

# ЖУРНАЛ «АСИ»

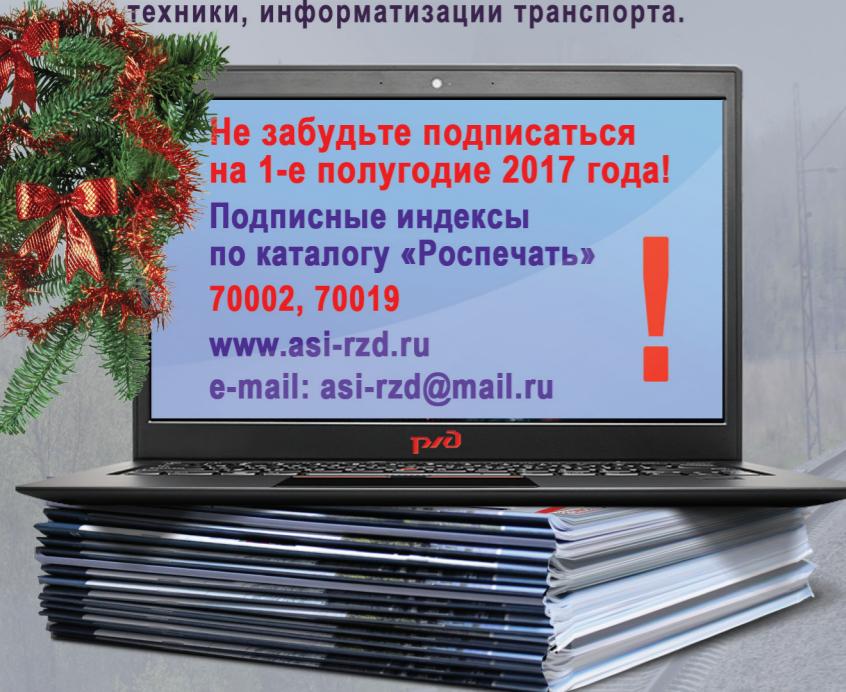
## приглашает к сотрудничеству!

### УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

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

Не забудьте подписаться на 1-е полугодие 2017 года!

Подписные индексы по каталогу «Роспечать»  
70002, 70019  
[www.asi-rzd.ru](http://www.asi-rzd.ru)  
e-mail: [asi-rzd@mail.ru](mailto:asi-rzd@mail.ru)



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.



Анонсы статей последних номеров журнала, архивные журналы, а также новости и фотоматериалы о сетевых мероприятиях и тематических выставках можно найти на нашем сайте

<http://asi-rzd.ru>



Электронную версию журнала и отдельные статьи можно приобрести на сайте Научной электронной библиотеки

[http://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=7655](http://elibrary.ru/title_about.asp?id=7655)

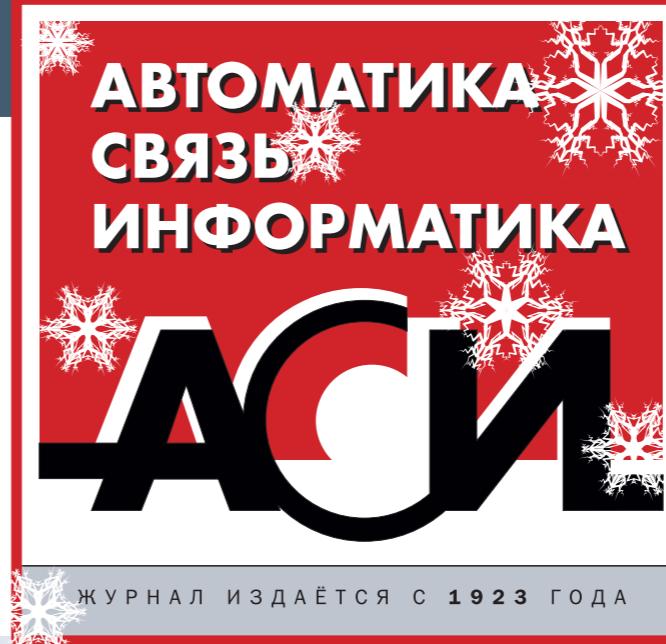
70002  
70019



Адрес редакции:  
111024, Москва,  
ул. Авиамоторная,  
д. 34/2

Телефоны:  
(499)262-77-50;  
(499)262-77-58;  
(495)673-12-17

ISSN 0005-2329, Автоматика, связь, информатика, 2017, № 1, 1-48



1 (2017) ЯНВАРЬ



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

ISSN 0005-2329

В НОМЕРЕ:

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ  
СУТОЧНОГО  
ПЛАНИРОВАНИЯ

стр. 12

ИННОВАЦИОННЫЕ  
ГОРОЧНЫЕ СИСТЕМЫ  
И ТЕХНИЧЕСКИЕ  
СРЕДСТВА

стр. 20





### Дорогие друзья и коллеги!

Вот и наступил 2017 год. Мы рады, что в ушедшем году с нами по-прежнему были наши постоянные авторы и преданные читатели. Надеемся, что в этом году мы не разочаруем всех тех, кто в нас верит и для кого работает.

2016 год был богат знаменательными событиями, которые нашли отражение в тематических номерах журнала. Это юбилеи институтов «Гипротранссыгналсвязь» и «НИИАС», проектно-конструкторско-технологического бюро информатизации ПКТБ ЦКИ, ОАО «Бомбардье Транспортейшн (Сигнал)», ОАО «Радиоавионика». Мы благодарны нашим постоянным партнерам за доверие в освещении их деятельности и уверены, что такие тематические номера дают всестороннее представление об актуальных задачах инновационного развития ОАО «РЖД», которые решают коллективы предприятий-разработчиков.

Важным событием года стала восьмая Международная научно-практическая конференция «Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте», проведенная в Ростове-на-Дону. Это мероприятие, в организации и освещении которого редакция журнала принимала самое активное участие, стало площадкой для общения и обмена опытом СЦБистов всей сети ОАО «РЖД» и стран ближнего и дальнего зарубежья.

Впервые в рамках конференции состоялся сетевой конкурс на звание «Лучшего электромеханика СЦБ». Надеемся, что этот конкурс станет ежегодным, как и слет молодежи ЦСС. Редакция, участвуя в слете связистов, традиционно награждает победителей годовой подпиской на «АСИ», тем самым привлекая в ряды читателей молодых специалистов.

Сохраняя свой научный статус, журнал входит в Перечень ведущих рецензируемых научных изданий, утвержденный ВАК, и освещает новейшие научные разработки и открытия в области автоматики, телекоммуникаций, информационных технологий. В связи с

этим приглашаем молодых ученых активнее использовать наш ресурс.

Журнал не первый год ведет рубрику «Суждения, мнения», статьи которой в прошлом году вызвали неоднозначную реакцию читателей. Любой специалист имеет возможность высказать свое мнение о затрагиваемых в статьях вопросах. Редакция считает: чем активнее и разносторонне будет обсуждение того или иного вопроса на страницах журнала, тем объективнее будет подход к его решению.

