

# ЖУРНАЛ «АСИ» приглашает к сотрудничеству!

## УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

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

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

Почта России предлагает доставку нашего журнала по самым выгодным ценам!



Свидетельством его высокого научно-технического уровня является то, что он входит в перечень ведущих периодических изданий, публикация в которых учитывается при защите докторской и кандидатской диссертаций Высшей аттестационной комиссией (ВАК) Министерства образования и науки РФ. Журнал призван быть средством общения и обмена мнениями между специалистами дорог, конструкторами, проектировщиками, эксплуатационниками.



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



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



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

Роспечать  
70002  
70019  
Почта России  
П5063  
П5074



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

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

ISSN 0005-2329, Автоматика, связь, информатика, 2018, № 8, 1-48



ISSN 0005-2329

В НОМЕРЕ:

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ  
ДЛЯ УЧЕТА ПРИБОРОВ  
В РТУ

стр. 6

ФАКТОРЫ УСПЕШНОГО  
ПЕРЕВОДА НА ОТЕЧЕСТВЕННОЕ  
ПРОГРАММНОЕ  
ОБЕСПЕЧЕНИЕ

стр. 21



8 (2018) АВГУСТ



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



# ТРУДОВЫЕ УСИЛИЯ ПОТРАЧЕНЫ НЕДАРОМ

Станция Бологое, как известно, находится посередине высокоскоростной магистрали Москва – Санкт-Петербург. Это – крупный транспортный узел, из которого железнодорожные линии расходятся в пяти направлениях. Движение здесь напряженное: за сутки проходит много грузовых и пассажирских поездов. Именно на этой магистрали были пущены и первые поезда «Сапсан».

Обеспечение безопасности большого объема перевозок дело весьма сложное. Большая ответственность при этом лежит и на связистах. И не случайно в последние годы пять специалистов Бологовского РЦС были удостоены высокого профессионального звания «Почетный железнодорожник». В этом году такое звание присвоено начальнику участка производства Александру Александровичу Денисову, награду которому вручил генеральный директор ОАО «РЖД» О.В. Белозёров в Москве в канун Дня железнодорожника.

А.А. Денисов руководит коллективом, который обслуживает устройства связи на участке Спирово-Бологое-Угловка, протяженностью 150 км. Здесь сосредоточено большое количество современного оборудования, требующего высокой квалификации и большого практического опыта для его технического обслуживания. В подчинении А.А. Денисова более 60 человек – это в основном опытные специалисты с достаточным стажем работы.

Сам Александр Александрович трудится на железнодорожном транспорте более 35 лет. Он из семьи железнодорожников: отец был машинистом электровоза, два старших брата пошли по стопам отца и тоже стали машинистами. Мать работала в вагонном депо нормировщиком. В школьные годы отец иногда брал младшего сына с собой «в поездку», и магия зеленых огней светофоров, бегущих рельсов, стука колес завораживала подростка. Он мечтал по окончании школы пойти учиться «на машиниста», но мечта не сбылась – подвело зрение.

Вместе с тем со школьной скамьи Сашу тянуло ко всему «электрическому». Сначала это были батарейки, лампочки, выключатели, когда стал постарше – конденсаторы, транзисторы, диоды. Даже радиолампы успел захватить, так как в те годы большая часть техники еще была на радиолампах. Научился обращаться с паяльником, собирать простые



Встреча в ЦСС в канун Дня железнодорожника.  
Слева направо: В.Ю. Бубнов, заместитель начальника ЦСС,  
А.А. Денисов, А.А. Мжельский, заместитель председателя  
объединенной первичной организации Ространсфедерации ЦСС

(Продолжение читайте на стр. 47)

схемы из журнала «Юный техник», затем – более сложные из журнала «Радио». Узнал, как работает радиоприемник, телевизор, радиопередатчик. Это и стало прелюдией к его будущей профессии.

После школы Александр думал поступить в Ленинградский электротехнический институт (ЛЭТИ), но, к несчастью, не добрал баллов. Тогда решил продолжить семейную железнодорожную династию. Поскольку хотел заниматься радиоэлектроникой, пошел в Бологовскую дистанцию сигнализации и связи. Главный инженер дистанции Ю.М. Осипов, поговорив с юношей, направил его в КРП радиосвязи, где ему пришлось держать экзамен перед профессионалами-радистами. Молодого человека зачислили на должность ученика электромонтера (в советское время была такая должность), а его наставником и учителем на долгие годы стал старший электромеханик КРП, опытнейший радиостаршина Е.В. Фомичев. Уже через месяц Денисова перевели в электромонтеры третьего разряда. Работа ему нравилась, научился обращаться с измерительными приборами, обслуживать носимые, локомотивные и стационарные радиостанции. Однако через год его призвали в армию.

Знания, полученные на «гражданке», пригодились Александру в армии. Там же познал первый опыт руководства: после «учебки» в подчинении оказались два члена экипажа – водитель и телефонист (экипаж был интернациональный: водитель – киргиз, телефонист – молдаванин). Армейская служба укрепила, закалила и дала жизненный опыт.

Через два года вернулся в прежний коллектив, где сначала работал электромонтером, а после заочного обучения в Ленинградском техникуме, электромехаником. Следует сказать, что коллектив КРП был очень талантлив на изобретения и усовершенствования. Существовала даже негласная конкуренция: кто больше «рачу» напишет. Одно из последних предложений А.А. Денисова включено в функциональный проект бережливого производства. Он проанализировал степень использования стационарных радиостанций на участке и выяснил, что существующие радиостанции ремонтно-оперативной связи практически не действуют. Предложил вместо них воспользоваться оборудованием цифровой технологической радиосвязи TETRA. Кроме того, он выяснил, что можно демонтировать еще одну радиостанцию поездной радиосвязи, использовавшуюся в качестве промежуточной на перегоне, поскольку для радиостанций на прилегающих к этому перегону станциях была сделана симметричная запитка волноводного провода. Радиостанции были демонтированы и применены на переездах другого участка, при этом было сэкономлено более 1 млн рублей.

За плечами Александра Александровича большой опыт внедрения новой техники. Он участвовал в переключении цепей оперативно-технологической связи на волоконно-оптические линии передачи; вводе в эксплуатацию аппаратуры технологической радиосвязи TETRA; монтаже и наладке оборудования системы принудительной остановки поезда; организации канала поездной радиосвязи на участках Спирово-Угловка, Добывалово-Максатиха; обеспечении спутниковой видеоконференции в восстановительном поезде станции Бологое. За большие трудовые достижения в 2007 г. приказом министра информационных технологий и связи Российской Федерации А.А. Денисов награжден знаком «Почетный радиостаршина».



## ДЕВЯТАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «АВТОМАТИКА И ТЕЛЕМЕХАНИКА НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ»

В соответствии с распоряжением Открытого акционерного общества «Российские железные дороги» от 27 февраля 2018 г. № 386/р в период с 17 по 18 октября 2018 г. в г. Сочи будет проводиться девятая Международная научно-практическая конференция «Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте» и приуроченная к ней выставка достижений в области автоматики и телемеханики «ТрансЖАТ-2018».

### ЦЕЛЬ КОНФЕРЕНЦИИ

Обмен опытом и обсуждение актуальных проблем повышения качества создания, производства и обслуживания новых технических средств автоматики и телемеханики, внедрения интеллектуальных систем и информационных технологий в соответствии с задачами, определенными Стратегией развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года, а также проектом «Цифровая железная дорога».

### РЕГЛАМЕНТ КОНФЕРЕНЦИИ

- ◆ Пленарные заседания.
- ◆ Заседания круглых столов.
- ◆ Расширенное заседание редакционной коллегии, редакционного совета и авторского актива журнала.
- ◆ Экспозиция и презентации фирм на выставке.
- ◆ Переговоры и встречи участников конференции с предприятиями-разработчиками, изготовителями и поставщиками технических средств ЖАТ.

## «АСИ» ПРИГЛАШАЕТ ЕДИНОМЫШЛЕННИКОВ!



В рамках девятой Международной научно-практической конференции «ТрансЖАТ-2018» состоится расширенное заседание редакционной коллегии, редакционного совета и авторского актива журнала. Приглашаем всех, кому небезразлично дальнейшее развитие и совершенствование журнала, принять участие в работе заседания.

Журнал «АСИ» является официальным информационным спонсором конференции. По итогам работы будет выпущен тематический номер, посвященный разработкам, представленным на выставке «ТрансЖАТ-2018». Со своими предложениями об участии в тематическом номере просим обращаться в редакцию.

# СОДЕРЖАНИЕ

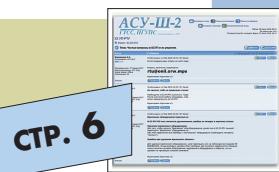
## Новая техника и технология

Шаманов В.И., Ваньшин А.Е., Тасболатова Л.

Косвенные измерения соотношения тяговых токов под катушками АЛС ..... 2

Долгов М.В.,  
Короткова А.З.,  
Кибальчич Н.В.

## НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ УЧЕТА ПРИБОРОВ В РТУ



СТР. 6

Тамаркин В.М., Лобанова Т.Э., Тамаркин М.В.

Промышленный интернет вещей на железнодорожном транспорте ..... 10

Журавлёва Л.М., Журавлёв О.Е., Лошкарёв В.Л.,  
Курьянцев Д.Г.

Сетевая архитектура систем видеонаблюдения на железнодорожном транспорте ..... 14

Ванчиков А.С.

Синхронизация в современных сетях операторского класса ..... 19

## Информатизация транспорта

## ФАКТОРЫ УСПЕШНОГО ПЕРЕВОДА НА ОТЕЧЕСТВЕННОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

СТР. 21

Сукионников Г.В.

## ФАКТОРЫ УСПЕШНОГО ПЕРЕВОДА НА ОТЕЧЕСТВЕННОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Факторы развития технологии блокчейн в ОАО «РЖД» ..... 24

## Информационная безопасность

Васильев А.Ю., Симаков А.В., Гросс В.А.

Новые требования и функции в жизненном цикле МПСУ ЖАТ ..... 27

## Суждения, мнения

Ефанов Д.В., Хорошев В.В.

Проблемы непрерывного мониторинга устройств автоматики на сортировочных горках ..... 30

Ожиганов Н.В., Волосов И.Б.

Влияние заземления постов ЭЦ на качество электроэнергии в сети 0,4 кВ ..... 36

## Обмен опытом

Быкова Е.В.

Суточное планирование работ ремонтно-восстановительных бригад ..... 39

Козлов М.Ю., Алышев О.В.

Применение радиостанций РЛСМ ..... 41

## ОРГАНИЗАЦИЯ ПОЕЗДНОЙ РАДИОСВЯЗИ СТАНДАРТА DMR

СТР. 43

## Бережливое производство

Выбор очевиден ..... 45

## В трудовых коллективах

Перотина Г.А.

Трудовые усилия потрачены недаром ..... 2 стр. обл., 47

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

АВТОМАТИКА  
СВЯЗЬ  
ИНФОРМАТИКА



8 (2018)  
АВГУСТ

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



ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ  
С 1923 ГОДА

Журнал включен в базы  
данных Российской индексации  
научного цитирования  
(РИНЦ) и Russian Science  
Citation Index (RSCI) на  
платформе Web of Science,  
а также входит в ядро РИНЦ

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

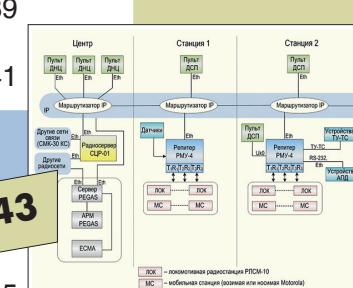
Использование и любое  
воспроизведение на  
страницах интернет-сайтов,  
печатных изданий  
материалов, опубликованных  
в журнале, разрешается  
только с письменного  
согласия редакции

Мнение редакции может  
не совпадать с точкой  
зрения авторов

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

Свидетельство о регистрации  
ПИ № ФС77-21833  
от 07.09.05

© Москва  
«Автоматика, связь,  
информатика»  
2018



# КОСВЕННЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ СООТНОШЕНИЯ ТЯГОВЫХ ТОКОВ ПОД КАТУШКАМИ АЛС



**ШАМАНОВ**  
Виктор Иннокентьевич,  
Российский университет  
транспорта (МИИТ), профес-  
сор кафедры «Автоматика,  
телемеханика и связь на же-  
лезнодорожном транспорте»,  
д-р техн. наук



**ВАНЬШИН**  
Александр Евгеньевич,  
Российский университет  
транспорта (МИИТ), доцент  
кафедры «Автоматика,  
телемеханика и связь на же-  
лезнодорожном транспорте»,  
канд. техн. наук



**ТАСБОЛАТОВА**  
Лаура,  
Российский универси-  
тет транспорта (МИИТ),  
аспирантка кафедры  
«Автоматика, телемеха-  
ника и связь на железно-  
дорожном транспорте»

**Ключевые слова:** автоматическая локомотивная сигнализация, помехи, рельсовые линии, тяговый ток, асимметрия, измерения, погрешности

**Аннотация.** Анализируются особенности измерения тяговых токов в рельсах под приемными локомотивными катушками автоматической локомотивной сигнализации. Рассмотрим основы разработанного косвенного способа измерений соотношения этих токов. Определено, что этот способ обеспечивает достаточную точность измерений для практических целей.

На электрифицированных участках магистральных железных дорог сбои в работе локомотивной аппаратуры АЛС возникают в основном вследствие влияния помех от тяговых токов. Поэтому интенсивность этих сбоев на таких участках в 30–50 раз больше, чем на участках с автономной тягой. В свою очередь, при электротяге переменного тока этих сбоев в 1,5–1,7 раз больше, чем на участках с электротягой постоянного тока [1]. Подобные влияния представляют проблему и в метрополитене [2].

Одной из основных причин появления много-кратных сбоев в работе АЛС является действие повышенной асимметрии тягового тока в рельсах под приемными локомотивными катушками в определенной точке рельсовой линии. Под асимметрией понимают разность тяговых токов в рельсовых нитях рельсовой линии.

Анализ статистических данных по сбоям АЛС на главном ходу Транссибирской магистрали с электротягой переменного тока показывает, например, что больше половины этих сбоев происходит из-за «отсутствия рельсовых стыковых соединителей».

Это вызывает появление продольной асимметрии сопротивления рельсовой линии.

Поперечная асимметрия сопротивления рельсовой линии возникает при уменьшении входных сопротивлений цепей заземления различных конструкций, подключаемых к рельсам, или при пробое искровых промежутков в этих цепях, а также при несимметричном ухудшении изоляции железобетонных шпал.

Предельно допускаемое значение асимметрии тягового тока нормируется величиной коэффициента асимметрии, вычисляемого как отношение разности тяговых токов в рельсах в конкретной точке пути к их сумме [3]. Реальное значение этого коэффициента определяется по результатам измерения тяговых токов в рельсах.

Известен способ измерения асимметрии тягового тока в любой точке рельсовой линии, когда в требуемой точке пути измеряют падения напряжения на отрезках рельсов определенной длины в разных рельсовых нитях, а затем делением разности измеренных напряжений на их сумму находят величину коэффициента асимметрии тягового тока [1]. Измерять вели-

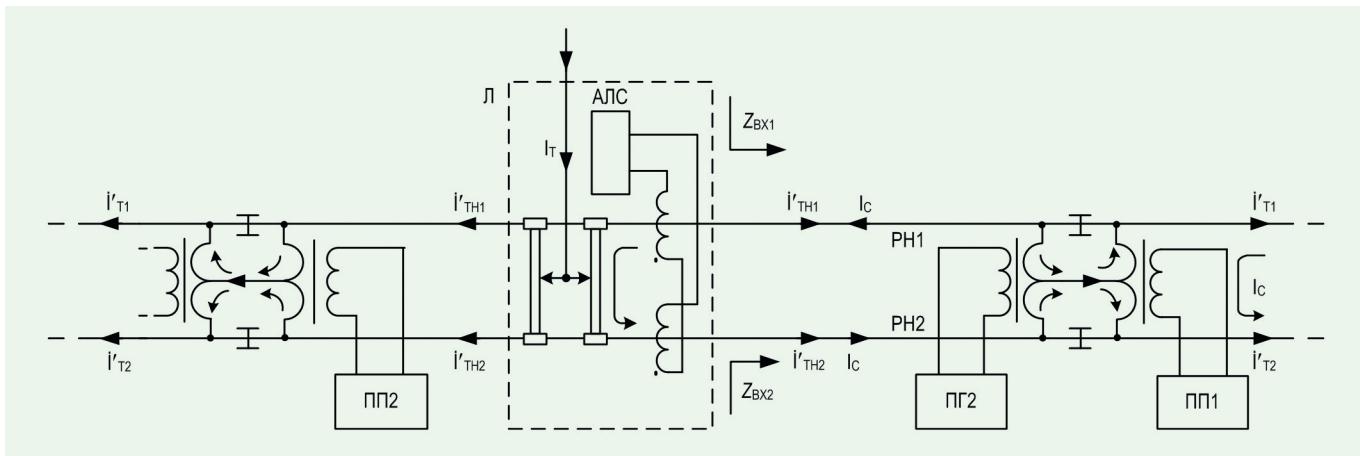


РИС. 1

чину тягового тока в рельсовых линиях можно также с использованием бесконтактных измерительных датчиков. Этот способ неприемлем для измерения асимметрии тягового тока при приближении поезда к точке измерений.

Характер распределения тягового тока по рельсовым нитям в конкретной точке рельсовой линии при наличии и отсутствии в ней головного локомотива движущегося поезда существенно различается. Например, наличие или отсутствие движущегося поезда может существенно менять электромагнитную обстановку в месте проведения измерений [4]. Поэтому достаточно сложно определить, насколько результаты измерения асимметрии тягового тока в рельсовых нитях при отсутствии поезда соответствуют величине асимметрии тягового тока под приемными локомотивными катушками АЛС в этой точке.

Прямые напольные измерения тяговых токов в рельсах под приемными катушками АЛС движущегося поезда практически невозможны, поэтому в настоящее время асимметрию тягового тока под катушками находят по результатам сравнения величин напряжений, измеренных на них.

Организовать измерения тяговых токов в рельсах этим косвенным способом достаточно сложно.

Их нужно проводить на электровозе специальными запоминающими осциллографами, а результаты измерений достаточно трудно привязать к конкретной точке пути даже при наличии на локомотиве современных микропроцессорных приборов безопасности.

Следует также иметь в виду, что на величину наведенных напряжений на катушках АЛС сильное влияние оказывает случайное перераспределение тяговых токов по токоведущим частям электровозов вблизи места установки на локомотиве этих катушек. Разность напряжений на катушках появляется также, например, при качаниях электровоза, при несимметричной установке приемных локомотивных катушек [1]. Все это может существенно повлиять на степень корректности выводов, полученных по результатам таких измерений.

Первоисточником возникновения асимметрии тягового тока в рельсовой линии является асимметрия ее сопротивлений. В рельсовой цепи (РЦ), оборудованной передатчиком ПГ2 и приемником ПП2 сигнального тока  $I_C$  и ограниченной изолирующими стыками с дроссель-трансформаторами (ДТ), тяговый ток электровоза  $I_T$  растекается по рельсовым нитям РН1 и РН2. Тяговые токи в рельсах под приемными локомотивными катушками АЛС обратно пропорциональны входным сопротивлениям  $Z_{BX1}$  и  $Z_{BX2}$  рельсовых нитей (рис. 1). Если эти сопротивления не равны друг другу, то различаются и тяговые токи  $I'_{TH1}$  и  $I'_{TH2}$ , втекающие в рельсовые нити.

Продольные и поперечные сопротивления рельсовых нитей обычно не остаются неизменным по длине нитей. Поэтому входные сопротивления  $Z_{BX1}$  и  $Z_{BX2}$  также изменяются по мере движения поезда, что вызывает изменения токов  $I'_{TH1}$  и  $I'_{TH2}$  под приемными локомотивными катушками АЛС. В результате асимметрия тягового тока под катушками АЛС также изменяется.

Максимальное приближение результатов измерений асимметрии тяговых токов в рельсовых нитях при отсутствии поезда к действительной величине асимметрии тягового тока под приемными локомотивными катушками АЛС в конкретной точке рельсовой линии обеспечивает запатентованный способ измерений [5]. Достигается это тем, что при проведении измерений на рельсы накладывают нормативный шунт, а измерения тяговых токов в рельсах проводят за местом наложения шунта по ходу поезда.

На рис. 2 показана схема установки нормативного

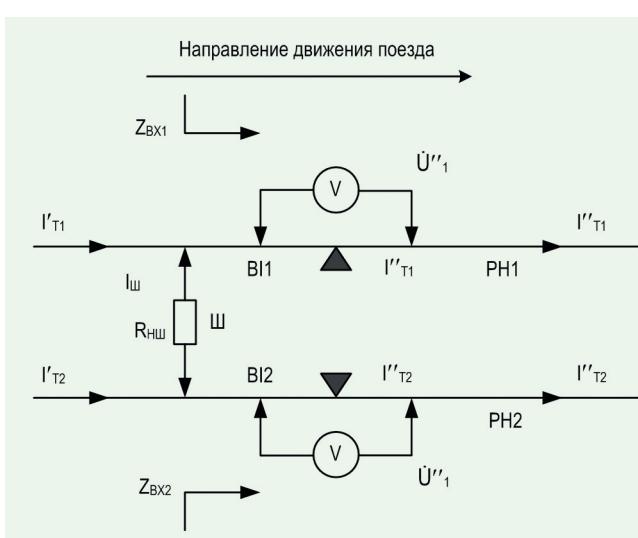


РИС. 2

шунта и измерительных приборов при использовании данного способа, а также указаны измеряемые токи или напряжения.

На рельсовые нити РН1 и РН2 накладывается нормативный шунт Ш с величиной сопротивления  $R_{\text{ш}} = 0,06 \text{ Ом}$ . Тяговые токи  $i'_{\text{T}1}$  и  $i'_{\text{T}2}$  в рельсовых нитях, текущие к месту установки шунта, выравниваются за счет протекания тока  $i_{\text{ш}}$  через нормативный шунт Ш.

За нормативным шунтом тяговые токи  $i''_{\text{T}1}$  и  $i''_{\text{T}2}$  растекаются от точки измерения по рельсовым нитям обратно пропорционально их входным сопротивлениям  $Z_{\text{BX}1}$  и  $Z_{\text{BX}2}$ . Следовательно, наложением нормативного шунта имитируется выравнивание тяговых токов в рельсовых нитях, аналогичное такому выравниванию под движущимся поездом. В результате обеспечивается близкое к реальному распределение токов в точках рельсовых нитей под приемными локомотивными катушками АЛС.

При использовании бесконтактных измерительных датчиков В11 и В12, накладываемых на рельсовые нити РН1 и РН2 соответственно, напряжение  $\dot{U}''_1$  на выходе измерительного датчика В11 пропорционально тяговому току  $i''_{\text{T}1}$ , а напряжение  $\dot{U}''_2$  на выходе измерительного датчика В12 пропорционально тяговому току  $i''_{\text{T}2}$

$$\dot{U}''_1 = k_{\text{TH}} i''_{\text{T}1}; \dot{U}''_2 = k_{\text{TH}} i''_{\text{T}2}, \quad (1)$$

где  $k_{\text{TH}}$  – коэффициент преобразования тока в напряжение измерительными датчиками.

Делением разности этих напряжений на их сумму находится относительное значение асимметрии тягового тока под катушками АЛС в точке измерения

$$\delta i_A = \frac{|\dot{U}''_1 - \dot{U}''_2|}{\dot{U}''_1 + \dot{U}''_2} = \frac{|i''_{\text{T}1} - i''_{\text{T}2}|}{i''_{\text{T}1} + i''_{\text{T}2}} = \frac{i_A}{i_T}, \quad (2)$$

где  $i_A = i''_{\text{T}1} - i''_{\text{T}2}$  – асимметрия тягового тока в точке измерения,

$i_T = i''_{\text{T}1} + i''_{\text{T}2}$  – тяговый ток в рельсовой линии в точке измерения.

Если тяговый ток в рельсах измеряют косвенно по падению напряжения на отрезке рельса, определенной длины  $l_0$ , то величины напряжений  $\dot{U}''_1$  и  $\dot{U}''_2$  на таких отрезках в рельсовых нитях РН1 и РН2 будут равны

$$\dot{U}''_1 = z_{\text{PH}} l_0 i''_{\text{T}1}; \dot{U}''_2 = z_{\text{PH}} l_0 i''_{\text{T}2}, \quad (3)$$

где  $z_{\text{PH}}$  – удельное сопротивление рельсовой нити.

Делением разности этих напряжений на их сумму находится относительное значение асимметрии тягового тока под катушками АЛС в точке измерения

$$\delta i_A = \frac{|\dot{U}''_1 - \dot{U}''_2|}{\dot{U}''_1 + \dot{U}''_2} = \frac{|i''_{\text{T}1} - i''_{\text{T}2}|}{i''_{\text{T}1} + i''_{\text{T}2}} = \frac{i_A}{i_T}. \quad (4)$$

Абсолютное значение асимметрии тягового тока  $i_A$  в точке измерения при известном тяговом токе в рельсовой линии  $i_{\text{TL}}$  находится по формуле

$$i_A = \delta i_A i_{\text{TL}}. \quad (5)$$

Конечно, результаты рассматриваемых измерений не отражают адекватно реальную картину при

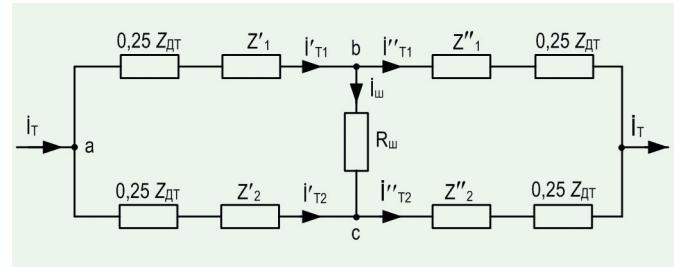


РИС. 3

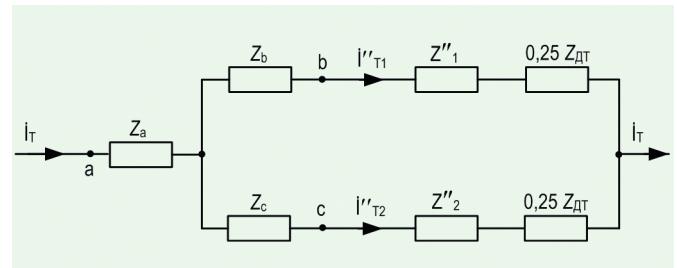


РИС. 4

нахождении головного электровоза локомотива в точке измерения. Найти погрешности косвенного измерения тяговых токов под приемными локомотивными катушками АЛС можно следующим образом.

Токи в рельсовых нитях под катушками АЛС  $i_{\text{TH}1}$  и  $i_{\text{TH}2}$  обратно пропорциональны входным сопротивлениям  $Z_{\text{BX}1}$  и  $Z_{\text{BX}2}$  соответственно (см. рис. 1). Поэтому при малых утечках тяговых токов из рельсов в землю погрешности измерения этих токов предложенным косвенным способом можно определять погрешностями в оценке этих входных сопротивлений при разных вариантах распределения по рельсовой линии асимметрии ее продольного сопротивления.

Схема замещения РЦ с имитацией поездного шунта нормативным шунтом с сопротивлением  $R_{\text{ш}} = 0,06 \text{ Ом}$  показана на рис. 3. В схеме приняты следующие условные обозначения:

$Z_{\text{DT}}$  – сопротивление основной обмотки ДТ;

$Z'_1; Z''_1$  – сопротивления отрезков первой рельсовой нити соответственно перед местом наложения шунта по ходу протекания тягового тока в рельсовой линии и за ним;

$Z'_2; Z''_2$  – сопротивления отрезков второй рельсовой нити соответственно перед местом наложения шунта и за ним;

$R_{\text{ш}}$  – сопротивление шунта;

$i'_{\text{T}1}; i''_{\text{T}1}$  – тяговые токи в первой рельсовой нити соответственно до и после места наложения шунта;

$i'_{\text{T}2}; i''_{\text{T}2}$  – тяговые токи во второй рельсовой нити соответственно до и после места наложения шунта;

$i_{\text{ш}}$  – тяговый ток через шунт.

Мостовая схема, которая приводится к расчетной схеме, показана на рис. 4. Используем преобразование «треугольника» с вершинами в точках а, б, с (см. рис. 3) в «звезду» с концами а, б, с (см. рис. 4) [6].

Взаимосвязь сопротивлений «звезды» с сопротивлениями «треугольника» можно рассчитать по формулам:

$$Z_a = \frac{(0,25 Z_{\text{DT}} + Z'_1) (0,25 Z_{\text{DT}} + Z''_1)}{0,5 Z_{\text{DT}} + Z'_1 + Z''_1}, \quad (6)$$

$$Z_b = \frac{(0,25 Z_{DT} + Z_1') R_{\text{ш}}}{0,25 Z_{DT} + Z_1' + R_{\text{ш}}}, \quad (7)$$

$$Z_c = \frac{(0,25 Z_{DT} + Z_2') R_{\text{ш}}}{0,25 Z_{DT} + Z_2' + R_{\text{ш}}}. \quad (8)$$

Для реального процесса растекания тягового тока перед электровозом коэффициент асимметрии сопротивлений рельсовых нитей  $k_{AZ}$  вычисляется по формуле:

$$k_{AZ} = \left| \frac{Z_1'' - Z_2''}{0,5 Z_{DT} + Z_1'' + Z_2''} \right|. \quad (9)$$

При измерении косвенным способом величина этого коэффициента  $k_{AZ}^u$  находится с использованием выражения

$$\begin{aligned} k_{AZ}^u &= \left| \frac{(Z_1'' + Z_b) - (Z_2'' + Z_c)}{0,5 Z_{DT} + Z_1'' + Z_b + Z_2'' + Z_c} \right| = \\ &= \frac{(Z_1'' - Z_2'') + (Z_b - Z_c)}{(0,5 Z_{DT} + Z_1'' + Z_2'') + (Z_b + Z_c)}. \end{aligned} \quad (10)$$

Погрешность измерения асимметрии сопротивлений рельсовых нитей, лежащих перед электровозом,

$$\delta k_{AZ}^u = \frac{k_{AZ}^u - k_{AZ}}{k_{AZ}} \cdot 100\%. \quad (11)$$

Из формул (9) и (10) видно, что при косвенном измерении величины тягового тока под катушками АЛС погрешность появляется за счет последних скобок в числителе и в знаменателе второй дроби формулы (10). Следовательно, на результаты измерения косвенным способом влияет асимметрия сопротивления отрезков рельсовых нитей, расположенных перед местом измерения.

Как видно из формулы (10), если измерения рассматриваемым способом проводятся в рельсовой линии, в которой нет асимметрии сопротивлений рельсовых нитей, когда  $Z''_1 = Z''_2$  и  $Z_b = Z_c$ , то получение ложной информации о наличии асимметрии исключено.

