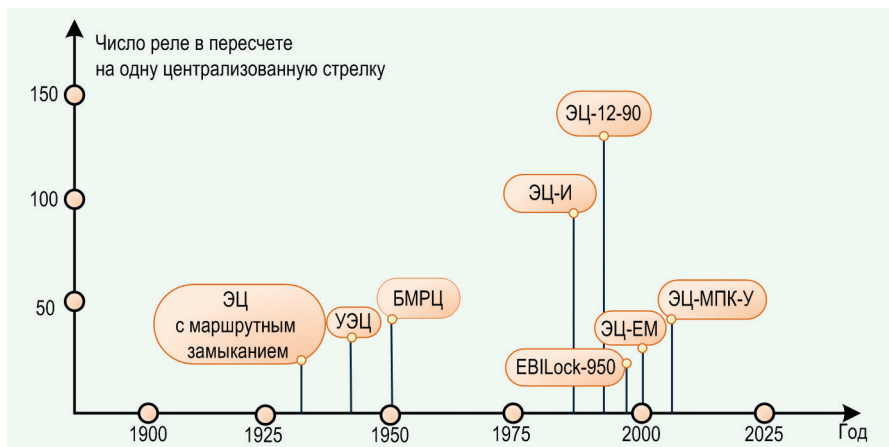


РИС. 2

ционным технологиям в работе железнодорожного комплекса (рис. 3).

■ Новая концепция системы управления движением основана на совершенно новых принципах и ориентируется на использование таких парадигм как «обработка данных на объектах управления», «использование систем автономного питания» и «беспроводные сети передачи данных» (рис. 4). Первая парадигма реализуется на основе технологий Fog Computing, вторая – на современных источниках энергоснабжения (включая альтернативные источники), третья – на IoT.

■ Новые системы управления должны работать в режимах оптимального энергопотребления с

максимальной интеграцией всех компонентов, включая такие составляющие как автоматический периодический и непрерывный мониторинг, а также системы обучения технического персонала. Должен осуществиться переход к тесному взаимодействию с мобильными носимыми устройствами, а доля участия человека в процессе управления и эксплуатации сократиться в разы или даже в десятки раз.

Стоит подумать и о том, что по сложности реализации «мозг» современной системы управления движением поездов может поместиться в обычном смартфоне, а зависимости – проверяться непо-

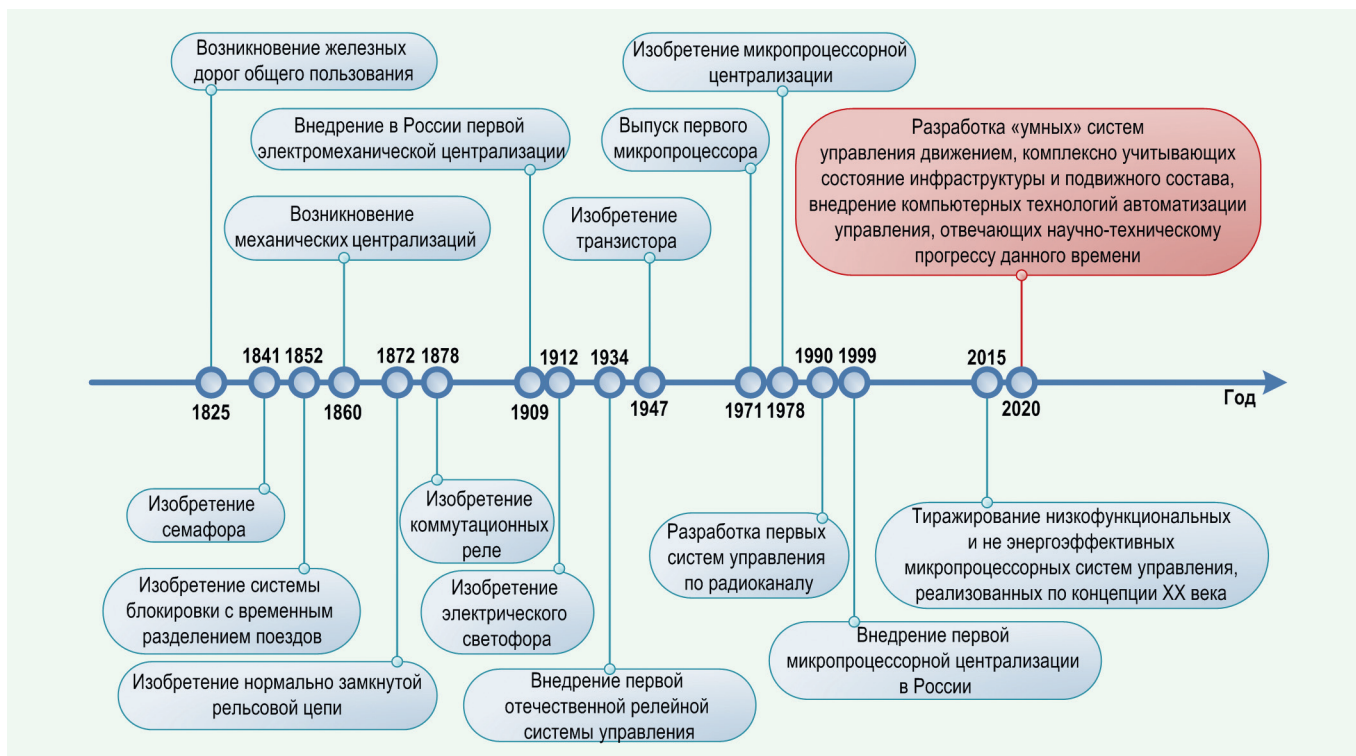


РИС. 3



РИС. 4

средственно на распределенных объектах.

В настоящее время система управления движением поездов реализуется в помещениях на довольно больших площадях (постах централизации, транспортных модулях). Если взглянуть масштабно, то окажется, что это и есть децентрализация управления. При использовании инновационных технологий с обработкой данных на объектах управления и применении IoT возможно действительно централизованное управление, а для промышленных предприятий – предоставление системы управления как сервиса (концепция «ЭЦ – как сервис»).

Таким образом, изменения в техническом уровне систем, построенных на принципах, описанных на рис. 4, одновременно скажутся и на организационной структуре систем управления движением. Используя предложенный подход, можно говорить о системе управления как о высокотехнологичной «Услуге». Данный подход позволяет изменить укоренившуюся мысль, что поставщик систем управления может на долгие десятилетия диктовать свои условия владельцу инфраструктуры. Подобное уже происходит в других высокотехнологичных отраслях. Например, в 2014 г. законодательно (Федеральный закон от 25.12.2012 № 253-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «О связи»») отменили так называемое «мобильное рабство». Это однозначно увеличило в данной отрасли

конкуренцию и позволило увеличить скорость эволюции в данном сегменте ИТ-решений. Переход на принцип «система управления как «Услуга» позволит владельцу инфраструктуры не думать о том, как содержать систему управления, а думать о том, как получить от нее максимальную отдачу.

Новая концепция – это не далекая перспектива. Она может начать реализовываться уже сегодня с учетом потенциала компьютерных технологий и аппарата сложных вычислений. Для этого не требуется революция в технике, нужно расширить границы и использовать наработки мирового научного потенциала, например, разработки, которые сегодня успешно применены в создании автопилотируемых средств воздушного транспорта, а также при создании первых прототипов автопилотируемых средств автодорожного транспорта.

Следует также отметить неизбежность «разрушения» морально устаревшей концепции при внедрении высокоскоростных магистралей и новых видов транспорта. Ведь медленно действующие релейные системы управления и их современные «заменители» не способны обеспечить закладываемые в будущие транспортные комплексы скорости перемещения грузов и пассажиров.

■ В заключение хотелось бы отметить, что триада парадигм «центральная обработка» – «центральное питание» – «кабельная сеть», лежащих в основе морально устаревшей концепции наложения

децентрализованных комплексов и систем обеспечения движения поездов, не способна адекватно отвечать научно-техническому прогрессу в сфере транспортной отрасли. В связи с предстоящим качественным скачком к использованию высокоскоростных транспортных систем стоит задуматься о совершенствовании средств управления движением, создавая энергоэффективные структуры, работающие на основе триады парадигм «обработка данных на объектах» – «автономное питание» – «беспроводные сети». Только такой переход позволит создать действительно передовой и прогрессирующий железнодорожный комплекс Smart Train Control Systems, где каждая составляющая будет находиться на высочайшем технологическом уровне.

ЛИТЕРАТУРА

1. Railway signalling & interlocking : international compendium / ed. by G. Theeg, S. Vlasenko. Hamburg: EurailPress, 2009. 448 p.
2. Розенберг Е.Н., Уманский В.И., Дзюба Ю.В. Цифровая экономика и цифровая железная дорога // Транспорт Российской Федерации. 2017. № 5. С. 45–49.
3. Brogi A., Forti S. QoS-Aware deployment of IoT applications through the fog // IEEE Internet of Things Journal. 2017. Vol. 4, Issue 5. P. 1185–1192. DOI: 10.1109/JIOT.2017.2701408.
4. Darwish T.S., Bakar K.A. Fog based intelligent transportation big data analytics in the Internet of vehicles environment: motivations, architecture, challenges and critical issues // IEEE Access. 2018. In print. DOI:10.1109/ACCESS.2018.2815989.
5. Сети передачи данных для мониторинга объектов инфраструктуры / Г.Ф. Насонов, Г.В. Осадчий, Д.В. Ефанов, Д.В. Седых // Автоматика, связь, информатика. 2017. № 2. С. 5–8.
6. Микропроцессорные системы централизации : учебник / Вл. В. Сапожников, В.А. Кононов, С.А. Куренков и др. М.: УМЦ ЖДТ, 2008. 398 с.
7. Novák P., Daňhel M., Blažek R.B., Kohlík M., Kubátová H. Predicting the life expectancy of railway fail-safe signaling systems using dynamic models with censoring // 2017 IEEE International Conference on Software Quality, Reliability and Security (QRS), 25–29 July 2017, Prague, Czech Republic. 2017. P. 329–339. DOI:10.1109/QRS.2017.43.
8. Efanov D., Lykov A., Osadchy G. Testing of relay-contact circuits of railway signalling and interlocking // 2017 IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS), Sept. 29 – Oct. 2. 2017, Novi Sad, Serbia. 2017. P. 242–248. DOI:10.1109/EWDTS.2017.8110095.
9. Ефанов Д.В. Интеграция систем непрерывного мониторинга и управления движением на железнодорожном транспорте // Транспорт Российской Федерации. 2017. № 4. С. 62–65.
10. Автоматика, телемеханика, связь и вычислительная техника на железных дорогах России : энциклопедия в 2 т. Т.1 / В.И. Сороко, В.М. Кайнов, Г.Д. Казиев. М.: Планета, 2006. 736 с.

РЕШЕНИЯ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАТРАТ



ЛОГВИНОВ
Валерий Иванович,
ОАО «РЖД», Проектно-конструкторское бюро по инфраструктуре, заместитель начальника отделения автоматики и телемеханики



МИНАКОВ
Денис Евгеньевич,
ОАО «РЖД», Юго-Восточная дирекция инфраструктуры, ведущий инженер, канд. техн. наук



МИНАКОВ
Евгений Юрьевич,
Российская открытая академия транспорта Российского университета транспорта (МИИТ), главный инженер проекта, канд. техн. наук

Для повышения надежности систем ЖАТ, являющихся одним из основных элементов обеспечения безопасности движения поездов, активно внедряется современная техника, в том числе микропроцессорная. Однако без совершенствования напольных устройств добиться заметных результатов в этом вопросе невозможно. В настоящее время на сети дорог эксплуатируется более 135 тыс. стрелочных электроприводов, 270 тыс. светофоров, 14 тыс. переездов с автоматическими шлагбаумами и других объектов, которые должны надежно и безопасно работать в жестких климатических условиях при значительных механических воздействиях. Сейчас остро стоит вопрос оптимизации трудозатрат на их техническое обслуживание, решение которого позволит существенно снизить себестоимость конечного продукта – услуг по перевозке грузов и пассажиров.

■ Нужно отметить, что до 86 % от общих затрат на поддержание устройств ЖАТ в работоспособном состоянии приходится на оплату труда эксплуатационного штата. Несмотря на широкое внедрение передовой техники и технологий, в том числе с использованием систем технической диагностики и мониторинга, в основном продолжает применяться планово-предупредительный метод технического обслуживания.

С введением классификации железнодорожных линий периодичность выполнения работ заметно увеличилась. Кроме того, по ряду изделий (например, некоторые типы электродвигателей и электроприводов) отдельные виды работ были отменены.

Так, например, с вступлением в силу в апреле 2014 г. Распоряжения ОАО «РЖД» № 939р периодичность проверки стрелок на плотность прижатия остряка к рамному рельсу/подвижного сердечника крестовины (ПСК) к усовику на станциях 1-го и 2-го класса сократилась до двух раз в месяц. В соответствии с заменившим его Распоряжением ОАО «РЖД» № 3168р с сентября 2016 г. эта процедура на станциях 4-го класса стала выполняться один раз в месяц, а 5-го класса – один раз в квартал.

Однако обслуживание как стрелок, так и рельсовых цепей по-прежнему остается самым трудозатратным процессом (рис. 1).

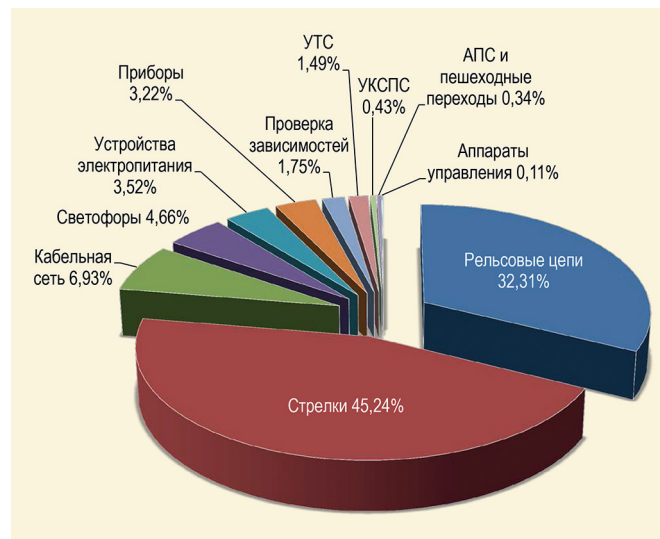


РИС. 1

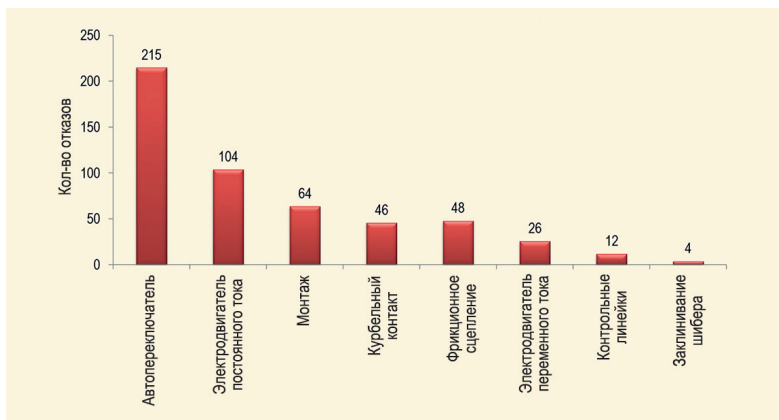


РИС. 2

Проанализировав статистические данные по отказам узлов электропривода (рис. 2), можно сделать вывод о том, что наиболее проблемными являются автопереключатель, электродвигатель постоянного тока, монтаж, курбельный контакт и фрикционное сцепление. Указанная статистика определяет направление приложения усилий разработчиков и изготовителей продукции ЖАТ в части создания устройств, способных сократить трудозатраты на обслуживание такой техники. В этом плане сделано уже немало.

■ Так, например, с 2001 г. взамен стрелочных электродвигателей переменного тока типа МСТ на сети дорог активно применяются электродвигатели типа МСА. Как показывает практика, без какого-либо профилактического обслуживания они способны безотказно работать 10 и более лет. С учетом возможности автоматического контроля сопротивления изоляции стало возможным отказаться от их периодических проверок в РТУ и перейти к обслуживанию по состоянию (до отказа или снижения величины сопротивления изоляции ниже установленной нормы).

В последнее время массово внедряют стрелочные электродвигатели типа ЭМСУ (рис. 3), работоспособные при электропитании как постоянного, так и



РИС. 3

переменного тока. Они предназначены для замены, в первую очередь, коллекторных электродвигателей типа МСП и ДПС.

В ЭМСУ, как и в МСА, отсутствует щеточно-коллекторный узел и, соответственно, все связанные с ним проблемы. А значит, электромеханику не нужно ежемесячно тратить время на его обслуживание. Эти электродвигатели пломбируются на заводе-изготовителе, их гарантийный срок эксплуатации составляет семь лет.

■ Самым функционально ответственным узлом в электроприводе является автопереключатель ножевого типа. Диаграмма распределения причин его отказов приведена на рис. 4.

С целью минимизации затрат времени на поддержание в работоспособном состоянии этого узла и электропривода в целом разработан и начал применяться автопереключатель на базе контакторного модуля (рис. 5) с использованием современных материалов, технологий и конструктивных решений, широко применяющихся в электротехнической промышленности. Он не требует регулировки контактной группы и устанавливается в электроприводах типа СП-6КМ и СП-10.