По опросам читателей и мнению руководства ОАО «РЖД» очень полезной является рубрика «Техническая учеба». Однако редакция не может полноценно обеспечить наполнимость этой рубрики из-за недостатка специалистов по различным техническим аспектам, способных доходчиво подать материал для эксплуатационного персонала. Призываю всех, кто обладает методикой проведения технических занятий, поделиться опытом. Это позволит довести до большего числа работников нужную информацию.

В этом году у нашего журнала промежуточный юбилей – 60 лет с момента возобновления его издания после временного приостановления деятельности редакции в военный период. Тогда начальник Главного управления сигнализации и связи В.Д. Буц выразил уверенность в том, что «...Создание на железнодорожном транспорте журнала «Автоматика, телемеханика и связь» даст возможность шире пропагандировать передовой опыт, новую технику...». Напомним, что еще в 1923 г., обращаясь к читателям, начальник Управления связи и электротехники НКПС К.Н. Чеховский писал: «Небольшое, но узко специальное дело транспортной связи и электротехники бледно освещалось периодическими изданиями НКПС – «Вестником путей сообщения» и «Транспортом», где нас заглушали экономика, эксплуатация, тяга, путь и др. В новом специальном журнале мы имеем возможность исправить этот пробел. Попробуем вовлечь в нашу общую работу, в наше объединение всю массу наших служащих путем свободного изложения мыслей и такой же свободной их критики и оценки».

Почти 95 лет журнал доказывает свою необходимость и востребованность. Даже в нелегкие периоды разрухи руководство железнодорожной отрасли, принимая решение о его издании, осознавало важность распространения знаний, опыта, новаторских идей среди железнодорожников. Надеемся, что и в настоящее время, когда оптимизация охватывает все сферы деятельности, мы сможем вместе с вами сохранить журнал как самостоятельное издание и не допустить его слияния с другими.

Жизнь циклична, и ничего в ней не проходит бесследно, дела и поступки из прошлого и настоящего следуют за нами в будущее. Поэтому надо помнить, что порой быстро принятые решения могут иметь отрицательные последствия. Не разрушать, а приумножать и улучшать то, что создано предшественниками, – главная задача любого человека. Так и мы считаем нашей задачей сохранить старейшее издание и призываем всех читателей и авторов вместе с редакцией совершенствовать журнал с учетом современных веяний.

Желаем всем в этом году плодотворной работы, взаимовыгодного сотрудничества, удачи во всех начинаниях!

Т.А. ФИЛЮШКИНА,  
главный редактор журнала

# ОБСУЖДАЯ ГЛАВНОЕ, ОПЕРЕЖАЕМ БУДУЩЕЕ

В начале зимы в Москве прошла «Транспортная неделя» – ежегодное деловое событие, объединяющее представителей транспортной отрасли. В рамках мероприятия также состоялись международный форум и выставка «Транспорт России», отмечающие в этом году свой десятилетний юбилей. Основная тема мероприятий – развитие российского пассажирского транспорта в ближайшие 15 лет.

На открытии форума присутствовали специальный представитель Президента РФ по вопросам природоохранной деятельности, экологии и транспорта С.Б. Иванов, помощник Президента РФ И.Е. Левитин, министр транспорта РФ М.Ю. Соколов.



Выступая с приветственным словом, М.Ю. Соколов отметил, что встреча на транспортном форуме – это всегда перспектива развития, взгляд в завтрашний день. «Благодаря инновациям транспорт меняется фундаментально, а их основой является образование. Наша задача – перейти от традиционной системы образования к прогрессивной, гибкой, бизнес-ориентированной модели знаний, где наука и практика едины, где молодые специалисты готовы к работе с высокотехнологичным, постоянно меняющимся миром», – подчеркнул министр. Он также заметил, что десятилетие форума – это лишь начало нового пути. Следующим пунктом назначения станут мультимодальные перевозки и страны, близкайшие для всех.

В конце церемонии открытия состоялась передача капсулы времени, в которой находятся рисунки студен-



тов транспортных вузов на тему транспорта будущего. Кapsula будет открыта через десять лет на ХХ форуме «Транспорт России».

На выставке свои разработки представили ведущие транспортные компании со всего мира. Большое внимание посетителей привлек беспилотный автобус «MatrEshka», который разработчики предлагают в скромном времени использовать как общественный транспорт. Для него разработано интеллектуальное ПО, основывающееся на данных с камер и позволяющее беспилотнику ехать в потоке машин.

ОАО «РЖД» представило электропоезд нового поколения для высокоскоростного движения, способный развивать скорость до 360 км/ч.



НПК «Уралвагонзавод» презентовал контейнер-цистерну для перевозки различных химических грузов. Ее основное преимущество – это котел из композитных материалов, использование которых позволило снизить массу тары, увеличив грузоподъемность, и исключить коррозию внутренней поверхности котла. Конструкция не предусматривает взаимодействие контейнера и перевозимого груза.

Кроме того, надев 3D-очки, гости выставки могли совершить виртуальный полет над строящимся Керченским мостом и наблюдать за ходом работ.

На форуме состоялся ряд отраслевых конференций по проблематике развития основных видов сообщения, круглых столов, подписаний соглашений и меморандумов. Во время конференции «Инновации на железнодорожном транспорте» старший вице-президент ОАО «РЖД» В.А. Гапанович рассказал о комплексной программе инновационного развития компании на период 2016–2020 гг., а на конференции «Эра ГЛОНАСС – эра умных дорог» Валентин Александрович выступил с докладом о проекте «Цифровая железная дорога».

Д.В. НАУМОВА



## СОДЕРЖАНИЕ

### Новая техника и технология

Шаманов В.И.	
Эффективность фильтров в аппаратуре рельсовых цепей .....	2
Бутузов М.А., Костюнин С.Ю., Маковеев О.Л.	
Анализ безотказности и безопасности микропроцессорных систем.....	6

### Телекоммуникации

Решетников С.В., Орлова Н.С.	
Обеспечение безопасности и надежности перевозочного процесса .....	10

Богушевич С.О.,  
Власов И.Ю.

### ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ СУТОЧНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ

СТР. 12

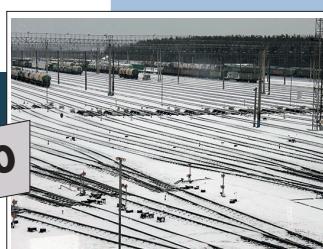


Морозов С.В., Павлов П.В.	
Эксплуатация компрессорно-сигнальных установок .....	15
Рукоделов В.А., Пигузов А.А.	
Приведение поездной радиосвязи к требованиям ПТЭ .....	17
Горбачёв А.Г.	
Развитие телекоммуникационной инфраструктуры железнодорожных станций .....	19
<b>Сортировочные горки</b>	

Ёрж А.Е.,  
Городничев В.В.