В формулах (7) и (8) наличие в числителе сопротивления  $R_{\text{ш}}$  с численным значением на порядок меньше, чем численные значения других сопротивлений в этих формулах приводит к тому, что разность сопротивлений  $Z_b - Z_c$  близка к 0,001 Ом при реальных значениях асимметрии сопротивлений рельсовых нитей. Поэтому величина погрешности косвенного способа измерений определяется в основном суммой этих сопротивлений в знаменателе формулы (10) и, следовательно, от соотношения численных значений второй и первой скобок в этом знаменателе.

Найдем соотношение в первой рельсовой нити численных значений сопротивления  $Z_b$  до точки измерения и сопротивления  $Z''_1$  после этой точки (см. рис. 4). Удельное сопротивление рельсов у рельсовой линии звеньевого пути с учетом сопротивления входящих в нее сплошных рельсов и сопротивлений токопроводящих стыков обозначим через  $z_p$ . Тогда сопротивления рассматриваемых отрезков рельсовой нити

$$Z'_1 = z'_p (l_{\text{PH}} - l_{\text{ш}}); Z''_1 = z''_p l_{\text{ш}}, \quad (12)$$

где  $l_{\text{PH}}$  – длина рельсовой нити;

$l_{\text{ш}}$  – расстояние от места наложения шунта до конца РЦ.

Отношение расчетного сопротивления  $Z_b$  к сопротивлению отрезка первой рельсовой нити от точки измерения до конца первой рельсовой нити  $Z''_1$  можно найти по формуле:

$$\begin{aligned} Z_b &= \frac{0,25 Z_{DT} z'_p (l_{\text{PH}} - l_{\text{ш}}) R_{\text{ш}}}{0,25 Z_{DT} + z'_p (l_{\text{PH}} - l_{\text{ш}}) + R_{\text{ш}}} \cdot \frac{1}{z''_p l_{\text{ш}}} = \\ &= \frac{0,25 Z_{DT}}{0,25 Z_{DT} + z'_p (l_{\text{PH}} - l_{\text{ш}}) + R_{\text{ш}}} \cdot \frac{1}{z''_p l_{\text{ш}}} \cdot R_{\text{ш}}. \end{aligned} \quad (13)$$

Величина этого отношения зависит от численных значений сопротивлений рельсовых нитей до и после места измерения. Поскольку численное значение расстояния от точки измерения до конца РЦ стоит в знаменателе, то чем меньше величина  $l_{\text{ш}}$ , тем больше погрешность измерения косвенным способом тяговых токов под приемными локомотивными катушками АЛС. Величина этой погрешности зависит также от характера распределения асимметрии сопротивлений рельсовых нитей по длине рельсовой линии.

Анализ погрешностей измерения тяговых токов под приемными локомотивными катушками АЛС предложенным способом показал, что погрешность измерения в начале РЦ находится в пределах 1–2 %.

При приближении электровоза к выходному концу РЦ на расстояние меньше 300 м погрешность начинает возрастать. Когда это расстояние уменьшается до 100 м, погрешность может достигать 7–14 %. Но по мере приближения электровоза к выходному концу РЦ растет уровень сигнального тока АЛС под локомотивными приемными катушками, а также соотношение «сигнал / помеха». Поэтому такое ухудшение точности измерений для практики несущественно.

Следовательно, предложенный косвенный способ обеспечивает вполне удовлетворительную для практических целей точность измерения тяговых токов под приемными локомотивными катушками АЛС в любой точке пути.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Шаманов В.И. Электромагнитная совместимость систем железнодорожной автоматики и телемеханики : учебное пособие. М.: УМЦ ЖТ, 2013. 244 с.
2. Bestem'yanov P.F., Gorlin I.G. On statistical models of the amplitude and the duration of pulsed electromagnetic interference in automatic-control and telemechanics channels of subway lines // Russian electrical engineering. 2016. Vol. 87, №. 9. P. 493–497.
3. Автоматическая локомотивная сигнализация и автотрекулировка / А. М. Брылеев, О. Поупе, В.С. Дмитриев, Ю.А. Кравцов, Б.М. Степенский. М.: Транспорт, 1981. 320 с.
4. Shamanov V.I. Magnetic properties of rails and the noise level in the hardware of railway automation and remote control // Russian Electrical Engineering. 2015. Vol. 86, No. 8. P. 509–512. © Allerton Press, Inc., 2015.
5. Способ измерения асимметрии переменного тягового тока в рельсовых линиях под катушками АЛС : пат. 2529566 Рос. Федерация МПК B61L 23/16 / Шаманов В.И.; правообладатель МГУПС (МИИТ). № 2013104142/11; заявл. 01.02.2013; опубл. 27.09.2014, Бюл. № 27.
6. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи : учебник. М.: Гардарики, 2006. 701 с.

# НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ УЧЕТА ПРИБОРОВ В РТУ



**ДОЛГОВ**  
Михаил Викторович,  
Петербургский государственный  
университет путей сообщения  
Императора Александра I,  
заведующий ОНИЛ  
«Автоматизация технического  
обслуживания, диагностика и  
мониторинг систем ЖАТ»



**КОРОТКОВА**  
Анна Збигневна,  
Петербургский государственный  
университет путей сообщения  
Императора Александра I,  
научный сотрудник ОНИЛ  
«Автоматизация технического  
обслуживания, диагностика и  
мониторинг систем ЖАТ»



**КИБАЛЬЧИЧ**  
Николай Владимирович,  
Петербургский государственный  
университет путей сообщения  
Императора Александра I,  
инженер ОНИЛ «Автоматизация  
технического обслуживания,  
диагностика и мониторинг  
систем ЖАТ»

**Ключевые слова:** РТУ, КЗ УП-РТУ, РТУ-КПК, РТУ-ШК, АРМ-П, карманный персональный компьютер, технология штрихового кодирования, приборы СЦБ, техническое обслуживание, аппаратура ЖАТ

**Аннотация.** Учет приборов является неотъемлемой частью обеспечения деятельности РТУ дистанций СЦБ. За более чем четверть века система превратилась из программы «под MS DOS» в мощный комплекс задач, способный обеспечить реализацию практически любых функций для автоматизации процессов в этой области. В статье рассматриваются основные этапы создания и перспективы совершенствования программного обеспечения, предлагаются способы решения проблем учета в РТУ, возникающих при развитии хозяйства автоматики и телемеханики.

■ Комплекс задач «Учет приборов и планирование работы участков РТУ» (КЗ УП-РТУ) был создан в 2004 г. на основе предыдущей версии АРМ-РТУ(СЦБ). В течение длительного времени это был единственный инструмент учета и планирования замены приборов в ремонтно-технологических участках дистанций СЦБ, который отвечал практически всем требованиям пользователей. Для каждого типа приборов устанавливалась периодичность технического обслуживания. На ее основании и с учетом норм времени на проверку и ремонт аппаратуры пользователи могли формировать и корректировать различные планы замены приборов с целью оптимальной загрузки

персонала, а также формировать обменные карты. Срок службы аппаратуры заканчивался, когда ее работоспособность невозможно было восстановить.

Спустя несколько лет в отрасли начались серьезные изменения, затронувшие и хозяйство автоматики и телемеханики. В связи с этим потребовались коренные преобразования КЗ УП-РТУ. В 2009 г. согласно требованиям вновь разработанной инструкции по технической эксплуатации устройств и систем СЦБ (ЦШ-720-09) каждому типу приборов должен быть установлен срок службы. Позже появились методические указания, определяющие назначенные сроки службы и порядок их продления [1].

С 2016 г. согласно вступившей в силу новой инструкции по техническому обслуживанию устройств и систем СЦБ периодичность обслуживания аппаратуры стала рассчитываться в зависимости от классификации железнодорожных линий и станций. Таким образом, для приборов одного типа в зависимости от места установки и условий эксплуатации была установлена различная периодичность технического обслуживания, а в ряде случаев эти работы не предусматривались до окончания назначенного срока службы [2].

С 2017 г. добавилось обязательное автоматизированное формирование отчетности АГО-5, включая таблицу «Аппаратура СЦБ». Причем, в этой таблице при-

надежность приборов к классам железнодорожных линий отличается от той, которая установлена инструкцией по техническому обслуживанию. Кроме этого, начался процесс образования специализированных дистанций и дистанций инфраструктуры, в связи с чем стали массово изменяться границы участков обслуживания.

С учетом новых условий разработчики неоднократно переписывали алгоритм расчета сроков проверки приборов в К3 УП-РТУ, «надстраивали» дополнительные функции и адаптировали систему под нужды конкретных дистанций. Эти преобразования привели к нестабильной работе комплекса задач, который не обеспечивал требуемую функциональность, поэтому возникла необходимость его модернизации.

В качестве наиболее перспективного варианта разработчики выбрали постепенную трансформацию всего комплекса в отдельные модули с реализацией в современной веб-технологии. Такой подход позволяет отказаться от специализированного клиентского программного обеспечения, а для работы с модулями использовать стандартные средства веб-браузера. Процессы обновления касаются только серверной части и не заметны для пользователей. Для работы с комплексом пользователю достаточно иметь подключенный к СПД персональный компьютер и ссылку

на веб-сайт АСУ-Ш-2 для идентификации. Некоторые ограничения могут возникнуть из-за низкой производительности компьютера и устаревшей версии операционной системы. Например, для работы в ОС Windows XP необходимо установить веб-браузер Google Chrome.

В прошлом году были разработаны две задачи К3 УП-РТУ, реализованные в новой технологии. Задача «РТУ Планирование работы» предназначена для автоматизации месячного планирования технического обслуживания приборов СЦБ в РТУ на основе планов замены приборов на линии. Начиная работать с ней, старший электромеханик РТУ выбирает нужный месяц, указывает даты и продолжительность плановых отвлечений персонала на занятия по охране труда, техническую учебу и другие мероприятия, период отпуска, тем самым определяя время для технического обслуживания и ремонта приборов (рис. 1). Необходимая аппаратура для замены в выбранном месяце автоматически распределяется между сотрудниками с учетом их специализации, при этом в первую очередь планируется ТО приборов для объектов линий и станций наивысшего класса. В дальнейшем пользователь может менять сроки требуемой готовности приборов, выделять приоритетные объекты, перераспределять приборы между сотрудниками, добавлять аппаратуру для внепланового ТО. На

основе утвержденного месячного плана формируются недельные и суточные планы, различные отчеты и справки.

Задача «РТУ Учет приборов» является альтернативой соответствующей функциональности К3 УП-РТУ в части выполнения операций с приборами, установленными на линии и находящимися в оборотном фонде РТУ. Для удобного отображения необходимой информации предусмотрены различные группировки и фильтры, быстрый поиск приборов (по заводскому номеру в пределах станции или перегона, по виду и наименованию объекта, по оборудованию), а также перемещение приборов на склад РТУ и между РТУ. У пользователей есть возможность добавлять и удалять места установки, видеть историю прибора и его места установки, корректировать его данные ( завод-изготовитель, ремонтник, приемщик и др.). Можно также совершать групповые операции с приборами. При замене аппаратуры учтены нестандартные ситуации: отсутствие приборов в базе, совпадение их заводских номеров, запаздывание информации, связанной с предыдущими заменами и др. Возможно получение данных о количестве срабатываний прибора с целью корректировки его ресурса, однако для этого требуются соответствующие исследования и обоснования.

Специфика работы РТУ под-

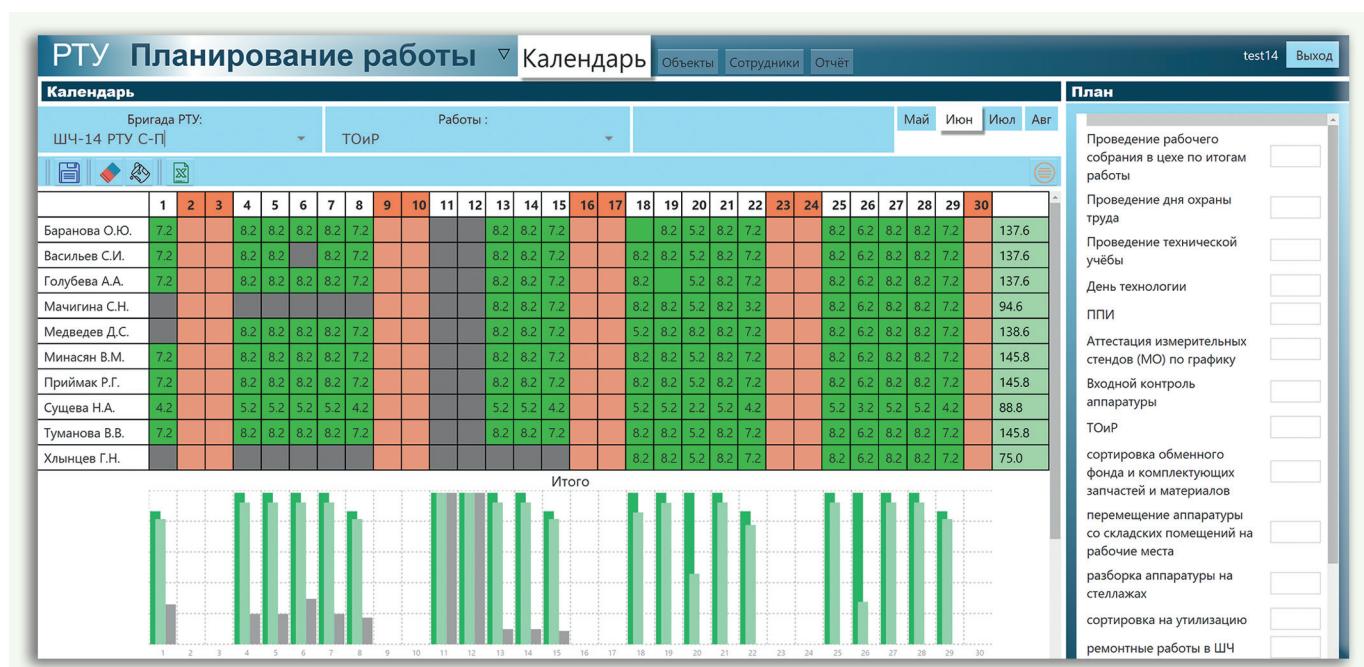


РИС. 1

разумевает ведение большого объема бумажной документации. При техническом обслуживании приборов электромеханик должен вручную заносить в журнал проверки идентификационные данные приборов, их механические и электрические характеристики, сведения о заменяемых деталях, вести отчетную и прочую документацию. Ручной ввод идентификационных данных применяется при формировании и внесении в базу данных обменных карт, при сверках соответствия базы данных фактически установленным приборам.

Технологию, позволяющую автоматизировать часть таких операций, сотрудники ОНИЛ разрабатывали с самого начала внедрения КЗ УП-РТУ. В 2006 г. появилось программное обеспечение РТУ-КПК для карманных персональных компьютеров, имеющих сканер штрих-кодов. Это позволило упростить процесс идентификации, замены и сверки приборов. Используя комплекс задач, появилась возможность формирования и привязки штрих-кода к каждому прибору и синхронизации с КПК. Однако эта технология не получила широкого распространения.

В 2013 г. совместно с ПКТБ ЦШ

была разработана «Технологическая инструкция по применению штрихового кодирования для учета оборота аппаратуры ЖАТ» [3]. Этот документ содержит основные требования, определяющие тип, структуру и правила формирования штрихового кода, методы его нанесения, размеры и места расположения, порядок информационного обмена. Установлен также порядок действий всех участников процесса, включая производителей аппаратуры ЖАТ и разработчиков программ.

Согласно этой инструкции, кардинально изменилась структура штрих-кода и метод его нанесения. Заводам-изготовителям рекомендуется применять лазерное нанесение или метод электрографии на заводской шильде, сервисным центрам и РТУ предлагаются наклеивать самоклеящуюся этикетку. По сформированному штрих-коду специалист завода-изготовителя фиксирует механические и электрические параметры, время приемо-сдаточных испытаний. Данные прибора сохраняются в базе АСУ-Ш-2. С этого момента начинается его жизненный цикл.

Изменения коснулись и типового положения о РТУ. Результаты

проверки параметров приборов с помощью вычислительной техники требуется оформлять в виде протокола [4].

В 2016 г. были разработаны аппаратно-программные комплексы автоматизированных рабочих мест регулировщика и приемщика РТУ: АРМ-Р и АРМ-П. В настоящее время наряду с модулями «РТУ Карточка замены» и РТУ-КПК они вошли в состав аппаратно-программного комплекса автоматизации работы ремонтно-технологического участка на основе безбумажной технологии с применением штрихкодирования (РТУ-ШК), первоначальный вариант которого был описан в статье «Автоматизированные технологии в работе РТУ» [5]. Этот комплекс, предназначенный для электромехаников РТУ, во второй половине текущего года планируется внедрить на сети дорог. Технология работы комплекса основана на использовании штрихового кодирования и безбумажного документооборота (рис. 2). РТУ-ШК позволяет по штрих-коду идентифицировать приборы в базе АСУ-Ш-2, сохранять в электронном журнале проверки характеристики, измеренные в

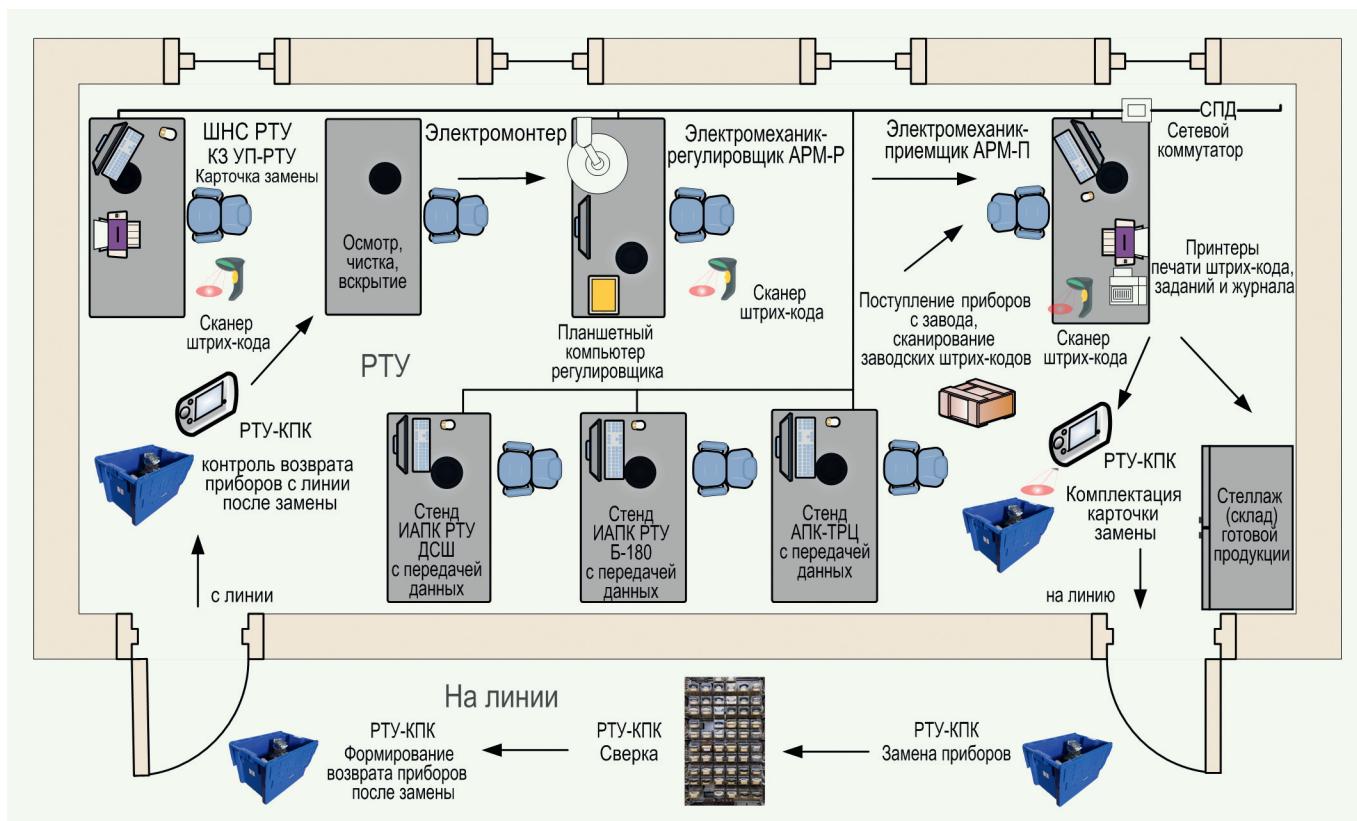


РИС. 2

ACU-Ш-2  
ГТСС, ПГУПС Санкт-Петербург, © 2005

К3 УП-РТУ

Форум : К3 УП-РТУ

Тема: Частые вопросы в ЕСПП и их решения.

Автор Сообщение

Короткова А.З. Пользователь ACU-Ш-2  
Публикации: 16  
Местонахождение: ОКТ Ж.Д.  
Online Status: Offline  
Последний раз Вы посещали форум 17 Июля 2018 15:10.

Опубликовано: 14 Мая 2018 16:01 | IP: Запрет показа  
В этом разделе даны ответы на часто задаваемые вопросы в ЕСПП.

Вопросы, замечания, предложения  
rtu@onil.orw.mps  
Редактировал Короткова А.З.

Наверх

Короткова А.З. Пользователь ACU-Ш-2  
Публикации: 16  
Местонахождение: ОКТ Ж.Д.  
Online Status: Offline  
Последний раз Вы посещали форум 17 Июля 2018 15:10.

Опубликовано: 14 Мая 2018 16:22 | IP: Запрет показа  
Не хватает, либо не правильно считаются формы в К3 УП-РТУ.

Необходимо в К3 УП-РТУ выполнить "Сервис" -> "Обновление заголовков Форм". После окончания работы процедуры, следует выполнить "Сервис" -> "Переначитать формы", затем перезагрузить К3 УП-РТУ.  
Редактировал Короткова А.З.

Наверх

Короткова А.З. Пользователь ACU-Ш-2  
Публикации: 16  
Местонахождение: ОКТ Ж.Д.  
Online Status: Offline  
Последний раз Вы посещали форум 17 Июля 2018 15:10.

Опубликовано: 14 Мая 2018 16:33 | IP: Запрет показа  
Временное оборудование (красные иконки в дереве).

В К3 УП-РТУ оно считается удаленным и в случае отказа прибора, расположенного на нем, прибор не попадет в карточку отказа.

Удаление временного оборудования.  
Для того, чтобы удалить "временное" оборудование следует в К3 ТехОс-Ц создать "правильное" оборудование, далее уже в К3 УП-РТУ мышкой перетащить "временное" оборудование на вновь созданное.  
При этом переносятся все приборы с местами установки, и предлагается тут же удалить это "временное" оборудование (необходимо поставить "галочку").

Ошибка при удалении временного оборудования «Нельзя удалить не пустое оборудование»  
Для удаления временного оборудования, на котором нет приборов, необходимо в К3 УП-РТУ мышкой перетащить его на любое другое соседнее НЕ ВРЕМЕННОЕ. Лучше выбирать целевое оборудование такого же типа и с наименьшим количеством приборов. Для контроля корректности операции можно начинать целевое оборудование, выгрузить список приборов в EXCEL, провести перенос временного оборудования и убедится, что на целевом не произошло никаких изменений.

Редактировал Короткова А.З.

Наверх

РИС. 3

процессе входного контроля или технического обслуживания, а также параметры, полученные при проверке приборов на автоматизированных стендах. Кроме того, можно получать необходимую нормативно-справочную информацию, фиксировать замену деталей, исполнителей, дату ТО, сгенерировать и напечатать этикетку со штрих-кодом в случае его отсутствия или повреждения. Эти сведения дополняют историю прибора и используются для расчета его ресурса, а также для отчетов о деятельности РТУ. Из приборов, прошедших ТО, посредством считывания штрих-кодов можно автоматически укомплектовать карточку замены для объекта, а после подтверждения фактической замены эту информацию «в один клик» внести в базу АСУ-Ш-2.

Модифицированный модуль РТУ-КПК допускает использование имеющихся в дистанциях КПК, что облегчает работу с приборами при сверке на линии и складах РТУ, при замене и др. Таким образом, автоматизируется множество ранее выполняемых вручную операций, минимизируется влияние

человеческого фактора, оптимизируется взаимодействие участников технологического процесса.

Реализованные в новой технологии задачи постоянно развиваются и дорабатываются. Все предложения, вопросы и замечания пользователи направляют в Единую службу поддержки пользователей (ЕСПП). Замечено, что большая часть обращений связана с несколькими типичными проблемами. К примеру, резко возросло их число после изменения границ обслуживания дистанций. Для предотвращения появления однотипных запросов в службу поддержки на форуме сайта АСУ-Ш-2 в разделе К3 УП-РТУ создана тема «Частые вопросы в ЕСПП и их решения» (рис. 3). Сам форум является удобным средством общения разработчиков и пользователей, посредством которого каждый может принять участие в решении проблем, поделиться опытом, задать вопрос, предложить идею для улучшения функциональности системы. Это позволит развивать программы, автоматизирующие функции учета в РТУ, сделает их мощным и универсальным инструментом,

удовлетворяющим требованиям технологических карт, инструкций и прочих руководящих документов, а также запросам пользователей.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Порядок продления срока службы приборов сигнализации, централизации и блокировки : методические указания : утв. и введ. ЦДИ ОАО «РЖД» от 05.03.2012 г. № 334. Внутренний документ.

2. Инструкция по техническому обслуживанию и ремонту устройств и систем сигнализации, централизации и блокировки : утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 30.12.2015 г. № 3168р (в ред. от 01.09.2016 г.). Доступ через СПС «АСПИЖТ» (дата обращения 13.07.2018 г.).

3. Технологическая инструкция по применению штрихового кодирования для учета оборота аппаратуры ЖАТ : утверждена ЦДИ 25.12.2013 г. Внутренний документ.

4. Типовое положение о ремонтно-технологическом участке дистанции сигнализации, централизации и блокировки : утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 19.12.2013 г. № 2819р. Доступ через СПС «АСПИЖТ» (дата обращения 13.07.2018 г.).

5. Долгов М.В., Короткова А.З. Автоматизированные технологии в работе РТУ // Автоматика, связь, информатика. 2014. № 9. С. 2–4.

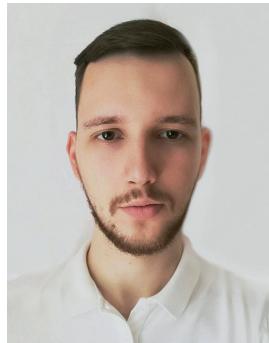
# ПРОМЫШЛЕННЫЙ ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ



**ТАМАРКИН**  
Владислав Михайлович,  
АО «Научно-исследовательский  
и проектно-конструкторский  
институт информатизации,  
автоматизации и связи на  
железнодорожном транспорте»,  
заместитель руководителя  
Центра обучения



**ЛОБАНОВА**  
Татьяна Эрнестовна,  
АО «Научно-исследовательский  
и проектно-конструкторский  
институт информатизации,  
автоматизации и связи на  
железнодорожном транспорте»,  
главный специалист Центра  
обучения



**ТАМАРКИН**  
Михаил Владиславович,  
Московский государственный  
технический университет  
(МГТУ) имени Н.Э. Баумана,  
магистр

**Ключевые слова:** цифровая железная дорога (ЦЖД), промышленный интернет вещей (IIoT),  
межмашинный обмен (M2M)

**Аннотация.** Ядром формирования технологий цифровой железной дороги является полная интеграция интеллектуальных коммуникационных технологий между пользователем, транспортным средством, системой управления движением и инфраструктурой, то есть формирование новых сквозных цифровых технологий организации перевозочного процесса. В статье рассмотрены преимущества внедрения решений интернета вещей на сети дорог, приведен состав платформы промышленного интернета вещей. Описаны области применения промышленного интернета вещей на российских железных дорогах и за рубежом.

## ПРЕДПОСЫЛКИ К ВНЕДРЕНИЮ

■ В ОАО «РЖД» действует комплексная программа инновационного развития холдинга на период 2016–2020 гг., одна из приоритетных задач которой заключается в реализации комплексного научно-технического проекта «Цифровая железная дорога» (ЦЖД) [1].

Целью проекта является обеспечение устойчивой конкурентоспособности компании на глобальном рынке транспортных и логистических услуг за счет использования современных цифровых технологий. Ядро формирования технологий цифровой железной дороги основывается на полной интеграции интеллектуальных коммуникационных технологий между пользователем, транспортным средством, системой управления движением и инфраструктурой, т.е. на новых сквозных цифровых технологиях организации перевозочного процесса.

Проект ЦЖД базируется на концепции автоматического сбора необходимой первичной информации о состоянии перевозочного процесса: текущем состоянии подвижного состава и средств автоматики, систем сигнализации, централизации и блокировки, скорости и весе поездов, местоположении локомотивов, поездов, вагонов, наличии предупреждений и др. Это и есть реализация технологии интернета вещей в масштабах всей сети дорог.

Необходимо отметить, что планом мероприятий по направлению «Информационная инфраструктура» программы «Цифровая экономика Российской Федерации» предусмотрено: обеспечение покрытия транспортной инфраструктуры сетями связи с возможностью беспроводной передачи голоса и данных, построение федеральной сети узкополосной связи по технологии LPWAN для сбора и обработки телематической информации, а также узкополосных беспроводных сетей связи интернета вещей. В рамках этой



Направления цифровизации железной дороги

программы создается новое направление – цифровой транспорт и логистика.

### ПРЕИМУЩЕСТВА ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

■ У ОАО «РЖД» имеется много объектов (вагоны, тепловозы, дорожная инфраструктура), оборудованных датчиками, но информация с них зачастую не снимается или не формируются полезные сведения о возможном отказе, текущем режиме работы и др. Добавление систем сбора и обработки информации позволяет снизить потери и риски, повысить надежность функционирования оборудования и производительность труда. Стоимость такого добавления невысока.

На предприятиях ОАО «РЖД» используются вертикальные решения межмашинного обмена M2M. Однако они представляют собой закрытые системы, как правило, реализуемые на специальном оборудовании со встроенным программным обеспечением. Для принятия решений M2M позволяет получить нужный объем надежной информации, но при этом для осуществления дальнейших процедур требуется участие человека.

Технология промышленного интернета вещей (IIoT) предусматривает переход от традиционных вертикальных M2M решений к унифицированным системам сбора и обработки информации, что обеспечит больший производственный и экономический эффект. Причем процесс перехода подразумевает, что информация, полученная в ходе интеллектуального анализа данных, даст возможность быстрее и надежнее принимать решения без участия человека [2].

### СХЕМА РЕШЕНИЙ ПРОМЫШЛЕННОГО ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

■ Основными элементами технологии промышленного интернета вещей являются:

облачная платформа по сбору, накоплению, анализу и предоставлению информации;

типовые сенсоры, датчики и исполнительные устройства, подключаемые через унифицированные коннекторы к платформе. К типовым датчикам относятся датчики положения и географических координат, напряжения, размыкания (электронные пломбы), температуры, акселерометры и др.;

технические средства передачи информации от коннекторов к шлюзам платформы: радиосети (LPWAN, GSM, 3G, LTE, zigBe, RFID, WiFi), проводные, оптические сети, сети передачи данных, интернет;

коннекторы (программные и аппаратные) и шлюзы доступа к платформе, обеспечивающие унифицированные процедуры доступа и форматы данных;

информационные системы, которые могут быть источником информации для базы данных платформы.