Более пяти лет на ряде дорог эксплуатируется стрелочный электропривод типа СП-6МГ с автопереключателем на базе герметизированных контактов – герконов (рис. 6). Наряду с конструктивными изменениями в этом электроприводе реализуются



РИС. 4

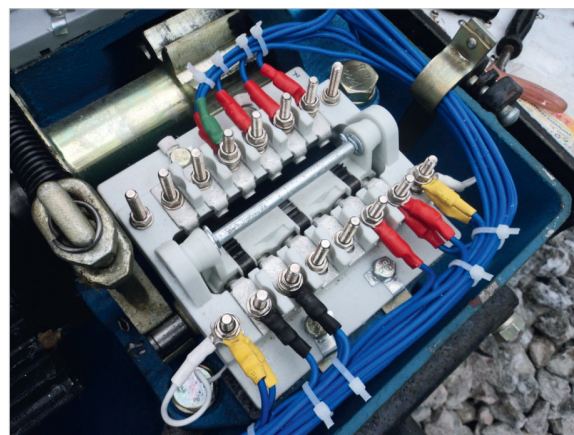


РИС. 5

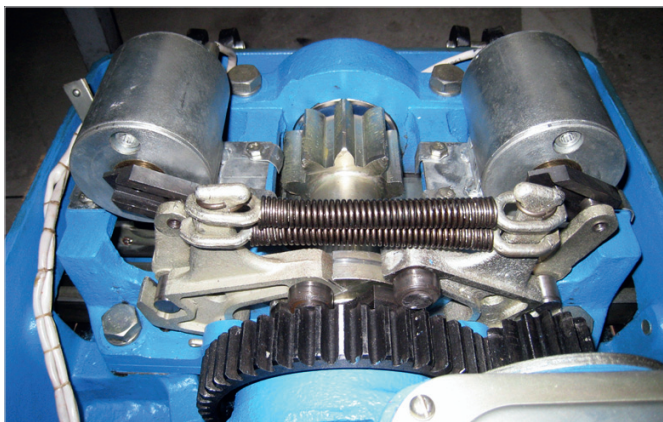


РИС. 6

новые схемотехнические решения по управлению и контролю положения стрелки. В соответствии с ним питающие и контрольные цепи разделены. Это позволяет, прежде всего, резко увеличить ресурс автопереключателя за счет того, что им коммутируются только контрольные цепи. Отпадает также необходимость в регулировке контактов в процессе эксплуатации. Соответственно, возрастет период внутренних проверок электропривода. Предусмотрено также косвенное отключение питания электродвигателя ЭМСУ блоком управления в его составе.

Сейчас рассматриваются перспективы внедрения такого подхода во всех стрелочных электроприводах, включая ВСП.

■ С 2003 г. в стрелочных электроприводах стали применять муфту с фрикционными дисками, имеющими вставки из композиционных материалов. Такая конструкция повысила ее стабильность и надежность при длительной работе электропривода на фрикцию. Кроме того, теперь не нужно применять жидкую смазку в редукторах стрелочных электроприводов.

Блок управления в составе электродвигателей типа ЭМСУ позволил программным способом ограничить усилие на шибере электропривода и соответственно величину тока питания электродвигателя. Применение такого блока дает возможность значительно снизить затраты времени электромехаников СЦБ на проверку и регулировку фрикционной муфты, а в некоторых устройствах (к примеру, в электроприводах УЗП и автошлагбаумах типа ПАШ) вообще от нее отказаться.

Немало времени (до 60 % от общих трудозатрат электромеханика СЦБ на выполнение регламентных работ по техническому обслуживанию электропривода) требуется для проверки стрелок на плотность прижатия остряка к рамному рельсу и подвижного сердечника крестовины (ПСК) к усовику (в том числе на стрелках, оборудованных внешними замыкателями). В зависимости от классификации станций эти работы выполняются один или два раза в месяц, а на станциях 5-го класса – раз в квартал. С учетом того, что на сети дорог эксплуатируется более 135 тыс. стрелок, это весьма значительная цифра.

Сейчас проходит стадию испытаний диагностическое устройство контроля плотности прижатия

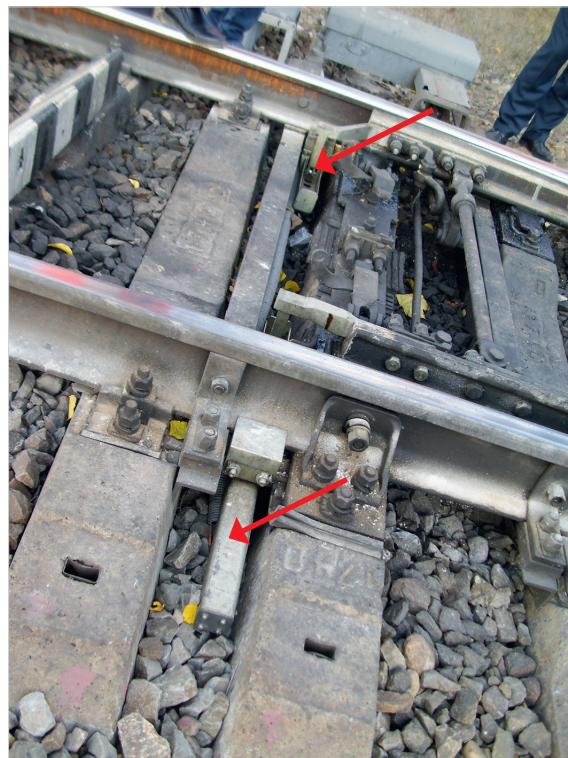


РИС. 7

острияка к рамному рельсу/ПСК к усовику (рис. 7), фиксирующие этот параметр и в процессе движения поезда по стрелке. Вся информация автоматически передается на автоматизированные рабочие места старшего электромеханика, диспетчера дистанции СЦБ и дежурного по станции, а также в системы технической диагностики и мониторинга.

В целях повышения надежности работы электроприводов в условиях эксплуатации их монтаж увязывается в жгуты в соответствии с конструкторской документацией непосредственно в заводских условиях.

Помимо этого планируется взамен узла курбельных контактов, разработанного более 60 лет назад, применить более надежный групповой переключатель электротехнической промышленности типа ВП-19, который не требует регулировки и обслуживания в условиях эксплуатации.

В заключение отметим, что задача по снижению эксплуатационных расходов и повышению эффективности работы хозяйства автоматики и телемеханики и отрасли в целом постоянно находится под контролем не только руководителей структурных подразделений, но и разработчиков, изготовителей новой техники. При этом особое внимание уделяется снижению стоимости жизненного цикла систем и устройств ЖАТ за счет применения новых технических решений и реализации концепции риск-менеджмента на всех этапах производства и эксплуатации железнодорожной техники. Повышение надежности и оптимизация процесса технического обслуживания систем и устройств ЖАТ направлены на повышение безопасности движения поездов и минимизацию рисков, связанных с возможными отказами объектов транспортной инфраструктуры.

ПОМОЖЕТ РЕГИСТРАТОР НАПРЯЖЕНИЯ СЕТИ



ПРОКОПОВ
Андрей Васильевич,
 ОАО «РЖД», Северо-Кавказская дирекция инфраструктуры, начальник Прохладненской дистанции СЦБ



ПЕТРОВ
Олег Альбертович,
 инженер

Все СЦБисты сталкивались с проблемами выяснения причин кратковременных сбоев в работе устройств ЖАТ, негативно влияющих на безопасность движения поездов. Сузить круг поиска помогают регистраторы электрических параметров. С их помощью можно легко установить, что привело, например, к сбою кодов АЛСН на блок-участке: резкие перепады напряжения на питающем фидере или проблемы в работе схемы кодирования. Однако массовое применение сертифицированных регистраторов заводского исполнения сопряжено со значительными финансовыми затратами. В статье дается описание высоконадежного и недорогого устройства, собранного из имеющихся в продаже элементов. При необходимости одновременного постоянного контроля величины напряжения на основном и резервном питающих фидерах его можно устанавливать не только на постах ЭЦ, но и в релейных шкафах автоблокировки, другом напольном оборудовании.

■ Регистратор напряжения сети РНС подключается к клеммам ввода основного и резервного фидеров питания 220 В, 50 Гц. Дважды в секунду он измеряет значения напряжения одновременно на обоих фидерах, а затем записывает эту информацию. Регистратор может эксплуатироваться при величине входного напряжения не выше 305 В. РНС питается от измеряемых цепей при условии, что как минимум на одной из них имеется напряжение более 50 В. В противном случае в течение нескольких секунд он продолжает работать за счет энергии, накопленной в конденсаторах, а затем отключается. Питание входящей в состав регистратора микросхемы часов реального времени резервируется от литиевого элемента, поэтому отсчет времени продолжается и при отсутствии напряжения на фидерах.

Значение переменного напряжения измеряет непосредственно микроконтроллер методом прямой дискретизации. В течение интервала измерения длительностью около 0,4 с он многократно оцифровывает входной сигнал, а затем суммирует квадраты измеренных значений. Из этой суммы извлекается квадратный корень и полученное значение делится на количество измерений. После масштабирования результат расчетов с достаточной точностью можно считать среднеквадратичным значением. Такой алгоритм, с одной стороны, обеспечивает достоверность данных даже при наличии помех или искажений формы входного сигнала, вызванных, например, тяговым током, а с другой — позволяет применить вместо дорогих специализированных микросхем для измерения переменного напряжения гораздо более дешевый микроконтроллер.

Информация записывается и хранится на съемной карте памяти формата microSD (до 4 ГБ), обе-

спечивающей около 2,5 лет непрерывной записи, и встроенной микросхеме флэш-памяти объемом 16 МБ. Данные во флэш-памяти по мере необходимости заменяются на более новые. При заполнении карты microSD запись на нее прекращается, поэтому требуется периодически вручную удалять старые файлы. Дублирование памяти повышает надежность работы РНС, поскольку даже при неисправности или отсутствии карты памяти в микросхеме флэш-памяти сохраняются данные за последние 38 суток работы устройства.

Регистратор не имеет дисплея и органов управления. Для настройки часов, получения текущих значений измерений, контроля записи и реализации других функций внешнего управления применяется беспроводный доступ через модуль приема-передатчика по каналу Bluetooth. Управляющим устройством может служить смартфон или компьютер, имеющий Bluetooth-адаптер.

■ С целью соблюдения требований обеспечения надежной изоляции высоковольтных и низковольт-

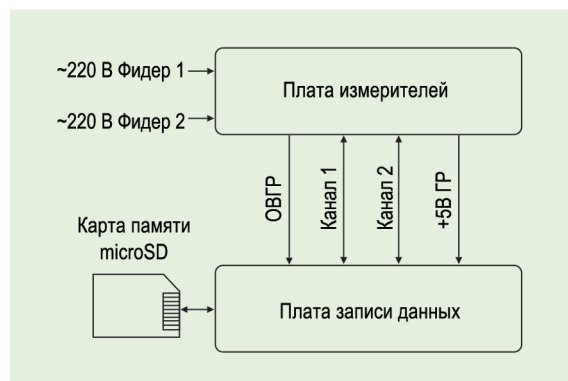


РИС. 1

ных цепей друг от друга РНС конструктивно состоит из двух плат, соединенных между собой четырехпроводным кабелем (рис. 1). По двум проводам (+5В ГР и общему выводу ОВГР) из платы измерителей на плату записи подается гальванически развязанное (изолированное от измеряемых фидеров) напряжение питания. Другие двунаправленные шины (Канал 1 и Канал 2) служат для управления режимом работы платы записи и передачи результатов измерений методом широтно-импульсного кодирования.

Плата записи имеет только низковольтные цепи. Гальваническая развязка по питанию от сетевых фидеров обеспечивает безопасность установки и извлечения карты памяти microSD без отключения регистратора от сети.

Плата измерителей (рис. 2) состоит из двух идентичных каналов Y1 и Y2, высоковольтные цепи которых полностью изолированы друг от друга. Каждый канал имеет в своем составе импульсный понижающий преобразователь (микросхема DA1, NCP1014AP10), микроконтроллер DD (ATtiny13A) и схему формирователя гальванически развязанного напряжения для питания платы записи.

Входное напряжение через предохранитель F (1 А, 250 В) поступает на выпрямительный мост VDS (MB10S), а затем в схему преобразователя питания и через масштабирующий делитель (R1–R9) на вход АЦП микроконтроллера. С помощью резистора R7 подстраивается коэффициент деления напряжения. Типы и номиналы элементов схемы платы измерителей приведены в табл. 1.

Преобразователь питания построен на микросхеме DA1 по типовой схеме импульсного понижающего преобразователя с применением диода VD2 (ES1J), оптотары DA2 (PC817) и регулируемого аналога стабилизатора DA3 (TL431A). Он обеспечивает выходное напряжение 5,2 В при токе до 300 мА в широком диапазоне входного напряжения (50–305 В) и эффективно защищает от возможных перегрузок и помех. В его конструкции применены малогабаритные дроссели L1 и L2 типа CD54 индуктивностью 330 мкГн. Их последовательное включение позволяет уменьшить напряжение на каждом из них для исключения угрозы пробоя межвитковой изоляции.

Конденсатор C1 играет роль сглаживающего фильтра и накопителя энергии, позволяющего регистратору продолжать запись даже при кратковременном пропадании входного напряжения. Термистор NTC (22D-05) ограничивает зарядный ток конденсатора C1 при включении. Диод VD1 (1N4007) установлен для исключения влияния постоянного напряжения

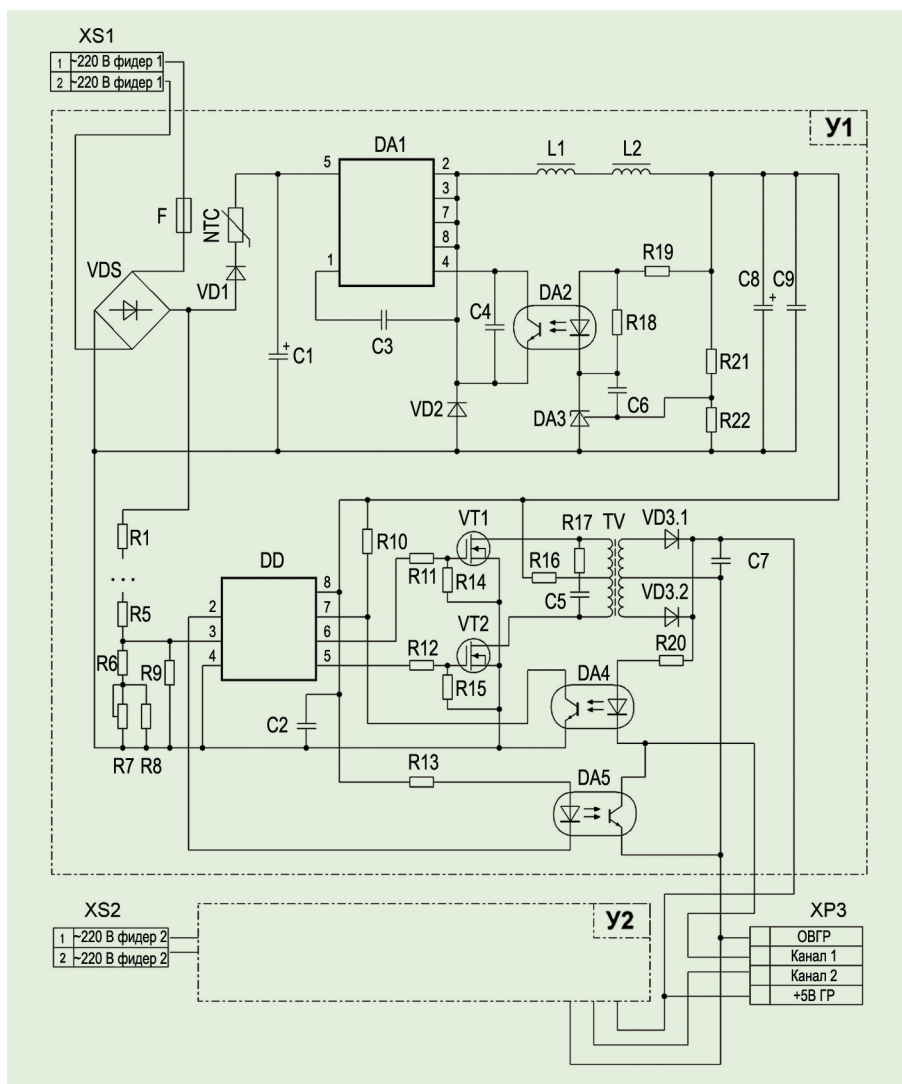


РИС. 2

конденсатора C1 на измеряемое микроконтроллером напряжение.

DD обеспечивает взаимодействие с платой записи по одной из шин (Канал 1 или 2 для основного и резервного фидера соответственно). Микроконтроллер в плате записи является ведущим, а микроконтроллеры платы измерений – ведомыми. Оптопары DA4 и DA5 (PC817) образуют канал двунаправленной передачи данных с гальванической развязкой. По команде управления, поступающей через DA4 от микроконтроллера платы записи, микроконтроллер DD выполняет серию измерений напряжения на аналоговом входе и рассчитывает среднеквадратичное значение входного напряжения. Затем по другой команде управления он выдает полученный результат последовательным кодом через DA5. Работа обоих каналов измерения напряжения синхронизирована по времени, поскольку команды начала измерения выдаются из платы записи одновременно в оба канала.