### ИННОВАЦИОННЫЕ ГОРОЧНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА

СТР. 20



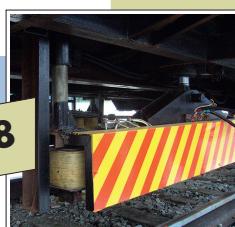
Ольгейзер И.А., Рогов С.А., Жальский М.А.	
Расширение возможностей КСАУ СП .....	24
Сенотрусов А.Н.	
Опыт обслуживания замедлителей TDJ.....	26
<b>Бережливое производство</b>	

Победители определены.....	27
----------------------------	----

Чернаков И.С.

### УСТРОЙСТВО ДЛЯ РАЗМАГНИЧИВАНИЯ РЕЛЬСОВ

СТР. 28



Носов А.В.	
Оптимизация ремонта замедлителей.....	29
<b>Обмен опытом</b>	

Орёл К.А.

Магнитный шунт на изолирующий стык.....	30
---	----

Лапуста В.В.

Аппаратно-программный комплекс для проверки трансформаторов .....	31
---	----

Грачёв Г.Ю.

Регистратор состояний реле .....	33
----------------------------------	----

Селивёртов Д.И.

Интересные решения .....	36
--------------------------	----

### Суждения, мнения

Молдавский М.М.

К вопросу о молниезащите.....	37
-------------------------------	----

### Экология

Железняк О.Ф.

Природоохранная деятельность – это важно.....	40
---	----

### За рубежом

Абдрахманов А.К.

От блок-участка к радиоканалу .....	43
-------------------------------------	----

### Подготовка кадров

Наумова Д.В.

Сила резерва в свежих идеях .....	46
-----------------------------------	----

Слово главному редактору .....	2 стр. обл.
--------------------------------	-------------

Наумова Д.В.

Обсуждая главное, опережаем будущее .....	3 стр. обл.
---	-------------

На 1-й стр. обложки: перегон Кузино – Коуровка Свердловской дороги (фото Г.Ю. Конюшкина)



1 (2017)  
ЯНВАРЬ

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



ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ  
С 1923 ГОДА

Журнал включен в базу  
данных Российского  
индекса научного  
цитирования

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

Перепечатка материалов,  
опубликованных  
в журнале «Автоматика,  
связь, информатика»,  
допускается только  
с согласия редакции  
и со ссылкой на издание

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»  
2017



**В.И. ШАМАНОВ,**  
профессор МГУПС,  
д-р техн. наук

УДК 656.259.12:621.331

# ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФИЛЬТРОВ В АППАРАТУРЕ РЕЛЬСОВЫХ ЦЕПЕЙ

**Ключевые слова:** рельсовые цепи, помехи от тягового тока, путевые приемники, фильтры, эффективность

**Аннотация.** Основное мешающее влияние на аппаратуру рельсовых цепей на участках с электрической тягой оказывают тяговые токи рельсовой тяговой сети. Частоты токов несущих сигналов рельсовых цепей находятся в нижней части диапазона звуковых частот, поэтому для ослабления сигналов этих помех используются полосовые электрические фильтры, построенные на резонансных LC-контурах. Эффективность фильтров определяется величиной вносимых потерь или вносимого затухания. Проведенные исследования показали, что фильтры, собранные по схеме четырехполюсников, обеспечивают требуемую степень защиты путевых приемников от рассматриваемых помех даже при повышенных тяговых токах. Однако эффективность LC-фильтров, выполненных по схеме двухполюсников, недостаточна. Это определяется повышенными значениями падения напряжения полезного сигнала на фильтрах при их включении последовательно с путевым приемником. Невысокую эффективность фильтров, подключаемых параллельно к путевому приемнику, подтверждает относительно большая величина сигнального тока, утекающего через них. В результате рельсовые цепи работают неустойчиво при действии помех на участках с интенсивным движением поездов, особенно тяжеловесных, и на горных участках. В статье описаны предлагаемые меры для повышения эффективности фильтров, выполняющих рассматриваемые функции.

■ Из всех устройств железнодорожной автоматики и телемеханики в наибольшей степени подвержена действию помех аппаратура рельсовых цепей и автоматической локомотивной сигнализации. Несмотря на принимаемые меры, интенсивность сбоев в работе АЛС на электрифицированных участках железных дорог в 30–50 раз больше, чем на участках, где используется автономная тяга. На участках с электротягой переменного тока таких сбоев в 1,5–1,7 раз больше, чем с электротягой постоянного тока. На этих участках существенно менее устойчиво работают РЦ. Основным источником помех при работе РЦ и АЛС являются тяговые токи в рельсовой тяговой сети.

Уровни помех, генерируемых гармониками тягового тока под приемными катушками АЛС или в точках подключения к рельсам аппаратуры РЦ, пропорциональны величине разности токов соответствующих гармоник в этих местах рельсовых нитей. Такая разность называется асимметрией тягового тока. Она появляется в результате различия величин продольных и/или поперечных сопротивлений рельсовых нитей рельсовой линии.

Как показали проведенные исследования, асимметрия сопротивлений рельсовых нитей является первопричиной появления асимметрии тягового тока в рельсовой линии. Действие взаимной индуктивности рельсов усиливает этот процесс. Например, если рельсовая линия обладает только продольной асим-

метрией сопротивлений рельсовых нитей, то влияние взаимной индуктивности рельсов может увеличивать коэффициент асимметрии тягового тока в 1,2–2,5 раза в зависимости от текущего значения величины сопротивлений рельсовых нитей [1].

Частоты токов несущих сигналов в РЦ и АЛС находятся в нижней части диапазона звуковых частот. В РЦ на участках с автономной тягой и при электротяге постоянного тока используются частоты сигнального тока 25 и 50 Гц, при электротяге переменного тока – частоты 25 и 75 Гц. В тональных РЦ применяются частоты 420, 480, 580, 720 и 780 Гц, на границах бесстыковых РЦ на перегонах – дополнительно еще частоты 4545, 5000 и 5555 Гц.

При шестипульсовых схемах выпрямления сигналы помех на участках с электротягой постоянного тока имеют частоты, соответствующие четным гармоникам выпрямленного напряжения, кратным 300 Гц (300, 600, 900 и др.). При двенадцатипульсовых схемах выпрямления могут действовать помехи с частотами, кратными 600 Гц (600, 1200, 1800 и др.). При некоторых неисправностях на тяговых подстанциях в выпрямленном напряжении появляются четные и нечетные гармоники частоты 50 Гц (50, 100, 150, 200 и др.) [2].

В переменном тяговом токе есть все нечетные гармоники частоты 50 Гц (150, 250, 350 и др.). Если на электровозах в качестве тяговых двигателей используются асинхронные с короткозамкнутым

ротором, то в тяговом токе присутствуют гармоники со всеми частотами, которые используются в современных РЦ.

Устойчивость работы устройств можно повысить, используя или помехоустойчивые коды [3], или новые типы РЦ, например, с автоматическим регулированием уровней сигналов [4], или наиболее эффективные фильтры, применяемые в аппаратуре.