Ключевыми элементами технологии промышленного интернета вещей служат облачная платформа и каналы связи для сбора информации с датчиков.

В настоящее время на рынке представлено достаточно большое количество облачных платформ для решения задач интернета вещей. АО «НИИАС» провел автономные испытания интеллектуальной облачной платформы производства АО «ИскраУралТЕЛ». Она разработана по заданию Минпромторга Российской Федерации для решения широкого круга задач автоматизации бизнес-процессов в различных отраслях экономики. При этом наиболее востребованными функциями этой платформы являются:

сбор данных с неограниченного количества различных полевых датчиков и устройств по унифицированным протоколам обмена данными;

потоковая обработка данных от большого (сотни тысяч) числа датчиков и устройств в режиме, близком к реальному времени;

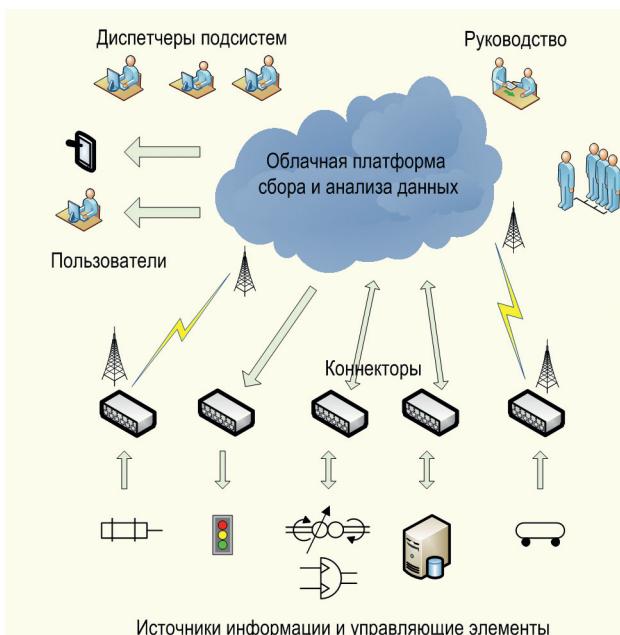
построение аналитики Большых Данных (Big Data) с применением решений потоковой аналитики (streaming Analytics);

обеспечение высокой устойчивости инфраструктуры и надежности хранения данных путем использования механизмов кластеризации и виртуализации;

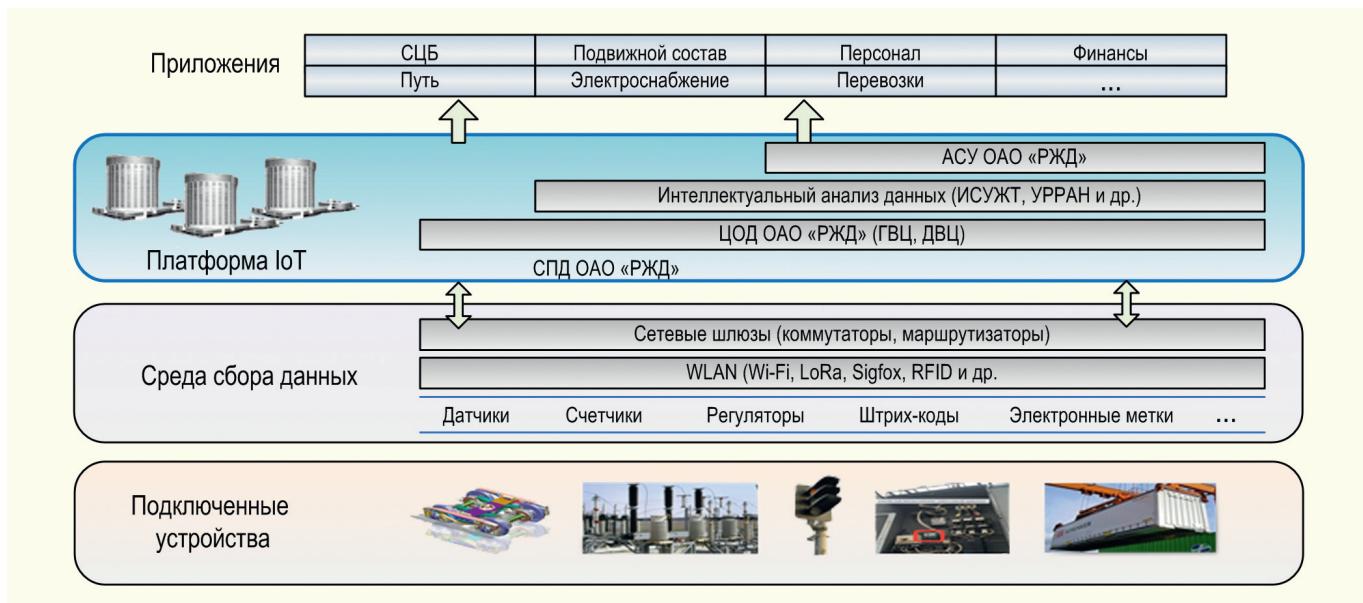
реализация высокого уровня защиты облачной инфраструктуры от внешних экспансий за счет применения современных стандартов безопасности на физическом и программном уровнях;

формирование настраиваемых графиков и отчетов на основании прикладной аналитики.

На базе этой платформы также реализуются функции: прогнозной (предиктивной) аналитики на основании машинного обучения; системной инте-



Единая платформа мониторинга объектов железнодорожной инфраструктуры на основе IoT



Технологическая архитектура IoT железной дороги

грации унаследованных информационных систем на основании единых подходов к интеграционному взаимодействию через инструменты ESB (Enterprise Service Bus); построения единого информационного пространства для интегрируемых информационных систем при помощи унификации подходов к описанию моделей данных на основании стандарта CIM (Common Information Model); горизонтального масштабирования прикладных решений путем применения NoSQL БД (Cassandra). Кроме того, реализуются механизмы автоматизированного развертывания облачной инфраструктуры; массового оповещения и рассылки сообщений о критических событиях благодаря применению программно-аппаратных решений (cCS – compact Call Server); быстрого построения прикладных решений за счет применения микросервисной архитектуры облачных решений; использования ГИС для формирования гео-привязки событий и возникающих предупреждений и тревог к конкретным объектам мониторинга.

В ближайшем будущем предполагается развертывание системы промышленного интернета вещей на одном из крупных железнодорожных вокзалов и железнодорожной станции на Северо-Кавказской дороге.

#### РАДИОТЕХНОЛОГИИ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

■ Наиболее часто в настоящее время для интернета вещей применяются следующие радиотехнологии:

**NB-IoT** (NarrowBand IoT, NarrowBand Internet of Things) – стандарт сотовой связи для устройств телеметрии с низким объемом обмена данными. Разработан консорциумом 3GPP в рамках работ над стандартами сотовых сетей нового поколения. Предназначен для подключения к цифровым сетям связи широкого спектра автономных устройств, например медицинских датчиков, счетчиков потребления ресурсов, устройств умного дома и др.

К достоинствам NB-IoT относится гибкое управление энергопотреблением устройств (вплоть до 10 лет от батареи емкостью 5 Вт·ч), огромная емкость сети

(десятки-сотни тысяч подключенных устройств на одну базовую станцию), низкая стоимость устройств.

**LoRa** – эта технология опирается на метод модуляции LoRa и открытый сетевой протокол Long Range Wide Area Networks (LoRaWAN). Модуляция LoRa основана на технологии расширения спектра SSM (Spread Spectrum Modulation) и вариации линейной частотной модуляции CSS (Chirp Spread Spectrum). Такое решение обеспечивает высокую устойчивость связи на больших расстояниях. Модуляция LoRa определяет физический уровень сети радиодоступа, которая может иметь различную топологию: ячеистую (mesh), звезда, точка – точка и др. Зона охвата базовой станции (шлюза) в сети LoRaWAN достигает 20 км, скорость передачи данных – от 290 бит/с до 50 кбит/с. Продолжительность автономной работы конечного устройства при использовании аккумулятора емкостью 2000 мА·ч составляет почти девять лет.

**XNB** – отечественный стандарт, основанный на технологии сверхузкополосной передачи данных UNB (Ultra Narrow Band). Она обеспечивает возможность большой дальности передачи (до 50 км), высокую емкость (более 1 млн абонентских устройств на одну базовую станцию), низкое энергопотребление (до 10 лет работы абонентского устройства от одного источника питания).

#### ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НА РОССИЙСКИХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГАХ

■ Приведем некоторые примеры возможного применения IIoT на сети железнодорожных дорог Российской Федерации.

**Контроль потребления топлива:** идентификация потенциала для экономии топлива; сбор и анализ данных по потреблению топлива; система определения остановок; система мониторинга слива топлива (краж). В результате внедрения экономия топлива составит свыше 14 %, будут предотвращены случаи хищения топлива.

**Контроль потребления электроэнергии:** мониторинг данных, связанных с расходом электроэнергии; определение и анализ профиля машиниста (стиль

вождения) с целью его улучшения; мониторинг периодов парковки (день/ночь); поддержание оптимальной скорости, учет информации о техобслуживании, состоянии путей, ограничении скорости и др. Это дает до 20 % экономии электроэнергии.

Контроль за контейнерами при комбинированных перевозках сопряжен с большими трудностями: информация должна быть обработана и передана от различных предприятий-перевозчиков. Внедрение IoT позволяет получать информацию о дислокации контейнеров, контролировать удары, кражи, а также время перевозки грузов, следить за «забытыми» контейнерами [3].

Диагностика и мониторинг состояния подвижного состава дает повышение его надежности и эксплуатационной готовности (уменьшение поломок и увеличение срока службы), снижение простоев и вероятности отказов с серьезными последствиями для безопасности людей и окружающей среды, создание базы данных технического обслуживания и ремонта, улучшенное управление запасными частями для ремонта.

Технологии интернета вещей уже сегодня находят применение в различных областях железнодорожного транспорта.

По службе СЦБ осуществляется контроль и автоматическое включение/выключение обогрева стрелочных электроприводов, напольных релейных шкафов, а также контроль несанкционированного доступа к релейным шкафам, выполнения технологических процессов обслуживания, температуры силовых трансформаторов на стойках электропитания, сопротивления изоляции жил кабелей, не имеющих сигнализаторов заземления и др.

По службе пути и сооружений – контроль намагничивания рельсов на изолированных стыках; температуры рельсов на кривых участках пути; работы компрессоров и несанкционированного доступа в помещения компрессорных, в путевые ящики и групповые муфты; контроль за наличием и уровнем снежного покрова на стрелочных переводах для определения необходимости включения обогрева.

По службе электроснабжения – контроль температуры аппаратных средств с целью автоматического включения обогрева или обдува; параметров сети на ответвлениях и тяговых подстанциях; включение/выключение освещения платформ и неохраняемых переездов, привязанное к расписанию поездов. Управление приборами освещения, тепло- и водоснабжения на вокзалах, подстанциях и др.

По сетям и системам связи контролируется напряжение электропитания на вводе в связевые помещения; расход газовой смеси и величина давления в магистральном кабеле; несанкционированный доступ в помещения, телефонные колодцы, шкафы местной связи и др.

## ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ НА ЗАРУБЕЖНЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГАХ

■ Trenitalia – крупнейшая транспортная компания Италии и одна из самых крупных в Европе. Она оснастила десятки высокоскоростных поездов датчиками. Шесть миллионов чипов передают информацию в программную платформу SAP Predictive Maintenance and Service. В реальном времени система наблюдает за состоянием составов и дает

рекомендации по обслуживанию. Это сделано в рамках стратегии компании, которая подразумевает одновременно и рост качества обслуживания, и снижение расходов. В 2016 г. такой подход позволил сэкономить на ремонте и обслуживании около 10 %, что составило почти 100 млн евро. И это только начало: во-первых, система продолжает развиваться, во-вторых, предполагается, что при таком подходе обеспечивается лучшее обслуживание и более продолжительная эксплуатация техники. Более того, с помощью SAP HANA создана прогнозная модель с использованием машинного обучения, которая даст возможность оценивать и предсказывать этапы жизненного цикла основных узлов. Благодаря использованию новых решений простой поездов уже снизился на 30 %.

Компания Bombardier Transportation (Великобритания) внедрила технологию интернет вещей для контроля состояния двигателя и силы сцепления колес, а Deutsche Bahn (Германия) использует такую технологию для улучшения обслуживания пассажиров. Swiss Federal Railways (Швейцария) планирует снизить общие расходы на 15 % в результате широкого внедрения сервисов интернета вещей. Canadian National Railways (Канада) использует спутниковое решение для удаленного мониторинга перевозки контейнеров [4, 5].

## ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

■ Отметим, что в условиях широкого распространения технологии интернета вещей необходимо гарантировать достаточную безопасность решений, поскольку они оперируют большим объемом конфиденциальных данных, непосредственно влияющих на важнейшие производственные процессы.

Большинство решений на основе интернета вещей состоит из трех основных уровней, каждый из которых должен иметь надлежащие средства безопасности для защиты от разных уязвимостей. Так, безопасность устройств и датчиков в процессе эксплуатации и передачи данных в платформу IoT реализуется посредством аутентификации устройств, частичного шифрования сообщения, а также обновления микропрограммного обеспечения датчиков.

Обеспечение конфиденциальности данных и их защита от несанкционированного изменения необходимы при передаче данных между устройством и платформой IoT. Защита построена на технологии Transport Layer Security (TLS). При этом данные подвергаются шифрованию, чтобы воспрепятствовать несанкционированному прослушиванию контента.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гапанович В.А. Цифровая железная дорога: настоящее и будущее // Гудок. 2016. Вып. 152 (1 сент.).
2. Тамаркин В.М., Лобанова Т.Э. Технологии промышленного интернета вещей в рамках идеологии цифровой железной дороги // Наука и технологии железных дорог. 2017. № 2. С. 76–84.
3. ESA SatApps Feasibility Study, Part 1 – User requirements elicitation for an IoT based RZD system;
4. SNCF: удаленный мониторинг поездов и инфраструктуры на основе интернета вещей // Железные дороги мира. 2017. № 4. С. 76–78.
5. Повышение эффективности железнодорожных перевозок путем внедрения решений промышленного интернета вещей : презентация / ООО «Центр 2М». 2016. Документ опубликован не был.

# СЕТЕВАЯ АРХИТЕКТУРА СИСТЕМ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ

## НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ



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



**ЖУРАВЛЁВ**  
Олег Евгеньевич,  
Российский университет  
транспорта (МИИТ),  
ассистент кафедры  
«Автоматика, телемеханика  
и связь на железнодорожном  
транспорте»



**ЛОШКАРЁВ**  
Владимир Леонидович,  
Российский университет  
транспорта (МИИТ),  
аспирант кафедры  
«Автоматика, телемеханика  
и связь на железнодорожном  
транспорте»



**КУРЬЯНЦЕВ**  
Джимми Геннадьевич,  
Российский университет  
транспорта (МИИТ),  
аспирант кафедры  
«Автоматика, телемеханика  
и связь на железнодорожном  
транспорте»

**Ключевые слова:** безопасность, переезды, видеонаблюдение, сети интеллектуального видеонаблюдения

**Аннотация.** В статье рассмотрены вопросы обеспечения безопасности движения поездов на железнодорожном транспорте. Наиболее актуальна эта проблема для железнодорожных переездов, не оборудованных специальными системами сигнализации. Для отслеживания опасных ситуаций на транспорте предлагается создание сетей интеллектуального видеонаблюдения (СИВ), которые позволят обнаруживать посторонние объекты и регулировать скорость движения поездов. В зависимости от технического оснащения телекоммуникационными средствами, развернутыми вдоль железнодорожного полотна, предложено несколько вариантов сетевых архитектур видеонаблюдения.

■ Во всем мире железнодорожный транспорт признан одним из самых безопасных. Однако статистика железнодорожных аварий из года в год ухудшается, а потери от них сравнимы с потерями населения в автокатастрофах. Проблема обеспечения безопасности эксплуатации железных дорог остается актуальной и наиболее остро стоит перед странами с большой протяженностью сети и высокой интенсивностью движения поездов.

Несмотря на то, что ОАО «РЖД» проводит большую работу по снижению аварийности,

количество происшествий по вине сторонних лиц несущественно уменьшается [1]. Среди главных причин – наезды подвижного состава на автотранспорт и пешеходов. Это происходит в местах отсутствия защитных ограждений железнодорожных путей, на участках скоростного движения, а также на охраняемых и неохраняемых переездах из-за нарушений порядка пересечения железной дороги. На сети дорог организовано более 11,3 тыс. железнодорожных переездов, которые разделены на четыре категории в зависимости от интенсивности движения. Из

них 75,4 % переездов являются регулируемыми (оборудованные автоматической переездной сигнализацией), 21 % – с автоматическими и полуавтоматическими шлагбаумами (обслуживаются дежурными работниками) [2]. Такие переезды расположены на пересечениях с региональными и муниципальными автомобильными дорогами. Однако примерно 12 % от общего числа переездов не имеют шлагбаумов и находятся на пересечениях железнодорожных путей с второстепенными дорогами [3]. Такие пересечения железной дороги (в том числе пе-

шебодные переходы через пути) особенно опасны.

Согласно статистике, основные причины ДТП на переездах – проезд на запрещающий сигнал из-за невнимательности водителя либо неисправности автомобиля, например отказа тормозов. Существующая тенденция к увеличению ДТП на переездах требует принятия неординарных способов предотвращения аварийных ситуаций. Следует обратить особое внимание на обеспечение безопасности на нерегулируемых переездах (без шлагбаума). Повышение интенсивности движения поездов и потока автомобилей, особенно в условиях скоростного движения, диктует необходимость разработки и внедрения специальных мер по предотвращению аварий.

Существуют несколько кардинальных способов предотвращения аварий на переездах. Среди них: устранение одноуровневого пересечения железнодорожного полотна и автомобильной дороги; сокращение числа переездов; своевременное оповещение водителей о приближающемся поезде, а в случае возникновения опасной ситуации своевременное обнаружение посторонних объектов и оповещение специальных служб железной дороги и прежде всего машиниста приближающегося поезда [2].

Разноуровневое пересечение железнодорожного полотна и автомобильной дороги самое безопасное, но очень затратное решение. Его применение обосновано только для дорог с интенсивным движением транспорта. Сокращение числа переездов ухудшает социальную и транспортную инфраструктуру, сообщение между близлежащими населенными пунктами. Своевременное оповещение всех участников движения является наиболее целесообразным. В настоящее время такое решение может быть частично реализовано с помощью существующей автоматической переездной сигнализации, дополненной Модулем безопасности железнодорожного переезда (МБЖДП) и системой видеонаблюдения [3].

Система МБЖДП оснащена оптическими датчиками (излучателями-фотоприемниками, действующими по принципу работы

оптрана), которые сканируют территорию переезда в отсутствии поезда. В случае обнаружения препятствия при закрытом шлагбауме система посыпает световые и звуковые сигналы оповещения (тревоги) различным службам, в том числе машинисту локомотива по каналу поездной радиосвязи.

Система МБЖДП позволяет снизить вероятность столкновения с поездом, но имеет существенный недостаток: нет идентификации «опасного» объекта, а следовательно, обоснования необходимости экстренного торможения, которое может повлечь за собой серьезные последствия в виде травм пассажиров, срыва графика движения поездов, экономических потерь и др. Если объект не представляет угрозы движению поезда (кусок картона или другого подобного материала), сигнал тревоги может оказаться ложным. Для устранения этого недостатка необходим прямой видеоканал с машинистом. Чтобы принять правильное решение, машинист должен иметь возможность заранее оценить обстановку на переезде по видеозображению (на расстоянии не менее 2 км до переезда) и вовремя затормозить. Поэтому более эффективными средствами для предотвращения аварий являются системы видеонаблюдения.

Самый простой вариант предусматривает установку на переезде видеокамеры и передачу видеозображения в кабину машиниста с помощью технологии Wi-Fi. Такой способ организации видеонаблюдения уже внедрен частично на локомотивах пригородных поездов в Подмосковье. С помощью видеотерминалов и передающего оборудования сети Wi-Fi, установленных на локомотивах и переездах, осуществляется передача изображения в кабину машиниста (за 2 км до переезда).

Аналогичный принцип видеонаблюдения за переездами с помощью высокоскоростных цифровых каналов предлагает другая компания, обеспечивающая передачу изображения на расстояние за 5–10 км до переезда. Недостатком таких систем является отсутствие видеонаналитики для распознавания посторонних объектов и канала передачи информации в единый диспетчерский центр

управления (ЕДЦУ) в автоматическом режиме для своевременного принятия решения о скорости движения поезда и регулирования графика движения.

Использование систем распознавания опасных ситуаций (камеры со встроенной видеоаналитикой) и передача совместно с видеосигналом и звукового сигнала «тревоги» в случае опасности позволит привлечь внимание машиниста при приближении к переезду. Такой способ повышения безопасности движения поездов с помощью систем интеллектуального видеонаблюдения возможен при наличии сети видеонаблюдения. Поэтому для реализации СИВ необходим анализ различных вариантов сетевых архитектур видеонаблюдения с учетом имеющихся каналов связи.

Подобные сети уже внедрены на отдельных участках скоростного движения Октябрьской дороги. В них используется видеоаналитика специально разработанной системы безопасности «Интеллект» [4]. В основе системы лежит мультиспектральный модуль, который фиксирует появление на рельсах посторонних предметов и передает информацию операторам системы. Операторы информируют диспетчерские службы и поездные бригады. Очевидный недостаток системы: при скоростном движении для повышения оперативности принятия решения результаты работы видеоаналитики в виде изображений опасных объектов должны сразу поступать машинисту поезда (для исключения ложных обнаружений), поездному диспетчеру и дежурным по станциям.

■ Один из вариантов сети интеллектуального видеонаблюдения на переездах и других важных объектах, предусматривающий передачу информации одновременно машинистам локомотивов и работникам службы движения, представлен на рис. 1. Для организации СИВ используются каналы волоконно-оптической системы передачи информации ВОСП, поездной радиосвязи, а также приемо-передатчики Wi-Fi для передачи и приема видеозображения в кабину машиниста. Видеокамеры ВК со встроенной видеонаналитикой передают изо-

брожение переезда в зоне приема сигнала (за 2 км и более до переезда). В случае обнаружения опасного объекта технология Wi-Fi позволяет дополнительно передавать звуковой сигнал «тревоги» в кабину машиниста. Для передачи видеоизображений на видеосервер в ЕДЦУ предусмотрено подключение ВК к сети ВОСП. На видеосервер поступает информация с разных видеокамер. В центре в автоматическом режиме происходит сравнение видеосигналов и распознавание опасных ситуаций. Результаты видеоаналитики и изображение опасных объектов передаются поездному диспетчеру и дежурным близлежащих станций по каналам ВОСП. При оборудовании участка системой интервального регулирования движением поездов СИРДП информация от видеосервера может поступать в радиоблок-центр [5, 6]. Используя сеть поездной радиосвязи, машинист может дополнительно информировать ДНЦ и ДСП об опасном объекте на переезде и наоборот (ДНЦ предупреждает машиниста).

Самым простым вариантом организации СИВ является передача видеоизображения переезда в кабину машиниста по технологии Wi-Fi и в случае необходимости информирование ДНЦ и ДСП по каналам поездной радиосвязи, построенной с помощью базовых станций БС, соединенных между собой ВОСП. Использование ПРС для передачи видеоизображения

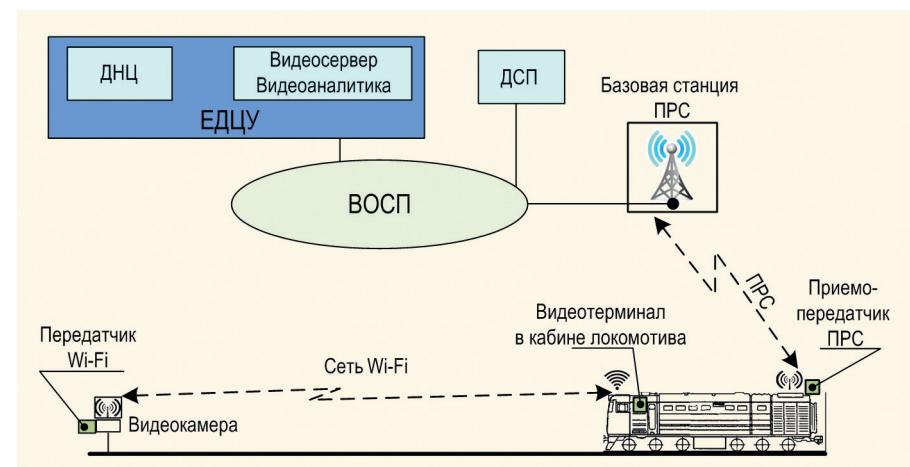


РИС. 1

в кабину локомотива невозможно из-за недостаточной ширины полосы частот радиоканала.

Для организации СИВ можно использовать сетевую архитектуру функционирующих на территории России систем мобильной или спутниковой связи. Однако такие варианты организации видеонаблюдения актуальны для участков железных дорог, вдоль которых возведены базовые станции мобильной связи и имеется возможность установки станций спутниковой связи (для передачи видеосигнала машинисту локомотива).

Таким образом, разработка сети СИВ для передачи видеосигналов на большие расстояния от объектов наблюдения всем участникам движения (ДНЦ, ДСП, локомотивным бригадам) долж-

на опираться на существующее техническое оснащение телекоммуникационными средствами, развернутыми вдоль железнодорожного полотна.

Кроме повышения эффективности управления движением поездов и увеличения безопасности, различные сетевые архитектуры СИВ позволяют реализовать другие важные задачи: мониторинг, видеoreгистрацию, навигацию, контроль движения локомотивов и перемещения грузов, пожарную безопасность и др.

Для организации видеонаблюдения на железнодорожном транспорте можно использовать сетевую архитектуру функционирующих на территории России систем мобильной связи (МС). Сетевая архитектура СИВ на основе мобильной связи актуальна при отсутствии ВОСП

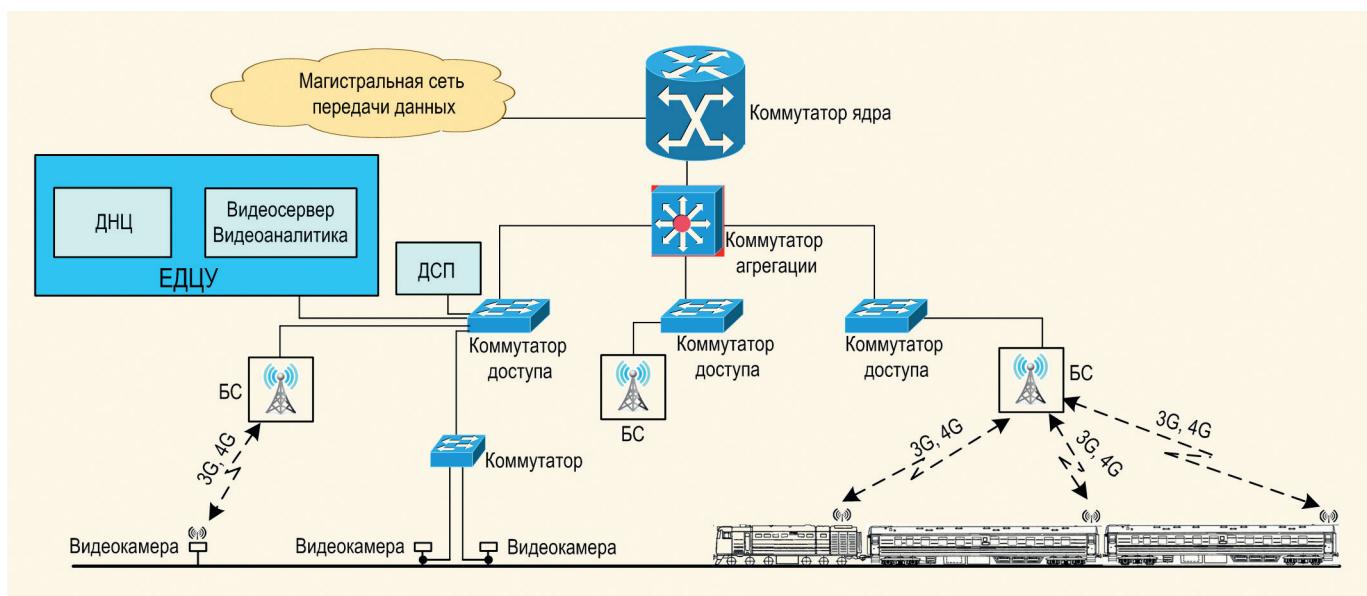


РИС. 2

(прокладка оптического волокна невозможна из-за рельефа местности и условий). Пример такой сети СИВ представлен на рис. 2.

Сеть мобильной связи состоит из базовых станций БС, установленных вблизи железнодорожного полотна (в пределах зоны доступности), коммутаторов доступа, агрегации, ядра сети МС с выходом в другие сети передачи данных, а также видеокамер на переездах (возможна установка на отдельных объектах нескольких видеокамер, объединенных коммутатором Cisco). Видеокамеры соединены коммутатором доступа МС с помощью радиоканала (или витой пары). В этом варианте видеосигналы от видеокамер передаются через сеть мобильной связи на видеотерминал в кабину машиниста и одновременно на видеосервер в ЕЦДУ для информирования работников службы движения и возможной корректировки работы системы интервального регулирования движением поездов. Кроме видеонаблюдения, базовые станции сети МС позволяют организовать мобильную связь для пассажиров поезда без ущерба для качества связи. Пропускная способность сетей МС нового поколения достаточна для передачи данных со скоростью более 10 Мбит/с [7].

Еще большей надежностью обладает сетевая архитектура СИВ,

объединяющая системы мобильной и спутниковой связи.

■ Сетевая архитектура на основе спутниковой связи актуальна в случае, если сеть видеонаблюдения развернута на большой территории, протяженностью в несколько тысяч километров, и включает участки железной дороги, на которых отсутствуют система ВОСП и другая пригодная для СИВ информационно-технологическая инфраструктура.

Так, для проблемных участков железных дорог с точки зрения рельефа местности, а также повышения надежного приема и качества связи можно рекомендовать систему «СТЭККОМ» [8].

Сеть видеонаблюдения на основе системы «СТЭККОМ» (рис. 3) основывается на комбинированном решении с использованием внешних каналов, которые обеспечивают организацию широкополосной связи, необходимой для передачи видеосигналов. При этом возможно применение двунаправленной спутниковой связи VSAT; мобильной связи GSM/3G/4G; каналов Wi-Fi.

Сочетание внешних каналов связи позволяет обеспечить непрерывность двухсторонних соединений на протяжении всего следования для пассажиров поезда, а также возможность передачи видеозображения проблемных объ-

ектов от ВК в ЕДЦУ и кабину машиниста. Когда поезд следует по открытой местности и существует прямая видимость на выбранный спутник связи, сеть работает по широкополосному спутниковому каналу, а при пропадании видимости она автоматически переключается на каналы мобильной связи. Во время остановок или длительных стоянок на станциях в качестве внешнего канала связи может использоваться, например, вокзальный канал Wi-Fi.