В целях обеспечения питания платы записи каждый канал платы измерений имеет в своем составе преобразователь напряжения. Двухтактная push-pull схема преобразователя содержит ключи, выполненные на полевых транзисторах VT1 и VT2 (SI2301), трансформатор TV, выпрямитель со средней точкой

на диодной сборке VD3 (BAT54C) и конденсаторный фильтр C7. Микроконтроллер DD формирует управляющие сигналы частотой около 18 кГц, которые поступают с его выходов через токоограничивающие резисторы R11 и R12 на затворы ключей VT1 и VT2. Резисторы R14 и R15 обеспечивают закрытие ключевых транзисторов при отключенном управлении. Цепь R17, C5 сглаживает импульсные помехи, возникающие в момент закрытия ключей. Резистор R16 служит для равномерного распределения нагрузки по обоим каналам преобразователей. Выходные напряжения преобразователей питания объединяются после выпрямителей, обеспечивая тем самым работу платы записи при наличии напряжения хотя бы на одном из двух измеряемых фидеров.

Трансформатор TV изолирует высоковольтные и низковольтные цепи между собой, поэтому при намотке провода необходимо строго выполнять требования технологии. Первичная и вторичная обмотки размещаются на противоположных секторах с обеспечением расстояния между ними не менее 3 мм. Обе они состоят из 18 витков провода ПЭЛ-2 наружным диаметром 0,23 мм, который наматывают сложением вдвое. Получившиеся секции вывешивают и соединяют последовательно (начало одной обмотки с концом другой). В трансформаторе применен импортный ферритовый сердечник с магнитной проницаемостью 3500–10000, выполненный в виде

кольца размером K12x6x4 и покрытый зеленой изолирующей краской.

Плата измерителей выполнена печатным монтажом на двухстороннем фольгированном текстолите толщиной 1,5 мм размером 59x76 мм. Для присоединения кабелей измерения напряжения 220 В использованы клеммные колодки XS1 и XS2 (KF301-2P) с расстоянием между выводами 5 мм. Разъем передачи данных XP3 (PLS-4R) – это однорядная четырехштырьковая вилка с загибом на 90°.

Плата записи (рис. 3) включает в себя микроконтроллер DD1 (ATmega 328P-AU), микросхемы флэш-памяти DD2 (W25Q128FVSG) и часов реального времени DD3 (DS3231SN), гнездо XS2 для подключения карты памяти типа microSD, модуль приемопередатчика по каналу Bluetooth и стабилизатор напряжения питания +3,3 В DA (XC6206P332). В плату впаян четырехпроводный кабель с разъемом XP1 для подключения платы записи к плате измерителей.

Работой всех узлов регистратора управляет микроконтроллер DD1 платы записи, получающий значение текущего времени и даты от микросхемы часов DD3. С целью обеспечения автономной работы часов в состав платы записи включен литиевый элемент GB типа CR1220 напряжением 3 В. Кварцевый резонатор ZQ (8 МГц) стабилизирует тактовую частоту и скорость обмена данными. Чтобы не выпаивать микроконтроллер при необходимости его прошивки, на плате установлен разъем внутрисхемного программирования XS1. Для индикации режимов работы к выводам DD1 подключены два светодиода – зеленого (HL1) и красного (HL2) цветов.

Выводы последовательного порта микроконтроллера соединены с соответствующими входами модуля приемопередатчика Bluetooth. Резистор R1 (табл. 2) исключает влияние модуля Bluetooth при прошивке микроконтроллера через разъем XS1, шины которого также связаны с шинами последовательного ввода и вывода микроконтроллера. Резистор R2 позволяет микроконтроллеру отследить наличие карты памяти в гнезде XS2. При ее отсутствии часть программы микроконтроллера, отвечающая за запись на microSD карту, не выполняется. Резисторы R4, R5 – это стандартная подтяжка к плюсу питания шины данных микросхемы часов, R6 и R7 – токоограничивающие резисторы для светодиодов.

Плата записи выполнена печатным монтажом на одностороннем фольгированном текстолите размером 59x76x1,5 мм. Обе платы соединяются через пластмассовые монтажные втулки винтами M3 и крепятся ко дну корпуса.

Управление со стороны внешних устройств и передача данных реализуется через модуль приемопередатчика Bluetooth (SPP-C, HC-05, HC-06 или другие аналогичные модули стандарта Bluetooth V2.0). Соединение с внешним устройством выполняется после типовой для устройств Bluetooth процедуры поиска и сопряжения. Вся информация становится доступной, например, в терминальной программе (для ОС Андроид можно использовать программу «Bluetooth terminal» или аналогичную). Путем отправки из терминала определенных команд можно получить дополнительную информацию, установить значения времени и даты в микросхеме часов, про-

Т а б л и ц а 1

Позиционное обозначение	Тип	Номинальное значение
Резисторы		
R1–R5	SMD 0805 1%	75 кОм
R6, R9	SMD 0805	2 кОм
R7	3362P	1 кОм
R8	SMD 0805	1,2 кОм
R10	SMD 0805	3,9 кОм
R11, R12	SMD 0805	330 Ом
R13	SMD 0805	1,6 кОм
R14, R15	SMD 0805	8,2 кОм
R16	SMD 0805	1 Ом
R17	SMD 1206	51 Ом
R18	SMD 0805	220 Ом
R19	SMD 0805	20 Ом
R20	SMD 0805	1,2 кОм
R21	SMD 0805 1%	2,4 кОм
R22	SMD 0805 1%	2,2 кОм
Конденсаторы		
C1	электролит. 450 В	22 мкФ
C2, C6	SMD 0805 25 В	1 мкФ
C3, C4, C7, C9	SMD 0805 25 В	10 мкФ
C5	SMD 0805 25 В	2700 пФ
C8	электролит. 10 В	470 мкФ

смотреть файлы, записанные на карте памяти и др.

С целью индикации состояния работы регистратора применены два светодиода. Для сигнализации о режиме работы платы записи служит красный светодиод. Если длительность его периодических включений и выключений составляет по 1 с, то плата измерений работает исправно. Короткие (0,2 с) всплески свидетельствуют об отсутствии напряжения на одном из фидеров или неисправности какого-либо канала измерения.

Зеленый светодиод сигнализирует о состоянии узла записи данных на microSD карту. При исправной работе регистратора он загорается и гаснет один раз в секунду синхронно с красным светодиодом. В случае отсутствия или неисправности карты памяти он либо не горит совсем, либо мигает в три раза медленнее. Полное отсутствие свечения светодиодов говорит об отсутствии напряжения на обоих фидерах или неисправности платы записи.

Детали регистратора размещаются в пластмассовом корпусе размером 100х68х50 мм (рис. 4, а, б, в) с прорезью для установки карты памяти. В торце корпуса крепятся два герметизирующих ввода PG-7 для кабелей ШВВП-2х0,5. Два отверстия для светодиодов заклеиваются изнутри прозрачным пластиком толщиной 0,5 мм, а корпус имеет крышку с уплотняющей резинкой. Если дополнительно заклеить прорезь для карты памяти, то можно обеспечить герметичность всей конструкции, повысив тем самым надежность работы РНС в полевых условиях.

После установки и подключения кабелей к фидерам питания регистратор начинает работу сразу после подачи напряжения. Регулярное обслуживание РНС сводится к внешнему осмотру и контролю режимов работы по светодиодным индикаторам. В случае использования карты памяти ее требуется периодически очищать от записанных файлов во избежание переполнения и прекращения записи. Интервал рассчитывается исходя из емкости карты. Заменить карту памяти можно без отключения регистратора от питающего напряжения. По завершению этого действия требуется убедиться в корректности процесса записи данных на SD-карту по режиму мигания зеленого светодиода.

Кроме того, по истечении 1–2 лет работы необходимо заменить литиевый элемент резервного питания схемы часов и проверить в условиях РТУ точность измерений с помощью РНС, используя сертифицированный прибор.

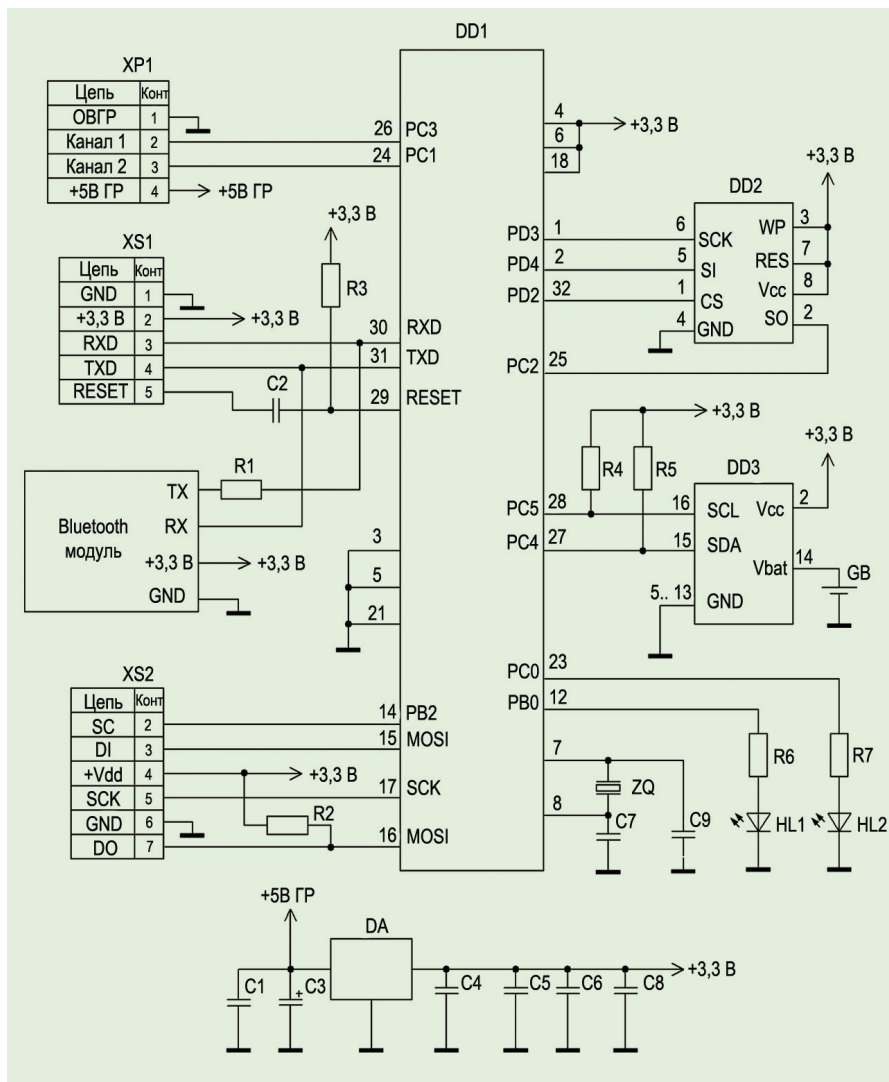


РИС. 3

Информация по результатам измерений сохраняется на карте памяти в виде текстовых файлов с именем вида «NNN_XXXXXXX.txt». Первая группа знаков – это индивидуальный номер регистратора, а вторая – число, месяц и год. Например, файл, созданный 9 июля 2016 г. регистратором с номером 301, получит имя «301_09072016.txt».

Т а б л и ц а 2

Позиционное обозначение	Тип	Номинальное значение
Резисторы		
R1	SMD 0805	820 Ом
R2	SMD 0805	20 кОм
R3	SMD 0805	10 кОм
R4, R5	SMD 0805	4,7 кОм
R6, R7	SMD 0805	470 Ом
Конденсаторы		
C1, C2, C4–C6, C8	SMD 0805	0,1 мкФ
C3	SMD 0805	10 мкФ
C7, C9	SMD 0805	22 пФ

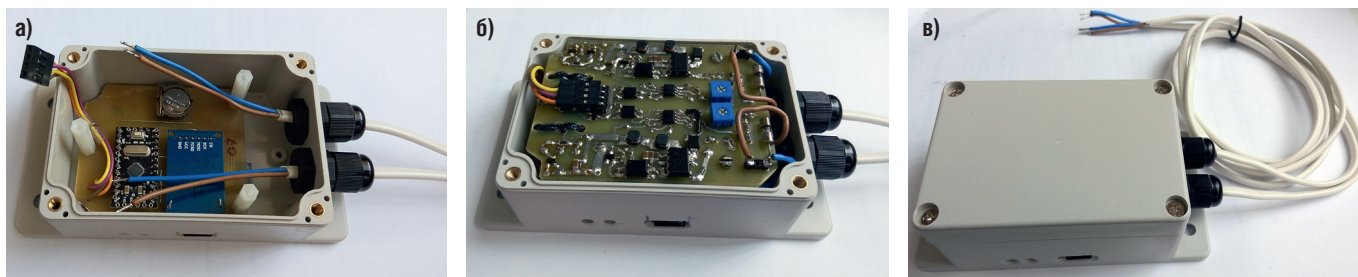


РИС. 4

Каждый файл содержит записи значений напряжения сети за сутки. В начале каждого следующего суток автоматически создается файл с новым именем.

Два раза в секунду регистратор посылает в терминал строку данных вида «T15:22:28 221 224 24», в которой указано время, величина напряжения на основном и резервном фидерах и температура внутри регистратора соответственно (рис. 5). Запись #START между строками создается при первой подаче питания на микроконтроллер, т.е. после появления напряжения на измеряемых фидерах.

При необходимости анализа всех записанных данных карта памяти извлекается из регистратора и помещается в устройство чтения (адаптер) microSD карт смартфона или компьютера. Затем запускается программа текстового редактора, в которой открывается файл с SD-карты, имеющий соответствующее имя.

Проанализировать данные в графическом режиме можно с помощью бесплатной программы построения графиков GNUPLLOT или аналогичной ей.

Для работы в режиме терминала с применением смартфона на операционной системе Андроид были проверены программы Bluetooth SPP pro, Bluetooth terminal (автор – QWERTY), Bluetooth terminal (автор Alexander Vozjennikov), которые бесплатно скачиваются через приложение Playmarket.

В случае необходимости корректировки или установки нового значения текущего времени в микросхеме цифровых часов достаточно с помо-

щью терминальной программы выдать команду с необходимыми параметрами. Например, время (13 ч 22 мин 10 с) и дату (понедельник, 4 июля 2016 г.) в регистраторе устанавливаются с помощью команды T102213104072016.

По команде «L» регистратор выдает список имен файлов, записанных на карту памяти, которые имеют две колонки, разделенные пробелами. В первой из них указывается размер файла в байтах, а во второй – имя файла. Путем повторной выдачи команды «L» можно убедиться в правильности работы РНС на запись – длина текущего файла увеличивается с каждой секундой на пару десятков байт. По команде «Т» можно получить из регистратора текущее время, дату и версию прошивки. Также предусмотрены команды тестирования и очистки внутренней флэш-памяти, ее перезаписи на карту памяти microSD и другие вспомогательные команды.

Для упрощения работы со смартфоном были написаны две программы для ОС Андроид с применением среды проектирования MIT App Inventor 2. Первая программа позволяет выводить на экран смартфона (рис. 6) данные из регистратора (текущее время и напряжения фидеров, температуру внутри регистратора) и корректировать значения времени и даты в часах регистратора (текущее время и дата из смартфона передается в регистратор).

Вторая программа показывает график напряжения фидеров в заданное время (в пределах 38 суток записи во внутреннюю память регистратора) (рис. 7), выделяя цветом значения напряжения ниже установленного порога и сохраняя данные из текущего графика в память смартфона в виде текстового файла.

Представленные в статье регистраторы напряжения сети уже более двух лет эксплуатируются на объектах Прохладненской дистанции Северо-Кавказской дороги. Их применение позволило оптимизировать процесс обслуживания устройств ЖАТ и поиска причин отказов в них за счет предоставления объективной информации о ситуации на границе ответственности хозяйств автоматики и телемеханики, электрификации и электро-снабжения.

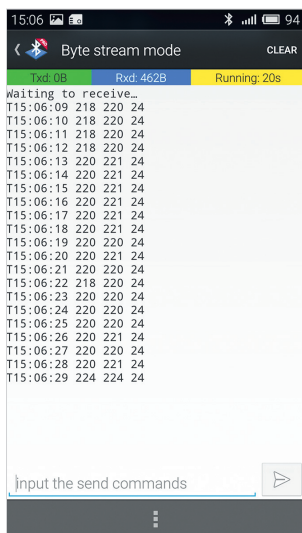


РИС. 5

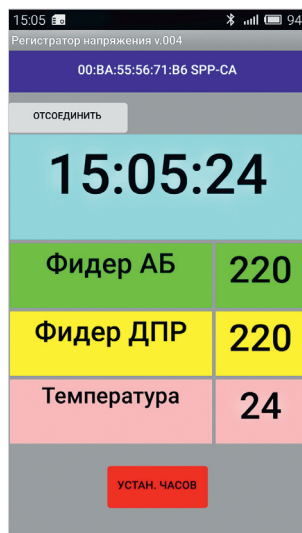


РИС. 6

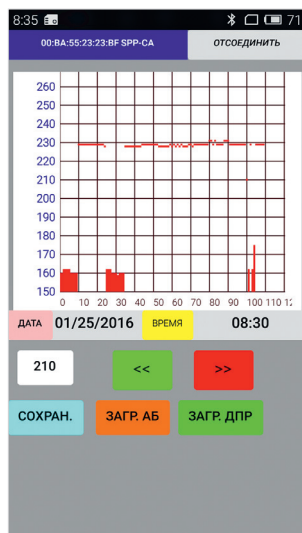


РИС. 7

ВЫСОКОТОЧНАЯ КООРДИНАТНАЯ СИСТЕМА



ПОДНЕБЕСОВ
Евгений Геннадьевич,
ОАО «РЖД», Центральная
станция связи, главный
инженер Екатеринбургской
дирекции связи



ОВЧИННИКОВ
Максим Дмитриевич,
ОАО «РЖД», Центральная
станция связи, инженер тех-
нического отдела Екатеринбу-
ргской дирекции связи

Высокоточная координатная система ВКС представляет собой специальную сеть комплексного навигационно-геодезического обеспечения проектирования, строительства и эксплуатации различных объектов. На сети дорог ОАО «РЖД» ВКС используется как самостоятельный и независимый элемент для обеспечения единства измерений при определении местоположения объектов железнодорожной инфраструктуры и подвижного состава. В статье рассмотрены технические решения, применяемые при реализации координатного метода на полигоне Свердловской дороги, а также эффекты от внедрения ВКС.