Первый способ приемлем при разработке новой аппаратуры. Второй способ удобен при замене аппаратуры РЦ во время модернизации или реконструкции систем стационарной и перегонной автоматики и телемеханики. При использовании третьего способа требуется меньше финансовых затрат и меньше времени на замену отдельных функциональных узлов в этих системах.

Электрические фильтры, применяемые для защиты от гармонических помех приемников сигналов в РЦ и АЛС, должны обеспечивать частотное выделение сигналов на фоне помех или выделение соответствующего сигнала при многоканальной передаче информации. Это осуществляется в тональных РЦ, не разделенных изолирующими стыками.

Эффективность работы любого электрического фильтра оценивают по величине вносимых потерь или вносимого затухания, которые измеряются в децибелах [5]. Вносимые потери вычисляют по формуле

$$\alpha = 20 \lg \frac{\dot{U}_1}{\dot{U}_2}, \quad (1)$$

вносимое затухание – по формуле

$$S = 20 \lg \frac{\dot{U}_2}{\dot{U}_1}, \quad (2)$$

где  $\dot{U}_1$  – напряжение от генератора сигналов, работающего на нагрузке (на входном сопротивлении приемника сигналов) с фильтром в цепи на определенной частоте;

$\dot{U}_2$  – напряжение от генератора сигналов, работающего на нагрузке без фильтра в цепи на этой же частоте.

Если фильтр предназначен для ослабления токов помех, то в формулах (1) и (2) вместо значений напряжений используются соответствующие значения токов.

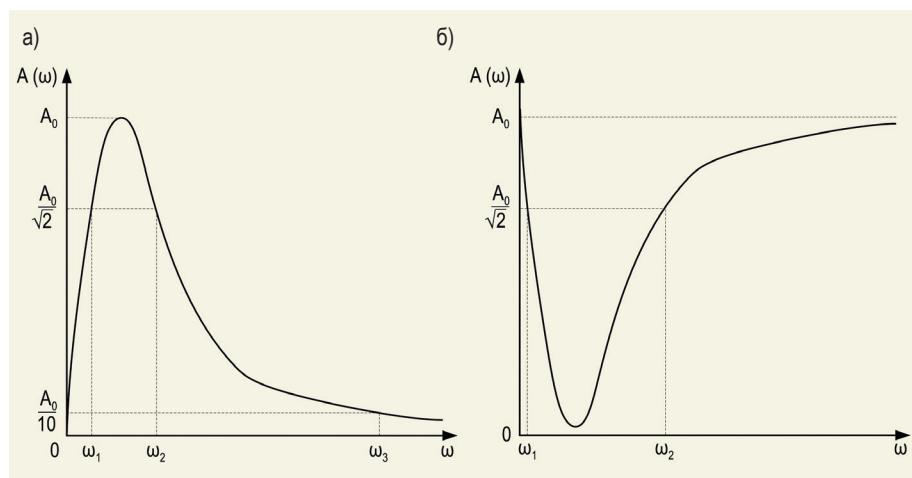


РИС. 1

Одной из основных характеристик фильтра является полоса пропускания – диапазон частот, внутри которого амплитудно-частотная характеристика фильтра  $A(\omega)$  уменьшается относительно максимального значения не более чем в  $\sqrt{2}$  раза или на 3 дБ.

Полоса пропускания для полосового фильтра показана на рис. 1, а. Она определяется следующим образом. Сначала выбирается максимальное значение  $A_0$  амплитудно-частотной характеристики. Затем с помощью уравнения  $A(\omega) = A_0/\sqrt{2}$  или на графике определяют частоты среза  $\omega_1$  и  $\omega_2$ , соответствующие границам полосы пропускания. Полоса пропускания равна разности этих частот.

Для характеристики фильтров верхних частот и режекторных фильтров используют понятие полосы удержания – диапазона частот, внутри которого амплитудно-частотная характеристика уменьшается не более чем в  $\sqrt{2}$  раза или на 3 дБ относительно максимального значения  $A_0$  (рис. 1, б).

Полосы пропускания или удержания характеризуют частотный диапазон, в котором фильтр выполняет заданные функции передачи или ослабления (затухания) сигнала. Идеальный фильтр пропускает определенный диапазон частот без затухания и искажений, который называется полосой пропускания или полосой прозрачности. Другие частоты, попадающие в полосу подавления или полосу затухания, фильтром не пропускаются. Переход от полосы пропускания к полосе подавления в идеальном фильтре мгновенный, а в реальных фильтрах происходит постепенно.

В приемниках РЦ и АЛС для ослабления токов помех, создаваемых различными источниками, применяются реактивные пассивные фильтры. Они собраны на конденсаторах и катушках индуктивности, т.е. на резонансных LC-контурах. Такие фильтры обладают устойчивостью, не требуют электрообеспечения. Их входные сигналы ограничиваются только параметрами используемых резисторов, конденсаторов и катушек индуктивности. Эти фильтры обладают достаточно высокой избирательностью – свойством передавать на выход сигналы одних частот и подавлять сигналы на других частотах. Порядок пассивного реактивного LC-фильтра определяется количеством используемых в нем емкостей и индуктивностей.

Недостаток таких фильтров – использование на низких частотах громоздких и относительно тяжелых катушек индуктивности. Однако для аппаратуры РЦ, кроме тональных, этот недостаток несущественный.

LC-контуры настраиваются в резонанс на частоте

$$\omega_0 = 2\pi f_0 = 1/\sqrt{LC}.$$

Добротность колебательного контура  $Q$  характеризует его резонансные свойства. Она определяется по формуле

$$Q = \sqrt{LC}/r,$$

где  $r$  – активное сопротивление контура. Физический смысл добротности – это отношение максимальной энергии, нака-

пливающей в реактивных элементах контура, к энергии, рассеиваемой в нем за период колебаний на резонансной частоте. В схеме с высокой добротностью рассеивается только небольшая часть энергии, и резонанс хорошо выражен.

В последовательном контуре, настроенном в резонанс, возникает резонанс напряжений. Сопротивление контура для тока с резонансной частотой минимально и равно величине его активного сопротивления. Ток с резонансной частотой в этом случае максимальен. При отклонении частоты сигнала от резонансной модуль сопротивления контура резко возрастает. Это свойство последовательных колебательных LC-контуров используется в фильтрах.

При резонансе токов в параллельном колебательном контуре токи через индуктивность и через емкость намного превышают общий ток, текущий через контур. В этом случае сопротивление контура для тока с резонансной частотой максимально. При отклонении частоты сигнала от резонансной модуль сопротивления контура резко уменьшается.

Активное сопротивление колебательного LC-контура зависит от величины потерь энергии в конденсаторах и катушках индуктивности. Потери энергии в конденсаторах, используемых в фильтрах, всегда намного меньше, чем потери энергии в катушках индуктивности. Поэтому при инженерных расчетах активным сопротивлением конденсаторов пренебрегают.