Автоматическое переключение каналов осуществляет мобильный маршрутизатор, который постоянно отслеживает состояние внешних каналов связи согласно выбранным критериям. Применение технологии VSAT позволяет обеспечить надежную связь на скоростях до 400 км/ч и использовать относительно небольшие по габаритам антенны на любых транспортных средствах.

Сетевая архитектура СИВ состоит из подсистем: мобильной связи МС; спутниковой связи СС; системы видеокамер СВК и станций МС и СС; системы межвагонной связи поезда СМС (см. рис. 3). На рисунке линии передачи ВОСП показаны красным цветом, радиоканал с БС МС – синим. Система СМС обеспечивает возможность передачи видеоизображения из вагонов поезда в ЕДЦУ,

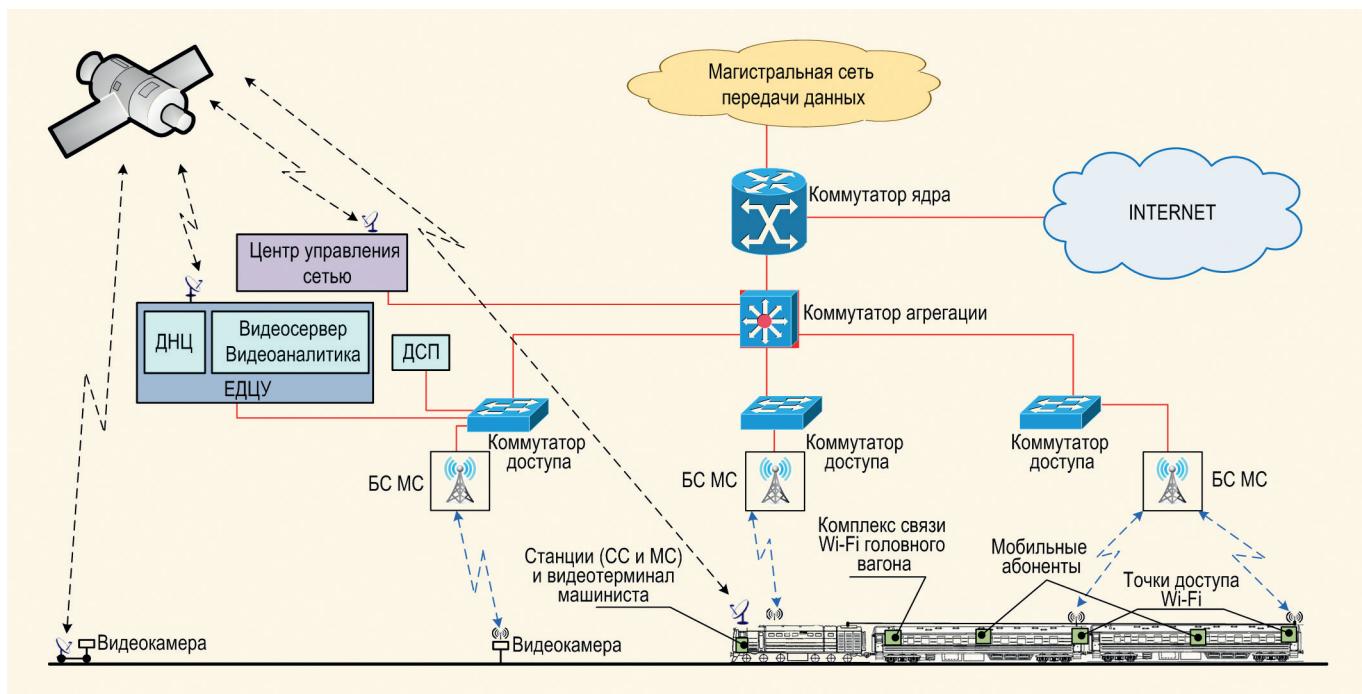


РИС. 3

а также непрерывность связи для пассажиров во время остановок за счет местной Wi-Fi сети. Пассажиры поезда сначала выходят на точки доступа вагона, которые соединяются с головным вагоном с помощью витой пары или базовых станций вагонов (радиоканала). Затем соединение переходит на коммутаторы доступа сети МС с помощью БС головного вагона и БС МС. В случае прямой видимости (открытая местность), используются каналы СС: станция спутниковой связи головного вагона, ретранслятор (спутник связи), наземная станция в центре управления сетью «СТЭККОМ».

Для переключения одних каналов на другие и объединения потоков данных от пассажиров в головном вагоне имеется комплекс связи. Таким образом, сеть межвагонной связи позволяет передать видеосигналы из кабинны машиниста и вагонов поезда в сеть СИВ с помощью МС или СС. Помещения ЕДЦУ, где должны находиться системы СИРДП и СИВ, располагаются в больших населенных пунктах и имеют выход на сеть СС через коммутаторы доступа, агрегации и ядра МС. На участках железной дороги, где имеется оптическое волокно, видеонаблюдение может быть организовано с помощью ВОСП и интегрировано в общую систему «СТЭККОМ».

В представленном варианте сети СИВ (см. рис. 3) может быть реализована схема с тройным резервированием передачи изображения с видеокамер в ЕДЦУ, с помощью сетей спутниковой, мобильной и волоконно-оптической связи. Такая сетевая архитектура систем интеллектуального видеонаблюдения актуальна для территорий, имеющих участки с плохо развитой сетью мобильной связи; со сложным рельефом; с невозможностью прокладки оптического волокна. Кроме того, надежное резервирование актуально по причине недостаточной надежности СС, связанной с нестабильностью распространения радиосигнала из-за возможных ухудшений погоды, солнечной активности, временных задержек сигнала.

Таким образом, изображения объектов с видеокамер в кабину машиниста и ЕДЦУ можно пере-

дать с помощью сетей: ВОСП и технологии Wi-Fi (см. рис. 1); мобильной связи (см. рис. 2); «СТЭККОМ» посредством станций спутниковой или мобильной связи, а также каналов СС и МС (см. рис. 3). Также можно использовать комбинации всех рассмотренных вариантов.

Представленные способы организации СИВ предполагают использование ресурсов сторонних операторов связи, что может повлечь за собой определенные финансовые затраты.

В заключение отметим, что эффективное управление движением поездов невозможно без средств обеспечения безопасности на железнодорожном транспорте. Одним из таких средств является система интеллектуального видеонаблюдения СИВ, формирующая сигналы «тревоги» в случае возникновения препятствия на пути следования поезда. Для организации СИВ необходимо создание сети, состоящей из каналов связи, приемо-передающей аппаратуры и других специальных устройств.

При создании сети СИВ нужно учитывать, прежде всего, имеющуюся инфраструктуру, обеспечивающую функционирование различных телекоммуникационных систем, развернутых вдоль железной дороги. Выбор сетевой архитектуры СИВ (с учетом совместного использования с системой интервального регулирования СИРДП) должен определяться надежностью и качеством связи. Они зависят от количества резервных каналов передачи видеосигнала и величины вероятности ложной тревоги при обнаружении опасного объекта. При выборе сетевой архитектуры СИВ нужно учитывать также оперативность получения информации обнаружения опасных объектов, непосредственно влияющей на безопасность движения.

Таким образом, на ответственных участках со скоростным движением поездов необходимо использовать сетевые архитектуры, предусматривающие многократное дублирование каналов связи с учетом условий распространения радиосигналов и возможности сравнения результатов обнаружения опасных объектов на видеосервере и непосредственно

в кабине машиниста. Эффективность СИВ зависит также от качества аппаратуры видеонаблюдения (характеристик видеокамер и их расположения относительно объекта наблюдения, видеотерминалов, алгоритмов распознавания опасных ситуаций), сетевых протоколов передачи пакетной информации, параметров сжатия видеосигнала, используемых стандартов радиосвязи и др. Наиболее простым и наименее затратным является вариант организации СИВ на железнодорожных переездах с помощью видеокамер со встроенной видеонаналитикой и передачей сигналов машинисту с помощью широкополосных радиоканалов Wi-Fi. Наиболее сложным и более надежным представляется вариант на основе системы «СТЭККОМ». Его применение целесообразно при организации СИВ на больших территориях со сложным рельефом местности.

## ЛИТЕРАТУРА

1. [http://www.elmeh.ru/catalog/rail-way-transport/sistema-videoregistratsii-dlya-zheleznodorozhno-go-transporta/?a=videozdsb];
2. Синютин С. Авось с печатью смерти [Электронный ресурс] // Транспорт России. 2010. 28 сент. URL: http://transportrussia.ru/besopasnost/avos-s-pechatyu-smerti.html (дата обращения 18.05.2018 г.).
3. Обеспечение безопасности на железнодорожных переездах [Электронный ресурс] // ПрофиБ : портал. 2016. URL: http://profitsec.ru/news/obespechenie-bezopasnosti-na-zheleznodorozhnyh-pereezdah/ (дата обращения 18.05.2018 г.).
4. Видеонаналитика на вооружении РЖД – система безопасности на базе «Интеллекта» введена на Октябрьской железной дороге [Электронный ресурс] // Secutech.ru. 2013. 11 окт. URL : http://www.secuteck.ru/news/text.php?news\_id=95914 (дата обращения 18.05.2018 г.).
5. Карасев С. Wi-fi в метро : архитектура сети и подземные камни [Электронный ресурс] // НАВР : портал. 2017. 6 июля. https://habrahabr.ru/company/maximatelecom/blog/3232538/ (дата обращения 18.05.2018 г.).
6. Использование систем интеллектуального видеонаблюдения / Л.М. Журавлева, А.П. Богачев, О.Е. Журавлев, Н.В. Яцкевич // Автоматика, связь, информатика. 2017. № 9. С. 13–15.
7. Качество сигнала систем интеллектуального видеонаблюдения / Л.М. Журавлева, М.Р. Ивашевский, Н.В. Яцкевич, Я.Ю. Мягков // Автоматика, связь, информатика. 2018. № 2. С. 2–5.
8. Иерархия сетевой архитектуры наземного сегмента 3G [Электронный ресурс] // 1234G : портал о современных технологиях мобильной и беспроводной связи. URL: http://1234g.ru/3g/umts/ierarkhiya-setevoy-arkhitektury-nazemnogo-segmenta-3g (дата обращения 18.05.2018 г.).



ВАНЧИКОВ

Алексей Сергеевич,

«Гипротранссигналсвязь» – филиал АО «Росжелдорпроект», главный специалист отдела связи, канд. техн. наук

УДК 656.254.7

# СИНХРОНИЗАЦИЯ В СОВРЕМЕННЫХ СЕТЯХ ОПЕРАТОРСКОГО КЛАССА

**Ключевые слова:** сигнал тактовой сетевой синхронизации, синхронизация времени, сеть оператора связи

**Аннотация.** Аспектам преемственности телекоммуникационных технологий при переходе от принципов коммутации каналов к принципам коммутации пакетов уделяется повышенное внимание со стороны операторов связи [1, 2]. В конечном итоге выбор верного плана миграции основополагающих телекоммуникационных технологий сети связи должен обеспечить сокращение капитальных и операционных издержек при качественно новом уровне предоставляемых услуг связи. Данная статья посвящена подсистеме синхронизации, обязательной для традиционных сетей связи TDM (Time Division Multiplexing) и не теряющей своей востребованности и актуальности в современных пакетно-ориентированных сетях связи.

■ В переходный период неизбежно появление у оператора связи так называемой гибридной сети, сочетающей в себе сегменты сети TDM и IP/MPLS/Ethernet. При этом необходимо минимизировать потери из-за конфликта «старых» и «новых» технологий; обеспечить показатели качества для гибридной сети связи не хуже, чем для традиционной; реализовать новый уровень доступности, управляемости, масштабируемости телекоммуникационной инфраструктуры для предоставления услуг связи, наиболее полно отвечающих ожиданиям абонентов; максимально сохранить инвестиции в действующую телекоммуникационную инфраструктуру.

Существует несколько вариантов «пакетизации» трафика TDM, которые могут комбинироваться для применения на разных иерархических уровнях сети связи: TDM over Ethernet (рекомендация MEF8); TDM over IP (рекомендация ITU-T Y.1453), TDM over MPLS (рекомендация ITU-T Y.1413). Всем этим вариантам присуща проблема необходимости обеспечения передачи сигналов тактовой сетевой синхронизации (TCC) через появляющиеся в сети оператора связи «острова» с коммутацией пакетов для сохранения бесперебойной работы действующего оборудования TDM [3, 4].

Решение задачи передачи син-

хронного трафика через асинхронные сети Ethernet и IP представлено в нормативных документах ITU-T G. 8261 – G.8264 и IEEE 1588 версии 2. Причем рекомендации ITU-T посвящены преимущественно принципу синхронного Ethernet SyncE (Synchronous Ethernet), а в IEEE 1588 версии 2 описывается протокол точного времени PTP (Precision Time Protocol).

Принцип SyncE ориентирован только на передачу сигналов тактовой сетевой синхронизации с использованием физического уровня Ethernet. Сигнал TCC восстанавливается последовательно по маршруту передачи в каждом промежуточном коммутаторе Ethernet (рис. 1).

Принцип синхронизации SyncE максимально идентичен организации системы синхронизации в

сетях TDM, построенным в соответствии с рекомендациями ITU-T G.813 и ITU-T G.707. Коммутаторы Metro Ethernet должны отвечать требованиям к оборудованию операторского класса (ITU-T Y.2901) и содержать в своем составе в том числе блок генератора, который имеет функции автоподстройки частоты и ее удержания при автономном режиме работы.

Важно, что в соответствии с требованиями к построению сети связи общего пользования, изложенными в приказе Минкомсвязи №113 от 21.03.2016 [5], SyncE согласован как способ организации цепей синхронизации в системах TCC сетей связи общего пользования.

Протокол PTP в отличие от технологии SyncE использует IP-пакеты, содержащие метки времени, по

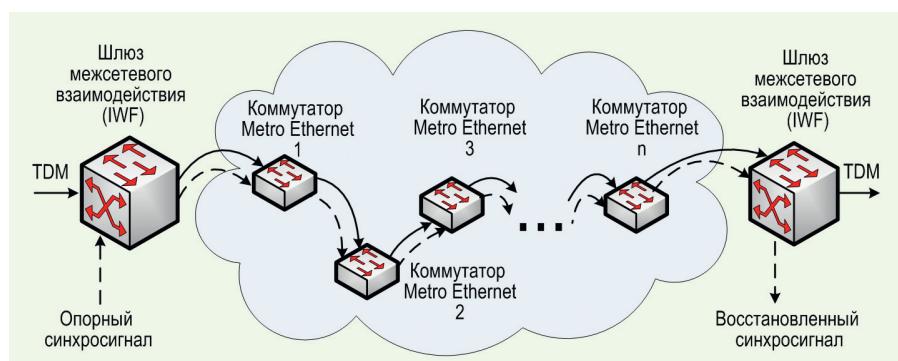


РИС. 1

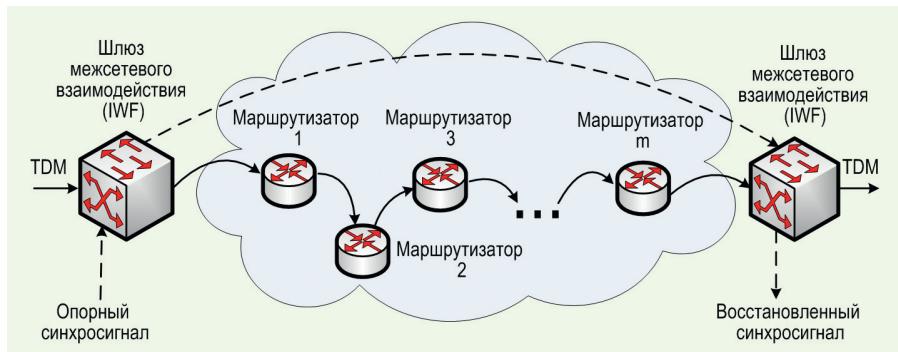


РИС. 2

которым возможно восстановить как сигнал точного времени, так и сигнал ТСС (рис. 2). При этом требование восстановления исходного синхросигнала в каждом промежуточном узле IP-сети не является обязательным, а пакеты с метками времени PTP могут следовать отличным маршрутом от трафика TDM.

Протокол PTP работает по принципу «master-slave» и требует двустороннего обмена между источником опорного синхросигнала и приемником. Ключевыми параметрами, влияющими на точность восстановленного синхросигнала, являются задержка и вариация задержки пакетов в IP-сети. Для наилучшего результата необходимо обеспечить максимально симметричное соединение с минимальной вариацией задержки на интервалах подстройки между ведущим и ведомым генераторами.

Для повышения качественных показателей протоколом PTP предусмотрена возможность установки промежуточных граничных регенераторов.

раторов исходного синхросигнала, шаг установки которых зависит от требуемой точности синхронизации и параметров качества обслуживания трафика в IP-сети.

Сравнительные параметры синхронизации частоты и времени как для традиционных технологий SDH, Ethernet, NTP, так и для SyncE и PTP представлены в табл. 1.

Кроме необходимости сохранения целостности ТСС гибридной сети связи, содержащей «острова» коммутации пакетов, с развитием систем цифровой радиосвязи все большую актуальность приобретает задача тактовой сетевой и временной синхронизации базовых станций. Последние предъявляют высокие требования к качеству синхросигналов с использованием пакетно-ориентированных принципов (табл. 2).

Таким образом, возможно рассматривать технологии SyncE и PTP в качестве дополнительного функционала тактовой сетевой синхронизации, одной из основных подсистем телекоммуникационной сети оператора связи. Хотя дей-

ствующая версия протокола PTP несколько уступает SyncE в части стабильности синхронизации по частоте, вместе с тем ее показателей достаточно для обеспечения сигналами ТСС сетевых элементов TDM. Кроме того, реализованный механизм синхронизации по времени протокола PTP способен обеспечивать стабильную работу базовых станций современных стандартов цифровой радиосвязи.

Следует отметить, что востребованность подсистемы синхронизации определяется не только необходимостью обеспечения высокой надежности и стабильности работы сети операторского класса. Уже сейчас оборудование ТСС, как правило, содержит функционал, позволяющий создавать системы единого времени миллисекундной точности.

Все более широкое внедрение подхода интернета вещей в различных сферах жизнедеятельности человека приводит к тому, что синхронизация становится одной из услуг связи. В первую очередь данная услуга будет востребована в технологических процессах, где требуется высокая координация между устройствами, выполняющими автоматические операции. Примером, такого подхода может служить серия стандартов ГОСТ Р МЭК 61850 «Сети и системы связи на подстанциях», предписывающих наличие микросекундной точности синхронизации по времени в сетях связи объектов промышленной энергетики.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Старков М.В., Скурат С.В., Меккель А.М. Модернизация технологической сети связи // Автоматика, связь, информатика. 2015. № 11. С. 2–6.

2. Перспективы применения технологии TDMoP / М.В. Старков, С.В. Скурат, А.М. Меккель, А.С. Скороваров // Автоматика, связь, информатика. 2017. № 12. С. 8–10.

3. Ванчиков А.С., Канаев А.К. Синхронизация мультисервисных телекоммуникационных сетей // ВКСС. Connect! Ведомственные и корпоративные Сети и Системы. Контакт! : информационное издание. 2007. № 3. С. 98–103.

4. Канаев А.К., Ванчиков А.С., Кренев В.В. Решение проблем синхронизации в IP-сети // Автоматика, связь, информатика. 2011. № 3. С. 22–24.

5. Требования к построению сети связи общего пользования в части системы обеспечения тактовой сетевой синхронизации : утв. приказом Минкомсвязи РФ от 21.03.2016 № 113. Доступ через СПС КонсультантПлюс (дата обращения 13.07.2018 г.).

Т а б л и ц а 1

Параметр	Технология				
	SDH	Ethernet	NTP	SyncE	PTP
Относительная точность частоты, ppm	Плазиохронный режим	$\pm 4,6$	100	–	$\pm 4,6$
	Синхронный режим	$1 \cdot 10^{-5}$	–	–	$1 \cdot 10^{-5}$
Относительная точность времени, мс		$1 \cdot 10^{-6}$	–	10 (возможна реализация аналогично SDH)	$25 \cdot 10^{-6}$

Т а б л и ц а 2

Стандарт цифровой радиосвязи	Требования к точности	
	частоты, ppm	времени, мкс
CDMA2000	$5 \cdot 10^{-2}$	$\pm 3$
GSM	$5 \cdot 10^{-2}$	отсутствуют
WiMAX TDD	$5 \cdot 10^{-2}$	$\pm 0,5$
LTE TDD	$5 \cdot 10^{-2}$	$\pm 1$



СУКОННИКОВ  
Герман Викторович,  
ОАО «РЖД», Департамент  
информатизации,  
заместитель начальника

# ФАКТОРЫ УСПЕШНОГО ПЕРЕВОДА

## НА ОТЕЧЕСТВЕННОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

На пленарном заседании III Железнодорожного съезда Президент Российской Федерации В.В. Путин поручил Правительству РФ совместно с ОАО «РЖД» разработать и утвердить план мероприятий, направленный на преимущественное использование в компании отечественного программного обеспечения. Выполнение этого плана должно постоянно контролироваться в компании.

Специалисты ОАО «РЖД» совместно с федеральными органами исполнительной власти (Министерство транспорта РФ, Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ), Центром компетенций по импортозамещению разработали план мероприятий, направленный на преимущественное использование отечественного программного обеспечения на период с 2018 до 2024 г. Он был утвержден заместителем Председателя Правительства РФ в апреле этого года.

Для реализации этих мероприятий в рамках подготовки плана были определены категории программного обеспечения в зависимости от используемых элементов зарубежного происхождения. При этом учитывалось большое количество различных видов ПО, используемого в ОАО «РЖД» (почти 1500 записей в АСУ «Реестр»), а также возможность унификации некоторых действий. Основные категории ПО представлены в таблице.

**Импортозависимое ПО.** К данной категории относится программное обеспечение, разработанное отечественными производителями и функционирующее на базе импортной платформы (например, SAP) с использованием импортной (возможно, отечественной) системы управления базами данных (СУБД) и/или операционной системы (ОС). Импортозамещение выполняется путем замены как платформы, так и прикладной ча-

сти на отечественные или свободно распространяемые СУБД/ОС. Примером импортозависимого ПО является программный комплекс ЕК АСУИ, разработка которого на платформе SAP была начата более 20 лет назад. Ключевыми критериями для импортозамещения ПО данной категории является минимизация затрат и рисков нарушения основной бизнес-деятельности холдинга «РЖД» по результатам замены.

**Импортозамещаемое ПО.** Программное обеспечение, разработанное отечественными производителями и функционирующее на базе отечественного платформенного или свободно распространяемого ПО (СПО) с использованием импортной СУБД/ОС. Импортозамещение выполняется путем замены СУБД/ОС на отечественные аналоги (например, СУБД Postgres

Pro). Примером может служить программный комплекс АСУ «Экспресс-3», функционирующий на основе СУБД и ОС разработки компании IBM. Ключевыми критериями для импортозамещения ПО данной категории являются: минимизация затрат, обеспечение совместимости аналога с существующей платформой, а также выполнение требований в части производительности, надежности и масштабируемости.

**Отечественное и свободно распространяемое ПО.** К данной категории относится платформенное ПО, СУБД и ОС, разработанные отечественными производителями, или свободно распространяемые на рынке. Например, с использованием такого программного обеспечения и технологий отечественных компаний Positive Technologies и Solar Security раз-

Критерий Категории ПО	Заказные работы	СУБД или ОС	Платформа или базис	Пример
Импортозависимое (замена прикладной компоненты и платформы вместе)	Отечественные	Отечественные или импортные	Импортные	SAP, КИХ, ЕК АСУИ (старт более 20 лет назад)
Импортозамещаемое (совместимость, производительность и транзакционность)	Отечественные	Импортные	Отечественные или СПО	АСУ «Экспресс-3», АС ЭТРАН, ГИД Урал (только БД)
Отечественное и свободно распространяемое	Отечественные	Отечественные или СПО	Отечественные или СПО	СОПКА, ЕКМП, прикладные системы ИБ
Импортное (точный аналог)	— (не заказывается в ОАО «РЖД» или менее 50%)	Отечественные или импортные	Импортные	HP ArcSight, TrendMicro (заменен на Kaspersky)

работана Система обнаружения, предупреждения и ликвидации последствий компьютерных атак на информационную инфраструктуру ОАО «РЖД» (СОПКА). Ключевыми критериями использования ПО данной категории являются минимизация затрат и выполнение требований бизнес-деятельности холдинга «РЖД» к функциональности аналога.

**Импортное ПО.** К данной категории относится программное обеспечение, которое функционирует на базе импортной базовой программной платформы, используя при этом импортную или отечественную СУБД/ОС. Участие отечественных производителей в разработке прикладной части не рассматривается. Импортозамещение выполняется путем замены базовой программной платформы на отечественные или свободно распространяемые аналоги. Примером импортозамещения может служить замена в ОАО «РЖД» ПО TrendMicro на ПО «Лаборатории Касперского». Ключевые критерии импортозамещения – минимизация затрат и рисков нарушения основной бизнес-деятельности по результатам замены, а также выполнение бизнес-требований в части функциональности аналога.

Подходы к реализации программы по импортозамещению ПО подразделяются на категории 1, 2, 4.

Ключевыми системами в категории 1 выступают информационные системы на платформах SAP, SAS и IBM MAXIMO. На данный момент к таким системам относятся ЕК АСУФР, ЕК АСУТР, ЭДО, КИХ, ЕК АСУИ. Среди основных инициатив для этой категории можно выделить следующие:

определение срока доработки существующих отечественных ERP-платформ до требуемых параметров (исполнители – совместная рабочая группа под руководством Минкомсвязи России);

иницирование проекта по реализации единой технологической программно-аппаратной платформы ОАО «РЖД» для разработки прикладных информационных систем (на базе ПО с открытым кодом и/или российского ПО);

открытый выбор платформы системы электронного документооборота (ЭДО) в рамках рабочей



Сценарии перехода для каждой категории ПО

экспертной группы и Архитектурного комитета ОАО «РЖД»;

иницирование проекта по переводу системы централизованного управления НСИ финансового блока на платформе SAP Master data management (SAP MDM) на платформу управления данными (НСИ) российской компании «Юнидата»;

иницирование проекта разработки единого корпоративного хранилища данных на базе импортонезависимой программной платформы с использованием инновационных технологий (большие данные, машинное обучение, искусственный интеллект).

К категории 2 относится основной объем информационных систем, отвечающих непосредственно за производственные процессы (например, АС ЭТРАН, АСУ «Экспресс-3» и др.). Основная проблема для этих систем – выбор импортонезависимой СУБД, отвечающей требованиям по надежности и производительности, с учетом минимизации затрат на портирование существующих систем (исполнители – совместная рабочая группа под руководством Минкомсвязи России).

Отдельно в данной категории рассматривается «платформозависимое» ПО (прикладные системы на технологиях «мейнфрейм»), например, АСУ «Экспресс-3», АСОУП-3.

Все нововведения в категории 2 целесообразно реализовывать с использованием технологий блокчейн (blockchain) и промышленного интернета вещей (IIoT). Параллельно должна решаться задача укрупнения АСУ ОАО

«РЖД» и развития взаимодействия с внешними партнерами, включая федеральные органы исполнительной власти (например, реализация концепции «единое информационное пространство функционального блока»).

Для программного обеспечения категории 4 предусмотрены основные мероприятия в части пользовательских рабочих мест. Среди этих мероприятий – миграция ОС MS Windows на импортонезависимое ПО; офисного ПО (начиная с менее критичных категорий пользователей) на импортонезависимое ПО; служебного ПО (электронная почта, сервис-менеджер) на импортонезависимые решения «в рабочем порядке»; системного ПО на импортонезависимое ПО одновременно с модернизацией ИТ-инфраструктуры; внедрение технологии виртуальных рабочих мест (Virtual Desktop Infrastructure, VDI).

Приведенные в плане мероприятия разработаны в соответствии с классами информационных систем: ERP – «финансы»/«кадры», система электронного документооборота (ЭДО), SAP BI, SAS, стандартное прикладное программное обеспечение (СУБД и др.), программное обеспечение IBM (EAM), офисные системы (включая мобильные решения), АСОУП (уход от использования проприетарных платформ IBM mainframe). По этим системам предлагается проводить работы в части перехода на преимущественное использование отечественного программного обеспечения. Такой подход в полной мере соответствует приведенной категоризации.

В этом году запланирована

работа с отечественными производителями программного обеспечения по определению степени готовности, а также объемов, сроков и стоимости доработки существующих систем под требования ОАО «РЖД». Необходимо время на выполнение этой работы и определение оптимальной стратегии перехода на отечественные платформы с учетом возможных вариантов (по функциональным модулям, по организационным единицам, по технологическим процессам и др.).

В детализированном плане мероприятий предусмотрена корректировка плана мероприятий в конце этого года с учетом результатов выполненных действий и полученных обязательств от отечественных разработчиков. В рамках этой корректировки будут заданы целевые показатели по классам ERP и EAM систем на 2020 и 2021 гг., а также подготовлен детализированный план мероприятий на 2019 г. Такой подход обеспечит повышение точности оценки значений целевых показателей и нивелирует влияние существующей неопределенности по многим факторам, влияющим на процесс перехода.

В детализированных планах на 2019–2021 гг. будут предусмотрены мероприятия по уменьшению риска дополнительных затрат на интеграцию различных систем и платформ. Однако, учитывая имеющиеся в настоящее время оценки функциональности и степени готовности отечественных платформ, затраты на интеграцию полностью не удастся.

Кроме того, детализированный план перехода, подготовленный по результатам развития партнерских отношений с российскими производителями программного обеспечения в этом году, будет включать мероприятия по переводу хранилищ данных и интеграционного ПО (ETL/шины) на использование отечественного и/или импортонезависимого ПО.

Системы управления базами данных относятся к стандартному прикладному программному обеспечению (СППО). В плане предусмотрены мероприятия по импортозамещению этой категории ПО. Ключевым условием достижения результата по этому классу ПО является успешный выбор в

едином реестре российских программ на базе электронных вычислительных машин и баз данных возможных аналогов используемого в ОАО «РЖД» СППО, а также положительные результаты их функционального и нагружочного тестирования.

Создание и ведение целевой корпоративной архитектуры предусмотрено в Стратегии развития ИТ и связи ОАО «РЖД». Стратегия предусматривает унификацию ИТ-ландшафта ОАО «РЖД», программных платформ и эволюционную замену морально и физически устаревших систем. Разработанный план мероприятий не меняет эту стратегическую задачу, но дополняет и детализирует подход к ее реализации. В частности, в детализированном плане мероприятий на этот год предусмотрены работы по анализу критически важных систем и формулированию требований к их замене.

В план мероприятий Департаментом информатизации внесен ряд предложений. По программному обеспечению категории 1 – это взаимодействие с отечественной корпорацией «Галактика», реализация проектов по управлению активами в АО «Федеральная пассажирская компания» и Дирекции железнодорожных вокзалов ОАО «РЖД», а также разработка собственной программной платформы.