■ Высокоточная координатная система состоит из нескольких компонентов: каркасной сети пунктов; трехгранной опорной геодезической сети (ОГС); сети постоянно действующих референцных станций (РС); сетевого центра дороги.

Каркасная сеть пунктов включает в себя близлежащие пункты международной спутниковой сети IGS, пространственное положение которых определено в системе координат ITRF2008.

Пункты ОГС с дискретностью от 0,2 до 50 км заложены в полосе отвода участка Тобольск – Сургут – Коротчаево Свердловской дороги. Пространственные координаты и высоты пунктов ОГС определены сочетанием измерений по сигналам глобальных навигационных спутниковых систем ГНСС (ГЛОНАСС/GPS/GALILEO) с точным геометрическим нивелированием.

Верхний уровень (ранг) ОГС образует сеть референцных станций. Центры РС расположены на капитальных зданиях инфраструктуры (рис. 1) вдоль железнодорожной линии на расстоянии 30–50 км друг от друга. На сети постоянно действующих РС устанавливаются приемники сигналов ГНСС для определения пространственных координат марок-хранителей.

Средний и нижний уровень ОГС представляют со-

бой сеть так называемых главных и промежуточных пунктов опорной геодезической сети.

Главные пункты (рис. 2) расположены на расстоянии 4–5 км. Они служат средством сгущения сети РС. На главных пунктах имеется возможность установки геодезических средств измерений (антенны приемника сигналов ГНСС, электронного тахеометра и др.) с использованием устройства принудительного центрирования.

Промежуточные пункты (рис. 3) расположены на расстоянии 250–750 м с учетом обеспечения взаимной прямой видимости как минимум на один из смежных пунктов. Закрепление на местности промежуточных пунктов должно выполняться долговременными центрами (марками), заложенными в скальные породы или в массивные железобетонные конструкции объектов инфраструктуры дороги, а также грунтовыми трубчатыми центрами, допускающими установку над ними геодезических инструментов с помощью штативов.

Всего на участке Тобольск – Сургут – Коротчаево заложено 2803 реперных объекта.

Область применения ВКС для ОАО «РЖД» обширна. Ее внедрение позволит обеспечить взаимодей-



РИС. 1



РИС. 2



РИС. 3

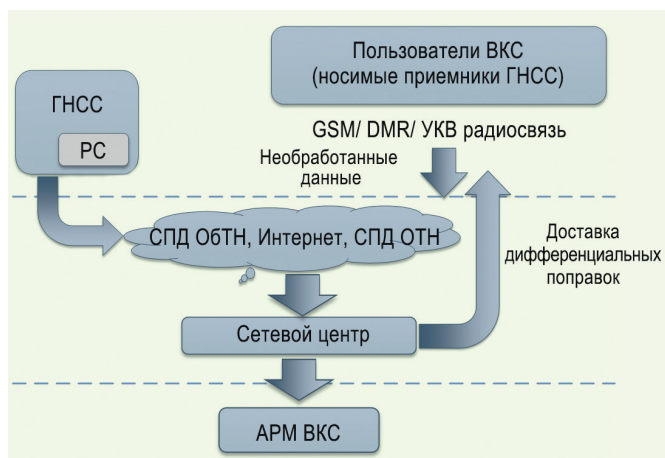


РИС. 4

ствие между технологическими автоматизированными системами управления перевозочным процессом. Кроме того, появляется возможность описывать события, происходящие на объектах инфраструктуры и в близлежащем пространстве при производстве следующих работ:

- инженерных изысканий, проводимых при проектировании, строительстве, ремонте и реконструкции объектов железнодорожной инфраструктуры;

- строительно-монтажных и ремонтных работ с применением комплекса выправочно-подбивочно-отделочных и щебнеочистительных машин;

- мониторинга состояния объектов инфраструктуры с применением путеизмерительной и дефектоскопной техники, вагонов-лабораторий;

- высокоточных съемочных работ для определения фактических значений геометрических параметров объектов железнодорожной инфраструктуры, в том числе при создании цифровой модели пути;

- контроля и постановки объектов инфраструктуры в проектное положение;

- обработки материалов мобильного лазерного сканирования с целью получения цифровых моделей пути и цифровых карт в полосе съемки с использованием координированных и замаркированных реперных объектов;

- мероприятий по обеспечению безопасности движения подвижного состава на станциях и перегонах.

На текущий момент на Свердловской дороге завершаются работы по модернизации сети связи для передачи данных со стационарных и подвижных объектов в сетевой функциональный центр (СЦ) системы ВКС, расположенный в Екатеринбурге. Центр выполняет следующие функции: сбора информации с референсных станций, передающих необработанные данные, сформированные от элементов ГНСС; вычисления и передачи дифференциальных поправок для точного определения пространственных координат в режиме реального времени (RTK, DGPS поправки) по каналам сети передачи данных ОАО «РЖД»; вычисления координат в режиме постобработки; архивирования спутниковой информации; мониторинга базовых станций и управления работой сети связи.

Вычисление и алгоритм доставки дифференциальных поправок реализуется с помощью многоканального навигационного приемника JAVAD Sigma-G3T и спутниковой антенны JAVAD RingAnt-G3T референсной станции. Программные средства обеспечивают

непрерывный прием спутниковой навигационной информации от всех видимых с РС спутников ГНСС (ГЛОНАСС/GPS/GALILEO). Непрерывный поток необработанных данных регистрируется и передается по организованным каналам связи с частотой 1 Гц и скоростью не менее 64 кбит/с. Одновременно доставляются дифференциальные поправки и выходные данные, необходимые для различных приложений, в различных форматах (RINEX, NMEA). Накапливаемая информация во внутренней памяти в случае прекращения связи с СЦ передается в автоматическом режиме после восстановления прерванной связи.

Все необходимые вычисления дифференциальных поправок выполняет сетевой центр. Путем сравнения заранее известных координат с измеренными координатами формируются дифференциальные поправки, которые передаются пользователям по каналам связи. Приемник пользователя учитывает принятые от референсной станции дифференциальные поправки, необходимые для решения координатной задачи (рис. 4).

На станциях участка Тобольск – Сургут – Пурпе в связи с отсутствием удовлетворительного радио-покрытия операторов сотовой связи стандарта GSM доставка дифференциальных поправок потребителям осуществляется по вновь организованной подвижной цифровой радиосети передачи данных (РСПД-Л) DMR диапазона 151–156 МГц на базе репитеров РМУ-4. Антенны радиосети РСПД-Л размещены на существующих мачтах радиосвязи. Специалисты дирекции связи знакомы с таким оборудованием и готовы принять в эксплуатацию новую сеть связи.

На участке Пурпе (исключая станцию) – Коротчаево в связи с отсутствием мачт радиосвязи используется иное техническое решение по доставке дифференциальных поправок потребителям. На участке организованы каналы УКВ радиосвязи диапазона 151–156 МГц на базе радиомодемов JAVADHTP135BT, которые в момент выполнения геодезических работ с системой ВКС размещаются в ближайшем телекоммуникационном шкафу в связевом помещении поста ЭЦ. На кронштейн референционной станции на стене поста ЭЦ устанавливается антенна УКВ диапазона. Дифференциальные поправки из сетевого центра передаются по каналам сети передачи данных ОАО «РЖД» через радиомодемы на соответствующий радиомодем подвижного объекта без дополнительного запроса к сетевому центру. Подключение к порту коммутатора идентифицирует блок данных, который необходимо передать на подвижный объект, привязанный к координатам станции, где устанавливается комплект УКВ радиосвязи.

В ближайшей перспективе на основе серверного оборудования сетевого центра могут быть созданы базы данных в системе координат ВКС для различных хозяйств ОАО «РЖД». Так для путевого хозяйства это цифровая модель пути с использованием воздушного и мобильного лазерного сканирования и наземных геодезических работ, а также базы данных по искусственным сооружениям с занесением данных на основе наземного лазерного сканирования ИССО. Также, используя мобильные лазерное сканирование, георадарную съемку, показания трассоискателей в единой координатной системе, будут созданы базы данных для хозяйств связи, энергетики, автоматики и телемеханики.



РЯЖКИН
Василий Анатольевич,
ОАО «РЖД», Центральная
станция связи, главный
инженер Красноярской
дирекции связи



БУЛАТНИКОВ
Павел Андреевич,
ОАО «РЖД», Центральная
станция связи, Красноярская
дирекция связи, главный
инженер Абаканского
регионального центра связи

Поездная радиосвязь в метровом диапазоне волн применяется на железнодорожном транспорте с конца 50-х гг. прошлого века. Сегодня УКВ-диапазон поддерживают практически все радиоэлектронные средства, используемые в ОАО «РЖД». Этот диапазон обладает некоторыми особенностями распространения радиоволн, которые в основном зависят от протяженности трассы и специфики рельефа местности.

ПОЕЗДНАЯ РАДИОСВЯЗЬ СТАЛА УСТОЙЧИВОЙ

■ Из-за малой длины ультракороткие волны плохо дифрагируют вокруг сферической поверхности Земли, крупных неровностей земной поверхности и других препятствий. Антенны необходимо располагать на значительной высоте над поверхностью земли, так как при этом увеличивается расстояние прямой видимости и уменьшается экранирующее действие предметов, находящихся вблизи антенны. Для расчета напряженности электрического поля в каждом конкретном случае требуется строить профиль трассы и в зависимости от его характера использовать тот или иной метод расчета.

На длинных перегонах, где невозможно на всем протяжении обеспечить связь машинистов локомотивов с дежурными по станциям, ограничивающим перегон, должны устанавливаться дополнительные стационарные радиостанции (ДРС), управляемые со стороны как ДСП, так и ДНЦ. Количество таких радиостанций зависит от протяженности перегона и определяется расчетом. Эти радиостанции следует размещать в закрытых помещениях отдельных пунктов, обслуживаемых усилительных пунктов, КТСМ или в специализированных контейнерах (термошкафах). Места размещения должны удовлетворять требованиям по механическим и климатическим воздействиям и пожарной безопасности, предъ-

являемым к аппаратуре железнодорожной радиосвязи. Кроме того, должна предусматриваться возможность подключения ДРС к линейному каналу ДНЦ и охранно-пожарной сигнализации.

В этом случае для управления дополнительными стационарными радиостанциями типа РС46-МЦ пульт ПУС, как правило, выносится на станцию (на рабочее место ДСП). На участках, оборудованных радиостанциями РВС-1-12 или РЛСМ-10-40, управление осуществляется с помощью самих радиостанций, поскольку они функционируют как малые порядительные станции. Схема организации поездной радиосвязи с использованием ДРС показана на рис. 1.

На перегонах протяженностью до 30 км поездная радиосвязь организуется с помощью ДРС, управляемой по физической цепи кабельной линии связи с ПУСов, устанавливаемых на станциях, ограничивающих перегон. Длина удаления ПУС от ДРС зависит от параметров физической цепи и определяется расчетом, исходя из допустимого затухания линии не более 10 дБ и сопротивления шлейфа не более 1200 Ом.

В Красноярском региональном центре связи УКВ-радиосвязь является основным средством для организации ПРС на двух однопутных участках с автономной тягой: Ачинск-1 – Лесосибирск и Решоты – Карабула. Выбор УКВ-диапазона

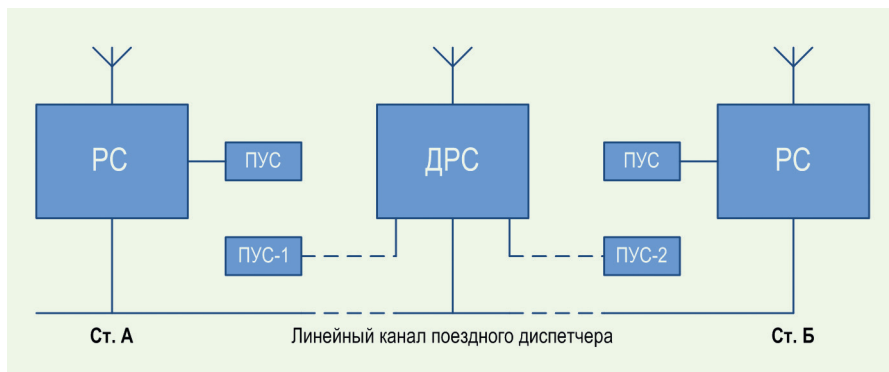


РИС. 1

обусловлен отсутствием направляющей линии (волновода) на этих участках.

В качестве примера рассмотрим использование ДРС на участке Ачинск – Лесосибирск, протяженность которого составляет 275 км. Рельеф местности этого участка относится к среднепересеченному типу. Организация устойчивой поездной радиосвязи здесь представляет собой довольно сложную задачу.

Три года назад шесть перегонов этого участка входили в перечень перегонов с особыми условиями организации связи, утверждаемых начальником дороги. При следовании по этим перегонам разрешается осуществлять радиосвязь машинистов с дежурными ближайших железнодорожных станций, ограничивающих перегон, при условии устойчивой радиосвязи с поездным диспетчером в пределах всего диспетчерского участка. Программа по повышению качества поездной радиосвязи, утвержденная ЦСС в 2015 г., положила начало планомерной работе по повышению уровня полезного сигнала на таких перегонах.

Одним из модернизированных стал перегон Большая Кеть – Пировская, параметры ПРС на котором были приведены в соответствие ПТЭ в 2016 г. Профиль трассы радиосвязи на этом перегоне показан на рис. 2. Расстояние между основными стационарными радиостанциями составляет 27,5 км. Перепад высот между станциями достигает 70 м, причем

на 187 км встречается протяженное препятствие – возвышенность.

Особенности перегона отрицательно сказывались на распространении радиосигнала. Глубина закрытия трассы (с учетом леса) составляла 24 м. Стационарные радиостанции РС46-МЦВ, установленные на станциях, обеспечивали передающую мощность 10 Вт. При этом использовались мачты МА-20 с антеннами типа АС 6/2, размещенными на высоте 20 м.

Измерения уровня полезного сигнала при проезде вагона-лаборатории показали, что отклонение уровня сигнала от нормативного значения 6 дБмкВ наблюдалось на участке 187 км – 177 км в направлении от станции Пировская и на участке от 188 км – 203 км в направлении от станции Большая Кеть.

Очевидно, что радиоволны распространялись вдоль железнодорожного пути с большим затуханием из-за отсутствия прямой видимости. Разница показаний в летний и зимний периоды достигала в среднем 8 дБ, что свидетельствовало о дополнительных препятствиях распространению УКВ-сигнала (листва на деревьях, растительность) в летний период времени.

Расчетное значение дальности связи в диапазоне 160 МГц, полученное с использованием базовых кривых распространения сигнала на данном перегоне, составило 14 км. Мероприятия по увеличению высоты установки антенны из-за отсутствия мачт высотой более 20 м, а также вследствие их экономической нецелесообразности не рассма-

тривались. Поэтому было принято решение об установке на перегоне дополнительной радиостанции.

Как уже отмечалось, территориально такую радиостанцию следует устанавливать в точке, где согласно профилю трассы наблюдается максимальная высота рельефа. На перегоне Большая Кеть – Пировская максимальный подъем поверхности над уровнем моря находится на 189 км. При этом расстояние от ДРС до стационарных радиостанций, установленных на станциях Большая Кеть и Пировская, составило 11,8 и 17,1 км соответственно. Для проверки правильности принятого решения был выполнен расчет дальности связи для двух вновь образованных участков – в каждую сторону от установленной дополнительной стационарной радиостанции. По расчетным данным дальность связи составила 18,4 км.

При выборе места установки ДРС вместе с определением точки максимальной высоты рельефа учитывалось наличие отпая магистрального кабеля связи для организации точки подключения проводного канала и выносных пультов для ДСП, а также техническая возможность установки антенной мачты и подключения ДРС к линии электропитания.