Добротность катушки индуктивности определяется отношением модуля индуктивного сопротивления катушки к ее активному сопротивлению. Величина активного сопротивления катушки индуктивности со стальным сердечником (дронселя) зависит от потерь энергии в стали на гистерезис и вихревые токи, а также потерь в медной проволоке катушки. В диапазоне частот, на которых работают РЦ и АЛС, потери энергии в стали сердечника на гистерезис и вихревые токи намного меньше, чем потери на активном сопротивлении обмотки катушки индуктивности. Поэтому при инженерных расчетах считают, что активное сопротивление дросселя – это активное сопротивление его катушки.

Выполненные расчеты и проведенные исследования в условиях эксплуатации на участках железных дорог с высоким уровнем помех показали, что наилучшую защиту приемников РЦ от помех, создаваемых переменным тяговым током, обеспечивают путевые фильтры ФП-25М и ФП-75М. Они выполнены на параллельных колебательных LC-контурах. Фильтры включаются в схемах приемников РЦ кодовой автоблокировки как четырехполюсники.

Фильтр ФП-25М является пассивным реактивным фильтром седьмого порядка, ФП-75М – восьмого порядка [6]. Усложнение схем этих фильтров вполне себя оправдало. Потеря мощности сигналов РЦ в них не превышает 10–12 %.

Если последовательные, настроенные в резонанс колебательные LC-контуры применяются в качестве фильтров, они выполняют функции двухполюсников. Фильтры соединяются последовательно с приемниками сигналов РЦ (рис. 2, а) или подключаются параллельно к ним (рис. 2, б).

В первом случае фильтр должен обеспечивать увеличение затухания токов помех через приемник, поэтому он настраивается на частоту, на которой работает приемник. Во втором случае сигналы помех шунтируются фильтром и, следовательно, резонансной частотой контура должна быть частота наиболее значимой помехи. В обоих случаях контуры являются полосовыми фильтрами.

Об эффективности применения таких фильтров можно судить по степени ослабления помех в приемнике сигналов. Однако такие простейшие фильтры уменьшают уровень полезного сигнала в приемнике. Величина сопротивления этих фильтров для сигнального тока сравнима с сопротивлением приемника, поэтому в первом случае на сопротивлении фильтра падает часть напряжения полезного сигнала, а во втором случае часть тока сигнальной частоты ответвляется в фильтр.

Если двухполюсник фильтра подключается последовательно с приемником, падение напряжения рассматриваемой частоты на фильтре  $\dot{U}_\phi$  и приемнике сигналов  $\dot{U}_{\text{пр}}$  распределяется как на делителе напряжения (рис. 2, а). При подключении фильтра параллельно с приемником приходящий из РЦ ток  $i$  распределяется между приемником  $i_{\text{пр}}$  и фильтром  $i_\phi$  обратно пропорционально величинам их сопротивлений на этой частоте (рис. 2, б).

Резонансные последовательные колебательные LC-контуры используются в фильтрах низких частот РЗФ-1, РЗФ-2, РЗФШ-2, а также в защитных блок-фильтрах ЗБФ-1 [6]. Эти фильтры являются двухполюсниками и предназначены для защиты от гармоник тягового тока путевых реле в РЦ на участках железных дорог, электрифицированных на постоянном токе.

Блок-фильтр ЗБФ-1 подключается последовательно с путевым реле ИРВ-110 или ИМВШ-110 в кодовых РЦ частотой 50 Гц. Последовательный колебательный LC-контур фильтра настраивается в резонанс на частоте сигнального тока. Активное сопротивление катушки фильтра равно 70 Ом.

График эффективности ослабления блок-фильтром ЗБФ-1 сигналов с различными частотами показан на рис. 3. Падение сигнального напряжения на фильтре составляет 30 %, т.е. фильтр ослабляет сигнальный ток РЦ в 1,42 раза. Напряжение сигналов помех частотой 100 Гц на путевом приемнике уменьшается фильтром в 5,5 раз. Степень ослабления помех на более высоких частотах меняется мало и в диапазоне до 1200 Гц составляет в среднем 7,2 раза.

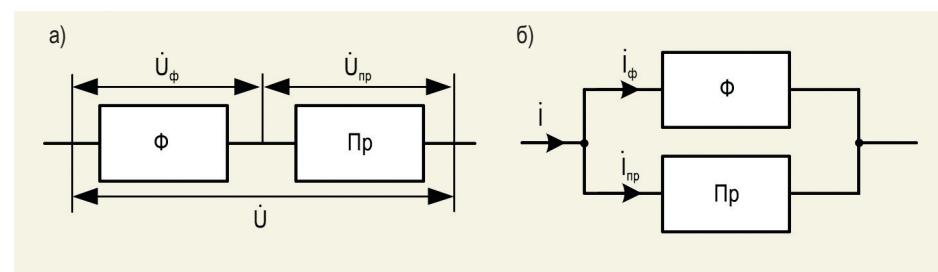


РИС. 2

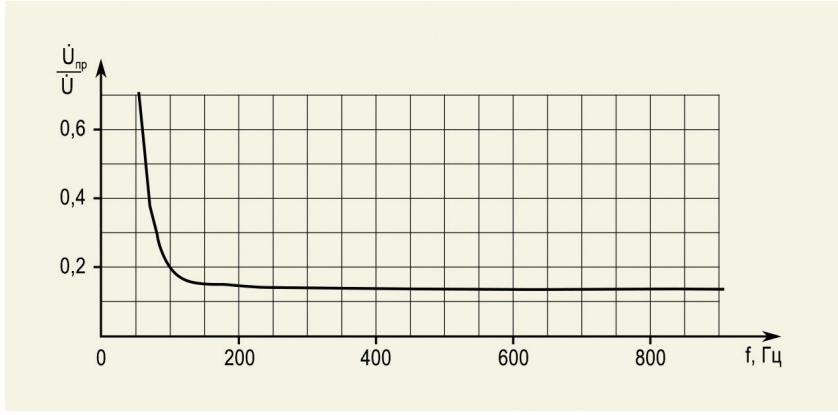


РИС. 3

Эффективность фильтра повышается при уменьшении активного сопротивления обмотки его катушки. Например, при снижении величины этого сопротивления в два раза вносимое фильтром затухание полезного сигнала на обмотке путевого реле уменьшается в 1,86 раз, а потери мощности сигналов РЦ в фильтре – в 1,71 раз.

На станциях путевые приемники фазочувствительных РЦ с частотой сигнального тока 25 Гц защищаются от помех, создаваемых переменным тяговым током, защитными блоками ЗБ-ДСШ. Такой полосовой фильтр содержит дроссель, четыре конденсатора и представляет собой последовательный LC-контур, настраиваемый в резонанс на частоте 50 Гц. Активное сопротивление обмотки катушки фильтра составляет  $13,8 \text{ Ом} \pm 10\%$  [7].

Фильтр не должен влиять на фазу сигнального тока, поэтому он подключается параллельно путевому элементу реле ДСШ (рис. 2, б). При точной настройке фильтра в резонанс напряжений его входное сопротивление на резонансной частоте 50 Гц минимально (чисто активно), а ток помехи частотой первой гармоники тягового тока через него максимальен. В результате ток этой помехи через катушку путевого элемента реле максимально ослабляется.