Для систем с программным обеспечением категории 2 необходимо перевести ПО с платформы «мейнфрейм» на открытую (x86/64р) платформу, а также внедрить решения на основе технологии блокчейн в вагонном комплексе на открытой платформе.

Для систем с программным обеспечением категории 4 в рамках проекта «Мой офис» будет развиваться сотрудничество с компанией «Новые облачные технологии» для проработки функциональных требований к типовому АРМ пользователя на основе импортонезависимых технологий и технологии виртуальных рабочих мест (VDI). В этом году в сфере информационной безопасности необходимо проработать функциональные требования к целевой конфигурации Системы обеспечения информационной безопасности для создания полностью импортонезависимого решения.

Учитывая общность работ с

точками зрения подхода, сроков и задействованных ресурсов, целесообразно сгруппировать план мероприятий по классам систем (ERP, ЭДО, В1, стандартное прикладное ПО, ЕАМ, офисное ПО, платформозависимое ПО и ПО информационной безопасности). Реализация мероприятий по переходу на преимущественное использование отечественного ПО по этим классам систем позволит максимально снизить операционные риски ОАО «РЖД» и зависимость от зарубежных производителей.

Функциональность ERP-системы ОАО «РЖД» в плане мероприятий включает в себя функции ведения бухгалтерского учета и отчетности, управления персоналом, финансово-экономического управления, управления закупочной деятельностью, управления материально-техническим обеспечением, управления имуществом. Необходимо проанализировать текущее состояние ИТ холдинга «РЖД», чтобы определить готовность ключевых подразделений компании к реализации мероприятий по импортозамещению и проработать с ними план мероприятий (обучение сотрудников, формирование центров компетенции и др.).

В Сочи на базе Научно-образовательного центра исследований, инновационных и перспективных разработок в ИТ-кластере создать Центр компетенций по вопросам импортозамещения в ОАО «РЖД» (совместно с образовательным центром «Сириус», РУТ (МИИТ), АО «НИИАС», АО «ВНИИЖТ»).

Кроме того, целесообразно на базе филиала ПКТБ-ЦЦТ и ООО «ОЦРВ» создать лаборатории для проведения исследований, тестирования и апробации отечественных разработок в области ERP, CRM и др., а также собственных высокотехнологичных разработок по ключевым направлениям деятельности ОАО «РЖД» с целью оценки эффективности и целесообразности внедрения решений по снижению импортозависимости.

Для проведения тестирования и оценки эффективности инновационных решений на основе технологий больших данных, машинного обучения, искусственного интеллекта и др., в ОАО «РЖД» нужно создать единую технологическую программно-аппаратную платформу.

# ФАКТОРЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ БЛОКЧЕЙН В ОАО «РЖД»



**КОРНЕЕВ**  
Андрей Анатольевич,  
ОАО «РЖД», Центр  
фирменного транспортного  
обслуживания, начальник  
Управления информационного  
обслуживания пользователей  
услуг железнодорожного  
транспорта



**ВОХМЯНИНА**  
Татьяна Вадимовна,  
ОАО «РЖД», Центр  
фирменного транспортного  
обслуживания, ведущий  
инженер отдела разработки  
информационных услуг  
Управления информационного  
обслуживания пользователей  
услуг железнодорожного  
транспорта

**Ключевые слова:** блокчейн, блокчейн-технологии, ИТ-технологии, факторы развития, цепочки блоков

**Аннотация.** В последнее время в связи со стремительным развитием инфо-теле-коммуникационных технологий широко обсуждаются, рассматриваются и реализуются совершенно новые технологии учета активов, осуществления транзакций и планирования бизнес-процессов. Это требует совершенно иной инфраструктуры обработки, хранения, обеспечения достоверности и непротиворечивости огромных объемов информации. Одним из ключевых направлений развития подобной инфраструктуры является технология блокчейн (Blockchain) – многофункциональная и многоуровневая информационная технология, предназначенная для надежного распределенного хранения записей обо всех когда-либо совершенных операциях.

■ Технология блокчейн предлагает переход от централизованных систем сбора, учета, обработки информации к распределенным транзакциям, вычислению и хранению данных, что категорически меняет имеющийся сегодня инфраструктурный ландшафт, обеспечивает беспрецедентное повышение достоверности, скорости обработки информации, а также предоставляет большие возможности использования информации в любых бизнес-процессах (см. рисунок). Это выстроенная по определенным правилам непрерывная последовательная цепочка блоков, содержащих информацию. Чаще всего копии цепочек блоков хранятся на множестве различных компьютеров независимо друг от друга [1].

В 2008 г. Сатоси Накамото изобрел новый способ достижения социального консенсуса, позволяющий подтверждать истинность всех транзакций без участия третьей стороны. Новая технология, названная блокчейн, должна была изменить привычную логику орга-

низации транзакций и обработки информации, исключить необходимость в посредниках.

Одним из ведущих интеграторов и идеологов блокчейн-проектов на сегодняшний день является BitA (Blockchain in Transport Alliance) – ведущая ассоциация представителей транспортной и логистической промышленности, занимающаяся разработками блокчейн-систем для индустрии грузового транспорта. Альянс был основан в 2017 г. и объединил более 230 логистических и железнодорожных компаний, крупных ритейлеров, провайдеров финансовых и аналитических услуг.

Миссия ассоциации заключается в оказании помощи при переходе от «бумажных процессов» к эффективной общей платформе, которая может быть использована и клиентами, и сторонними партнерами.

В рамках альянса планируется разработка стандартов использования блокчейн-технологии для систем, которые отслеживают контейнеры и облегчают платежи

между сторонами доставки; способов повышения прозрачности и эффективности для грузоотправителей, перевозчиков, брокеров, потребителей, поставщиков и других заинтересованных сторон цепочки поставок. Кроме того, изучаются возможности использования блокчейна в сфере бизнеса, связанной с таможней.

В рамках сотрудничества различных компаний альянсом разрабатываются следующие модели развития технологии блокчейн.

«**История операций**». Технология позволяет хранить историю производства продукта от начала производства товара до его реализации.

«**Техническое обслуживание**». Вся история ремонта хранится на серверах компаний.

«**Обеспечение качества**». Все стороны могут получить доступ к записям и фотографиям на местах погрузки и выгрузки, разрешая необоснованные споры.

«**Соблюдение требований**». Электронные устройства, уже находящиеся на транспортном

средстве, могут отправлять данные о погоде и трафике в режиме реального времени в сеть, что может быть использовано в перенаправлении трафика.

**«Мониторинг пропускной способности».** Блокчейн может помочь логистическим компаниям с изменениями в доступной емкости в течение дня.

**«Платежи и цены».** Поскольку в блочной системе данные регистрируются в цифровом виде, компании смогут использовать больше данных, чем когда-либо, для получения точной цены.

**«Обнаружение мошенничества».** Транзакции блокчейн являются неизменными и будут видны всем, у кого есть доступ к сети, что уменьшает вероятность мошенничества.

**«Предотвращение краж».** Блокчейн может содержать удостоверение личности с фотографией для повышения мер безопасности и уменьшения возможности кражи [2].

На данный момент технология блокчейн уже реализована во многих транспортных компаниях.

### РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИИ БЛОКЧЕЙН В МИРЕ

■ Практическим примером реализации этой технологии является система «Платон», имеющая перспективную возможность интегрировать весь комплекс данных не в базу данных оператора системы, а в публично доступный распределенный реестр (регистр). Если в такой же регистр будет

записываться информация о функционировании двигателя в процессе эксплуатации, расходе топлива и др., появится возможность строить предиктивные модели по ремонту и эксплуатации. Например, многие авиационные компании собирают данные в процессе эксплуатации для последующей оценки необходимости и оперативности замены деталей и проведения ремонтов. Также эта информация может быть использована для страхования грузов (так называемая страховая телематика, когда тариф зависит от условий эксплуатации).

В феврале этого года был подписан меморандум о сотрудничестве между компанией ООО «ГК Новотранс» и блокчейн-оператором Universa. Основной задачей проекта является оцифровка вагонов, перевод их текущего состояния (погрузка, разгрузка, расположение) на блокчейн, добавление цифровой истории железнодорожного транспорта со всеми деталями и спецификой технологического обслуживания.

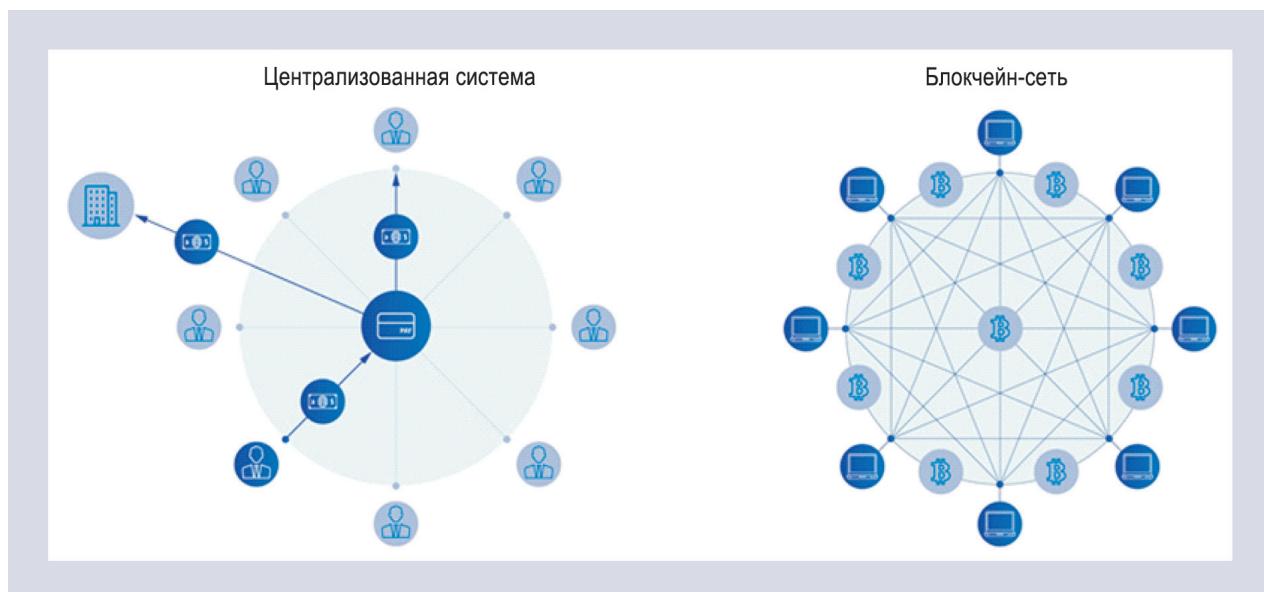
Логистика рассматривается как одно из приоритетных применений технологии блокчейн. Компания MTI (Marine Transport International (UK) Limited) первой в мире запустила публичную блокчейн-систему для контейнерных перевозок. Страхование грузов при перевозке – чрезвычайно перспективная отрасль применения технологии. Перспективы связаны с так называемым механизмом умных контрактов. Smart contracts

– это механизм программируемого выполнения транзакций в блокчейн-реестрах. Транзакции в реестре могут содержать предопределенные (в смысле строгого задания последовательности) шаги (этапы), которые будут выполняться после завершения предшествующих [3].

В качестве примера предопределенной последовательности можно привести правило, что запись о передаче какого-либо груза в адрес клиента формируется только после того, как обработан платеж от него. Таким образом, каждая предопределенная цепочка транзакции создает и освобождает следующую цепочку. Если одна цепочка транзакции не выполняется должным образом, следующая цепочка не может быть завершена. Благодаря такому механизму (криптографически защищенному) блокчейн-реестры могут моделировать выполнение действий без посредников. Для страховок – это компенсации, которые должны выплачиваться (выполняться) только после выполнения предварительных условий.

Дополнительно стоит отметить такое направление, как Blockchain-as-a-Service (BaaS), которое упростит применение ИТ-технологий, предлагая готовые решения [4].

Исследовательский институт компании Toyota инициировал создание мобильного блокчейн-консорциума. Консорциум сосредоточен на поиске решений для обмена данными между транспортными компаниями; P2P-транзакций (пря-



мых расчетов) для транспортных компаний; страховок, зависящих от режима использования транспортных средств.

В ноябре 2016 г. компания HashCoins презентовала в Эстонии и России рабочий прототип сервиса учета транспортных средств на блокчейне Emer. Открытый реестр транспорта представляет собой распределенную базу данных, в которой хранится информация о транспортных средствах и всех совершенных с ними действиях. Предполагается, что правом создания, редактирования и удаления записей обладает только соответствующая госструктура (например, департамент). Дополнительные сведения о технических осмотрах и страховых случаях вносят сторонние организации. При этом валидность данных подтверждается ключами организаций, информация о которых есть в профильном ведомстве. Все записи реестра синхронизируются по всей сети Emer между всеми участниками. Таким образом, у всех участников сети хранится полная копия всех данных [5].

Логистическая компания Ryder использует блокчейн для хранения отчетов, которые водители грузовых машин заполняют до и после поездки. В отчете прописывается техническое состояние транспортного средства, отражаются сроки и параметры технического обслуживания. Распределенный реестр позволяет хранить полную историю поездок и операций по обслуживанию автомобилей на протяжении всего жизненного цикла.

#### ФАКТОРЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ БЛОКЧЕЙН В ОАО «РЖД»

Подход с использованием распределенного реестра на основе блокчейн всегда будет конкурировать с моделью на основе базы данных, хотя ее распределенность не имеет решающего характера для информационной системы. Решения на платформе блокчейн также имеют и свои недостатки. К ним относятся:

медленная скорость обновления информации, обусловленная вводом данных в блокчейн и требующая достижения распределенного консенсуса;

быстрый рост требования по доступной памяти (данные копируются по всем узлам).

Это означает, что нужно иметь основания для выбора реализации решений именно на базе блокчейн. Для рассмотренных проектов таким основанием может служить отсутствие одной структуры (курирующей, моделирующей), отвечающей за все операции. Например, в проектах с ремонтами транспорта, где транспорт разных владельцев ремонтировался разными организациями. Решение с существованием здесь какого-то одного «регулятора» вряд ли возможно.

Другая причина – экономическая нецелесообразность централизации. Распределенное решение может оказаться дешевле. Основная идея блокчейн-регистра – это подтверждение действия (фактов) в ситуации, когда «все всем не доверяют». В перевозках такая ситуация характерна для глобальных (международных) операций [6].

Область сценариев эффективного применения технологии блокчейн лежит в организации эффективного взаимодействия участников рынка железнодорожного транспорта. Это ОАО «РЖД», производители железнодорожной продукции, владельцы подвижного состава, сервисные и ремонтные компании, грузоотправители, а в перспективе и пассажиры. Применение блокчейн будет наиболее эффективным в работе распределенного реестра цифровых паспортов железнодорожной продукции, системы управления эксплуатацией и обслуживанием подвижного состава и системы взаимодействия с грузоотправителями и пассажирами.

К основным сдерживающим факторам при внедрении технологии блокчейн в транспортной отрасли можно отнести отсутствие нормативной базы, регламентирующей деятельность участников рынка в новых условиях; необходимость объединения усилий участников рынка, а также низкую технологическую готовность. Кроме того, сложности связаны с безопасностью и конфиденциальностью данных при использовании публичных сетей блокчейна и с зависимостью от оператора сети блокчейна в случае применения частной сети [6].

Тем не менее, основными преимуществами применения технологии

блокчейн в железнодорожной логистике можно считать:

минимизацию влияния человеческого фактора за счет использования смарт-контрактов;

возможность создания умных контейнеров, которые сами определяют путь следования от отправителя к получателю;

упрощение оформления и обработки перевозочных документов;

прозрачность цепочки поставок и возможность определения контрафактной продукции;

возможность создания надежной масштабируемой инфраструктуры для обработки больших объемов данных, получаемых от датчиков в соответствии с концепцией интернета вещей.

Данный краткий обзор затронул только незначительную часть возможностей применения технологий блокчейн. Мы бы хотели пригласить к разговору о применимости блокчейн в технологических процессах нашей компании как можно более широкий круг участников. Надеемся, что площадка журнала станет местом интеграции новаторских идей применимости новых технологий.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Свон М. Блокчейн: Схема новой экономики. М.: Олимп-бизнес, 2017. – 240 с.
- Blockchain in Transport Alliance [Электронный ресурс]. URL: <https://bita.studio/>.
- Приложения блокчейн на транспорте / Д.Е. Намиот, О.Н. Покусаев, В.П. Куприяновский, А.В. Акимов // International Jurnal of Open Information Technologies. 2017. Т. 5, № 12. С. 130–134.
- Distributed ledger technology in payments, clearing, and settlement / Mills D. etc // Finance and Economics Discussion Series 2016-095. Washington: Board of Governors of the Federal Reserve System, 2016. DOI: <https://doi.org/10.17016/FEDS.2016.095>.
- Клечиков А.В., Пряников М.М., Чугунов А.В. Блокчейн-технологии и их использование в государственной сфере // International Jurnal of Open Information Technologies. 2017. Т. 5, № 12. С. 123–129.
- Харин О.В. Существует разрыв между пониманием целесообразности использования технологии блокчейн и ее практическим применением : интервью [Электронный ресурс] // РЖД-Партнер.ru. 2018. 6 марта. URL : <http://www.rzd-partner.ru/zhd-transport/interview/sushchestvuet-razryv-mezhdu-ponimaniem-tselesoobraznosti-ispolzovaniya-tehnologii-blokcheyn-i-ee-pr/>?sphrase\_id=35785.

# НОВЫЕ ТРЕБОВАНИЯ И ФУНКЦИИ В ЖИЗНЕННОМ ЦИКЛЕ МПСУ ЖАТ



**ВАСИЛЬЕВ**  
Антон Юрьевич,  
главный специалист  
производственного отдела  
ООО «ЛокоТех-Сигнал»



**СИМАКОВ**  
Андрей Вячеславович,  
руководитель направления  
по информационной  
безопасности  
ООО «ЛокоТех-Сигнал»



**ГРОСС**  
Вадим Александрович,  
технический директор  
ООО «ЛокоТех-Сигнал»

С января этого года вступил в силу Федеральный закон «О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации» [1], устанавливающий требования к защите объектов критической информационной инфраструктуры (КИИ). В соответствии со статьей 2 к ним отнесены и объекты транспорта.

■ Положения нового закона и подзаконных актов органов исполнительной власти (Федеральной службы по техническому и экспортному контролю – ФСТЭК России и Федеральной службы безопасности – ФСБ России) предъявляют не только новые требования к существующим участникам процесса, но и порождают новые функции, а также новых участников процесса обеспечения безопасности в рамках жизненного цикла систем.

В настоящее время базовые требования к обеспечению функциональной и информационной безопасности микропроцессорных систем управления железнодорожной автоматики и телемеханики (МПСУ ЖАТ) определены сериями стандартов IEC 61508 [2] и IEC 62443 [3]. Принципы управления дестабилизирующими факторами, описанные в данных стандартах, обеспечивают устойчивое функционирование систем и достижение требуемых показателей безопасности. При этом необходимо отметить, что на сегодняшний день именно угрозы безопасности информации являются одними из самых актуальных факторов, вли-

ющих на выполнение МПСУ ЖАТ своих функций.

Этапы жизненного цикла МПСУ ЖАТ по IEC 62443 и IEC 61508 представлены на рисунке. Мы проанализировали влияние новых нормативных требований на них. В таблице отражены этапы, на кото-

рых появляются новые участники процесса и их роли, а также новые функции существующих участников процесса.

Как видно из таблицы новые требования оказывают влияние на большинство этапов жизненного цикла. Именно на этих этапах про-



Жизненный цикл функциональной и информационной безопасности МПСУ ЖАТ согласно стандартам IEC 61508 и IEC 62443

Наименование этапа жизненного цикла системы (IEC 61508)	Требования 187-ФЗ и подзаконных актов Госрегуляторов	Требования к процессу обеспечения функциональной безопасности		Требования к МПСУ ЖАТ	
		Новые участники процесса и роли	Новые функции существующих участников процесса	Новые требования к МПСУ ЖАТ	Влияние на существующие требования к МПСУ ЖАТ
Определение системы и условий применения	Категорирование	Участник: ФСТЭК России Роль: Госрегулятор Функции: формирование и ведение реестра значимых объектов КИИ (п. 2, п. 5, п. 6, п. 12, п.13 приказа ФСТЭК России от 6.12.2017 № 227, ч. 12., ст. 7 ФЗ-187)	Субъект КИИ: Владелец МПСУ ЖАТ Функции: выполнение категорирования МПСУ ЖАТ (ст. 7 ФЗ-187, п. 2 – п. 18 Правил категорирования объектов КИИ, утвержденных постановлением Правительства РФ от 8.02.2018 № 127)	–	–
Проектирование	Проектирование в соответствии с категорией	–	Субъект КИИ: Владелец МПСУ ЖАТ Функции: формирование требований к проектированию системы (п. 7, п. 8, п. 10 – п. 11.3, п. 29 приказа ФСТЭК № 239, п. 2., ст. 10. 187-ФЗ)	Выполнение требований п. 7, п. 8, п. 10 – п. 11.3, п. 29 приказа от 25.12.2017 № 239, п. 2., ст. 10. 187-ФЗ	Проектирование СЗИ определенного класса защищенности в соответствии с категорией системы. Интегрирование с Государственной системой обнаружения, предупреждения и ликвидации последствий компьютерных атак (ГосСОПКА).
Изготовление	Изготовление СЗИ, встроенных в ПО	Участник: Интегратор СЗИ Роль: Интегратор Функции: изготовление и сертификация СЗИ встроенных в ПО (п. 27, п. 29 приказа ФСТЭК № 239)	–	Выполнение требований п. 27, п. 29 приказа ФСТЭК № 239	Необходимость изготовления СЗИ определенного класса защищенности встроенных в ПО
Валидация	Подтверждение отсутствия уязвимостей	Участник: Эксперт в области ИБ Роль: Аттестатор Функции: подтверждение соответствия МПСУ ЖАТ требованиям безопасности информации (п. 12.6 приказа ФСТЭК № 239)	–	–	–
Приемка системы	Аттестация	Участник: организации, лицензированные ФСТЭК Роль: Аттестатор Функции: аттестация системы на соответствие требованиям защиты информации (п. 12.7 приказа ФСТЭК № 239)	–	Выполнение требований п. 12.4, п. 12.5, п. 12.7 приказа ФСТЭК № 239	Разработка программы и методики испытаний с учетом требований безопасности информации
Эксплуатация и техническое обслуживание	Взаимодействие с ГосСОПКА	Участник: ФСБ России Роль: Госрегулятор Функции: обеспечение безопасности МПСУ ЖАТ (ст. 10 187-ФЗ)	Субъект КИИ: Владелец МПСУ ЖАТ Функции: обеспечение непрерывного взаимодействия с ГосСОПКА (пп. 4. п. 2. ст. 10 187-ФЗ)	–	–
Контроль эксплуатационных параметров	Внешний аудит	Участник: ФСБ России, ФСТЭК России Роль: Госрегулятор Функции: государственный контроль в области обеспечения безопасности объектов КИИ (п. 2., п. 3, ст. 13 187-ФЗ)	Субъект КИИ: Владелец МПСУ ЖАТ Функции: соблюдение требований 187-ФЗ и подзаконных актов	–	–
Модификация и модернизация	Модернизация систем, находящихся в эксплуатации на момент вступления в силу 187-ФЗ	–	Субъект КИИ: Владелец МПСУ ЖАТ Функции: формирование требований к проектированию системы (п. 7 – п. 11.3, п. 29 приказа ФСТЭК № 239)	Выполнение требований п. 9, приказа ФСТЭК № 239 для систем, находящихся в эксплуатации	Необходимость пересмотра существующих требований в области ИБ в соответствии с приказом ФСТЭК №239

исходит определение требований к системе, их реализация и контроль выполнения.

На этапе «Определение системы и условий применения» субъекту критической информационной инфраструктуры необходимо определить категорию системы в соответствии с критериями значимости, указанными в Правилах категорирования [4]. Для этого владелец системы в течение года с

момента вступления в силу Правил должен выполнить требования пп. 2–18, а именно: создать комиссию; сформировать исходные данные и провести категорирование системы в соответствии с критериями значимости; утвердить акт категорирования системы; направить сведения о категорировании системы Госрегулятору (ФСТЭК России).

Таким образом, на данном этапе возникает новая роль –

«Госрегулятор». В соответствии с Указом Президента РФ [5], он является федеральным органом исполнительной власти в области обеспечения безопасности КИИ. ФСТЭК России при этом осуществляет формирование и ведение реестра значимых объектов КИИ в соответствии с приказом ФСТЭК России [6].

На следующем этапе «Проектирование» необходимо учесть

требования к обеспечению безопасности в соответствии с категорией системы, определенной ранее. Владелец системы должен сформировать требования для ее проектирования с учетом положений пп. 7, 8, 10–11.3, 29 приказа ФСТЭК России № 239 [7] и п. 2, ст. 10 187-ФЗ [3].

При проектировании системы необходимо определить цели и задачи обеспечения ее безопасности; перечень типов объектов защиты системы; применяемые организационные и технические меры; этапы создания подсистемы безопасности; требования к применяемым программным и программно-аппаратным средствам и к информационному взаимодействию с иными объектами (информационными системами и др.); способы непрерывного взаимодействия проектируемой системы с Государственной системой обнаружения, предупреждения и ликвидации последствий компьютерных атак (ГосСОПКА).

На этапе «Изготовление» необходимо учесть требования пп. 27 и 29 приказа ФСТЭК России № 239 [7]. В соответствии с данными требованиями для защиты системы в приоритетном порядке должны применяться средства защиты информации, встроенные в программное обеспечение, а также быть определен класс средств защиты в зависимости от категории системы. На данном этапе появляется роль «Интегратор», функция которого заключается в изготовлении и подтверждении соответствия средств защиты информации.

На этапе жизненного цикла «Валидация» осуществляется подтверждение соответствия системы требованиям безопасности информации. По результатам анализа уязвимостей подтверждается, что в системе отсутствуют уязвимости, как минимум содержащиеся в базе данных угроз ФСТЭК России, или выявленные уязвимости не приводят к возникновению угроз безопасности информации в отношении системы (п. 12.6 приказа ФСТЭК России № 239 [7]). Здесь возникает роль «Аттестатор»,

функция которого заключается в проведении анализа уязвимостей системы, определении достаточности мер и средств защиты информации для нейтрализации уязвимостей и подготовки экспернского заключения о соответствии системы требованиям безопасности информации.

В соответствии с данными требованиями (пп. 12.4, 12.5 и 12.7 приказа ФСТЭК России № 239 [7]) на этапе «Приемка системы» должна быть разработана программа и методика испытаний с учетом требований безопасности информации, а также подтверждено соответствие системы установленным нормам по обеспечению безопасности. Оценка соответствия требованиям по защите информации системы может проводиться в форме аттестации системы, которую осуществляют организации, имеющие лицензию ФСТЭК России на данный вид деятельности. Таким образом, на этапе приемки также участвует «Аттестатор».

На этапе «Эксплуатация и техническое обслуживание» владелец системы должен обеспечить непрерывную передачу информации обо всех инцидентах, связанных с информационной безопасностью, в систему ГосСОПКА (требования пп. 4 и 2. ст.10 187-ФЗ [1]).

Государственный контроль в области обеспечения безопасности объектов КИИ осуществляется на этапе «Контроль эксплуатационных параметров». Основания для осуществления «Госрегулятором» плановых и внеплановых проверок определены в пп. 2 и 3, ст. 13 187-ФЗ [1].

Особое внимание в приказе [7]делено объектам КИИ, находящимся в эксплуатации на момент вступления в силу 187-ФЗ [1]. На этапе жизненного цикла «Модификация и модернизация» данные объекты (системы) в соответствии с п. 9 приказа ФСТЭК России № 239 [7] подлежат модернизации или дооснащению средствами защиты информации. Требования к модернизации системы аналогичны требованиям, предъявляемым на этапе «Проектирование».

Рассмотренные требования законодательной базы в области обеспечения информационной безопасности объектов критической информационной инфраструктуры определяют единые подходы к обеспечению информационной безопасности и являются обязательными для реализации в системах, обеспечивающих функционирование экономикообразующих предприятий промышленного сектора, связи, транспорта и ключевых государственных отраслей.

Новые требования затронут всех участников рынка микропроцессорных систем управления, поэтому в настоящее время первоочередными задачами являются выработка подходов и принципов их реализации, учитывая специфику систем железнодорожной автоматики и телемеханики, формирование отраслевых нормативных требований и единых критерии подтверждения соответствия.

#### ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ

1. Федеральный закон «О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации» от 26.07.2017 № 187-ФЗ.

2. IEC 61508 «Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems».

3. IEC 62443 «Industrial communication networks – Network and system security».

4. Правила категорирования объектов критической информационной инфраструктуры Российской Федерации, утвержденные постановлением Правительства РФ от 8 февраля 2018 г. № 127 «Об утверждении Правил категорирования объектов критической информационной инфраструктуры Российской Федерации, а также перечня показателей критериев значимости объектов критической информационной инфраструктуры Российской Федерации и их значений».

5. Указ Президента РФ от 25.11.2017 № 569 «О внесении изменений в Положение о Федеральной службе по техническому и экспортному контролю, от 16.08.2004 г. № 1085».

6. Приказ ФСТЭК России «Об утверждении Порядка ведения реестра значимых объектов критической информационной инфраструктуры Российской Федерации» от 6.12.2017 № 227.

7. Приказ ФСТЭК России «Об утверждении Требований по обеспечению безопасности значимых объектов критической информационной инфраструктуры Российской Федерации» от 25.12.2017 № 239.



**ЕФАНОВ**  
Дмитрий Викторович,  
руководитель направления  
систем мониторинга  
и диагностики,  
ООО «ЛокоТех-Сигнал»,  
д-р техн. наук



**ХОРОШЕВ**  
Валерий Вячеславович,  
Российский университет  
транспорта (МИИТ), аспирант  
кафедры «Автоматика,  
телеинформатика и связь  
на железнодорожном  
транспорте»

**Аннотация.** В статье представлены концептуальные решения по повышению надежности работы систем сортировочных горок. Проведен анализ наиболее уязвимых мест основных устройств автоматики горочных систем централизаций. Предлагается подход, связанный с расширением диагностических параметров для непрерывного мониторинга ряда сложных технических подсистем и устройств автоматики. Уделено внимание проблеме автоматической программной обработки диагностических данных для повышения достоверности диагноза и прогноза.

УДК 681.518:656.257

# ПРОБЛЕМЫ НЕПРЕРЫВНОГО МОНИТОРИНГА УСТРОЙСТВ АВТОМАТИКИ НА СОРТИРОВОЧНЫХ ГОРКАХ

**Ключевые слова:** сортировочная горка, устройства автоматики, непрерывный мониторинг, автоматизация обслуживания, безотказность

■ Оборудование объектов железнодорожной инфраструктуры, в том числе устройств и систем автоматики, средствами периодического и непрерывного мониторинга позволяет получать оперативную информацию об их техническом состоянии. Это, в свою очередь, повышает достоверность прогноза дальнейших изменений [1]. Использование средств мониторинга дает возможность получения более полной картины о состоянии устройства, чем при ручном диагностировании, поэтому может стать предпосылкой к предотвращению нарушений в технологических процессах.