Для размещения дополнительной радиостанции в соответствии с ПТЭ радиосвязи в ОАО «РЖД» был выбран металлический термощаф ЭСС ТШСОВ-1206030-45/220 (1600х600х300 мм). Он предназначен для установки телекоммуникационного оборудования вне

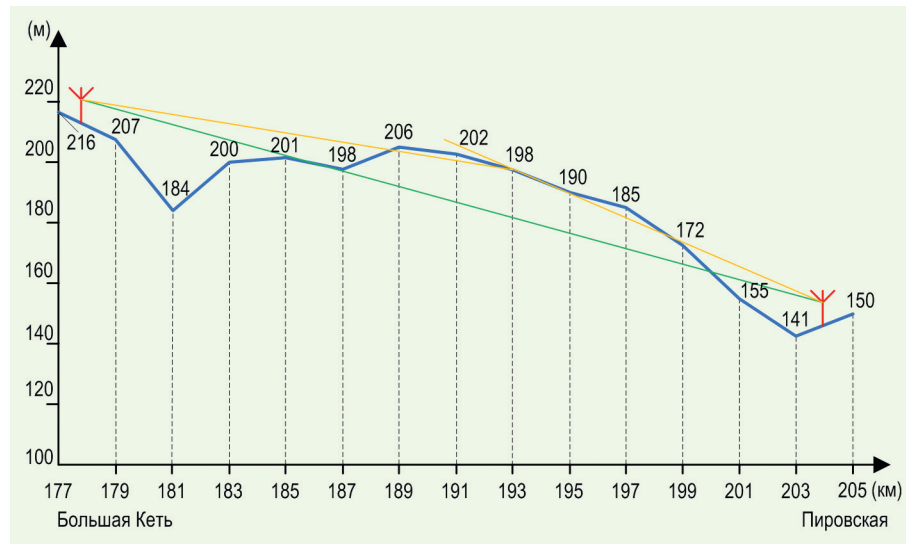


РИС. 2



РИС. 3

Протокол измерений параметров поездной радиосвязи за 24.09.2016 г.

МВ

Поезд: 8551 Локомотив: тм+КВЛП-206

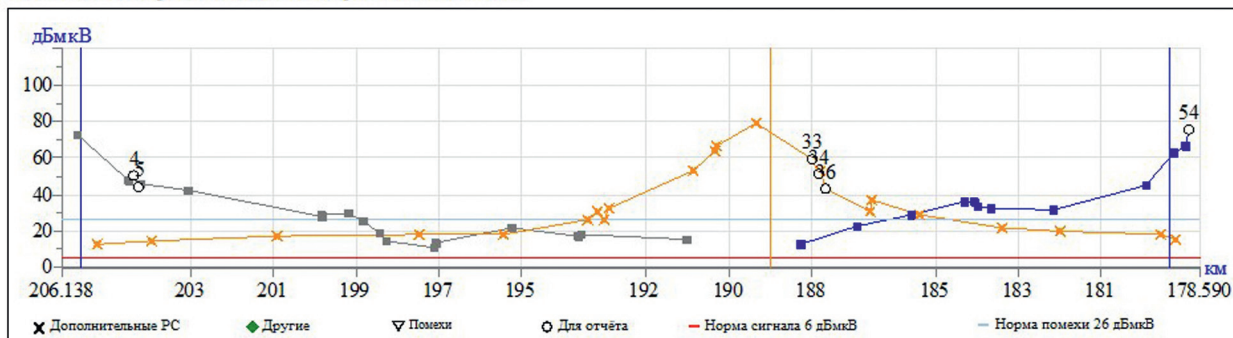
Красноярская ж.д.

Вагон: ЭРА-002 Проезд: 22 Маршрут: Лесосибирск-1 - Ачинск-1

РЦС-2

Направление: нечетное; Ачинск1-Лесосибирск; тяга: автономная

Зона поездной РС: Пировская - Большая Кеть; Протяженность: 27км 548м



Характеристика радиопередающих устройств

Стационарная радиостанция	Координата	Частота, МГц	Тип радиостанции	Тип антенны	Высота, м
Пировская	206км 138м	151,825	РС-46МЦВ	-	-
Большая Кеть	178км 590м	151,825	РС-46МЦВ	-	-
ДРС 189 км	189км 1м	151,825	-	-	-

Таблица отчетных точек измерения

№ изм.	Координата	Скор., км/ч	Время	Источник сигнала	Абонент	Уровень, дБмкВ	Детектор	Полоса, кГц	Девияция, кГц	Мод. частота, Гц	Короткое сообщение
4	204км 374м	56,3	17:36:17	Пировская	ДСП	51,0	СР	12,5	3,5 тон	1000	
5	204км 250м	57,1	17:36:25	Пировская	ДСП	44,1	СР	12,5	3,6 тон	1400	
33	187км 990м	60,8	17:53:47	ДРС 189 км	ДСП	59,5	СР	12,5	2,7 тон	1000	
34	187км 824м	61,4	17:53:57	ДРС 189 км	ДСП	51,5	СР	12,5	3,9 тон	1400	
36	187км 674м	59,7	17:54:06	ДРС 189 км	ДСП	43,7	СР	12,5	0,2 тон	-	Разборчиво
54	178км 867м	19,8	18:05:12	Большая Кеть	ДСП	75,5	СР	12,5	2,9 тон	1000	

РИС. 4

помещений при температуре окружающей среды от -40 до $+40$ °С.

Встроенный нагреватель поддерживает положительную температуру в холодное время года и включается регулируемым термостатом при сильном понижении температуры (ниже нижнего порога) внутри термощафа. Внутри размещен слой утеплительного материала, теплоизолированный от окружающей среды.

В состав термощафа входит понижающий трансформатор и источник бесперебойного питания постоянного напряжения 48 В с аккумуляторами. Внешний вид термощафа в месте установки показан на рис. 3.

Результаты проверки параметров ПРС на рассматриваемом перегоне после установки и ввода в эксплуатацию дополнительной стационарной радиостанции соответствуют нормативным значениям (рис. 4). При этом обеспечена устойчивая двусторонняя связь машинистов поездных локомотивов с поездным диспетчером в пределах всего диспетчерского

участка; с дежурными по железнодорожным станциям, ограничивающим перегон; с машинистами встречных и вслед идущих локомотивов, находящихся на перегоне.

Установка дополнительных стационарных радиостанций не является единственным способом повышения уровня полезного сигнала на перегоне. Современные разработки в области радиосвязи позволяют увеличить уровень полезного сигнала, используя коаксиальные кабели с низким затуханием, а также стационарные двунаправленные антенны типа АСН2-5/160, которые обладают возможностью достижения максимального уровня напряженности поля за счет вытянутой диаграммы направленности при коэффициенте усиления 8,15 дБи. Указанные мероприятия допустимы при малых глубинах закрытия трассы в сочетании с увеличением высоты установки антенн.

Перспективным техническим решением при установке ДРС на сегодняшний день является использование радиостанций типа

РЛСМ-10, позволяющих вести переговоры через дополнительные радиостанции, работающие на закрытой железнодорожной станции. Подключается ДРС по линейному каналу в режиме малой распределительной станции. При этом поддерживается до четырех ДРС, работающих в режиме закрытой станции. Управление ДРС может осуществляться как по общей с диспетчером линии, так и по отдельной линии диспетчерской связи. Данная схема позволяет минимизировать количество ПУС на рабочем месте ДСП, а при наличии технической возможности подключения сети передачи данных дает возможность организовать мониторинг и администрирование ДРС со стороны обслуживающего персонала.

Таким образом, использование дополнительных стационарных радиостанций на протяженных перегонах позволяет повысить уровень полезного сигнала и соответственно качество и надежность поездной радиосвязи, что положительно скажется на безопасности движения поездов.

**ОЖИГАНОВ****Николай Васильевич,**

Ростовский государственный университет путей сообщения, доцент

**ВОЛОСОВ****Игорь Борисович,**

ОАО «РЖД», Восточно-Сибирская дирекция по энергоснабжению, начальник электротехнической лаборатории

Качество электропитания является одним из основополагающих факторов обеспечения надежной работы устройств ЖАТ. С началом широкого применения на сети дорог микропроцессорных систем этот вопрос становится все более значимым. Каждое из хозяйств (автоматики и телемеханики, электрификации и электроснабжения) прилагает немало усилий, чтобы решить его. Ситуация усложняется из-за отсутствия нормативной базы, учитывающей особенности железнодорожной инфраструктуры.

О ВОЗМОЖНОСТИ СТАБИЛИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ ПОСТОВ ЭЦ

■ К наиболее характерным факторам, ухудшающим качество электроэнергии, относится питание электротяги и высоковольтных линий основного (ВЛ АБ) и резервного (ВЛ ПЭ, ДПР) питания от общего силового трансформатора на тяговой подстанции (ТП). Основные показатели, связанные с наличием тяговой нагрузки — это сверхнормативная несимметрия, отклонения величины и несинусоидальность напряжения. К ним относятся также грозовые и коммутационные перенапряжения.

Существует несколько вариантов решения этих проблем. Все они имеют свои плюсы и минусы.

Первый из них — установка на тяговых подстанциях отдельного трансформатора для питания высоковольтных линий всех нетяговых железнодорожных потребителей непосредственно от энергосистемы внешнего электроснабжения 110(220) кВ, качество электроэнергии в которой при нормальном режиме ее работы соответствует требованиям ГОСТ Р 32144–2013. Такое предложение содержала «Концепция обновления тяговых подстанций» редакции 2004 г. Однако реализация этого подхода потребует значительных капиталовложений и времени для коренной реконструкции ТП.

В настоящее время на тяговых подстанциях устанавливаются по два тяговых трансформатора мощностью до 40 000 кВ·А. Применение одного из них только для питания устройств ЖАТ заведомо экономически невыгодно, поскольку потери холостого хода этого трансформатора при их переходе на резервный фидер будут превышать мощность полезных нагрузок. Возникает вопрос об источнике и обоснованности оплаты этих потерь.

Вторым вариантом может стать применение на тяговых подстанциях дополнительного источника

со стабильным и качественным напряжением специально для ВЛ АБ 6(10) кВ. В этом качестве могут использоваться электромашинные мотор-генераторы или низковольтные статические стабилизаторы напряжения мощностью до 250 кВт.

Установка первых из них означает появление на тяговых подстанциях громоздких дорогостоящих устройств с невысоким коэффициентом полезного действия, требующих постоянного присутствия обслуживающего персонала. При этом может обеспечиваться качество только основного питания ЖАТ.

Применение мощных статических стабилизаторов на шинах подстанций также имеет ряд ограничений. Прежде чем принять решение об использовании указанных стабилизаторов, необходимо детально изучить влияние дополнительных факторов, которые могут возникнуть в высоковольтной линии. С их внедрением в цепи питания появится элемент с нелинейными характеристиками, кардинально меняющий условия диагностики и отключения возможного однофазного или многофазного короткого замыкания на ВЛ АБ 6(10) кВ.

Кроме того, в режиме холостого хода стабилизатора и высоковольтной линии при переходе средств ЖАТ на резервный фидер возрастает вероятность возникновения сложных резонансных явлений, сопровождающихся перенапряжениями в ВЛ АБ и появлением высших гармоник. К тому же при реконструкции систем ЖАТ с применением новейших микропроцессорных устройств мощность электропотребления намного возрастает в связи с необходимостью применения системы кондиционирования, а статические стабилизаторы обладают невысокой перегрузочной способностью.

Следует отметить, что мощный статический стабилизатор на силовой полупроводниковой базе сам является источником несинусоидальных помех, которые при наложении на тяговую синусоиду могут еще больше ухудшить качество напряжения вплоть до возникновения аварийных режимов.

Необходимо также иметь в виду, что на ВЛ АБ и ВЛ ПЭ протяженностью 40–60 км (особенно располагающиеся вблизи контактной сети) могут возникать и многочисленные местные помехи, создающие как нестабильность напряжения, так и высшие гармоники, сводящие на нет усилия по улучшению качества электропитания на тяговых подстанциях. Наиболее сильное влияние оказывает наведенное напряжение от контактной сети переменного тока.

В качестве третьего варианта рассматривается возможность установки низковольтных статических стабилизаторов с напряжением 220/380 В непосредственно на вводе электрической сети в объекты железнодорожной автоматики и телемеханики.

Четвертым вариантом может быть полный отказ от ВЛ АБ 6(10) кВ и использование контактной сети переменного тока как универсального источника для питания средств ЖАТ. Преимущества и недостатки такого подхода были достаточно полно рассмотрены в статьях, размещенных в рубрике «Суждения, мнения» журнала «АСИ», 2015, № 4.

По мнению авторов, наиболее предпочтительным является вариант с использованием таких стабилизаторов, которые устанавливаются на посту ЭЦ и обеспечивают питание устройств ЖАТ от комплектных трансформаторных подстанций (КТП).

На Восточно-Сибирской дороге уже эксплуатируются более десятка таких устройств различных модификаций. Опыт применения показал, что наиболее надежны стабилизаторы типа СКМ-18000-3-1. Однако здесь не все столь однозначно. При их внедрении требуется установить на вводе сети 220/380 В дополнительную защиту от атмосферных перенапряжений и решить проблемы селективности низковольтных защит с учетом дополнительного нелинейного элемента. Кроме того, СКМ, как и любой другой стабилизатор, решает только две проблемы качества

– несимметрию и отклонение напряжений по фазам, но не способен кардинально улучшить коэффициент несинусоидальности питания. В результате, на чувствительную микроэлектронную аппаратуру постов ЭЦ поступает сильно искаженная синусоида, что приводит к сбоям в ее работе.

Указанный тип стабилизаторов предназначен для работы в диапазоне температур от +1 до +40 °С, а это означает, что его нужно размещать либо внутри поста ЭЦ с выделением дополнительного места в помещении, либо в отдельно стоящем отапливаемом модуле или термошкафу возле КТП. В первом случае потребуется изменение типового проекта, а во втором – значительное увеличение эксплуатационных расходов на внедрение средств дистанционного контроля и управления стабилизаторами, а также на поддержание температурного режима, что особенно затратно в регионах Сибири и Севера.

Кроме того, СКМ-18000-3-1, как и любой другой стабилизатор – это устройство с нелинейными характеристиками, включение которого сопровождается электромагнитными переходными процессами (особенно в режиме холостого хода) и дополнительными гармониками, что ухудшит коэффициент несинусоидальности. Новое дополнительное

сопротивление в цепи короткого замыкания увеличит время отключения аварийного сверхтока. Обращаем внимание специалистов, что согласно требованиям п.1.7.79 Правил устройства электроустановок (ПУЭ-7) редакции 2003 г. время отключения сверхтока в сети с фазным напряжением 220 В не должно превышать 5 с.

Стабилизаторы предназначены для работы на основной гармонике 50 Гц. При появлении по различным причинам в электросети высших гармоник режим их нормальной работы может нарушиться.

Где же можно устанавливать стабилизаторы, требующие соблюдения температурного режима, возле КТП или непосредственно на постах ЭЦ?

Решая этот вопрос, следует обратить внимание на то, что имеются особенности по совмещению режима нулевых проводников низковольтных стабилизаторов и электропитания постов ЭЦ.

Разделение РЕ и N проводников питающей низковольтной сети на постах ЭЦ выполняется на ЩВПУ или ВУФ.

Что касается СКМ-18000-3-1, то на его ввод фазного напряжения 220 В подается объединенный проводник PEN четырехжильного кабеля, а на его выходе РЕ и N проводники необходимо разъединить.

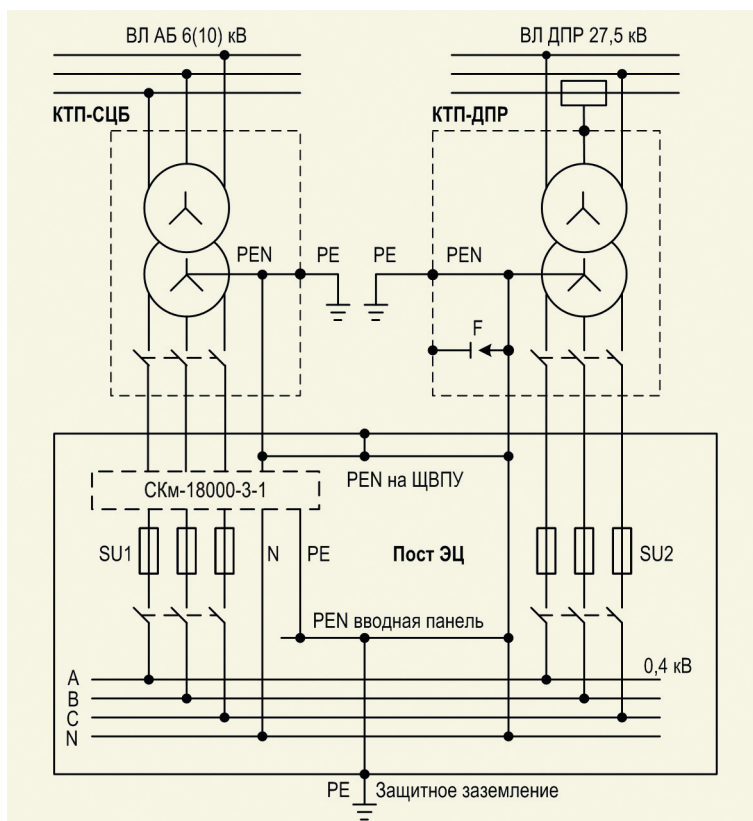


РИС. 1

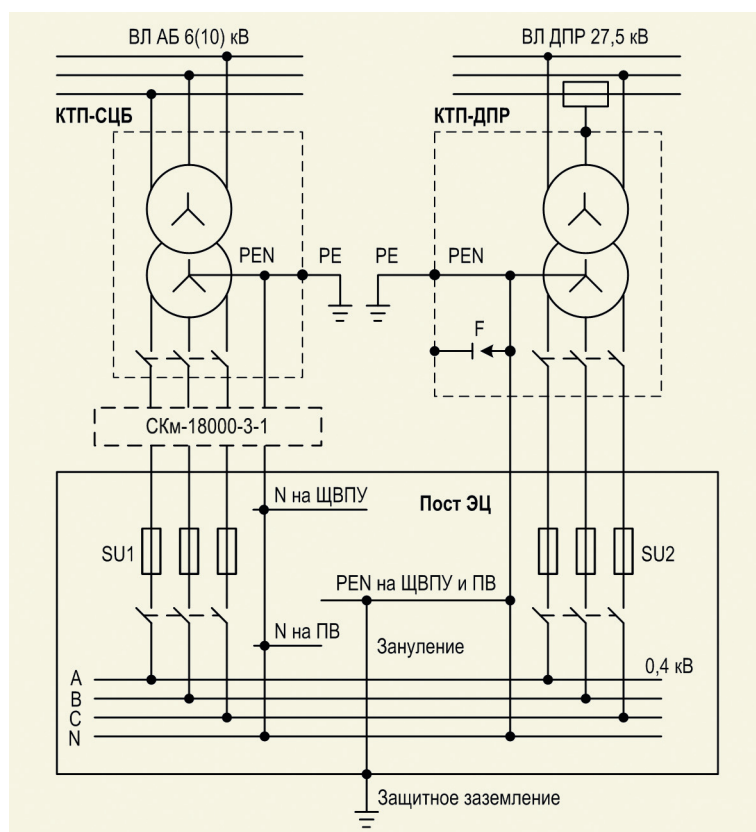


РИС. 2

Это означает, что в случае установки стабилизатора возле КТП далее к посту ЭЦ потребуются проложить новую, пятую кабельную жилу.