Как показали исследования в условиях эксплуатации и проведенные расчеты, эффективность этих фильтров недостаточна для современных условий работы РЦ. Зависимость вносимого фильтром затухания  $S$  от частоты принимаемых из рельсовой линии сигналов показана на рис. 4. Фильтр в обмотке путевого реле ослабляет помеху частотой 50 Гц более чем в 50 раз. Однако одновременно сигнальный ток в катушке путевого элемента реле ДСШ уменьшается почти в два раза из-за утечек через фильтр.

Сигналы помех от нечетных гармоник тягового тока ослабляются блоками ЗБ-ДСШ в среднем в 3,8 раз. Этого недостаточно, так как величина тока гармоник (вплоть до девятой), попадающего в путевой приемник сигналов РЦ, может быть сравнима с уровнем сигнального тока [8]. Из-за появления помех такого уровня в катушке путевого элемента реле ДСШ и ослабления сигнального тока из-за утечек через фильтр РЦ с фазочувствительными приемниками неустойчиво работают на электрифицированных на переменном токе участках при высокой интенсивности движения и пропуске тяжеловесных

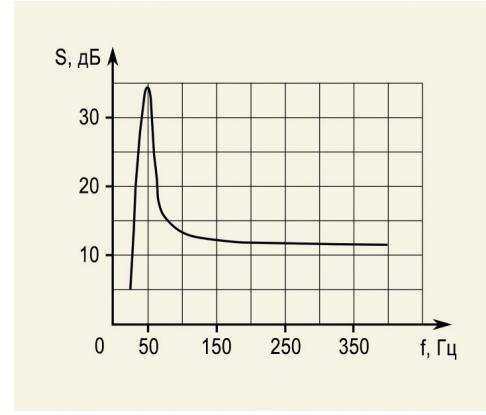


РИС. 4

поездов. Качество фильтрации помех блоками ЗБ-ДСШ можно повысить за счет увеличения порядка, снабжая их дополнительными колебательными контурами, собранными на катушках индуктивности и конденсаторах [8].

Таким образом, пассивные путевые фильтры седьмого и восьмого порядка, выполненные на конденсаторах и катушках индуктивности и являющиеся четырехполюсниками, обеспечивают требуемое качество защиты путевых приемников РЦ даже при повышенных уровнях помех от тягового тока в рельсовой тяговой сети. Эффективность более простых пассивных фильтров второго порядка, собранных на таких же элементах и представляющих собой двухполюсники, не всегда отвечает возросшим требованиям к качеству фильтрации помех. Эффективность таких фильтров, подключаемых последовательно с обмотками путевых реле, можно повысить, улучшив добротность используемых в них дросселей. Эффективность фильтров, подключенных параллельно с обмотками путевых реле, увеличивается за счет усложнения конструкции с помощью добавления резонансных контуров.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Шаманов, В.И. Процесс формирования асимметрии тягового тока в рельсовой линии / В.И. Шаманов // Электротехника. – 2014, – № 8. – С. 34–37.
2. Бадер, М.П. Электромагнитная совместимость / М.П. Бадер. – М.: УМК МПС, 2002. – 638 с.
3. Применение кодов Бергера и Хэмминга в схемах функционального контроля / В.В. Сапожников, Вл.В. Сапожников, Д.В. Ефанов, А.А. Блюдов // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2013. – № 2. – С. 168–182.
4. Синтез рельсовых цепей тональной частоты с автоматическим регулированием уровня сигнала / Ю.А. Кравцов, Е.В. Архипов, А.Е. Щербина, М.Е. Бакин // Вестник транспорта Поволжья. – 2012. – № 5. – С. 60–69.
5. Основы теории цепей / Г.В. Зевеке, П.А. Ионкин, А.В. Нетушил, С.В. Страхов. – М. : Энергоатомиздат, 1989. – 528 с.
6. Сороко, В.И. Аппаратура железнодорожной автоматики и телемеханики : справочник. В 4 к. Кн. 2 / В.И. Сороко, Е.Н. Розенберг. – М. : Планета, 2000. – 1008 с.
7. Сороко, В.И. Аппаратура железнодорожной автоматики и телемеханики : справочник. В 4 к. Кн. 1 / В.И. Сороко, Е.Н. Розенберг. – М. : Планета, 2000. – 960 с.
8. Шаманов, В.И. Электромагнитная совместимость систем железнодорожной автоматики и телемеханики // В.И. Шаманов. – М. : Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2013. – 244 с.

# АНАЛИЗ БЕЗОТКАЗНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ



**М.А. БУТУЗОВ,**  
старший научный  
сотрудник ИЦ ЖАТ  
ПГУПС



**С.Ю. КОСТЮНИН,**  
начальник отдела  
НТЦ перспективного  
развития НТК ЖАТ  
ОАО «Радиоавионика»



**О.Л. МАКОВЕЕВ,**  
советник по науке  
НТК ЖАТ

**Ключевые слова:** функциональная безопасность, безотказность, системы контроля и управления, интенсивность отказов

**Аннотация.** В статье исследованы проблемы расчета показателей безотказности и безопасности систем контроля и управления ответственными объектами, в том числе систем микропроцессорной централизации и микропроцессорной автоблокировки. Предложены математические модели на основе цепей Маркова с непрерывным временем. Получены результаты, позволяющие провести сравнительный количественный анализ основных показателей систем с различной избыточностью.

■ Впервые образец системы микропроцессорной централизации ЭЦ-ЕМ на базе первого отечественного управляющего вычислительного комплекса УВК РА включили в опытную эксплуатацию на станции Новый Петергоф Октябрьской дороги в октябре 2000 г. С тех пор элементная база и технология изготовления постоянно совершенствовалась, значительно расширились функциональные возможности, что обеспечило широкое применение этих изделий на сети дорог России, в том числе и на крупных станциях.

Особе внимание на этапах разработки и при совершенствовании технических решений традиционно уделяется вопросам безотказности и безопасности [1]. Для расчета количественных характеристик этих показателей используется аппарат цепей Маркова. На этапе разработки он позволяет прогнозировать интенсивность отказов и другие характеристики изделия, а в период эксплуатации – оценить соответствие характеристик прогнозу и помочь при анализе видов и последствий отказов.