Средства непрерывного мониторинга устройств автоматики широко распространены на магистральных железных дорогах ОАО «РЖД». Их также используют на сортировочных станциях [2]. Однако на практике средств автоматического измерения параметров устройств ЖАТ оказывается недостаточно для формирования эффективных решений по обслуживанию и ремонту горочных устройств. Тем не менее, некоторые измерительные работы удается автоматизировать. Эта тема не раз освещалась на страницах журнала [3–5]. Производители систем мониторинга на магистральном транспорте зачастую стыкуют свои системы с системами управления технологическими процессами на сортировочных станциях, отображают данные в удобной для восприятия форме. Однако этим и ограничиваются, не позволяя использовать все функциональные возможности современных аппаратных и про-

граммных средств обработки информации.

Многообразие средств автоматики на сортировочных станциях определяет и некоторые сложности в организации системы их мониторинга. При мониторинге нельзя также не учитывать дестабилизирующие факторы со стороны других объектов железнодорожной инфраструктуры и подвижных единиц. Приведем несколько важных, на наш взгляд, примеров.

На сортировочных горках производится роспуск тяжеловесных составов, вес которых составляет порядка 20 т на ось. Воздействия такого рода отцепов на железнодорожное полотно увеличивает его износ вплоть до увода колеи в сторону, что приводит к изгибу рельсов (рис. 1). При проходе длинных отцепов по такой извилистой кривой рельсовый путь испытывает избыточное давление на внутреннюю часть головки рельса, противоположного направлению отклонения состава по стрелочному переводу. Особенно сильному износу подвержены головные стрелки и первые пучковые (рис. 2).

Головные стрелки испытывают самый сильный износ под весом отцепов. Происходит вытачивание остряков по всей длине, стачиваются соединительные рельсы, разбиваются и стачиваются контррельсы, усовики и крестовина, разбиваются крепления в корнях остряков и др. Эпюру стрелочного перевода со временем от нагрузок уводит. Появляются такие отклонения в содержании, как задирание остряка, искривление соеди-



РИС. 1



РИС. 2

нительных рельсов, увеличение ширины колеи, неравномерность укладки на башмаки остряков, отсутствие укладки остряков по остоожке. При уводе стрелочного перевода увеличивается износ всех болтовых соединений и разбиваются втулки, что способствует появлению люфтов и зазоров между остряком и рамным рельсом более 4 мм. Таким образом, под воздействием погодных условий и тяжелых отцепов пути сортировочных горок быстро приходят в негодность. Все отклонения от норм на стрелочных переводах приводят к деструкции устройств горочной автоматики. К примеру, из-за задранного остряка увеличиваются сила и время перевода стрелки, что, в свою очередь, влияет на болтовые соединения и узлы стрелочного электропривода. При дальнейшей такой эксплуатации возникают отказы и в самом устройстве автоматического перевода стрелок.

■ Следующим этапом повышения перерабатывающих способностей сортировочных горок может стать повышение перевозимого веса и увеличение нагрузки на ось, но инфраструктура горок на данный момент не готова к такому этапу развития технологий. Хотелось бы обратить внимание инженеров и разработчиков на проблему организации периодического и непрерывного мониторинга устройств автоматики на сортировочных станциях.

Все устройства горочной автоматики представляют собой в техническом плане структурно сложные системы, взаимодействующие между собой и подвижными единицами. Можно сказать, что каждый технический объект автоматики образует свой кластер в сложном организме горочной централизации. Однако сегодня нет наиважнейшего компонента

этой системы – качественного и полного мониторинга основных параметров средств автоматики.

В настоящее время для обеспечения бесперебойной работы устройства используются некоторые средства контроля наличия питающего напряжения и токов. Но «бесперебойно» вовсе не означает «правильно»! Устройство может продолжать работать, но не будет отвечать эксплуатационным требованиям. По этой причине необходим более детальный мониторинг устройств и выбор большего количества измерительных параметров. Необходимо реализовывать систему интеллектуального мониторинга, способного на программном уровне самостоятельно производить анализ состояния устройств не по эталонным пороговым отметкам, внесенным в память системы [1].

В горочных системах автоматики имеется некий спектр параметров, которые контролируются и выводятся в виде диаграммы на автоматизированное рабочее место (АРМ). Для качественного контроля и прогнозирования дальнейшего функционирования горочных систем необходим контроль и анализ гораздо большего числа параметров устройств, а также важна правильная организация работы обслуживающего персонала при возникновении неисправностей для быстрого реагирования и устранения их последствий.

■ Каждое из обозначенных на рис. 3 горочных устройств требует контроля рабочих параметров для поддержания его работоспособного состояния. К примеру, устройства дополнительного контроля занятости стрелки РТД-С в спаренном исполнении (два стоящих накрест комплекта) требуют контроля напряжений в двенадцати точках электрической схемы. В

одиночном исполнении количество контрольных точек сокращается наполовину. При использовании радиотехнических датчиков требуется качественное питание для нормальной и корректной работы.

Помимо напряжений необходимо контролировать направленность приемных и передающих модулей ПРМ и ПРД относительно друг друга и уровня головки рельса. На данный момент эта работа производится вручную с использованием рулетки и отнимает много времени. При производстве измерений присутствует большая погрешность. В случае некачественной установки стоек и блоков возможны ложные освобождения во время проезда отцепа.

В отдельных случаях за время эксплуатации не исключены неисправности блоков ПРМ, например, такие как зависание. В результате управляющее напряжение на реле может сохраняться при прохождении отцепа между блоками ПРД и ПРМ. Такое неисправное состояние обнаруживается только в случае прохождения отцепа, когда горочная система выявляет несоответствие занятия рельсового участка и свободности комплекта РТД-С.

Решением обозначенной проблемы может стать обустройство комплексного мониторинга устройств РТД-С для непрерывного их контроля и диагностирования. Для этого необходимо развернуть сенсорную сеть на устройствах автоматики, интегрировать измерительные контроллеры в блоки РТД-С и по беспроводной сети связать их с постом централизации, а диагностическую информацию вывести для анализа в АРМ. Снабжение РТД-С диагностическими средствами позволит избавиться от проблемы зависания блоков и своевременно выявлять отказы и сбои. Все это возможно осуществить уже

сегодня используя современные технологические решения [6].

В процессе эксплуатации выявились наиболее слабые стороны приемных блоков РТД-С. Чаще всего отказывают СВЧ-диод VD1 (КД421А), K461ИЕ8, K544D2A, высыхают конденсаторы С11, 14-17. Повреждение одного из этих элементов выводит из строя весь рабочий комплект РТД-С на стрелке. Выявление причины производится только при ремонте в КИПе, когда уже произошел отказ. Благодаря внедрению средств автоматизации измерений решится проблема диагностирования блоков ПРМ, а полученная с диагностических контроллеров информация позволит прогнозировать сдвиг параметров и ухудшение параметров работы устройств РТД-С.

РТД-С введены в эксплуатацию в 80-х годах прошлого века. Надежность данных устройств находится на низком уровне и необходимо разработать замещающие устройства для модернизации горочных устройств контроля стрелочного участка.

Еще одним дополнительным устройством, входящим в систему горочной централизации, является индуктивно-проводной датчик

(ИПД). Он состоит из проводного шлейфа и электронного блока (БЭ), который располагается в предстрелочном участке железнодорожного пути с изоляционными вставками, оборудованного нормально разомкнутой рельсовой цепью. Блок БЭ распознает наличие подвижного состава через проводной шлейф на предстрелочном участке.

■ В комплексной системе автоматизации сортировочного процесса (КСАУ СП) имеется информация о напряжении на реле, расположенных на посту централизации. Однако для контроля работы устройства необходимо ввести методы измерения на самом проводном шлейфе, а также напряжений питания. При эксплуатации современных систем централизации измерение добротности шлейфа представляется возможным только с помощью подключения осциллографа к шлейфу.

Мониторинг необходим не только устройствам дополнительного контроля занятия стрелочного участка, но и основным средствам автоматики (стрелочные электроприводы и рельсовые цепи).

На сортировочных горках России используются различные

рельсовые цепи. Например, на 4-й сортировочной горке станции Санкт-Петербург-Сортировочный-Московский введены в эксплуатацию нормально разомкнутые рельсовые цепи частотой 25 и 50 Гц. На 3-й сортировочной горке той же станции используются рельсовые цепи 25 Гц и логические рельсовые цепи (на основе УФПО). Они являются основными устройствами контроля занятости стрелочного участка.

При существующих системах горочной централизации обеспечивается контроль напряжения на путевых реле. Но необходимо контролировать питающее напряжение, приходящее на трансформатор в путевой коробке стрелочного участка. При ложной свободности/ занятости пути ускоряется поиск причин, приведших к отказу, если имеется сравнение параметров питающего напряжения и выходного напряжения с трансформаторов. При непрерывном контроле питающих напряжений появляется возможность прогнозировать изменение одностороннего пробоя стрелочного участка и фиксировать проседание напряжения при понижении сопротивления балласта. А при расследовании

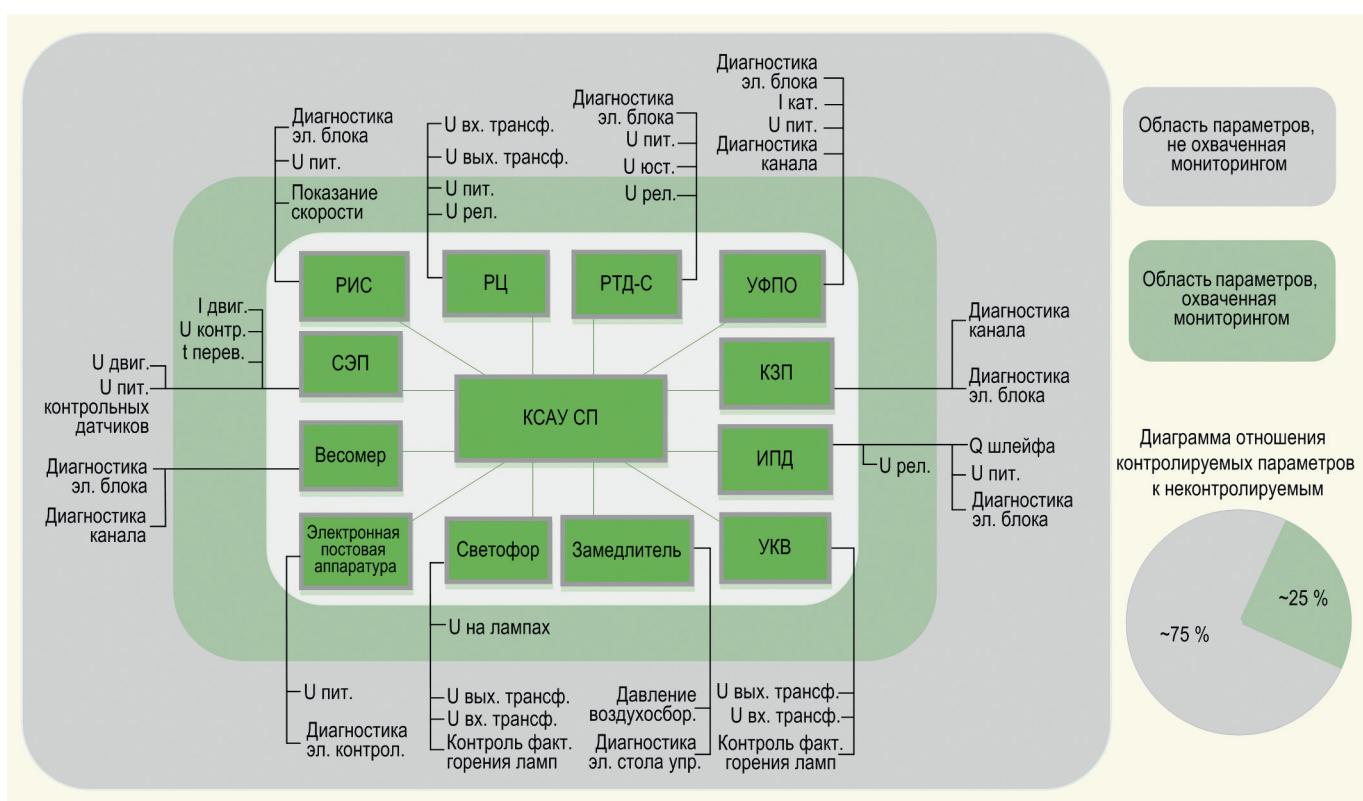


РИС. 3



РИС. 4

отказов трансформатора достаточно будет посмотреть архив с показаниями напряжений и токов, которые присутствовали на входах или выходах трансформатора.

Логические рельсовые цепи построены на основе устройства счета осей. Они имеют название – устройство фиксации прохождения отцепа (УФПО), и представляют собой прямоугольные педали со встроенными двумя катушками. При прохождении колесной пары над ними в катушке возрастают ЭДС. В зависимости от того, в какой из двух катушек она возрастает, система просчитывает, в какую сторону движется колесная пара. В устройствах УФПО контролируется только целостность линии передачи, при этом индикатор педали на АРМ высвечивается красным. Из опыта эксплуатации стало ясно, что любая ошибка блока УФПО выдает «ошибку обрыва линии». Для устранения подобного отказа необходимо перезапустить блок УФПО. Из всей диагностирующей информации или сообщениях об ошибках на АРМ КСАУ-СП выдается только индикация красным об ошибке на устройстве, но род ошибки или же место неисправности не указываются.

На стрелочных переводах необходимо контролировать стрелочный электропривод и все

его характеристики. В КСАУ СП реализовано измерение тока перевода стрелки путем установки датчика Холла в шкафу питания, а также измерение напряжения на бесконтактных датчиках контроля стрелки, которые выполняются в рельйном помещении. Полученная информация позволяет проследить работу двигателя стрелочного электропривода по токовой диаграмме и при определенном уровне компетенций сделать вывод о том, в каком состоянии находится стрелочный перевод.

Токовую диаграмму работы стрелочного электродвигателя можно разделить на три части (рис. 4). На области диаграммы в зеленом прямоугольнике с номером 1 изображен скачок тока при пуске двигателя, а также усилие при старте движения остряков. После этого следует спад тока и работа двигателя при передвижении остряков.

Скачки тока на участке выделены прямоугольником желтого цвета с номером 2. Они могут означать большие усилия для перевода, что, в свою очередь, может означать неплавный перевод остряков в связи с загрязнением башмаков, сильно затянутым корнем остряков, кривизной составных деталей и др.

В синем квадрате с номером 3 изображена диаграмма замыкания

стремянного перевода в том положении, в которое его переводили. Величина тока при замыкании может сказать о плотности прилегания остряка к рамному рельсу.

При отсутствии контроля в третьей части графика будет возрастать ток в электродвигателе до тех пор, пока не начнут прокручиваться фрикционные диски в редукторе. Данная ситуация изображена на рис. 5, где в красном квадрате видны токи фрикции до того, как сработает автоворот стрелки. После активизации автоворота можно наблюдать ту же картину перевода и те же по величине токи (см. прямоугольники 4, 5, 6 на рис. 5). При данной ситуации в системе контроля будет выведено сообщение о потере контроля стрелки и о том, что произошел автоворот стрелки в положение, из которого она переводилась.

Из электрических параметров, контролируемых на горочных стрелках, измеряется еще напряжение бесконтактных датчиков автопереключателя (БДП, БДЛ). В АРМ ШН выводится фактическое напряжение на контролльном реле, как это изображено на рис. 4 в красном прямоугольнике 4 и на рис. 6. Напряжение на датчиках можно наблюдать в режиме реального времени.

■ Помимо отказов технических средств инфраструктуры имеют место и отказы микропроцессорных систем и комплектующих КСАУ СП. Такие отказы случаются редко, но на поиск их причин уходит значительное время. В состав КСАУ СП входят основной и резервный комплекты горочной автоматической централизации (ГАЦ), основной и резервный комплекты автоматического регулирования скорости скатывания отцепов (АРС), метеостанция, контрольно-диагностический комплекс станционных устройств (КДК), сервер и др. В шкафах установлена микропроцессорная аппаратура, блоки питания, проводка, компьютеры, мониторы и др. Сбой этой аппаратуры можно найти только на программном уровне. Например, отказ одного из блоков питания или контроллеров может быть обнаружен спустя некоторое время. Помимо



РИС. 5

отсутствия самодиагностирования системы минусом также является сложность перехода от основной системы к резервной и обратно.

Смоделируем ситуацию аппаратного отказа в системе КСАУ СП. Представим, что работа сортировочной горки происходит на основных комплектах ГАЦ и АРС. В случае сбоя основного комплекта ГАЦ на мониторах дежурного по горке высвечивается надпись «Нет связи с ГАЦ» вместо всех АРМов и поездного положения. Дежурный электромеханик, пользуясь инструкцией, производит переключение с основного на резервный комплект системы.

В системе не предусмотрен «горячий резерв» и переход происходит при выполнении некоторых последовательных операций. Для этого электромеханику необходимо переключить тумблер из положения «осн.» в положение «рез.», проверить включен ли резервный комплект. Если он выключен, то включить. После ручного запуска нужно через терминал запустить подсистемы. Для этого необходимо знать команды и вводить их в правильной последовательности. При этом параллельно надо следить за состоянием запуска систем ГАЦ и АРС на одном мониторе, постоянно переключаясь между программами. Эти действия отнимают время и вызывают задержки в роспуске.

Случается, что во время запуска резервной системы на экране появляется сообщение «Открыт порт 5001» или «Программа завершилась с кодом 11» и процесс запуска останавливается, никаких действий далее не происходит. Данная ситуация является нештатной. Такие ошибки не разбираются на технических занятиях. Их вывод для обслуживающего персонала нецелесообразен, так как персонал не имеет необходимых компетенций для их устранения. Данные сообщения будут полезны только производителю системы. Тем не менее, подобная информация в системе выводится.

Для обслуживающего персонала необходимо максимально упростить подобные операции до нажатия одной кнопки, что сократит потери времени и простой роспуска, либо полностью автоматизировать переход с основной

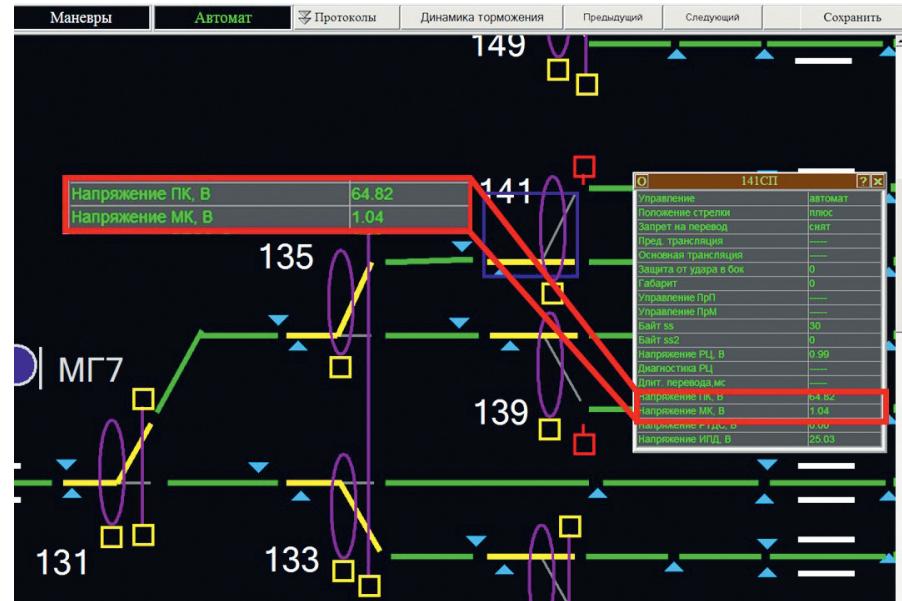


РИС. 6

системы на резервную, введя работу по системе «горячего резервирования».

■ Рассмотрим пути совершенствования средств автоматического мониторинга на примере станции Санкт-Петербург-Сортировочный-Московский, которая имеет две сортировочных горки с кардинально различными системами централизаций. На 4-й сортировочной горке эксплуатируется блочная горочная автоматическая централизация (БГАЦ) и система автоматического регулирования скорости скатывания отцепов АРС ГТСС. БГАЦ полностью релейная система. На АРМ ШН отображена мнемосхема горки с индикацией работы устройств. Вся информация для индикации поступает с реле. Никакого встроенного мониторинга не предусмотрено. Система АРС ГТСС смешанная и состоит из микропроцессорных устройств и реле. АРС ГТСС обрабатывает информацию со скоростемеров и устройств контроля заполнения путей (КЗП) и выдает команды для автоматического управления замедлителями. Встроенного мониторинга данных объектов нет.

На 3-й сортировочной горке в 2012 г. производилась реконструкция и была установлена система КСАУ СП. В эту систему встроены средства измерения токов и напряжений всех устройств, но данная система не анализирует эти данные. Сообщение об отказе

поступает в случае выхода рабочего параметра устройства за пределы нормы (реализуется стратегия пороговой диагностики). При высвечивании неисправности на АРМ электромеханику необходимо потратить время на поиск неисправности и на анализ всех рабочих диаграмм. Все это увеличивает время восстановления нормальной работы устройства и задержки в роспуске. Анализ всех ситуаций отдан оперативному персоналу (диаграмма перевода стрелки, диаграмма занятия/освобождения стрелочного участка, диаграмма торможения).

В свою очередь, при проявлении отказа оперативный персонал должен произвести расследование и изучить причину неисправности для того, чтобы произвести замену или ремонт отказавшей части устройства. При таком подходе теряется время на анализ обстановки и работы отказавшего устройства.

В настоящее время реализовано только оповещение о неисправностях в работе изолирующих стыков рельсовых цепей, завышенном времени перевода стрелки, сбоях в работах КЗП. При этом не производится анализ текущей ситуации и не дается подсказок к действиям оперативному персоналу.

■ Решением обозначенной проблемы является внедрение подсистемы анализа отклонений нормативных значений на основе современных средств интеллек-

туальной обработки информации. Такое решение возможно за счет использования нейронных сетей в обработке диагностической информации [7]. Для работы нейросети для начала вводятся условия функционирования и параметры устройств автоматики, которым они должны отвечать. Система на начальном уровне может оценивать выходы за пределы параметров и сообщать о возможных предотказах. Далее система обучается, анализируя совместную работу устройств автоматики при режиме «роспуск» в системах ГАЦ и АРС. Следующим шагом интеграции будет внедрение информации с метеостанции горки и сортировочных листов с пометками веса, категории и специальными пометками. На основании всей поступающей информации нейросеть моделирует весь процесс роспуска составов в цифровом пространстве вплоть до давления вагона на рельсовый путь и расчета «парусности» вагона с несимметрично уложенным грузом.

Нейросеть сможет создавать в своем роде кибернетический черный ящик с возможностью трансляции роспуска в 3D-среде, но уже с добавлением 4-го параметра – времени. С внедрением 4D-пространственного моделирования нейросеть сможет составлять прогнозы износа объектов горочной инфраструктуры и создавать отчеты по замене и предстоящему ремонту. Помимо составления 4D-модели нейросеть параллельно будет обучаться автоматическому роспуску составов, анализируя действия дежурных по горке, и моделировать наиболее близкое к идеальному управление устройствами автоматики горок [8].

Использование подобных интегрированных сетей и алгоритмов позволит отказаться от должности дежурных по горке и построить систему централизации нового поколения – Автономную горочную автоматическую централизацию (АГАЦ) [9, 10]. Для создания такой системы горочная централизация практически готова.

Необходимо внедрение дополнительных точек мониторинга, представленных ранее для своего рода моста между реальностью

и виртуальностью. Внедрение измерительных контроллеров с расширенным спектром измерений позволит перенести реальные параметры устройств автоматики в виртуальную среду для создания 4D-модели работы горок.

Своевременное применение подобных алгоритмов диагностирования позволило бы решить проблему, возникшую в 2016 г. на станции Санкт-Петербург-Сортировочный-Московский, когда при производстве работ механик ПЧ-10 снял устройство счета осей перед весомерным участком с левой стороны пути. После окончания работ устройство счета осей было установлено в соседний шпальный ящик. Спустя некоторое время система начала давать сбои. Потребовалось долгое время на поиск причин сбоев. Были удаленно подключены даже работники Ростовского филиала АО «НИИАС». После нескольких часов расследования выяснилось, что устройства счета осей весомерного участка работают в паре (правый и левый) из-за того, что данные педали были разнесены в разные шпальные ящики. Сначала считывал оси один датчик, затем другой. Из-за разности времени считывания в систему неправильно заводились показания и происходил сбой. Установленная система не имела вывода ошибки о том, что парные датчики считают с разностью во времени. Имея в программном продукте оценочные алгоритмы, можно было бы исключить многочасовой простой сортировочной станции.

■ Комплексный мониторинг горочной инфраструктуры должен складываться не только из измеряемых параметров, но из интеллектуальных программных сред, способных автоматически анализировать характеристики устройств, создавать пространственную виртуальную модель их поведения. На основании анализа программная среда с внедрением нейросетей постепенно обучится и будет способна прогнозировать развитие отказов. Помимо этого, интеграция беспроводной среды общения датчиков позволит сократить затраты на использование многожильных кабелей и создать сеть обмена и анализа измеренных параметров. Благо-

даря маршрутизации пакетов информации при отказе какого-либо измерительного контроллера на объекте мониторинга система продолжит выполнять свои ключевые функции.

Совершенствование принципов получения и обработки диагностической информации, а также внедрение современных средств автоматического мониторинга параметров устройств горочной автоматики позволят повысить отказоустойчивость и надежность реализуемых технологических процессов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ефанов Д.В. Функциональный контроль и мониторинг устройств железнодорожной автоматики и телемеханики: монография. СПб.: ФГБОУ ВО ПГУПС, 2016. 171 с.
2. Шелухин В.И. Автоматизация и механизация сортировочных горок. М.: Маршрут, 2005. 239 с.
3. Одикадзе В.Р., Родионов Д.В. Мониторинг сортировочной горки // Автоматика, связь, информатика. 2011. № 2. С. 10–12.
4. Сергеев А.Ю., Фарапонов И.А., Аллес М.А. Автоматизация технического обслуживания горочных устройств ЖАТ // Автоматика, связь, информатика. 2013. № 11. С. 10–12.
5. Кобзев В.А., Солдатов А.А. Обслуживание устройств СЦБ на сортировочных горках // Автоматика, связь, информатика. 2017. № 8. С. 29–33.
6. 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.
7. Обухов А.Д. Инновационные подходы к автоматизации управления сортировочной станцией // Мир транспорта. 2016. Т. 14, № 4. С. 176–187.
8. IMPALA : Scalable distributed deep-RL with importance weighted actor-learner architectures [Электронный ресурс] / Espeholt L., Soyer P., Munos R., Simonyan K., Mnih V., Ward T., Doron Y., Firoiu V., Harley T., Dunning I., Legg S., Kavukcuoglu K. // arXiv:1802.01561 [cs. LG]. 2018. 20p.
9. Xue F., Luo J. Study on dispatching IDSS for railway marshalling yard // World Automation Congress (WAC). 2012. Р. 1–4. URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6321637&isnumber=6320876>.
10. Lin E., Cheng C. YardSim : A rail yard simulation framework and its implementation in a major railroad in the U.S. // Proceedings of the 2009 Winter Simulation Conference (WSC), Austin, TX, USA, 13–16 December 2009. Р. 2532–2541. DOI: 10.1109/WSC.2009.5429654.

# ВЛИЯНИЕ ЗАЗЕМЛЕНИЯ ПОСТОВ ЭЦ НА КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В СЕТИ 0,4 кВ



**ОЖИГАНОВ**  
Николай Васильевич,  
Ростовский государственный университет  
путей сообщения, доцент



**ВОЛОСОВ**  
Игорь Борисович,  
ОАО «РЖД», Восточно-Сибирская дирекция по энергоснабжению, начальник электротехнической лаборатории

Система заземления на железнодорожном транспорте зарекомендовала себя как эффективное средство обеспечения электробезопасности. Изначально считалось, что благодаря низкому сопротивлению металлоемких заземляющих устройств в аварийном режиме электропитания минимизируется риск для здоровья и жизни обслуживающего персонала и обеспечивается автоматическое отключение тока однофазного короткого замыкания на землю даже при обрыве нулевых проводников в сети электроснабжения. Вместе с тем, при использовании заземлений на электрифицированных участках дорог важно учесть сопутствующие факторы, оказывающие большое влияние на качество электропитания постов ЭЦ. Во-первых, это ближдающиеся токи различного происхождения, проникающие в заземляющие устройства и протекающие по системе нулевых проводников низковольтной сети. Во-вторых, попадающий на заземляющие устройства высокий потенциал электротяговой сети.

■ Ближдающиеся токи в сети заземляющих проводников постов ЭЦ возникают из разных источников и имеются практически на всех станциях с электротягой. Их мощность зависит от местных условий. Один из видов – токи, протекающие по заземляющим устройствам постов и нулевым проводникам питающих кабелей 0,4 кВ, вызванные несимметрией нагрузки фаз низковольтной сети. Эти токи наблюдаются в пределах станций. При наличии заземления нулевого провода трехфазной сети 0,4 кВ у источника питания КТП и повторного заземления у потребителя часть тока нулевого проводника протекает и по земле. В случае его обрыва или потери контакта на КТП или на посту ЭЦ через заземления идет весь «нулевой» ток. Поскольку инструментальный контроль целостности нулевого проводника и измерение сопротивления цепи «фаза-нуль» выполняется раз в год, аварийный режим электропитания может быть не обнаружен в течение длительного времени. В этой ситуации при однофазном коротком замыкании происходит задержка срабатывания устройств токовой защиты электропитания, и в связи с этим повышается пожароопасность.

Другим видом ближдающих токов является обратный тяговый ток электропоездов, попадающий на пост ЭЦ с перегонов по металлопокровам кабелей СЦБ и связи. Наибольшее значение он имеет при протекании по алюминиевой оболочке, обладающей небольшим сопротивлением. Металлопокровы этих кабелей на каждой строительной длине имеют заземления, расположенные в железнодорожной насыпи или вблизи железнодорожного полотна, т.е. в зоне гальванического влияния электротяги постоянного и переменного тока. Часть обратного тока тяги, протекающего по металлопокровам, приходит на пост ЭЦ и затем по нулевым жилам кабелей 0,4 кВ на си-

щитные заземления питающих подстанций. При этом чем ниже их сопротивление, тем больший обратный ток проникает в систему электропитания поста ЭЦ.

Ближдающий ток электротяги является дополнительной нагрузкой для питающих нулевых проводников. Он также негативно влияет на качество электроэнергии. На фазах «А», «В» и «С» кроме напряжений появляется дополнительный посторонний источник электроэнергии, происходит заметное смещение нуля питающей сети 0,4 кВ и возникает несимметрия фазных напряжений. Кроме того, в низковольтную сеть проникают высшие гармоники тягового тока.