В противном случае придется повторно объединить РЕ и N на выходе стабилизатора. В результате помехоподавляющий фильтр ППФ, имеющийся в цепи его N-проводника, окажется зашунтированным. Устройство не сможет работать в штатном режиме и его характеристики помехоподавления ухудшатся. В результате при появлении в сети электропитания высших гармоник (а они, как правило, присутствуют там постоянно) и импульсных перенапряжений неизбежны регулярные сбои в работе стабилизаторов. Кроме того, согласно требованиям п. 1.7.135 ПУЭ-7 повторное объединение РЕ и N проводников запрещено и по условиям электробезопасности.

Вариант подключения стабилизатора к основному фидеру при его расположении на посту ЭЦ с разделением РЕ и N проводников на выходе устройства приведен на рис. 1. На нем видно, что электропитание второго фидера в случае применения релейной централизации работает по обычной схеме с объединением и заземлением РЕ и N проводников на ЩВПУ и вводной панели. Получается, что

PEN-проводник резервного фидера от КТП-ДПР фактически шунтирует разделение РЕ и N проводников, выполненное на стабилизаторе.

Очевидно, что при размещении на посту ЭЦ необходимо устанавливать стабилизаторы на обоих фидерах питания устройств ЖАТ с заземлением РЕ на ЩВПУ и обязательным разделением РЕ и N проводников на вводной панели. Однако на резервном фидере они разделяются после ЩВПУ и шунтируют разделение РЕ и N стабилизатора. Следовательно, требуется разработка и утверждение решений по режиму нуля трехфазной сети постов ЭЦ.

Если стабилизатор разместить вне поста ЭЦ в отапливаемом контейнере без прокладки дополнительной пятой жилы, а для исключения шунтирования его помехоподавляющего фильтра вести на ЩВПУ только N-проводник, то при коротком замыкании фазы на корпус произойдет серьезная авария.

Кроме того, при такой установке возникают проблемы сохранения температурного режима и изыскания значительной гарантированной мощности на электроотопление. Причем эти сложные дорогостоящие устройства, способные сами создавать дополнительные аварийные ситуации в электропитании

ЖАТ, оказываются вне постоянного контроля их состояния.

Без прокладки пятой жилы и использовании только N-проводника сети 220/380 В сеть будет работать по низковольтной электрической системе ТТ (рис. 2). Такой подход подразумевает, что на ввод постов ЭЦ подается только N-проводник, не соединенный с защитным заземлением потребителя. В результате при замыкании фазного проводника на корпус оборудования поста ЭЦ не образуется металлическая цепь для протекания тока короткого замыкания, что создает предпосылки для отказа токовых защит. Кроме того, происходит вынос высокого потенциала на корпуса оборудования всех прочих исправных потребителей, получающих питание от КТП, что нарушает условия электро- и пожаробезопасности. При использовании системы ТТ необходимо реализовать возможность автоматического отключения питания с обязательным применением устройства защитного отключения УЗО (ПУЭ-7, п. 1.7.59).

Следовательно, установка стабилизаторов СКМ-18000-3-1 при их расположении на посту ЭЦ только на одном из фидеров и питание устройств ЖАТ по четырехжильной линии при внешнем позиционировании противоречит нормам электробезопасности и создает потенциальный очаг аварии.

Подход к решению этого вопроса должен быть взвешенным. Размещать их целесообразнее непосредственно на посту ЭЦ. Такой вариант наименее затратен, однако требует разработки и утверждения решений по режиму нуля трехфазной сети постов ЭЦ с учетом особенностей нового дополнительного оборудования.

Важно и то, что при этом возникает проблема сохранения сложившейся селективности низковольтных токовых защит поста ЭЦ и КТП. В целях собственной токовой защиты в стабилизаторах типа СКМ-18000-3-1 есть встроенный автоматический выключатель с номиналом 32 А. А это противоречит правилам построения такой системы защиты. Необходимо тщательное согласование ступеней номинальных токов защит на обоих объектах по условию селективности (избирательности).

На Восточно-Сибирской дороге с проблемой неселективного срабатывания токовых защит стабилизаторов, установленных вне

здания поста ЭЦ в термошкафах, уже столкнулись. На станции Худоланская исчезло напряжение основного питания поста ЭЦ из-за срабатывания автоматических выключателей ~220 В в двух фазах стабилизаторов типа СКМ-6000-1. При дополнительном расследовании установлено, что в момент отключения работники РЦС-2 налаживали оборудование, подключенное к шинам гарантированного питания через отдельные автоматические выключатели. Близость по величине номинальных параметров автоматических выключателей стабилизаторов ($I = 32$ А) и вводных предохранителей, установленных в стойке ПВР-40 ($I = 35$ А), привела к неселективности в срабатывании. В результате при переходе питания возник сбой в движении поездов и потребовалось вызывать аварийную бригаду энергетиков, чтобы вручную запустить стабилизатор, поскольку автоматический выключатель в его составе включается только вручную.

Решить задачу повышения качества напряжения для питания постов ЭЦ уже сейчас можно и путем менее затратных мероприятий. Например, во многих случаях достаточно просто проложить от КТП к потребителям новый кабель с увеличенным сечением жил, что позволит уменьшить потери напряжения. Необходимо проследить, чтобы сечение нулевой жилы кабеля всегда было таким же, как у фазных проводников, и составляло не менее 25 мм^2 . Это улучшит качество напряжения и условия отключения однофазного короткого замыкания.

Как показывает опыт специалистов хозяйства электрификации и электроснабжения Северо-Кавказской дороги по расчету селективности токовых защит постов ЭЦ

и КТП по времени отключения за 5 с (ПУЭ-7, п.1.7.79) также обеспечивается и достаточно стабильное качество электроэнергии по уровню напряжения. Как правило, при этом кабельные линии имеют равное сечение всех четырех жил и их длина не превышает 100–120 м.

Можно также оптимизировать выбор типа силовых понижающих трансформаторов. Известно, что одной из важнейших причин нестабильности напряжения 220 В между фазой и нулем сети является периодически возникающая на постах ЭЦ большая несимметрия тока нагрузки по фазам. Это явление наблюдается и при использовании релейных систем, и при запуске однофазных кондиционеров для охлаждения современного микропроцессорного оборудования. В результате возникает несимметрия фазного напряжения 220 В на трансформаторе КТП. Причем линейное напряжение 380 В между фазами А, В и С гораздо более стабильно.

Для электропитания постов ЭЦ необходимо применять трехфазные силовые трансформаторы нечетных групп соединения обмоток «треугольник–звезда» или «звезда–зигзаг». Стоят они конечно несколько дороже, чем еще применяющиеся трансформаторы со схемой «звезда–звезда», но при неравномерности тока по фазам они обеспечивают гораздо более стабильное напряжение 220 В и позволяют исключить влияние на синусоиду наиболее мощной 3-й гармоники.

По мнению авторов, при модернизации и обновлении системы электроснабжения устройств ЖАТ целесообразно применять трансформаторы нечетных групп соединения обмоток и внести эти

рекомендации в основополагающие нормативные документы ОАО «РЖД».

Следует иметь в виду, что во многих случаях для повышения качества электропитания устройств ЖАТ достаточно замены понижающих трансформаторов питания на КТП и прокладки новых кабелей. Это позволит избежать установки такого сложного дополнительного оборудования, как стабилизаторы напряжения.

По результатам исследований Дорожных электротехнических лабораторий Восточно-Сибирской и Северо-Кавказской дорог оказалось, что линейное (межфазное) напряжение 380 В, получаемое устройствами ЖАТ от высоковольтных линий тягового электроснабжения, достаточно стабильно и более соответствует требованиям по качеству электроэнергии, чем фазное 220 В. Видимо, в качестве основного первичного напряжения при проектировании новых устройств ЖАТ целесообразнее принимать линейное напряжение 380 В.

Децентрализованные устройства ЖАТ, работающие от однофазных трансформаторов, подключенных на линейное напряжение высоковольтных линий, имеют вполне удовлетворительное по стабильности напряжение. По мнению авторов, такой подход применим и при организации питания постов ЭЦ. Необходим новый тип КТП, состоящий из однофазных трансформаторов, собранных в трехфазную группу (рис. 3).

В трехфазных плоских магнитопроводах магнитный поток в разных фазах распределяется неодинаково. Такие трансформаторы в некоторых режимах искажают синусоиду напряжения, генерируют высшие гармоники, создают несимметрию выходного напряжения.

В однофазном магнитопроводе таких явлений не происходит. Преимуществом является и то, что при аварии выходит из строя лишь один из трех трансформаторов.

Как показывает опыт, односторонние усилия одного из хозяйств или тем более одной из дорог не могут в должной мере обеспечить желаемый результат. Проблема обеспечения качества электроэнергии для ЖАТ и в частности его стабилизации может быть решена только при комплексном подходе партнеров по железнодорожной инфраструктуре.

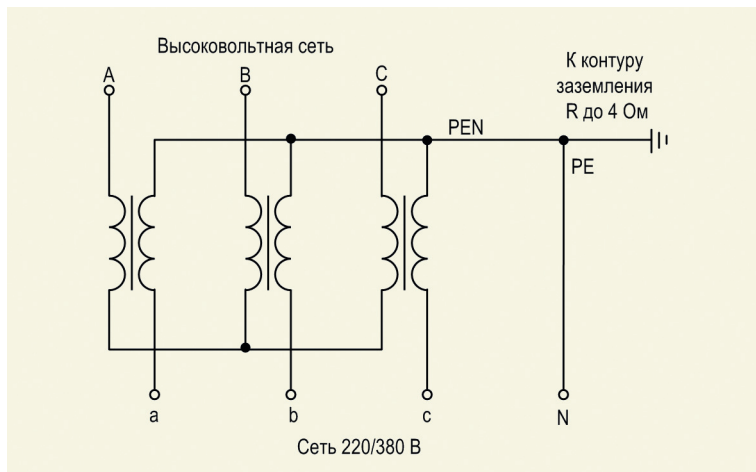


РИС. 3

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ НА СТЫКЕ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ДАЕТ РЕЗУЛЬТАТ



ФИЛИППСКИХ
Леонид Васильевич,
ОАО «РЖД», Московская
дирекция инфраструктуры,
заместитель начальника
технического центра
автоматики и телемеханики
по эксплуатации



ПОДБОЛОТОВ
Алексей Александрович,
ОАО «РЖД», Московская
дирекция инфраструктуры,
ведущий технолог отдела
эксплуатации технического
центра автоматики и
телемеханики

На тему влияния тягового тока на устройства ЖАТ написано немало статей, однако из-за небольшого объема информации, носящей прикладной характер, использовать на практике этот материал сложно. Негативно сказывается также недостаточное количество специалистов-СЦБистов, вплотную занимающихся этой проблемой на стыке ответственности двух хозяйств (автоматики и телемеханики, электрификации и электроснабжения), каждое из которых имеет свои приоритеты. Есть проблемы и с необходимым измерительным оборудованием, и запасными частями, и технологией контроля влияния гармоник тягового тока на устройства ЖАТ. К тому же, по мнению авторов, технологические карты смежников по настройке сглаживающих устройств уже устарели и требуют актуализации по перечню применяемого оборудования.

■ Четыре года назад после нескольких опасных отказов рельсовых цепей из-за влияния гармоник тягового тока на Московской дороге приняли решение о совместной работе двух технических центров (автоматики и телемеханики, энергоснабжения) в плане расследования этих случаев, разработки и реализации мероприятий по их исключению в дальнейшем. Наладить такой процесс помогло то, что ранее и СЦБисты, и энергетики входили в состав дорожных дирекций инфраструктуры.

Надежная работа устройств ЖАТ в целом и рельсовых цепей в частности является одним из важнейших элементов обеспечения безопасности движения поездов. При эксплуатации больше всего проблем возникает на электрифицированных участках, поскольку по отдельным элементам РЦ помимо сигнального протекает еще и тяговый ток, более сложный по составу и в тысячи раз превышающий по величине.

При поиске причин отказов рельсовых цепей обслуживающий персонал проверяет и механические (надежность крепления и исправность различных элементов), и электрические параметры. Нередко оказывается, что при их полном соответствии требованиям работа РЦ периодически нарушается по непонятным на первый взгляд причинам. Это может быть длительная или кратковременная ложная занятость, или, что самое опасное, ложная свободность рельсовой цепи.

Конкретные примеры нарушений работы рельсовых цепей из-за негативного влияния тягового тока рассмотрим далее, а пока попытаемся разобраться с его составом.

Постоянный тяговый ток получают в результате

выпрямления трехфазного тока промышленной частоты с помощью мощных выпрямителей (ВА). В выпрямленном токе кроме постоянной содержится еще переменная составляющая частотой 300 Гц и кратные ей гармоники (600, 900, 1200 Гц и т.д.). Это так называемая шестипульсовая схема выпрямления (за один период шесть пульсаций).

В последнее время появилась тенденция ее замены на наиболее совершенные двенадцатипульсовые выпрямительные агрегаты. В результате их работы образуется переменная составляющая частотой 600 Гц и кратные ей гармоники (1200, 1800 Гц и т.д.). Такая схема позволяет увеличить КПД источника тягового тока, улучшить его нагрузочную характеристику и уменьшить количество гармоник с частотой ниже 600 Гц. Теоретически их вообще не должно быть, но практика показывает обратное. Появление в тяговом токе низкочастотных гармоник обычно связано с наличием на тяговом плече шестипульсовых выпрямителей и работой трансформаторов в неполнофазном режиме. Оказывает влияние и неправильный подбор по параметрам диодов при их замене в выпрямительных агрегатах.

Появлению в составе тягового тока низкочастотных гармоник, близких к 100 Гц способствует применение на тяговых подстанциях апериодических сглаживающих фильтров, имеющих частоту среза около этого значения.

Из-за низкого качества материала сердечников и обмоток понижающих трансформаторов нарастание магнитного потока в каждом периоде отличается от графика изменения питающего тока, что вносит свою долю гармоник.

Кроме того, в часы наибольшей нагрузки питающей сети содержание в ней гармоник увеличивается вследствие подключения импульсных источников питания (как правило, нелинейных).

В последнее время все более активно стали использовать подвижной состав с асинхронными двигателями, в которых применяется тиристорное регулирование. Как показывает практика, они являются сильнейшим источником помех.

Крайне отрицательно на работе рельсовых цепей сказывается замена медных перемычек в обратной тяговой сети на биметаллические. Это способствует резкому увеличению асимметрии, из-за которой подмагничиваются сердечники дроссель-трансформаторов. В результате ДТ превращаются в нелинейные элементы, которые, как известно, способны выполнять роль смесителей. В результате при большом количестве гармонических составляющих создаются условия для появления комбинационных частот, которые могут оказаться в полосе пропускания фильтров приемников тональных рельсовых цепей.

Вследствие воздействия этих факторов в тяговом токе образуется сложнейший спектр частот, постоянно изменяющийся по величине и составу в зависимости от поездной обстановки.

В настоящее время на сети дорог России в основном применяются тональные рельсовые цепи с амплитудно-модулированным сигналом на несущих частотах 420, 480, 580, 720, 780 Гц, совпадающих с диапазоном гармонических составляющих и комбинационных частот в тяговом токе.

Для уменьшения влияния помех тягового тока на работу рельсовых цепей на тяговых подстанциях ТП имеются сглаживающие устройства, неисправность которых чревата серьезными негативными последствиями. Так, например, на перегоне Соколовская – Болшево Московской дороги, оборудованном автоблокировкой ЦАБ-1-АТ-75-89, с помощью системы диагностики и мониторинга выявили случаи кратковременной ложной свободы рельсовых цепей. При проверке не обнаружили отклонений от норм параметров рельсовых цепей и локомотивов, обращающихся на участке. Дальнейшее расследование показало, что причина заключалась в расстройке ветвей 300 и 600 Гц сглаживающего устройства на ближайшей тяговой подстанции станции Щелково. После их регулировки рельсовые цепи на участке стали работать устойчиво, опасных отказов за последние четыре года не происходило.

Аналогичный случай произошел в 2015 г. на перегоне Солнечная – Внуково. Настройка сглаживающих устройств ТП Внуково, Очаково, Апрелевка исключила случаи кратковременной ложной свободы участков 1НП и 3НП, работающих на несущей частоте 420 Гц.