В качестве нормируемых показателей при анализе безотказности и долговечности используются показатели, включенные в стандарт [2]. Для их определения предварительно введем следующие обозначения.  $F(t)$  обозначим функцию распределения случайной величины – времени отказа системы, которая будет

определять вероятность  $P$  того, что отказ системы произойдет не ранее момента времени  $t$

$$F(t) = P(\xi \leq t), \quad (1)$$

где  $\xi$  – случайная величина, определяющая момент отказа системы. Предположим, что она абсолютно непрерывна. Другими словами, существует такая функция плотности распределения, что справедливо

$$F(t) = \int_0^t f(t)dt. \quad (2)$$

Наиболее распространенными показателями безотказности являются вероятность безотказной работы  $P(t)$  и интенсивность отказов  $\lambda(t)$ . С учетом введенных ранее обозначений эти показатели определяются следующим образом:

$$P(t) = 1 - F(t), \quad (3)$$

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{1 - F(t)}. \quad (4)$$

В качестве показателя долговечности обычно используют среднюю наработку до отказа  $T_{cp}$  (Mean Time To Failure, MTTF – математическое ожидание

времени работы системы до наступления отказа [3], вычисляемую по формуле

$$T_{cp} = \int_0^{\infty} \tau f(\tau) d\tau . \quad (5)$$

Относительно функциональной безопасности в [3] даны определения опасного и безопасного отказа, а также представлены формулы по оценке систем на основе интенсивностей этих отказов, в частности

$$\lambda = \lambda_S + \lambda_D , \quad (6)$$

где  $\lambda_S$  и  $\lambda_D$  – интенсивности безопасных и опасных отказов соответственно.

Для систем железнодорожной автоматики и телемеханики нормируемыми показателями являются интенсивность опасных и защитных отказов. Чтобы подчеркнуть важность защиты от последствий обнаруженных отказов, понятие «защитный отказ» введено вместо понятия «безопасный отказ».

Практически для всех систем к опасным отказам обычно относят необнаруженные отказы, способные привести к ложным срабатываниям исполнительных органов объекта или к получению ложной контрольной информации о его состоянии. Уровень безопасности ряда объектов контроля и управления во многом зависит также от скорости реакции системы при защите от последствий обнаруженных отказов и не обратимости этой защиты для системы в целом. Недопустимая задержка реализации защитной реакции также может приводить к опасным отказам.

Что касается обнаружения отказа средствами контроля, то необходимо отметить, что все устройства рассматриваемых систем имеют два типа контроля – оперативный и периодический (тестовый).

Оперативный контроль в течение каждого цикла работы проверяет функционирование, отслеживая выполнение основных процедур (ввод данных, вычисления, вывод данных, диагностика отказов). Перечень таких процедур определяется спецификой конкретных устройств, для которых он постоянен. Достоинством оперативного контроля является его высокая достоверность, однако он проверяет результаты определенных процедур, реализованных на действованных в данный момент аппаратных средствах. Если отказ затронул другие аппаратные средства, то они оказываются вне рамок оперативного контроля, что способствует так называемому накоплению отказов.

Периодический (тестовый) контроль в фоновом режиме проверяет все когда-либо задействованные аппаратные средства независимо от реализуемой в данный момент программы контроля и управления объектом. Основная задача тестового контроля – выявление и исключение накопления отказов, появление которых является наиболее существенной предпосылкой для возникновения опасных отказов.

Проанализируем микропроцессорные системы, функциональная безопасность и безотказность [4, 5, 6] которых обеспечивается на базе аппаратно-программной избыточности. В частности, исследуем модели 2-канальных (2 из 2), 3-канальных (2 из 3), 4-канальных (2 по 2) систем (устройств).

Оперативный контроль в подобных системах реализуется на основе данных, полученных при межканаль-

ном обмене. Он обеспечивает сравнение массивов данных своего канала с данными соседних каналов и позволяет исключить из действия весь массив данных соседнего канала в случае, если данные различаются. Таким образом, отдельные устройства (каналы) имеют возможность контролировать друг друга.

Возможна такая организация оперативного контроля и в 3- и 4-канальных системах, когда после отказа одного из каналов сохраняется работоспособность системы в целом. При 2-канальном построении после отказа одного канала сохранение работоспособности возможно в двух случаях: при безопасной организации каждого из каналов или при контроле правильности функционирования с помощью внешних устройств. В этих случаях контроль организуется по-другому и обычно зависит от специфики решаемой задачи.

Поскольку в рассматриваемых 3- и 4-канальных системах возможна двойная проверка при первом отказе, а в 2-канальных кроме автономных средств проверки можно предусмотреть контроль на основе межканального сравнения, предположим, что оперативный контроль после отказа одного канала исключает переход в неработоспособное опасное состояние.

При отказе еще одного канала в 3- и 4-канальных системах не исключено, что это не будет обнаружено оперативным контролем, а в 2-канальных может нарушится безопасная организация канала или взаимодействие с внешними контролирующими устройствами, что приведет систему в неработоспособное состояние. Рассматривая пессимистический вариант, принимаем, что такое неработоспособное состояние является опасным.

Подробнее рассмотрим описанные ранее системы. В общем случае в работе многоканальной системы с числом каналов  $i$ , равным 2, 3, 4, можно выделить три основных состояния (табл. 1):

начальное состояние (в работе находятся все  $i$  каналов);

состояние после первого отказа (в работе находятся  $j$  каналов);

состояние после второго отказа (система не работаетоспособна).

Очевидно, что каждый тип рассматриваемых систем (тип резервирования) характеризуется двумя параметрами – общим числом каналов  $i$  и числом каналов, находящихся в работе,  $j$ , отличными от параметров других типов, что позволяет использовать  $i$  и  $j$  в качестве обозначения принадлежности к конкретному типу систем.

Для расчета количественных параметров безопасности и безотказности используем аппарат цепей Маркова с непрерывным временем. Определим множество состояний цепи Маркова и интенсивности переходов между состояниями. Рассмотрим следующие ее состояния, соответствующие указанным состояниям системы:

Таблица 1

Тип системы ( $i, j$ )	Состояние		
	Начальное, $S_0$	После первого отказа, $S_1$	После второго отказа, $S_2$
2-канальная (2,1)	2	1	0
3-канальная (3,2)	3	2	1
4-канальная (4,2)	4	2	1

$S_0$  – начальное состояние (после пуска или восстановления работоспособности), когда все  $i$  каналов исправны;

$S_1$  – состояние, возникающее после отказа одного из каналов, в работе находятся  $j$  каналов;

$S_2$  – состояние, возникающее после отказа еще одного канала в том случае, если ранее оказавший канал не восстановился. В результате система попадает в положение защитного отказа, когда ее работа исключена, или опасного отказа, когда работа продолжается при неисправности.

Полагаем, что  $\lambda$  – интенсивность отказов одного канала, а  $\mu$  – интенсивность восстановления. Тогда  $\lambda_1 = i\lambda$  – интенсивность перехода из исходного состояния  $S_0$  в результате отказа одного из каналов в состояние  $S_1$ , а  $\mu$  – интенсивность возврата в начальное состояние  $S_0$  из состояния  $S_1$ . Далее обозначим через  $\lambda_2 = j\lambda$  интенсивность перехода в неработоспособное состояние  $S_2$  из состояния  $S_1$  в результате отказа еще одного канала.

Диаграмма переходов для марковской модели системы с восстановлением работоспособности после первого отказа представлена на рис. 1.

Составим систему дифференциальных уравнений Чепмена-Колмогорова, решение которой позволяет найти вероятности пребывания в состояниях модели  $p_0(t)$ ,  $p_1(t)$ ,  $p_2(t)$  в произвольный момент времени  $t$ .