В прошлом году на посту ЭЦ станции Тыреть Восточно-Сибирской дороги с этим явлением столкнулись при расследовании случаев периодического снижения до предельно допустимых норм напряжения одной из фаз электропитания во время следования по участку тяжеловесных поездов. При этом появлялся ток в нулевых жилах питающих кабелей 0,4 кВ.

Было установлено, что на пост ЭЦ кабельные линии связи заведены через специальный приемник. Все кабели бронированные, их броня заземлена на контур здания отдельными спусками сечением 25 мм<sup>2</sup>. Сопротивление контуров КТП-6 кВ, КТП-10 кВ и поста ЭЦ составляет 1,54, 1,67 и 2,3 Ом соответственно, т.е. не превышает допустимых норм для повторного заземления на посту ЭЦ.

Таким образом, заземление поста ЭЦ оказалось «промежуточным звеном» в цепи обратных токов электротяги, протекающих из рельсов через нулевые проводники и заземляющие устройства двух КТП (рис. 1).

В прошлом году при расследовании подобного случая на станции Персиановка Северо-Кавказской дороги была обнаружена несимметрия напряжения вследствие протекания ближдающего тока по си-

системе заземляющих и нулевых проводников постов ЭЦ. Выяснилось, что на резервном питании от КТП системы «два провода – рельс» ДПР по сети нулевых проводников протекают не только токи электротяги, но и токи нагрузки потребителей поселка железнодорожников. При этом возникала несимметрия фазных напряжений, а также значительное отклонение междуфазового угла сети 0,4 кВ от норм (120°эл.).

В результате на новом посту ЭЦ срабатывала совмещённая питающая установка, отключающая электропитание при отклонении этого показателя. Аппаратура обесточивалась, поэтому перерывы в электроснабжении не были связаны с эксплуатацией. Подобные случаи систематически происходят после реконструкции постов ЭЦ, и их расследования становятся все более обременительными для специалистов дистанций СЦБ и электроснабжения.

Хотя аварийные отключения во внешней высоковольтной сети, как правило, случаются не по технологическим причинам, при разработке новых устройств ЖАТ необходимо учитывать факторы, вызывающие нестабильность напряжения и отклонение междуфазового угла в низковольтной сети.

Блуждающие токи электротяги в различной степени имеются во всех заземленных металлопокровах. На участке Тихорецкая – Бурсак Северо-Кавказской дороги этот ток был обнаружен при поиске источника помех в линиях СЦБ и связи. На некоторых межподстанционных зонах в заземляющих устройствах и металлопокровах кабелей вместе с обратным током электротяги практически постоянно проходил межподстанционный уравнительный ток тяговых подстанций переменного тока. Он вызван тем, что в внешней сети электроснабжения 110 кВ они подключены встречно-параллельно в разных точках, на которых напряжения и фазовые углы отличаются по величине. Этот ток протекает по контуру, образованному контактной сетью и рельсами (землей).

Еще одна разновидность блуждающего тока – ток, возникающий под магнитным влиянием электротяги на расположенные вдоль железнодорожного полотна кабельные линии СЦБ и связи. Для защиты от воздействия грозовых перенапряжений и улучшения экранирующего действия рельсов кабели укладываются вблизи рельсошпальной решетки. Однако при этом увеличивается гальваническое влияние обратного

тока электротяги, проникающего в металлопокровы, а также электромагнитная связь с контактной сетью переменного тока. В результате образуется «воздушный трансформатор», одной из обмоток которого является контактная сеть, а второй – замкнутые контуры, образованные металлопокровами кабелей СЦБ и связи и их заземляющими устройствами. Такой же контур может быть создан заземленной с двух сторон нулевой жилой PEN кабеля электропитания (см. рис. 1). При работе сети тягового электроснабжения в аварийном режиме, особенно при коротком замыкании в контактной сети, величина тока в этих контурах, а, следовательно, и в PEN-проводниках постов ЭЦ может достигать очень больших величин. При этом также возникает несимметрия напряжения в сети 0,4 кВ.

Необходимо обратить внимание на большие потери электроэнергии при протекании тока по нулевой жиле кабеля в сравнении с потерями мощности от его прохода по фазным проводникам. Это связано с особенностями учета электроэнергии в низковольтной сети. В системе электропитания постов ЭЦ нулевая PEN-жила питающих кабелей является наиболее ответственным и в то же время уязвимым элементом. Однако надо признать, что на большинстве постов ЭЦ Северо-Кавказской дороги, где еще не прошла модернизация, нулевые жили значительно тоньше фазных проводников.

На станции Тыреть Восточно-Сибирской дороги смещение нуля низковольтной сети усугублялось тем, что резервная линия электропитания 0,4 кВ состоит из нескольких кабелей и воздушной линии общей длиной 0,5 км. Повышенное сопротивление столь протяженного нулевого проводника приводит к большим смещениям нейтрали. Поэтому для обеспечения качества электроэнергии следует использовать PEN-жилы низковольтных кабелей питания постов ЭЦ большего сечения и низковольтные линии длиной не более 120–150 м.

Низкое сопротивление постов ЭЦ является «удаленной» землей, что способствует попаданию на них высокого потенциала из системы обратного тягового тока. Например, на Северо-Кавказской дороге при приближении электровоза к участку с крутым подъемом Каменская – Лихая на рельсах возникает потенциал, величиной не менее 630 В. Мощность электровозов при разгоне на участках вы-

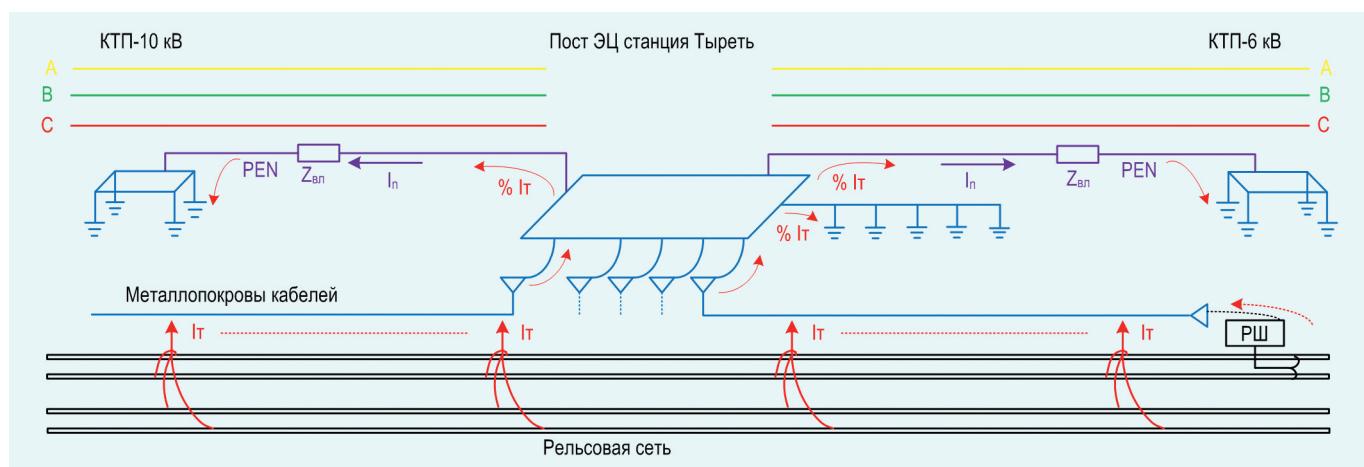


РИС. 1

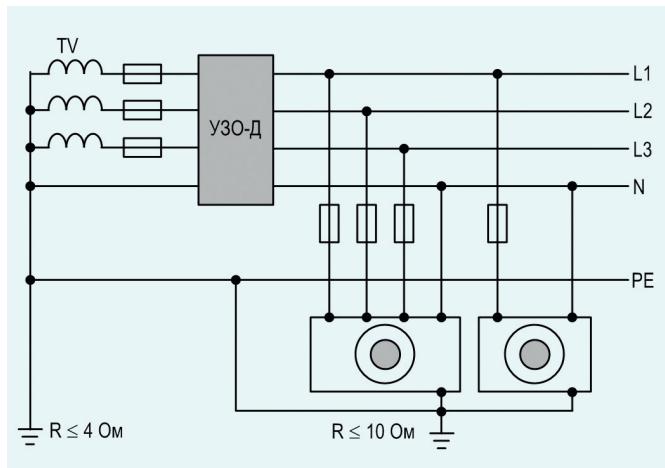


РИС. 2

сокоскоростного движения сопоставима с мощностью тяжеловесного поезда, поэтому на рельсах станций образуется не менее высокий потенциал. Следовательно, при низком сопротивлении заземляющего устройства создаются условия для появления в системе PEN-проводников постов ЭЦ блуждающих токов различного происхождения. В итоге повышается пожароопасность и возникают факторы, снижающие качество электроэнергии до недопустимого уровня. Эти факторы не зависят от деятельности персонала дистанции электроснабжения.

Рассмотрим пути выхода из создавшегося положения, в частности возможность изменения режима работы нулевого провода в трехфазной сети электропитания.

В настоящее время в цепи питания постов ЭЦ используется четырехпроводная система заземления TN-C-S с объединенными нулевым и защитным проводниками в линии между КТП-10 кВ и постом ЭЦ. Если перейти на пятипроводную систему TN-S (рис. 2) с разделенными нулевым и защитным проводниками, из цепи блуждающего тока электротяги исключается N-проводник. Однако в этой ситуации может возникнуть проблема быстрого обнаружения «скрытой» аварии.

В системе TN-C-S при нарушении контакта (обрыве) в цепи PEN-проводника сразу выключается оборудование. В системе TN-S обрыв PE-проводника может быть длительное время не замечен, что недопустимо, так как при этом не обеспечиваются условия электробезопасности.

Для решения проблемы также предлагается применение системы заземления ТТ без «металлической» связи КТП и поста ЭЦ по PE-проводнику (рис. 3). Основное ее преимущество – отсутствие цепи для блуждающих токов электротяги. Вместе с тем согласно требованию Правил устройства электроустановок (ПУЭ) [1] необходимо устанавливать устройство защитного отключения для немедленного отключения при аварии. В противном случае для потребителей, питающихся от этого КТП, нарушаются условия электробезопасности.

Следует обратить внимание, что согласно обновленной редакции ПУЭ сопротивление повторного заземлителя не нормируется. В мировой практике металлоемкие заземляющие устройства применять не принято. Для обеспечения электробезопасности в случае аварийного отключения сети вместо

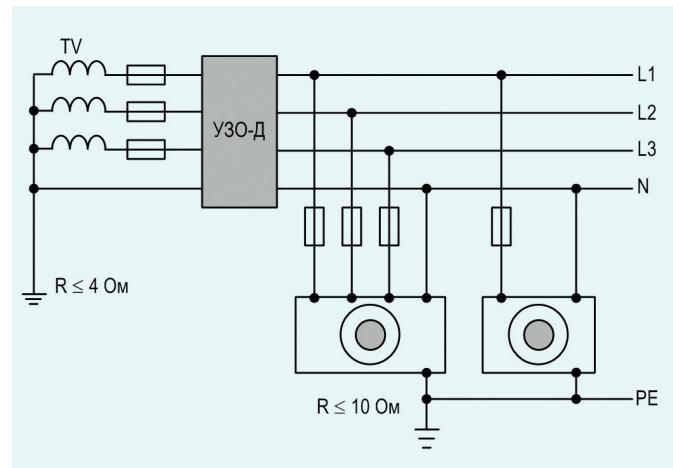


РИС. 3

предохранителей целесообразно применять более высокотехнологические устройства.

Еще одним решением может быть оптимизация системы заземления постов ЭЦ как объектов, находящихся в зоне обратных токов электротяги. Несмотря на то, что согласно ПУЭ рекомендуется выполнять одно общее заземляющее устройство, для электропитания и для заземления металлопокровов кабелей, приходящих с перегонов, принципиально возможно реализовать отдельные защитные заземляющие устройства. Благодаря этому разрывается цепь, по которой протекают блуждающие токи электротяги и нулевой ток сети 0,4 кВ. Разделение заземлений возможно выполнить, например, в кабельном приемнике, где оборудуется разделительная муфта согласно указанию Управления автоматики и телемеханики ЦДИ [2].

Систему заземления TN-C-S предпочтительнее использовать для питания постов ЭЦ, но при этом требуется корректировка нормативной документации, касающаяся минимальной нормы сопротивления повторного заземлителя, а также отделения защитного заземления сети 0,4 кВ от заземлений металлопокровов кабелей СЦБ и связи. Такое разделение позволит ограничить зону растекания блуждающих токов с перегонов и отделить их от низковольтной сети.

Следует отметить, что проблемы при обновлении, модернизации и реконструкции систем ЖАТ можно решить только совместными усилиями дистанций СЦБ и электроснабжения. Опыт показывает, что за счет установки современной железнодорожной автоматики, дорогостоящих устройств резервирования электропитания качественно улучшить систему электроснабжения удается не всегда. Прежде всего, необходимо изучить и выявить реальные возможности системы нетягового электроснабжения ОАО «РЖД» применительно к электропитанию ЖАТ. Кроме того, нужен комплексный подход, а также реализация новаторских решений с учетом специфики электроснабжения, обеспечения электробезопасности и энергосбережения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Правила устройства электроустановок : утв. Министерством энергетики РФ 08.07.2002. Введ. 01.01.2003. 7 изд. СПб.: ДЕАН, 2002. 176 с.
2. ПР 32 ЦШ 10.01-95. Правила по монтажу и прокладке кабелей СЦБ и связи [Электронный ресурс]. Введ. 01.01.1996. Доступ через ПСС «Техэксперт» (дата обращения 29.05.2018 г.).



**БЫКОВА  
Елена Владимировна,**  
ОАО «РЖД», Центральная  
станция связи, заместитель  
начальника службы  
автоматизации бизнес-  
процессов и развития систем  
управления – начальник отдела  
развития систем управления

# СУТОЧНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ РАБОТ РЕМОНТНО- ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ БРИГАД

Важнейшим направлением устойчивого функционирования и развития Центральной станции связи является повышение качества предоставления услуг связи и выполнение ключевых показателей эффективности деятельности, в том числе по росту производительности труда, за счет совершенствования технологий производственных процессов и организации труда, а также внедрения автоматизированных систем управления. О перспективах развития ЕСМА в рамках технологии индивидуального суточного планирования работ ремонтно-восстановительных бригад ЦСС и применения мобильных решений рассказано в этой статье.

■ В 2008–2016 гг. оптимизация штатной численности в подразделениях филиала производилась преимущественно за счет технической модернизации и минимально за счет изменения технологии. Дальнейшее повышение эффективности деятельности филиала потребует совместно проводимых мероприятий по модернизации инфраструктуры, пересмотру существующей технологии обслуживания устройств и совершенствованию организационной структуры.

Основным инструментом, который позволяет реализовать поставленные перед филиалом задачи, является автоматизация технологических процессов управления сетью связи и эксплуатационной работой. Особый эффект дают автоматизированные системы, которые в формализованном виде отражают бизнес-процессы и обеспечивают надежное их функционирование, повышая при этом эффективность использования ресурсов и обеспечивая снижение затрат на основе рационального планирования и распределения ресурсов. Их внедрение во многом способствует совершенствованию процесса организации управления эксплуатационной деятельностью в масштабах филиала.

При этом целесообразно обеспечить гибкость в управлении производственными процессами, в том числе эффективную поддержку принятия решений по изменению вида технического обслуживания, в зависимости от фактического состояния объектов железнодорожной электросвязи

на основе объективных данных, содержащихся в автоматизированной системе.

В прошлом году в ЦСС в рамках реализации мероприятий по совершенствованию эксплуатационной деятельности путем ввода в промышленную эксплуатацию подсистемы «Суточное планирование и контроль выполнения работ эксплуатационного персонала» решена одна из ключевых задач.

Подсистема является логическим развитием эксплуатируемого в хозяйстве связи «Модуля планирования и контроля выполнения планово-предупредительных работ» (ГТП-2 ЕСМА). Она разработана с целью автоматизации процесса ежедневного планирования работ ремонтно-восстановительных бригад по обслуживанию устройств электросвязи. Однако этим ее возможности не ограничиваются. Функционал подсистемы позволяет обеспечить работников максимально подробной информацией обо всех составляющих технологического процесса, их соответствии действующим нормативам. Также предоставляет информацию о ресурсной обеспеченности (персонал, транспорт) с возможностью внесения необходимых корректировок и формирования необходимой аналитической отчетности для руководителей подразделений филиала.

Формирование суточных планов выполнения работ по обслуживанию объектов железнодорожной электросвязи осуществляется в соответствии с Технологией организации суточного планирования

и контроля выполнения работ, утвержденной в 2015 г.

Старший электромеханик РВБ формирует суточный план, основываясь на данных ежемесячного оперативного плана. При этом бригадир учитывает приоритетность работ, исходя из текущей оперативной обстановки, состава работ, оперативного плана на месяц, а также имеющихся планов устранения замечаний по содержанию устройств электросвязи.

На сегодняшний день при внедрении первого этапа подсистемы суточного планирования для эксплуатационных подразделений ЦСС уже отмечены положительные эффекты. Среди них можно выделить следующие: отмена ручной подготовки суточных планов; автоматизация процесса формирования перечня планируемых работ по всем типам ЛР на сутки по каждому сотруднику бригады; автоматизация формирования перечня фактически выполненных работ за сутки по каждому сотруднику бригады; введение индикации ошибок планирования; автоматизация процесса назначения нескольких видов транспорта; реализация базового учета дополнительных трудозатрат персонала.

Кроме того, при реализации первого этапа подсистемы суточного планирования были учтены особенности использования автотранспорта при выполнении эксплуатационных работ, без которых подсистема не являлась законченным бизнес-процессом полного цикла. В схеме бизнес-процесса планирования автотран-

Главное окно модуля суточного планирования ЕСМА – «Форма плана»

спорта учтена уже существующая и введенная в промышленную эксплуатацию функциональность мониторинга автотранспорта, контролирующая его фактическое передвижение.

Основными пользователями подсистемы являются старшие электромеханики (бригады РВБ), сотрудники бригад, работники ЦТО, начальники участков. Для старших электромехаников подсистема суточного планирования служит гибким инструментом планирования работ бригады на предстоящие трое суток. В случае необходимости в процессе планирования для автоматически сгруппированных по заданным признакам работ (принадлежность к станции, вид ЛР, приоритет и др.) могут быть применены опции ручной сортировки отдельных работ и указания необходимых параметров. Данный функционал дает возможность старшему электромеханику настраивать рабочий маршрут каждого сотрудника бригады. Далее, с учетом фактического места базирования бригады, определяется необходимость привлечения транспортных средств для доставки сотрудников к месту проведения работ. По итогам заполнения всех данных в исполненном суточном плане отражается фактическое время начала и окончания выполнения работ.

Функциональностью подсистемы

суточного планирования предусмотрены следующие базовые возможности: включение, отмена и перенос работ, в том числе групповых; смена исполнителя работ; использование различных видов транспорта; применение утвержденных норм времени на проведение работ; контроль соответствия плана и факта выполнения работ; комплексный учет трудозатрат персонала.

Среди дополнительных функций подсистемы суточного планирования – определение в автоматическом режиме возможных ошибок в планах работ и индикация их устранения. Также учитываются плановые трудозатраты на проезд к месту проведения работ.

На текущий момент форма суточного планирования позволяет составлять план работ РВБ на предстоящие трое суток, а также просматривать в отдельной форме контроля выполнения суточного плана фактически выполненные работы по ЛР ГТП и ЛР оперативного режима.

Кроме того, подсистема суточного планирования позволяет наглядно оценить производственную загрузку сотрудников на сутки, включая непроизводственные затраты, оптимизировать маршруты передвижения эксплуатационного персонала, загрузку и потребность в автотранспорте, а также оперативно переназначить работы

при отсутствии того или иного сотрудника.

Важно отметить, что в качестве положительных эффектов от внедрения подсистемы ожидается повышение качества планирования работ РВБ и фактический учет трудозатрат в привязке к нормативному времени их исполнения. В целевом состоянии – это автоматическое формирование суточных планов работ как результат автоматизированных процессов согласования и утверждения суточных планов, а также планирования автотранспорта и формирования путевых листов.

Всего в рамках графика технологического процесса в структурных подразделениях ЦСС в 2016 г. выполнено более 16,7 млн работ силами 1,9 тыс. РВБ.

Согласно технологии организации суточного планирования и контроля выполнения работ ежедневно формируются 1,9 тыс. суточных планов для РВБ.

Снижение трудозатрат при планировании оперативного суточного плана работ руководителем РВБ составит 197,4 чел.-ч в год (при расчете за основу принят минимальный показатель при планировании 1 работы равный 1 мин).

С учетом общего количества РВБ ориентировочная экономия трудозатрат составит более 150 тыс. чел.-ч в год (с учетом фактического объема выполняемых работ).

# ПРИМЕНЕНИЕ РАДИОСТАНЦИЙ РЛСМ



**КОЗЛОВ  
Михаил Юрьевич,**  
ОАО «РЖД», Центральная  
станция связи, Самарская  
дирекция связи, главный  
инженер Уфимского РЦС



**АЛЫШЕВ  
Олег Викторович,**  
ОАО «РЖД», Центральная  
станция связи, Самарская  
дирекция связи, начальник  
участка Уфимского РЦС

**На полигоне Уфимского РЦС стационарные радиостанции РЛСМ-10-40 эксплуатируются около трех лет. Благодаря применению современных микроэлектронных компонентов они показали высокую надежность, гибкость и функциональность. При этом система мониторинга и администрирования позволяет полностью контролировать работу радиостанций в процессе эксплуатации. В статье рассказывается об опыте использования этих радиостанций на Стерлитамакском участке производства Уфимского РЦС.**

■ Как известно, стационарные радиостанции РЛСМ-10-40 отвечают современным требованиям к телекоммуникационному оборудованию и соответствуют тенденциям развития связи на сети железных дорог. Они содержат систему мониторинга и администрирования, интегрированную в ЕСМА, могут работать совместно с эксплуатируемой аппаратурой радиосвязи предыдущих поколений. Радиостанции имеют модульно-блочную компоновку, основу которой составляют модульный стационарный блок радиооборудования (МБРС) и кабельный стационарный адаптер (АКС) (см. рисунок).

На рабочем месте дежурного по станции монтируется стационарный пульт ПС с подключенными к нему микрофоном и педалью. Антенно-согласующее стационарное устройство АСУС размещается вблизи антенны КВ-диапазона. В состав блока МБРС входят крейт и съемные модули: системный СМС, приемопередатчики КВ и УКВ диапазонов МПП-02 и МПП-150, питания МП-220. Причем конструкция позволяет быстро заменять модули при обнаружении их неисправности.

Системный модуль СМС осуществляет общее управление радиостанцией, координирует работу пультов, приемопередатчиков и дополнительных устройств (ТУ-ТС, АПД, РП). Он взаимодействует по линейным интерфейсам с распорядительной станцией, а по Ethernet – с системой мониторинга и администрирования. В энергонезависимой памяти сохраняются все настройки радиостанции. Системный модуль имеет несколько вариантов исполнения, отличающихся типом линейных интерфейсов. На Стерлитамакском участке применен модуль модификации СМ-04, содержащий один цифровой Ethernet-интерфейс.

Модуль приемопередатчиков КВ диапазона МПП-02 работает в режиме одночастотного симплекса на частоте 2130 или 2150 кГц, а МПП-150 (УКВ диапазона) – одночастотного или двухчастотного симплекса по любой паре из 172 частот с шагом 25 кГц. В приемники модулей МПП-02 и МПП-150 входят: аттенюатор ВЧ сигнала, измеритель уровня приема, шумоподавитель и подавитель импульсных помех. Передатчик в этих модулях контролирует согласованность с антенной по коэффициенту стоячей волны (КСВ) и регулирует мощность передачи. Его мощность составляет  $10 \pm 5$  Вт. Тестирование радиостанции осу-

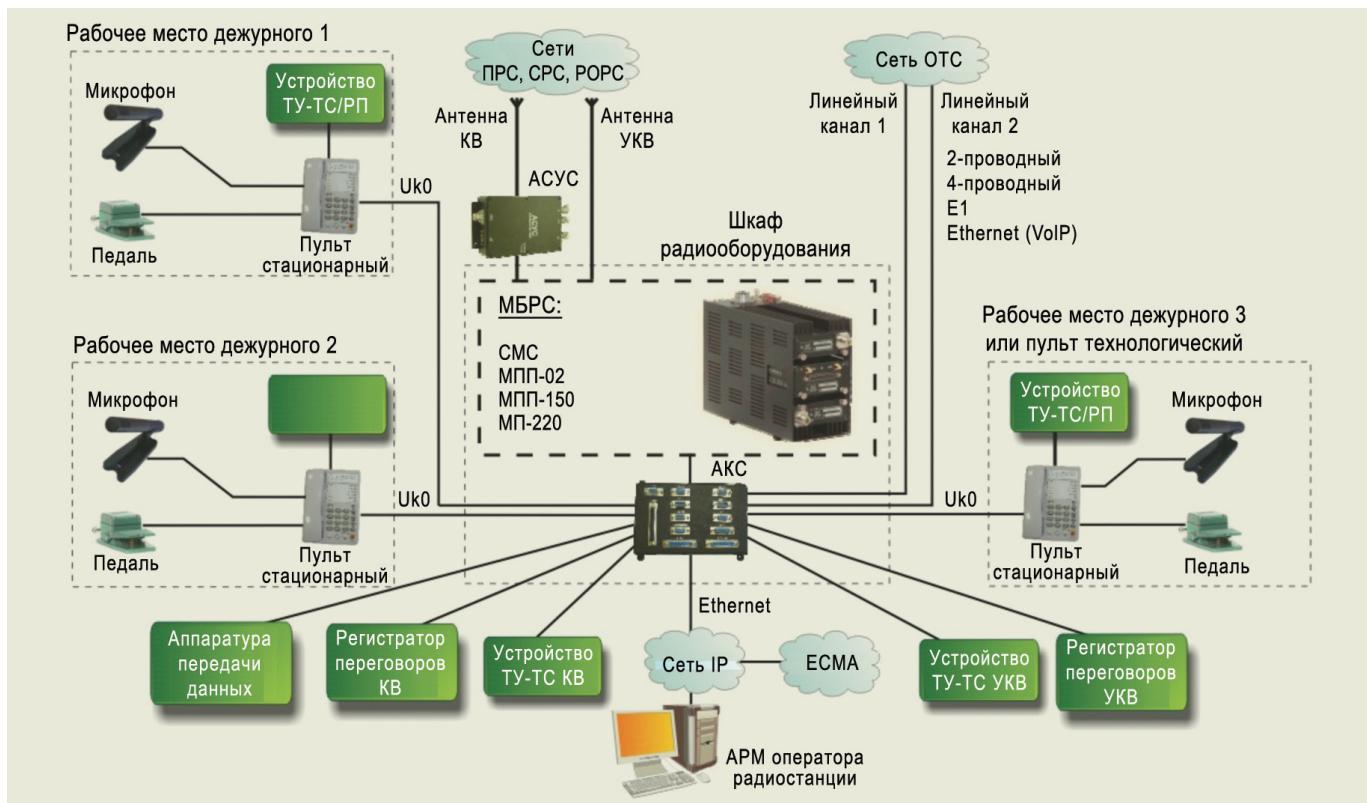
ществляется по запросу вагона-лаборатории. Модуль МП-220 обеспечивает основное и резервное питание от источника переменного тока напряжением 220 В и источника постоянного тока напряжением 48 В. При этом каналы питания организованы независимыми друг от друга. При аварии основного канала происходит автоматическое переключение на резервный без перерыва действия связи. Предусмотрена защита от перепадов и переполюсовки напряжения.

Устройство АСУС, предназначенное для согласования передатчика и антенны КВ диапазона, выполнено на микропроцессоре. Оно размещено в герметичном корпусе и имеет встроенные обогреватель и датчик температуры. Режим настройки включается на стационарном пульте или дистанционно с помощью АРМ оператора радиостанции (сменного инженера ЦТО). Для мониторинга и управления может использоваться интерфейс RS-485. При отсутствии такой возможности предусмотрен специальный алгоритм для включения настройки. Происходит это следующим образом. Системный модуль подает питание на АСУС при включенном режиме передачи. Микропроцессор определяет высокий уровень выходной мощности и включает режим настройки. Оптимальное значение КСВ отыскивается автоматически в течение 20 с. Во время настройки передатчик работает на средней частоте (2140 кГц) и с пониженной мощностью (5 Вт).

Кабельный адаптер АКС обеспечивает стык системного модуля СМС с пультами, линейными каналами, АСУС и внешними устройствами: регистраторами переговоров РП, устройствами ТУ-ТС, аппаратурой передачи данных АПД. Через кабельный адаптер осуществляется также подключение к IP-сети мониторинга и администрирования.

Со стационарного пульта ПС ведутся переговоры, выполняется конфигурирование сети и управление работой радиостанции. Пульт соединяется с блоком МБРС по двухпроводному цифровому каналу Ук0, причем максимальная дальность составляет 25 км. Это позволяет при закрытии одной станции выносить пульт на соседнюю.

Основное питание 12 В подается на пульт ПС от блока МБРС, резервное – от внешнего источника 24 или 48 В. В радиостанции одновременно могут работать до



трех пультов и с помощью каждого из них можно выполнять конфигурирование. При этом обеспечивается независимое ведение переговоров как по радио-, так и линейным каналам, а также служебная связь между пультами. Переговоры проводятся с использованием микротелефонной трубки с тангентой или внешнего микрофона и педали. Для входа в режим конфигурирования нужно набрать определенный пароль.

Пульт имеет символьный жидкокристаллический дисплей размером 2x20 символов. На нем отображается информация о режимах работы приемопередатчиков, номерах рабочих каналов, измеряемых значениях уровня приема и КСВ. Дополнительно может отображаться меню конфигурирования, информация о версиях, уровнях линейных сигналов. При неисправности радиостанции выдается сообщение с указанием ее типа. Запись передаваемых и принимаемых речевых сигналов на регистраторы переговоров КВ и УКВ диапазонов осуществляется по разным выходам. Для приема и передачи данных от внешних устройств на кабельный адаптер АКС используются аналоговые интерфейсы ТУ-ТС для КВ и УКВ диапазонов. На станциях, где невозможно подключить устройства ТУ-ТС и регистратор переговоров к АКС, они подключены непосредственно к стационарному пульту.

Радиостанции, развернутые на Стерлитамакском участке, имеют линейный цифровой Ethernet-интерфейс, который может гибко конфигурироваться и использоваться как для организации линии диспетчерской связи (ЛДС), так и для линии связи с закрытыми станциями (ЛЗС). Для диспетчерской связи конфигурируется до четырех комбинаций сигнала избирательного подключения (СИП). Это обеспечивает организацию доступа для двух распорядительных станций к приемо-передатчикам двух диапазонов через один интерфейс. Для закрытых станций конфигурируется до шести комбинаций СИП, что позволяет также через один интерфейс получить доступ к приемо-передатчикам двух диапазонов трех закрытых станций. Предусмотрены

функции автоматического вызова локомотива при соединении с диспетчером.