Такие опасные отказы при использовании ТРЦ встречаются довольно редко. Более характерными являются ложная занятость участков и сбои кодов АЛСН. Все подобные случаи анализировались, и после настройки сглаживающих устройств тяговых подстанций фидерной зоны они, как правило, не повторялись.

Особое место занимают случаи ложной занятости рельсовых цепей при использовании приемников ППЗС. Так, например, после пуска в эксплуатацию МПЦ ЕВILock 950 с тональными рельсовыми цепями на станции Кусково при определенной поездной

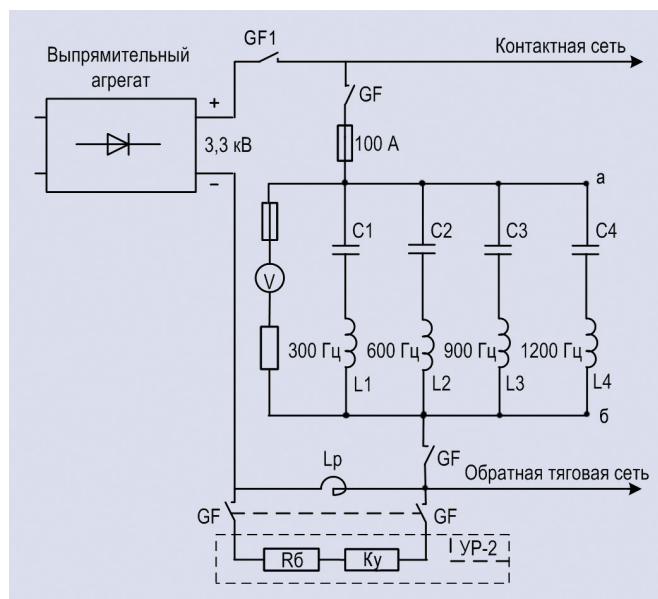


РИС. 1

ситуации рельсовые цепи с несущей частотой 580 Гц стали показывать ложную занятость. С помощью прибора МПИ-СЦБ на входе приемников была обнаружена помеха частотой 600 Гц и амплитудой около 2 В, что приводило к их перегрузке и уходу в защитный отказ. При проверке тяговой подстанции Рогожская установили, что сглаживающее устройство на ней отключено. Его включение позволило уменьшить уровень гармоник в тяговом токе и сняло проблему появления ложной занятости.

■ По конструкции сглаживающее устройство может быть резонансно-апериодическим и апериодическим.

Резонансно-апериодическое сглаживающее устройство представляет собой несколько резонансных LC-ветвей, включенных параллельно контактной сети на выходе тяговой подстанции и настроенных на частоты основных гармоник. Упрощенная схема его однозвенного варианта приведена на рис. 1.

Ветви такого устройства настраиваются согласно технологической карте 10.2 сборника «Технологические карты на межремонтные испытания тяговых и трансформаторных подстанций железных дорог». Поскольку указанные в карте генераторы (Г-10, Г-12М) давно не выпускаются, был подобран более современный комплект приборов, приведенный на рис. 2. Он состоит из генератора звуковой частоты ГЗ-111, усилителя мощности ГЗ-112/1, цифрового портативного частотомера Hz, резистора R сопротивлением 50 Ом мощностью не менее 5 Вт, вольтметра V на базе комбинированного прибора 4306.2.

Сглаживающее устройство выводится из работы с обязательным отключением по обоим полюсам и после разряда конденсаторов комплект приборов подключается в точках а и б (см. рис. 1).

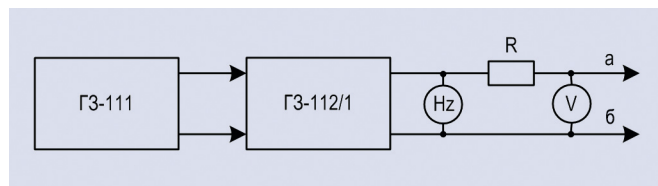


РИС. 2

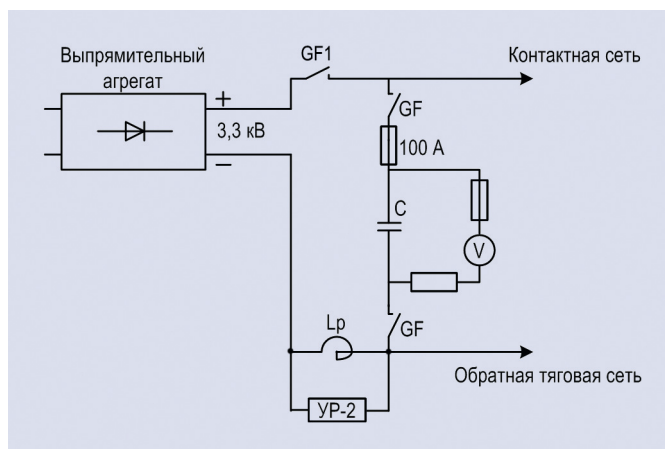


РИС. 3

Момент резонанса для каждой ветви определяется по минимальному показанию вольтметра, а частота контролируется частотомером. Нужного значения частоты добиваются с помощью регулировочных катушек индуктивности.

После настройки ветвей сглаживающего устройства проверяют остальные его элементы (предохранители, цепи контроля, разъединители и др.).

В последнее время, при монтаже двенадцатипульсовых выпрямителей на тяговых подстанциях стали все чаще применять апериодические сглаживающие устройства (рис. 3).

Оно состоит из LC-цепи, образованной индуктивностью реактора L_p и емкостью C , и настроено на частоту около 100 Гц.

Помимо значительно меньшей эффективности апериодические сглаживающие устройства имеют на выходе значительный уровень гармоник, что отрицательно сказывается на работе рельсовых цепей.

На практике их настройка сводится к измерению индуктивности реактора L_p и емкости батареи конденсаторов C . Далее по формуле, приведенной в технологической карте 10.2, рассчитывается частота среза (60–68 Гц). При необходимости частота корректируется изменением числа включенных в батарею конденсаторов емкостей. Индуктивность и емкость измеряются прибором «Вектор», имеющимся в распоряжении специалистов дирекции энергоснабжения.

С целью оптимизации процесса измерений и исключения негативного влияния так называемого человеческого фактора при расчетах для проверки эффективности действия сглаживающего устройства применили многофункциональный прибор МПИ-СЦБ, позволяющий наглядно отобразить результаты измерений, сделать спектральный анализ тока и записать исследуемый сигнал.

Прибор подключается к части витков одной сек-

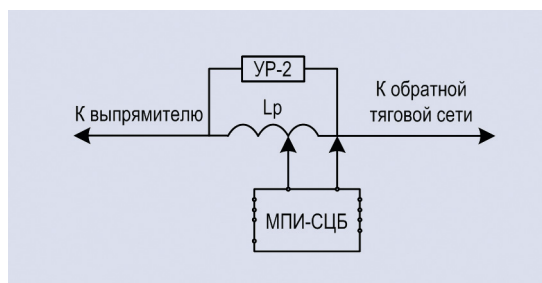


РИС. 4

ции реактора L_p со стороны обратной тяговой сети (рис. 4). С его помощью фиксируется уровень гармонических составляющих вначале при отключенном, а затем включенном сглаживающем устройстве во время прохода подвижного состава. Увеличение уровня гармоник при включении устройства в среднем на 20 % свидетельствует об эффективной его работе.

Надо также отметить, что до 30 % случаев отказов сглаживающих устройств происходят из-за перегорания предохранителей 100 А в цепи их включения, а эффективно действующей системы контроля не существует.

Особое место занимают случаи кратковременных (секундных) занятости фазочувствительных рельсовых цепей. Точная настройка сглаживающих устройств ближайших тяговых подстанций ощутимых результатов не дала. При помощи прибора МПИ-СЦБ удалось установить, что в этот момент на путевом элементе ДСШ появляется помеха произвольной формы, нарушающая установленный сдвиг фаз между путевым и местным элементами реле. Несмотря на то, что ее длительность обычно составляет 1–2 периода, этого достаточно, чтобы сектор реле надежно уходил вниз.

Природа такого рода помех может быть различной: это и новый подвижной состав с асинхронными двигателями, и подключение элементов катодной защиты, и асимметрия тягового тока. При поиске отказов необходимо тщательно расследовать все возможные варианты.

Помеха также может появиться из-за отсутствия или неисправности устройства разряда УР-2, включенного параллельно реактору L_p тяговой подстанции. Его основными элементами являются электронное ключевое устройство Ку и балластный резистор R_b (см. рис. 1).

УР-2 служит для защиты быстродействующего выключателя GF1 3,3 кВ на тяговой подстанции при коротком замыкании в нагрузке. Без него запасенная в реакторе энергия будет поддерживать дугу при размыкании контактов выключателя. В ситуации, когда ток нагрузки превышает нормативное значение, параллельно реактору подключается балластный резистор R_b и замыкает на себя запасенную в реакторе энергию. Ток во внешней цепи при этом уменьшается в 2–3 раза. В результате кроме защиты быстродействующего выключателя устройство разряда еще уменьшает импульс энергии от реактора в обратной тяговой сети. Тем самым снижается вероятность появления кратковременной занятости РЦ.

Как показывает практика, на тяговых подстанциях включенными оказываются, как правило, не более 30 % устройств разряда, а на некоторых ТП они вообще отсутствуют.

Ранее из-за отсутствия эффективных устройств мониторинга кратковременные занятости РЦ замечали гораздо реже и отследить их причину было сложно. На рис. 5 показана схема включения аналогово-цифрового преобразователя МПИ-СЦБ для одновременного контроля напряжения на местном и путевом элементах реле ДСШ с целью фиксации помехи на путевом реле.

Для развязки цепей контроля напряжения на местном и путевом элементах во второй канал и общий провод включаются конденсаторы емкостью

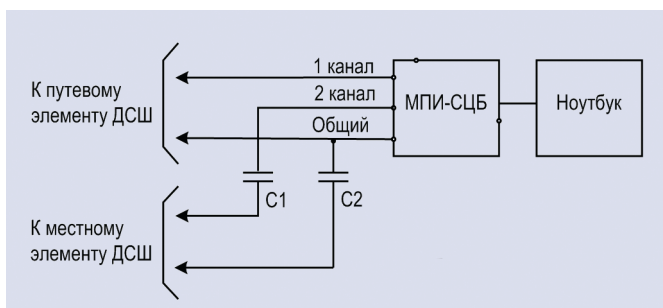


РИС. 5

0,01 мкФ, 1000 В. Такой запас по напряжению необходим для обеспечения надежной работы рельсовых цепей. Небольшая емкость конденсаторов не оказывает влияние на их работу.

Ни для кого не секрет, что устройства ЖАТ нового поколения, в том числе и ТРЦ, более чувствительны к качеству электропитания и другим проблемам в обратной тяговой сети, чем их предшественники. С учетом четырехлетнего опыта взаимодействия с энергетиками Московской дороги по вопросу влияния обратного тягового тока на рельсовые цепи хотелось бы отметить, что необходимо сформировать единые требования к качеству тягового тока, а также создать эффективные системы контроля сглаживающих устройств и устройств разряда реактора. Требуется также дальнейшее совершенствование тональных рельсовых цепей и создание системы автоматического контроля асимметрии тягового тока.

Отдельного внимания заслуживает вопрос организации совместных проверок специалистами двух дирекций на тяговых подстанциях. СЦБисты, как правило, имеют право работать в электроустановках с напряжением до 1000 В. В связи с этим они предварительно прошли специальное обучение и получили соответствующую группу безопасности.

Непосредственно все работы по организации отключений и настройке сглаживающих устройств выполняются работниками дирекции энергоснабжения.

Для выполнения работ на какой-либо тяговой подстанции от службы автоматики и телемеханики ДИ дается заявка в дирекцию энергоснабжения. После этого организуется проверка и настройка сглаживающих устройств на уровне линейных предприятий при безусловном соблюдении требований охраны труда установленным порядком. К сожалению, ни о какой оперативности не может быть и речи, тем более после выделения службы электрификации и электроснабжения в отдельную структуру.

Учитывая это, необходимо нормативно узаконить периодическую (не реже 1 раза в 6 месяцев) совместную проверку действия сглаживающих устройств тяговых подстанций работниками хозяйств автоматики и телемеханики и электроснабжения рангом не ниже начальников участка. Это позволит при минимальных эксплуатационных затратах существенно улучшить ситуацию с качеством электроснабжения средств ЖАТ.

В заключение хотелось бы выразить благодарность работникам Технического центра Московской дирекции энергоснабжения и начальнику отдела тяговых подстанций А.Г. Никитину за эффективную помощь в проведении работ на тяговых подстанциях Московского узла.

ВАРИАНТЫ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ КАЧЕСТВА ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ



ГИЖА
Владимир Леонидович,
ОАО «РЖД», Восточно-
Сибирская дирекция
инфраструктуры, ведущий
технолог лаборатории
автоматики и телемеханики

В настоящее время вопрос качества электроэнергии встал особенно остро по причине массового применения в устройствах ЖАТ полупроводниковых элементов и микропроцессорных устройств. При этом их процентная составляющая в общем количестве эксплуатируемых устройств с каждым годом растет. На качество электроэнергии повлиял и рост загруженности энергосетей в связи с увеличением интенсивности и массы поездов.

■ В статье Н.В. Ожиганова «Нужен совместный поиск решений» («АСИ», 2018 г., № 2) автор затрагивает вопросы качества электроэнергии устройств ЖАТ и возможные пути их решения. В Межгосударственном стандарте ГОСТ 32144-2013 указаны показатели качества электрической энергии, которые немаловажны для электропитания устройств СЦБ, особенно микропроцессорных. Среди них: продолжительные изменения характеристик напряжения (отклонения частоты, медленные изменения напряжения, колебания напряжения и фликер), несинусоидальность напряжения (гармонические и интергармонические составляющие), несимметрия напряжения в трехфазных системах, случайные события (прерывания напряжения, провалы напряжения и перенапряжения, импульсные перенапряжения).

Кроме того, уже сегодня электропитание микропроцессорной централизации (МПЦ) контролируется прибором контроля напряжения, которое определяет величину допустимого уровня действующего значения фазного/линейного напряжения. Контролируется также чередование и наличие трех фаз, симметричность сетевого напряжения. В случае отклонения

одного из указанных параметров прибор контроля напряжения при помощи силовых коммутационных устройств отключает нагрузку от фидера питания.

Любые отклонения параметров электроэнергии от установленных норм приводят к переключению источника бесперебойного питания (ИБП) в режим «байпас». После этого нестабильное питание напрямую попадает на устройства МПЦ с последующим выходом из строя плат объектных контроллеров, блоков питания, АРМов обслуживающего персонала, центрального процессора, коммутаторов и др.

Одной из основных причин некачественного электропитания постов ЭЦ является сама система энергоснабжения объектов СЦБ. Линии энергоснабжения запитаны от одного силового трансформатора, к которому подключена контактная сеть. Эти же линии обеспечивают электроснабжение сторонних и бытовых потребителей. Все это негативно влияет на качество электрической энергии.

Решением проблемы может стать установка на тяговых подстанциях отдельных силовых трансформаторов, обеспечивающих питание только устройств ЖАТ. В идеале их электроснабжение в целом должно соответствовать требованиям Межгосударственного стандарта ГОСТ 32144–2013. Применяемые устройства фильтрации и стабилизации питающего напряжения должны быть расположены вне постов ЭЦ.

В границах Восточно-Сибирской дирекции инфраструктуры в прошлом году специалисты лаборатории автоматики и телемеханики и электротехнической лаборатории НТЭ провели совместные измерения параметров электрической энергии обоих фидеров питания 29 постов ЭЦ (общее количество 263) анализатором качества Fluke-435 серии II. Критерием выбора объектов измерений послужили частые отказы аппаратуры СЦБ из-за нестабильного электропитания. По результатам проведенных измерений было установлено, что на этих постах ЭЦ параметры качества электрической энергии не соответствуют ГОСТ 32144–2013. Данный факт говорит о том, что необходимо глобально рассмотреть решение проблемы качества электропитания.

Для улучшения качества электропитания на постах ЭЦ включены в работу стабилизаторы напряжения на каждую фазу фидеров питания устройств ЖАТ. Применяемые стабилизаторы рассчитаны для работы с фазным напряжением. Стабилизаторы, подключенные к фазам А, В, С питающего фидера, даже со схемой синхронизации выравнивают параметры фазного, а не линейного напряжения. Тем самым, вносятся искажения в линейные напряжения, а устройства СЦБ на постах ЭЦ, как правило, являются трехфазными потребителями. В связи с тем, что под нагрузкой находится только один фидер питания, применение феррорезонансных стабилизаторов для питания устройств ЖАТ недопустимо по причине невозможности работы на «холостом ходу», так как данный режим приводит к их неисправности.

Продолжая данную тему, необходимо отметить, что в границах Восточно-Сибирской ДИ стабилизаторы в основном установлены только на одном питающем фидере ПР или ДПР. При переключении нагрузки поста ЭЦ на фидер без установленного стабилизатора устройства СЦБ получают искаженное

напряжение, что особенно неблагоприятно сказывается на работе устройств МПЦ.

Однако надо понимать, что установка стабилизаторов является временной мерой и не решает вопрос качества энергоснабжения в полной мере. Так, например, на станции Слюдянка-2 ВСДИ, оборудованной системой МПЦ, при питании от линии ДПР-27,5 кВ происходили частые отказы в работе устройств и оборудования. При этом здесь были установлены однофазные стабилизаторы напряжения переменного тока PROGRESS 15000L. Но только после замены линии ДПР-27,5 кВ на линию 10 кВ, устройства МПЦ стали работать более стабильно.

Для улучшения качества электроэнергии, по нашему мнению, могут быть использованы следующие варианты решения проблемы: установка стабилизаторов, трансформаторов с включением вторичной обмотки по схеме «звезда-зигзаг», применение трансформаторов нечетных групп соединения обмоток и применение однофазных трансформаторов, собранных в трехфазную группу.

Конечно, перечисленные меры необходимы уже сегодня, что безусловно приведет к росту затрат на модернизацию энергоснабжающих организаций. Но, как показывает практика, в дальнейшем на порядок будут снижены эксплуатационные затраты, связанные с задержкой поездов и восстановлением устройств ЖАТ.

Отметим, что на всей сети дорог используются не только трехфазные потребители электроэнергии, но и однофазные. Хотелось бы задать вопрос авторам статьи о возможных решениях проблемы с качеством электроэнергии однофазных потребителей. Уже сегодня на сигнальных установках автоблокировки с децентрализованным размещением оборудования микропроцессорная аппаратура заменяет релейную, а существующее качество энергоснабжения сигнальных установок серьезно препятствует их внедрению.

К сожалению, на данный момент основным документом, регламентирующим уровень питающего напряжения, являются Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации (ПТЭ), в которых не установлены такие параметры качества электрической энергии для потребителей I категории, как несинусоидальность и несимметрия напряжения, сфазированность основного и резервного источников питания при различных схемах включения. Эти параметры напрямую зависят от энергоснабжающей организации. По нашему мнению, пришло время переработать данный раздел ПТЭ и по максимуму привести к требованиям Межгосударственного стандарта ГОСТ 32144–2013. Это, безусловно, даст толчок к приведению электроснабжения к вновь установленным нормам.

Многие проблемы качества энергоснабжения, конечно, должны решаться при комплексном подходе всех причастных структур железнодорожного транспорта. В частности, требуется разработка нормативно-технической документации, регламентирующей параметры электрической энергии, электроснабжения, защиты устройств от перенапряжения, заземления устройств и другие, так как на данный момент используется документация, разработанная еще в 90-е годы прошлого века.

ВСЁ НАЧАЛОСЬ С ДЕТЕКТОРА



В России праздник всех связистов – День радио – отмечается с 1945 г. Один из связистов, Александр Михайлович Жеребцов, проработал на железной дороге без малого 40 лет. За добросовестный труд, большой вклад в обеспечение безопасности движения поездов, устойчивую работу поездной радиосвязи он награжден знаками «Почетный железнодорожник», «За безупречный труд на железнодорожном транспорте 30 лет». Всего в его трудовой книжке имеется 35 записей о поощрениях и наградах.

А.М. Жеребцов много сделал для развития устройств связи на железнодорожном транспорте Алтайского территориального управления Западно-Сибирской дороги. Для многих работников Алтайского РЦС он был учителем и наставником. Предлагаем познакомиться с рассказом А.М. Жеребцова о жизни и работе.

■ Будучи школьником, однажды увидел, как мой друг, годом старше меня, собирает детекторный приемник. Причем через два дня он уже «говорил» и ловил две станции. Очень захотелось повторить опыт товарища. Заготовив необходимые детали, собрал устройство. Однако при испытаниях мой приемник упорно молчал. Пошел к другу за советом, прихватив свое изделие. И каково же было мое удивление – при подключении к его антенне мой приемник заговорил. Понял тогда, что антенна – важная вещь в радиосвязи и должна быть длинной и высоко расположенной. Этот случай практически определил мою дальнейшую судьбу: и мое увлечение, и мою трудовую деятельность.

Творческое вдохновение, как говорится, било через край. Например, мы с другом собрали робота, который мог «говорить» и отвечать на вопросы», что тогда немало удивляло не только сверстников, но и взрослых. Секрет «говорящего»



Самодельный «говорящий» робот



Александр Михайлович Жеребцов

робота был прост: внутри него мы смонтировали радиоприемник, и все разговоры, которые происходили, по проводам передавали товарищу, находившемуся в другом помещении, и он отвечал за робота. Использованный самодельный пружинный ревербератор делал голос скрипучим, «металлическим». Так нам удалось целый месяц удивлять окружающих, пока наша хитрость не раскрылась.

Затем был собран сверхрегенеративный приемник, который позволил вести радиосвязь со многими радиолюбителями страны. Первой важной вехой для меня стало получение в 1972 г. официального разрешения на постройку личной радиостанции 3-й категории с позывным и разрешенной мощностью 10 Вт, спустя год получил разрешение 2-й категории (40 Вт), а потом 1-й категории (200 Вт). Это дало возможность устанавливать радиосвязь с радиолюбителями многих стран. За

свои успехи был удостоен звания мастер-радиоконструктор, стал кандидатом в мастера спорта по радиоспорту.

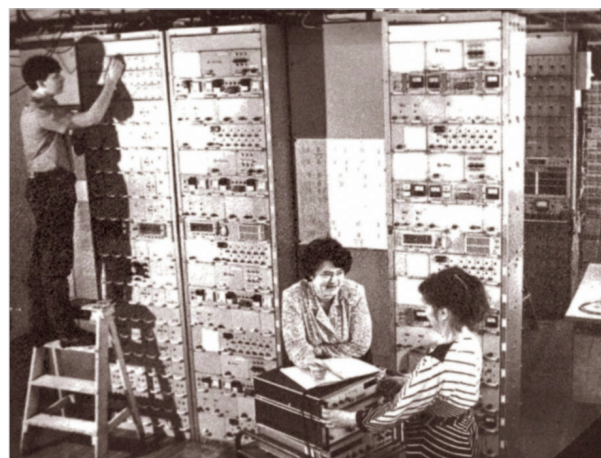
В 1983 г. собрал приемник и видеосканер для любительского телевидения с медленной разверткой SSTV и принимал картинки от радиолюбителей других стран. К сожалению, в дальнейшем видеосканер оказался невостребованным, так как не дали разрешение на передачу с непонятным видом модуляции SSTV. Ведь в это время в СССР использовалась передача сигнала с амплитудной или фазовой модуляцией, а сообщения в режиме RTTY (радиолюбительский телетайп) официально не были разрешены. Тем не менее, спустя четыре года, я стал одним из первых представителей телетайпной связи RTTY на Алтае.

Вспоминаю, стоило дать общий вызов CQ на RTTY и от японцев просто не было отбоя. Часто они создавали помехи, не давая принять DX-корреспондентов. Получал карточки QSL и в радиоклубе, и на почте, причем большинство с почтовыми купонами стоимостью 1–1,5 \$, что говорило о большом желании зарубежных корреспондентов получить QSL карточку из России, с Алтая. Замечу, что впоследствии, когда задумал собрать компьютер, почтовые купоны очень пригодились – обменивал их на микросхемы для компьютера у коммерсантов.

После службы в армии твердо решил, что буду работать в области радиосвязи. Так и вышло. В локомотивном депо, что находится недалеко от дома, был цех КРП по обслуживанию устройств поезд-



К выезду на ремонт «воздушки» готовы Н.И. Ломакин, В.М. Колчанов, В.В. Костенко, Е.И. Шадрин



Настройку оборудования ЛАЗа ведут Б.А. Калинин, Г.А. Новикова, В.М. Соленая

ной радиосвязи железной дороги, куда я и оформился на работу. Первым моим наставником был старший электромеханик Г.И. Соленый, благодаря которому из радиолюбителей я превратился в специалиста по радиосвязи. Вместе со мной в цехе работало много увлеченных радиолюбителей: Г.М. Жеребцов и В.В. Созинов (мастера спорта СССР по радиоспорту), а также В. Мухин, В. Захаров и другие. Коллектив в основном был мужским, но его украшением была Н.Ф. Сарапкина, проработавшая в цехе не один десяток лет.

Решил учиться дальше по специальности «Связь» и поступил на заочное отделение Омского института инженеров транспорта. По окончании вуза стал старшим электромехаником. Оборудовал лабораторию на базе УАЗика «буханки» по настройке и регулировке радиостанций ЖР-3М, установленных в шкафах ШРПС-62М на станциях. Делали объезды с настройкой два раза в год. Как правило, экипаж выездной лаборатории состоял из трех человек. Совместно с нами настройкой и регулировкой занималась старший электромеханик ЛАЗа отделения В.А. Андреева. Как правило, если регулировки проводились с ее участием, все проходило быстро, без особых задержек, с высоким качеством.

Когда накопил существенный опыт в обслуживании, настройке и ремонте устройств радиосвязи, стал по совместительству с основной работой преподавать в Барнаульском заочном филиале Томского техникума железнодорожного транспорта. Довелось вести такие дисциплины, как «Радиоприемные

устройства», «Радиопередающие устройства» и «Громкоговорящая технологическая связь». Однако спустя два года меня назначили начальником участка. Из-за частых выездов на отдаленные станции совмещать основную работу с преподавательской деятельностью, к сожалению, стало невозможно.

В качестве начальника участка часто приходилось общаться с заместителем начальника дистанции В.Г. Прошиным, квалифицированным, рассудительным специалистом и моим наставником в профессии. Особенно запомнилось «самое страшное ругательство», которое мог выдать Василий Григорьевич за проступок. Его «ругательное слово» звучало не оскорбительно, а воспитательно и запоминалось надолго. Все, кто работал вместе с ним, знали об этом и старались работать так, чтобы не допускать в свой адрес подобного. Василий Григорьевич много внимания уделял новому строительству и модернизации оборудования. При строительстве нового дома связи в Барнауле были задействованы связисты всех цехов барнаульского узла. Особенно много сил и умения на всех этапах приложил В.М. Колчанов. К тому же не только дом связи в Барнауле, но и дом связи в Ребрихе и целый ряд других объектов обязаны своим существованием Виктору Михайловичу, очень энергичному и знающему связисту.

Помню при строительстве нового и сносе старого пешеходного моста через железнодорожные пути остро стоял вопрос выноски кабеля. При его прокладке по строящемуся мосту необходимо было проложить «удочку» для протягивания кабеля. В центре моста про-

тяженностью около 30 м не было ни ограждения, ни железобетонного основания, а был только металлический каркас размером чуть шире рельса. Виктор Михайлович взял веревку и пошел как канатоходец на высоте более 4 м, а под ним контактный провод, железнодорожные пути и бегают маневровые локомотивы. Неверный шаг и могла случиться трагедия, вся бригада с напряжением наблюдала за происходящим. Все закончилось удачно, кабель протянули.

На память приходит еще одна история, героем которой была электромеханик ЛАЗа Г.А. Новикова. Пришел я на контроль селекторного совещания, которое проводил начальник дороги. Рядом со мной Галина Александровна. Решаю проверить ее реакцию. Беру со стойки микротелефонную трубку с тангентой. Спрашиваю: «Если нажму тангенту и скажу, в студии будет слышно?» и, не дожидаясь ответа, делаю вид, что рукой нажимаю тангенту и начинаю громко говорить в трубку «Как меня слышно!». Реакция Галины Александровны оказалась мгновенной: она моментально выхватила у меня трубку, но при этом в спешке двинула мне по щеке. Оправившись от удара, подумал: отличный работник Г.А. Новикова. И если, как говорится, у пограничников граница на замке, то у связистов исключено вмешательство в связь селекторных совещаний.

Три года назад А.М. Жеребцов вышел на пенсию, но с коллективом Алтайского РЛС по-прежнему поддерживает очень тесные отношения.

Подготовила ПЕРОТИНА Г.А.

ABSTRACTS

On the path of innovative development

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

OKHOTNIKOV ANDREY, JSC NIIAS, deputy head for innovative development Strategic analysis and development center, a.okhotnikov@vnias.ru

Keywords: innovative development, unmanned control, train separation, automation of sorting processes, digital railway, industrial Internet of things, automated and fully automatic technologies

Summary: In the article deals with the issues of innovative development of JSC RZD, including regulatory documents and conditions that contribute to the technological creativity of the company. The description of innovative activity of JSC RZD in such directions as development of uniform intellectual system of management and automation of production processes on railway transport, system of management of assets on the basis of methodology of management of risks, system of unmanned management, systems of train separation and automation of sorting processes is given.

New Solutions for control derailment of wheel sets

FOMINYKH ANTON, JSC «Railway Research Institute», director of Nizhny Novgorod Branch, fominykh.anton@vniizht.ru

SOROKIN SERGEY, JSC «Railway Research Institute», chief engineer of Nizhny Novgorod Branch, sorokin.sergei@vniizht.ru

FOGEL ALEXANDER, JSC «Railway Research Institute», deputy Director of Research of Nizhny Novgorod Branch, Ph.D. (Tech.), fogel.sasha@yandex.ru

Keywords: control rolling stock derailment, detection device of mounted axle derailment of UOSKP

Summary: Here is presented a detection device of mounted axle derailment – UOSKP where are no disadvantages of UKSPS devices – false drops from blows of the pressed snow and ice is excluded is presented. Here is implemented the contactless detection method of oversized metal subject by inductive sensors means. The device represents the plastic panel that is installed along cross ties of sole of rails 40 mm lower than level. UOSKP does not demand special cleaning from snow and ice it allows operation of the snow-removal equipment, does not collapse from influence of the oversized or dragged objects. Seven of its inductive sensors find wheel derailment or drawing of metal objects in all field of control according to technical requirements to UKSPS. Program processing arriving from signal transmitters expands functionality of the device and increases reliability of its work.

Internal audit of information technologies

KLYUEVA ELENA, JSC «Russian railways», Severnaya railway, deputy head of corporate informatization service, klyueva@nrr.ru

KUKUSHKIN DMITRIY, JSC «Russian railways», Severnaya railway, head of department of corporate informatization service, nki-kukushkinDS@nrr.ru

SOKOLOVA SVETLANA, JSC «Russian railways», Severnaya railway, leading technologist of corporate informatization service, nki-sokolovaSB@nrr.ru

Keywords: automation system, IT-audit, IT-service, control the quality of IT, IT-management, internal audit, internal control system

Summary: Internal IT audit is a tool for estimate of matching IT to business needs. It is include IT management estimate and approval corrective actions for business processes efficiency.

Digital version of transport and logistics system

OBUKHOV ANDREY, Russian University of Transport (MIIT), engineer of the scientific and educational center «Independent Integrated Transport Studies», Ph.D. (Tech.), adobukhov@mail.ru

MASLOV EVGENY, Russian University of Transport (MIIT), post-graduate student of the department «Managing the transport business and intelligent systems», ecmaslov@gmail.com

Keywords: digital transport-logistical system, digital logistics, digital economy, intelligent transport systems, inter-machine interaction, Mobility as a Service, digital twin

Summary: The article discusses the development of intelligent transport systems, classifies intelligent systems in transport, taking into account the autonomy of their work, intelligence in the management of transport processes. The development of an intellectual system of a new level in the form of a digital transport and logistics system as the basis for the implementation of the concepts «Internet of Things» and «Physical Internet» in digital logistics is proposed.

Concept of control systems based on information technologies

EFANOV DMITRY, Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University, associate professor at «Automation and remote control on Railways» Department, Dr.Sci. (Tech.), TrES-4b@yandex.ru

OSADCHY GERMAN, technical director at RSC «Monitoring of Bridges», osgerman@mail.ru
Keywords: railway, control systems, railway automation, information technology; evolution of railway traffic control systems, Smart Train Control Systems

Summary: In this article analyzes the evolution of interlocking systems based on relay equipment and a modern control system. The concept of principally new traffic control systems based on three paradigms: «data processing at sites», «autonomous power supply», «wireless networks». The new concept assumes a total revision of the control principles based on the principles of safety on the basis of uncontrolled relays, with the appropriate use of modern information technologies. The advantages of the systems implemented according to the proposed concept are given.

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,
А.К. Канаев, В.А. Ключко, В.Б. Мехов,
С.А. Назимова, Г.Ф. Насонов,
А.Б. Никитин, Г.А. Перотина,
Е.Н. Розенберг, И.Н. Розенберг,
К.В. Семин, 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)
А.С. Гершвальд (Москва)
Е.А. Гоман (Москва)
А.Е. Горбунов (Самара)
Д.В. Ефанов (Санкт-Петербург)
С.В. Ешуков (Новосибирск)
Л.М. Журавлёва (Москва)
А.М. Замышляев (Москва)
И.П. Кнышев (Москва)
С.Ю. Лисин (Москва)
В.Н. Новиков (Москва)
А.И. Петров (Москва)
Д.М. Поменков (Москва)
А.Н. Пузиков (Санкт-Петербург)
М.А. Сансызбаев (Москва)
С.Б. Смагин (Москва)
В.И. Талалаев (Москва)
А.С. Ушакова (Калининград)
А.В. Черномазов (Ростов-на-Дону)
А.Н. Шабельников (Ростов-на-Дону)
Д.В. Шалягин (Москва)
В.И. Шаманов (Москва)
И.Б. Шубинский (Москва)

Адрес редакции

129272, Москва,
Рижская пл., д. 3

E-mail: asi-rzd@mail.ru

www.asi-rzd.ru

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

Компьютерная верстка Е.И. Блиндер

Подписано в печать 27.04.2018

Формат 60x88 1/8.

Усл. печ. л. 6,84. Усл. кр.-отт. 8,00

Уч.-изд. л. 10,1

Зак. 1264

Тираж 1910 экз.

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