Система мониторинга и администрирования РЛСМ позволяет дистанционно получать полный доступ к радиостанциям диспетческого круга с рабочего места оператора. Для каждой из них выдается информация о составе оборудования, обо всех модулях, версиях встроенного программного обеспечения. Контроль технического состояния выполняется непрерывно. К оператору поступает информация в режиме реального времени с максимальной степенью детализации: журнал событий, статистика ошибок и сбоев, величина питающего напряжения, уровни сигналов НЧ и приема, КСВ трактов ВЧ, управляющие сигналы от внешних устройств.

Статистика и анализ сбоев дают возможность предупредить возникновение отказов. При аварии или сбое в работе радиостанций АРМ «Пегас» автоматически оповещает оператора о происшествии и делается отметка в журнале событий. С помощью журнала могут быть выявлены неправильные действия пользователя, приводящие к нарушению связи. Оператор может изменять дистанционно параметры конфигурации, а также проконтролировать изменения, внесенные пользователем при работе, например, в рабочий диапазон и рабочие частоты. При возникновении серьезной неисправности, когда, например, сигнал передачи от внешнего устройства постоянно активен, возможно отключение его обработки. Таким образом, система мониторинга и администрирования позволяет оператору полностью контролировать работу радиостанции в процессе эксплуатации, а самотестирование в процессе работы обеспечивает постоянный контроль исправности устройства.

В заключение статьи хотим отметить, что радиостанция РЛСМ фактически заменяет собой две однодиапазонные радиостанции. Большое разнообразие линейных интерфейсов дает гибкость при построении сети связи на диспетческом участке.



КУЛЯБИН  
Сергей Юрьевич,  
ОАО «РЖД», Центральная  
станция связи, первый  
заместитель начальника  
Нижегородской дирекции  
связи

**Необходимость модернизации радиосвязи на Горьковской дороге определяется значительным разнообразием видов эксплуатируемых радиосредств, среди которых более 60 % уже выработали свой ресурс. При этом внедрение современного подвижного состава с асинхронным тяговым приводом привело к усложнению помеховой обстановки, а оптимизация промежуточных станций с частичным их закрытием обусловила проблему обеспечения дальности связи, особенно в существующем диапазоне радиочастот 2 МГц. В статье рассказывается о модернизации поездной радиосвязи путем использования цифровых систем технологической радиосвязи стандарта DMR на полигоне Горьковской дороги.**

# ОРГАНИЗАЦИЯ ПОЕЗДНОЙ РАДИОСВЯЗИ СТАНДАРТА DMR

■ Перевод системы поездной радиосвязи из диапазона 2 МГц в 160 МГц с сохранением существующего алгоритма работы частично снижает нагрузку в канале радиосвязи диапазона 2 МГц и позволяет организовать уверенную радиосвязь с подвижными объектами с асинхронным тяговым приводом, но требует дополнительных финансовых вложений.

В связи с этим необходимо обобщение имеющихся данных и разработка технологии организации цифровой системы технологической радиосвязи, включающей предложения по способу построения таких систем в зависимости от поставленных задач, порядку проведения комплекса проектных, строительно-монтажных работ, внедрению и собственно эксплуатации системы.

К примеру, цифровая система технологической радиосвязи на основе стандарта DMR вместе с организацией сетей голосовой связи позволяет решить такие технологические проблемы, как передача по радиоканалу машинисту поезда ответственных приказов и команд, оповещение машиниста о состоянии железнодорожного переезда, дополнительный контроль диспетчером местоположения и скорости поезда, дистанционное управле-

ние переездами, устройствами электроснабжения или другими удаленными объектами железнодорожного транспорта и др.

Как известно, DMR (Digital Mobile Radio) – открытый стандарт, технические характеристики которого регламентированы документами Европейского института телекоммуникационных стандартов (ETSI), а также Министерства связи и массовых коммуникаций Российской Федерации.

Архитектура построения системы обеспечивает возможность использования аппаратуры различных производителей и ее функциональную совместимость, что в конечном итоге снижает стоимость строительства. Причем стандарт DMR отвечает требованиям ОАО «РЖД» по использованию частотного ресурса в диапазоне 160 МГц.

Параметры оборудования сетей подвижной радиосвязи стандарта DMR соответствуют предъявляемым к ним требованиям. Так, разнос частот между соседними радиоканалами составляет 12,5 кГц, осуществляется цифровая передача информации в радиоканале, используется четырехуровневая частотная манипуляция 4FSK (4 Frequency Shift Keying), применяется метод уплотнения каналов на одной несущей TDMA (Time Division Multiple Access –

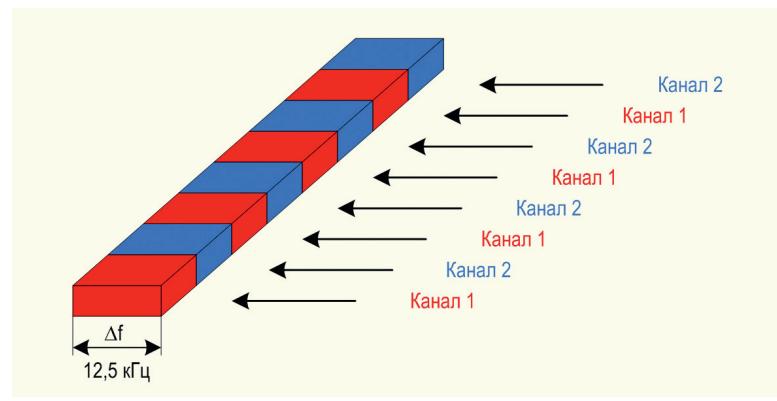


РИС. 1

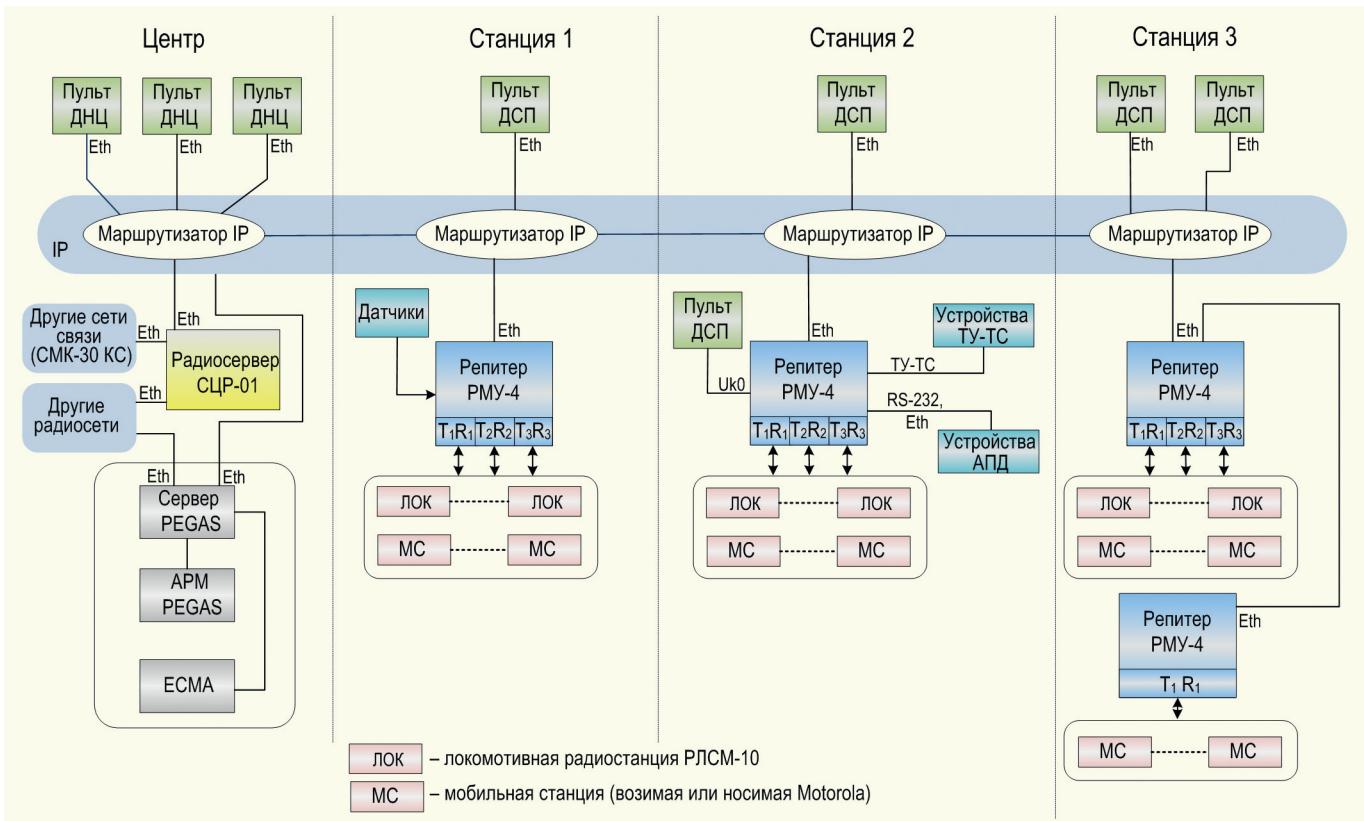


РИС. 2

многостанционный доступ с временным разделением каналов). Число временных каналов на одной несущей (число слотов в кадре) равно 2, скорость цифрового потока в радиоканале – 9,6 кбит/с, способ разделения каналов – частотно-временной.

Стандарт DMR позволяет использовать несущие частоты в рамках существующей сетки частот 12,5 кГц и может удовлетворять будущие нормативные требования к каналам, эквивалентным 6,25 кГц (рис. 1).

В целом, при внедрении цифровой системы технологической радиосвязи стандарта DMR возможно решить многие прикладные задачи. В частности, можно обеспечить увеличение числа абонентов сетей железнодорожной радиосвязи в несколько раз (в рамках существующего частотного ресурса) с оснащением радиосредствами работников всех служб ОАО «РЖД»; увеличить протяженность зон и повысить надежность связи диспетчерского аппарата при организации поездной и станционной радиосвязи; организовать сети радиосвязи работников ремонтных и эксплуатационных подразделений, находящихся на перегонах, с диспетчерским аппаратом служб,

руководителями подразделений, дежурными по станциям и поездными диспетчерами в условиях существенного увеличения длин перегонов и диспетчерских участков с обеспечением регистрации переговоров.

Кроме того, возможен контроль и передача диагностической информации о состоянии поездов и локомотивов в депо, центрах технического обслуживания; оповещение машинистов поездов и бортовых средств управления от аппаратуры контроля технического состояния подвижного состава на ходу поезда; оповещение ремонтных бригад и машинистов поездов о приближении к месту проведения ремонтных работ; передача телеметрической информации для управления стационарными объектами электроснабжения, тяговыми подстанциями, шлагбаумами на неохраняемых переездах, компрессорными станциями и др.

На участке Москва – Нижний Новгород цифровая сеть радиосвязи стандарта DMR реализована на оборудовании цифровой системы DtranPulsar, обеспечивающем режим соединения при переходе из зоны действия одной базовой станции к другой («handover») и при нахождении в зоне действия двух

и более базовых станций («ping-pong»). В состав оборудования входят: модульный универсальный репитер (PMY-4), локомотивная радиостанция РЛСМ-10, универсальный сенсорный пульт диспетчера (ПДСУ), пульт дежурного по станции (ПДС, ПДС/И), цифровой сервер радиосети (СЦР-01). В качестве носимых терминалов используются радиостанции РНД-500, антенно-фидерного устройства – антенны АСН 2-5/160.

Репитер PMY-4 предоставляет возможность использовать каждый из трех приемопередающих трактов в цифровом режиме (DMR) для организации индивидуального вызова, группового вызова или для передачи данных (рис. 2). Возможно объединение тайм-слотов для увеличения скорости передачи данных.

Таким образом, цифровой формат систем связи дает возможность создавать единую информационную среду, которая обеспечивает новый уровень безопасности и производительности железнодорожных перевозок в России, сокращает сроки внедрения новых технологий при безусловном переоснащении тягового подвижного состава цифровыми средствами радиосвязи.

# ВЫБОР ОЧЕВИДЕН

**В широко развернувшийся в ОАО «РЖД» проект «Бережливое производство» удалось вовлечь персонал структурных подразделений компании. Ранее инертные работники линейных предприятий становятся активными участниками позитивных изменений. По собственной инициативе они стремятся улучшить производственные процессы, условия труда, усовершенствовать оборудование. Важно поддержать эти усилия, которые приносят реальные результаты. Предлагаем вниманию читателей проекты бережливого производства, реализованные в дистанциях СЦБ хозяйства автоматики и телемеханики.**

## ПРОЦЕСС РОСПУСКА ОТЦЕПОВ СТАЛ ЭКОНОМИЧЕЕ

■ В Железнодорожной дистанции СЦБ Московской ДИ внедрен проект бережливого производства, связанный с изменением процесса торможения отцепов на автоматизированной сортировочной горке станции Орехово-Зуево. На этой, одной из двух крупнейших на сети сортировочных горок, с 2015 г. эксплуатируется комплексная автоматизированная система управления сортировочным процессом КСАУ-СП. До недавнего времени программным обеспечением этой системы предусматривалось импульсное торможение отцепов, при котором оттормаживание замедлителей производилось после каждого тормозного импульса. Естественно, такой режим работы сопровождался неоправданно высоким потреблением сжатого воздуха, поступающего от компрессорной станции, а следовательно, и повышенным расходом электроэнергии на привод компрессоров. Также имели место ударные нагрузки на колесные пары и шины замедлителей в результате постоянного отпускания-поднятия балок замедлителей. При использовании плавного торможения балка замедлителя не опускается полностью, а остается прижатой к колесной паре.

С внедрением современной электронной управляющей аппаратуры вагонных замедлителей типа ВУПЗ-0,5Э и ВУПЗ-15Э взамен старой аппаратуры ВУПЗ-72 ситуация радикально изменяется. Дело в том, что новая аппаратура имеет возможность оперировать не четырьмя как раньше, а восемью ступенями торможения. Это позволяет реализовывать плавное торможение отцепов в непрерывном, а не импульсном режиме. Тем самым значительно уменьшается потребление сжатого воздуха и электроэнергии. Кроме того, при использовании новой управляющей аппаратуры появляется возможность изменить программное обеспечение подсистемы АРС-УУПТ для реализации торможения отцепа таким образом, чтобы вместо полного растормаживания замедлителей после выхода из тормозной позиции очередного отцепа применять ступень торможения Т-0,5. Иначе говоря, из тормозной системы замедлителя выпускается не весь воздух, что обеспечивает еще большую экономию электроэнергии.

В прошлом году в рамках проекта бережливого производства такая технология непрерывного регулирования скорости отцепов была апробирована

на второй тормозной позиции сортировочной горки. В ее реализации приняли участие специалисты Ростовского филиала АО «НИИАС», а также рабочая группа сотрудников Железнодорожной дистанции СЦБ, возглавляемая главным инженером Е.С. Юдаковым. В нее вошли начальник горки В.С. Стариakov, старший электромеханик М.М. Бурцев и электроник С.С. Бирюков, обеспечившие монтаж и подготовку к эксплуатации новой управляющей аппаратуры.



Начальник горки В.С. Стариakov, электроник С.С. Бирюков и старший электромеханик М.М. Бурцев

В результате проведенных работ на замедлителях второй тормозной позиции более чем в два раза снизился расход сжатого воздуха, уменьшилась нагрузка на компрессорное оборудование горки, сократились эксплуатационные расходы. Зарегистрировано видимое снижение износа тормозных шин замедлителей с включенным плавным торможением. Благодаря этому экономятся средства дистанции и компании в целом. Снижено количество замен шин. В перспективе переход к непрерывному торможению отцепов на замедлителях горочных и парковой тормозных позиций позволит значительно снизить эксплуатационные расходы, повысить качество регулирования скорости и, в конечном итоге, безопасность роспуска составов. Подсчитано, что в масштабах дистанции экономический эффект от внедрения этого проекта бережливого производства составит сотни тысяч рублей в год.

Во время подготовки материала на сортировочной горке станции Орехово-Зуево плавное торможение реализовано на всех замедлителях второй тормозной позиции.

## ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОВЕРКИ КАБЕЛЬНЫХ МУФТ

■ На станции Боготол неоднократно проводились реконструкции, в рамках которых выполнялось удлинение путей, замена импульсных рельсовых цепей на фазочувствительные. В ходе этих работ требовалась установка надземных соединительных муфт для соединения кабеля. Кроме того, специалистам дистанции приходилось монтировать дополнительные муфты при восстановлении поврежденного кабеля. Из-за увеличения их количества в зимнее время возникали сложности при работе снегоуборочной техники, а в летнее – строительной.

С целью минимизации числа муфт, а также приведения станции в эстетический вид в Боготольской дистанции СЦБ Красноярской ДИ разработали и реализовали проект по переводу надземных кабельных муфт в подземные. В работе активно участвовали специалисты кабельной группы под руководством главного инженера И.Ю. Брусенцова.



Демонтаж надземной кабельной муфты

Работу выполняли во время технологических окон с выключением устройств СЦБ из централизации. Сначала в муфте разъединяли кабели. Чтобы исключить перепутывание жил, на них крепили бирки. После изъятия кабелей из муфт жилы соединяли специальными клипсами – скотч-локами.

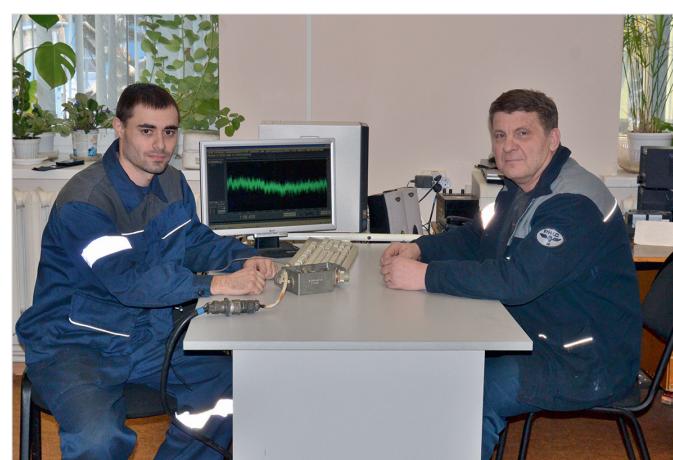
Далее изготавливали подземную муфту: из мультиформы делали конверт, который заливали защитным гелем. Для большей герметичности соединение обматывали специальной лентой ЗМ, изоляционной лентой, а затем армапластом (армакастом).

В свободное от движения поездов время аккуратно разрезали корпус надземной муфты и по одной переключали каждую кабельную жилу. После соединения кабельных жил совместно с дежурным по станции производилась проверка действия устройств СЦБ. С 2011 г. таким способом на полигоне дистанции под землю переведено более 90 муфт.

В результате реализации проекта удалось снизить трудозатраты на обслуживание кабельных муфт, обеспечить беспрепятственный пропуск снегоуборочной техники без риска повреждения муфт.

## СТЕНД ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ШУМОВ БОЛОМЕТРА

■ При эксплуатации комплексов КТСМ-02 и КТСМ-01Д периодически возникают шумы в болометре БП-2М, входящем в состав напольной камеры. Их причиной может быть выработка устройством срока службы или производственный брак. Как показывает практика, дальнейшая эксплуатация такого болометра может привести к ложным показаниям аппаратуры КТСМ. Однако определить небольшие и непостоянные всплески шумов с помощью типовых приборов при проверке болометров в КИПе практически невозможно.



Старший электромеханик В.А. Дорожко и электроник Р.Р. Ходжаев

Для выявления болометров с дефектами старший электромеханик В.А. Дорожко и электроник Р.Р. Ходжаев Орской дистанции СЦБ Южно-Уральской ДИ разработали специальный стенд. В его состав входит компьютер и приемная капсула КТСМ-01Д, к которой подключается тестируемый болометр. Во время проверки болометра на стенде сигнал с приемной капсулы поступает на микрофонный вход компьютера. Проходя через капсулу, сигнал усиливается и графически отображается на мониторе, что позволяет визуально определить болометры с повышенным и нормальным уровнем шума, а также моменты времени, в которые происходили всплески шума. С помощью программы Adobe Audition можно проконтролировать состояние болометра, проанализировать его работу за любой промежуток времени.

Предлагаемый стенд более года применяется в КИПе КТСМ дистанции. За этот период с его помощью удалось выявить несколько дефектных болометров. Он также эффективен для «обкатки» болометров, снятых с напольных камер, и расследования отказов. Стенд удобен в эксплуатации, может подключаться к любому стационарному компьютеру и круглосуточно записывать характеристики тестируемого устройства, сохранять их в архиве для просмотра.

# ТРУДОВЫЕ УСИЛИЯ ПОТРАЧЕНЫ НЕДАРОМ

(Окончание. Начало на стр. 2 обложки)

■ Однако радиосвязь для начальника участка – одно из направлений многочисленных видов связи, поскольку специфика железнодорожной радиосвязи такова, что необходимо знать, как функционирует линейная аппаратура связи. Потому как стационарные радиостанции включены в линейный тракт поездного диспетчера или имеют выносной пульт управления, который работает по кабельной линии связи. И Александр Александрович все время пополняет свои знания, стремится быть в курсе развития средств телекоммуникации.

Несмотря на напряженный режим работы в 2015 г. А.А. Денисов заочно окончил Петербургский государственный университет путей сообщения императора Александра I. При этом в качестве дипломного проектирования он выбрал тему «Модернизация первичной сети связи на участке Угловка – Спирово Октябрьской дороги». Эта тема была близка ему, поскольку на его участке проводится внедрение оборудования волнового уплотнения оптических линий связи CDWM взамен аппаратуры плазиохронной цифровой иерархии, исчерпавшей свои возможности, и мультиплексоров синхронной цифровой иерархии СМК-30. Все это значительно увеличивает технико-экономические показатели первичной сети связи, а также улучшает главные качественные характеристики – надежность, пропускную способность, управляемость. Ведь современные технологии в сфере железнодорожного транспорта не могут существовать без качественной связи.

В должности начальника участка А.А. Денисов работает последние пять лет. Как руководитель старается быть ровным с подчиненными, не повышать голос даже в сложных ситуациях, и сотрудники ценят это, хотя нередко могут с ним и поспорить. «Это



А.А. Денисов за прослушиванием регистраторов переговоров

нормально, – говорит Александр Александрович, – поскольку, как известно, в споре рождается истина».

В заключение нашей беседы А.А. Денисов высказал слова благодарности своему коллективу за понимание, взаимовыручку и те героические усилия, которые зачастую приходится прикладывать в процессе повседневной работы, направленной на повышение надежности действия устройств связи, безопасности перевозочного процесса, а также конкурентоспособности железнодорожного транспорта. «Глядя на то, как динамично развивается железнодорожный транспорт, повышаются скорости движения поездов, внедряются современные технологии, верится, что эти усилия потрачены недаром», – подвел итог почетный железнодорожник Александр Александрович Денисов.

ПЕРОТИНА Г.А.

## ABSTRACTS

### Determination of the ratio of traction currents in rails under coils of ALS by indirect method

**SHAMANOV VIKTOR**, Russian University of Transport (MIIT), professor at the Department of Railway automatics, telemechanics and telecommunications, Doctor of Engineering Sciences, shamanov\_v@ mail.ru

**VANSHIN ALEXANDER**, Russian University of Transport (MIIT), associate professor at the Department of Railway automatics, telemechanics and telecommunications, Ph.D. (Tech.), aevanshin@ gmail.com

**TASBOLATOVA LAURA**, Russian University of Transport (MIIT), graduate student at the Department of Railway automatics, telemechanics and telecommunications, egao@inbox.ru

**Keywords:** automatic locomotive signaling, interference, rail lines, traction current, asymmetry, measurements, errors

**Summary:** Features of measurements of traction currents in rails under receiving locomotive coils of automatic locomotive signaling are analyzed and the essence of the developed indirect method of measuring the ratio of these currents is described. It is shown that this method provides a measurement accuracy adequate for practical purposes.

### New technology for accounting system of signaling, centralization and interlocking devices in the repair and technological section

**DOLGOV MIKHAIL**, PGUPS, head of «ONIL», «The automation of technical service, diagnostics and monitoring of railway automatics and telemechanics systems», mixaonil@mail.ru

**KOROTKOVA ANNA**, PGUPS, research scientist of «ONIL», «The automation of technical service, diagnostics and monitoring of railway automatics and telemechanics systems», anna\_korotkova@mail.ru

**KIBALCHICH NIKOLAY**, PGUPS, engineer of «ONIL», «The automation of technical service, diagnostics and monitoring of railway automatics and telemechanics systems», 79112156612@yandex.ru

**Keywords:** repair and technological section, the complex task of accounting of devices and planning of work repair and technological section, automatic workplace for inspector, pocket personal computer, bar-coding technology, signaling, centralization and interlocking devices, equipment maintenance service, railway automatics and telemechanics

**Summary:** The accounting system of devices is an integral part for ensuring the activities to the repair and technological section in division of the signaling, centralization and interlocking. For more than a quarter of a century, the system has evolved from a program «for ms dos» into a powerful set of tasks that can provide the implementation of almost any function to automate processes in this area. The article discusses the main stages of creation and prospects of software development, the solution of problems inevitably arising in the process of continuous development of automation and telemechanics.

## Industrial Internet of things in railway transport

**TAMARKIN VLADISLAV**, deputy head of Department, JSC "NIIAS", v.tamarkin@vniias.ru  
**LOBANOVA TATYANA**, chief specialist, JSC "NIIAS", t.lobanova@vniias.ru  
**TAMARKIN MIHAIL**, BMSTU, master of engineering, mitamarkin@gmail.ru  
**Keywords:** digital railroad (CJD), industrial Internet of things (IIoT), machine to machine data exchange (M2M)

**Summary:** The core of the formation of digital railroad is the full integration of intelligent communication technology between the user, vehicle, traffic management system and infrastructure that is shaping a new end-to-end digital technologies of the transportation process. The article discusses the benefits of implementing IoT solutions on the RZD network carried out a comparison of traditional approach and technology Internet of things, described the platform the industrial Internet of things. Describes the field of application of industrial Internet of things in the Russian railways and foreign experience of implementation of Internet of things in railway transport.

## Network architecture of video surveillance systems in railway transport

**ZHURAVLEVA LYUBOV**, Russian University of Transport (MIIT), docent, professor at the Department of Railway automatics, telemechanics and telecommunications, Dr.Sci. (Tech.), zhlyubov@mail.ru

**ZHURAVLEV OLEG**, Russian University of Transport (MIIT), assistant at the Department of Railway automatics, telemechanics and telecommunications, oezhuravlev@mail.ru

**LOSHKAREV VLADIMIR**, Russian University of Transport (MIIT), graduate student at the Department of Railway automatics, telemechanics and telecommunications, bartok890@mail.ru

**KURYANTSEV JIMMY**, Russian University of Transport (MIIT), graduate student at the Department of Railway automatics, telemechanics and telecommunications, evolventspsb@gmail.com

**Keywords:** security, relocation, video surveillance, networks

**Summary:** The article deals with the issues of train traffic safety in railway transport. This problem is actual for railway crossings, which are not equipped with special alarm systems. To monitor dangerous situations on transport, it is proposed to create intelligent video surveillance networks (SIV) that will detect foreign objects and regulate the speed of trains. Depending on the technical equipment, telecommunication means deployed along the railroad tracks are offered several options for network video surveillance architectures. The advantages and disadvantages of various ways to improve traffic safety at the crossings are analyzed.

## Synchronization in modern carrier grade networks

**VANCHIKOV ALEXEY**, "Giprotranssignalsvyaz" – branch of JSC "Roszheldorproekt", chief specialist, Ph.D. (Tech.), VanchikovAS@rzdp.ru

**Keywords:** synchronization network clock signal, time synchronization, carrier network

**Summary:** Aspects of the continuity of telecommunication technologies in the transition from the principles of circuit switching to the principles of packet switching are given increased attention on the part of telecom operators. Ultimately, choosing the right migration plan for the basic telecommunications technologies of the network should ensure a reduction in capital and operating costs with a qualitatively new level of telecommunication services. This article is devoted to the synchronization as a subsystem, which is mandatory for traditional TDM (Time Division Multiplexing) networks and which does not lose its demand and actuality in modern packet-oriented telecommunication networks.

## Factors of blockchain technology development in Russian railways

**KORNEEV ANDREY**, JSC "Russian railways", Center of corporate transport service, head of the Department of information services for users of railway transport, KorneevAA@cfto.org.rzd

**VOKHMYANINA TATYANA**, JSC "Russian railways", Center of corporate transport service, leading engineer of the Department of information services development of the Department of information services for users of railway transport, vohmyaninatv@cfto.rzd.ru

**Keywords:** blockchain, blockchain-technologies, it-technologies, development factors, block chains

**Summary:** Recently, in connection with the rapid development of information and communication technologies, completely new technologies of asset accounting, transaction and business process planning are widely discussed, considered and implemented. This requires a completely different infrastructure for processing, storage, reliability and consistency of huge amounts of information. One of the key areas of such infrastructure development is blockchain technology – a multifunctional and multi-level information technology designed for reliable distributed storage of records of all operations ever performed.

## The problems of health monitoring for automation devices on marshaling yards

**EFANOV DMITRII**, head of the Direction of Monitoring and Diagnostic Systems at "Loco-Tech-Signal" LLC, Dr.Sci. (Tech.), tres-4b@yandex.ru

**KHOROSHEV VALERII**, graduate student, Department of "Automation, Remote Control and Communication on Railway Transport", Russian University of Transport (MIIT)

**Keywords:** marshaling yard; automation equipment; health monitoring; automating of service; safety

**Summary:** In paper describes the conceptual solutions for determining the reliability of automation control devices on marshaling yards. Authors analyzes of the most weak points of the main systems of automation control devices and traffic control systems on marshaling yards. An approach is proposed that is related to the expansion of diagnostic parameters for the health monitoring of a number of technical subsystems and automation devices. Particular attention was focused on the problems of software processing of diagnostic data to improve the reliability of diagnosis and prognosis.

АВТОМАТИКА  
СВЯЗЬ  
ИНФОРМАТИКА



Главный редактор:  
Т.А. Филюшкина

### Редакционная коллегия:

В.В. Аношкин, Н.Н. Балуев,  
Б.Ф. Безродный, В.А. Воронин,  
В.Э. Вохмянин, В.М. Кайнов,  
А.К. Канаев, В.А. Клюзко, В.Б. Мехов,  
С.А. Назимова, Г.Ф. Насонов,  
А.Б. Никитин, Г.А. Перотина,  
Е.Н. Розенберг, И.Н. Розенберг,  
К.В. Семёнов, 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. Журавлева (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 31.07.2018

Формат 60x88 1/8.

Усл. печ. л. 6,84. Усл. кр.-отт. 8,00

Уч.-изд. л. 10,1

Зак. 1290

Тираж 1860 экз.

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