Дифференциальные уравнения примут следующий вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dp_0(t)}{dt} = -\lambda_1 p_0(t) + \mu p_1(t) \\ \frac{dp_1(t)}{dt} = -(\lambda_2 + \mu) p_1(t) + \lambda_1 p_0(t) \\ \frac{dp_2(t)}{dt} = \lambda_2 p_1(t) \end{array} \right. \quad (7)$$

Для решения (7) используем также начальные условия и условия нормировки

$$\left\{ \begin{array}{l} dp_0(t) = 1 \\ dp_1(t) = 0 \\ dp_2(t) = 0 \end{array} \right. , \quad (8)$$

$$p_0(t) + p_1(t) + p_2(t) = 1. \quad (9)$$

Особый интерес для дальнейшего вычисления значений показателей надежности представляет вероятность  $p_2(t)$ . Формула ее определения для произвольной системы типа « $i, j$ » получена при решении системы дифференциальных уравнений (7)

$$p_2(t) = \frac{1}{k_1 - k_2} (k_2 e^{k_1 t} - k_1 e^{k_2 t} + k_1 - k_2). \quad (10)$$

Значения  $k_1$  и  $k_2$  являются корнями характеристического уравнения для системы дифференциальных уравнений (7) и определяются по формулам

$$k_1 = \frac{-(\mu + i\lambda + j\lambda) + \sqrt{(\mu + i\lambda + j\lambda)^2 - 4ij\lambda^2}}{2} \approx -\frac{ij\lambda^2}{\mu}, \quad (11)$$

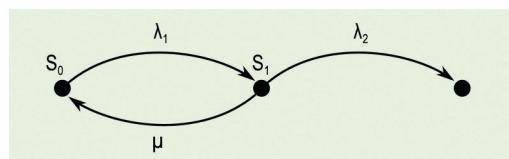


РИС. 1

$$k_2 = \frac{-(\mu + i\lambda + j\lambda) - \sqrt{(\mu + i\lambda + j\lambda)^2 - 4ij\lambda^2}}{2} \approx -\mu. \quad (12)$$

При этом погрешность приближения  $k_1$  и  $k_2$  находится по формуле

$$\Delta = (i^2 j^2 \lambda^4)/\mu^3. \quad (13)$$

Воспользуемся соотношением (5) и вычислим наработку на отказ

$$T_{cp} = \int_0^\infty tp'_2(t)dt = \frac{\mu + (i + j)\lambda}{ij\lambda^2}. \quad (14)$$

Отметим, что в выражении (14) имеет место строгое равенство. Получить такой результат можно не применяя интегрирование с условием, что наработка на отказ в данном случае есть среднее время достижения состояния  $S_1$  из состояния  $S_0$ . Решая соответствующую систему алгебраических уравнений для средних времен достижения [7], приходим к соотношению (14).

Для определения интенсивности опасного и защитного отказов следует обратить внимание на то, что если по первому отказу имеется двойной контроль и двойная защита, то второй отказ может произойти при менее благоприятных обстоятельствах, связанных с двумя независимыми событиями, являющимися следствием события «второй отказ»:

средства контроля могут не обнаружить отказ с вероятностью  $q_1$ ;

время между отказами меньше задержки срабатывания механизмов защиты. Предположим, что механизмы защиты гарантированно срабатывают за время  $\tau$ , а вероятность того, что время между отказами окажется меньше задержки срабатывания защиты, обозначим через  $q_2(\tau)$ .

При возникновении любого из этих событий не исключается возможность неправомерных воздействий на исполнительные органы объекта управления и получения неправильных результатов контроля при продолжении функционирования. В связи с этим такой отказ считаем опасным отказом (ОпОт). В ином случае будет иметь место прекращение функционирования и возникновения так называемого защитного отказа (ЗашОт).

Тогда вероятность опасного отказа к моменту времени  $t$

$$p_{OpOt}(t) = p_2(t)[1 - (1 - q_1)(1 - q_2(\tau))], \quad (15)$$

а вероятность защитного отказа

$$p_{ZashOt}(t) = p_2(t)(1 - q_1)(1 - q_2(\tau)). \quad (16)$$

Событие «время между отказами меньше задержки срабатывания защиты» эквивалентно событию «появление второго отказа за время, не превосходящее время срабатывания защиты  $\tau$ ». Вероятность последнего события определяется как

$$q_2(\tau) = 1 - e^{-\lambda^2 \tau} \approx j\lambda\tau. \quad (17)$$

Поскольку вероятности  $q_1$  и  $q_2(\tau)$  для конкретных систем являются постоянными величинами, независимыми от  $t$ , определим интенсивности опасных и защитных отказов следующим образом [8]:

$$\Lambda_{OpOt} = \frac{dp_2(t)/dt}{1 - p_2(t)} [1 - (1 - q_1)(1 - q_2(\tau))], \quad (18)$$

$$\Lambda_{\text{ЗашОТ}}(t) = \frac{dp_2(t)/dt}{1 - p_2(t)} (1 - q_1)(1 - q_2(t)) . \quad (19)$$

Отметим, что

$$\Lambda_{\text{ОпОТ}}(t) + \Lambda_{\text{ЗашОТ}}(t) = \frac{dp_2(t)/dt}{1 - p_2(t)}$$

и соответствует общей интенсивности отказов [3]. Обозначим общую интенсивность отказов через  $\Lambda(t)$ .

Приведем формулы для расчета интенсивности отказов систем с различной избыточностью:

$$\Lambda(t) = \frac{k_1 k_2 (e^{k_1 t} - e^{k_2 t})}{k_1 e^{k_2 t} - k_2 e^{k_1 t}},$$

$$\Lambda_{\text{ЗашОТ}}(t) = (1 - q_1)(1 - q_2(t)) \Lambda(t),$$

$$\Lambda_{\text{ОпОТ}}(t) = [1 - (1 - q_1)(1 - q_2(t))] \Lambda(t).$$

Оценка общей интенсивности отказов определяется по формуле

$$\Lambda(t) \approx \frac{ij\lambda^2}{\mu} \text{ при } e^{-\mu t} \approx 0. \quad (20)$$

Погрешность данного приближения (оценки) для общей интенсивности отказов  $\Lambda(t)$  в случае систем с восстановлением после первого отказа определяется на основе формулы (13).

На основе полученных результатов проведем сравнение модели 3-канальной системы «2 из 3» (системы типа «3, 2») и модели 4-канальной системы «2 по 2» (системы типа «4, 2»). Отметим, что в системе первого типа после отказа одного из каналов безопасное функционирование продолжается за счет двух исправных каналов. В системе второго типа четыре канала группируются в два полукомплекта, причем безопасное функционирование полукомплекта возможно только в случае работоспособности каждого из каналов, входящих в полукомплект. Таким образом, после отказа одного из четырех каналов работоспособность системы сохраняется за счет полукомплекта, состоящего из двух исправных каналов.

При сравнении двух предложенных архитектур построения систем будем полагать значение интенсивности отказов каждого канала равным  $10^{-5}$  отказов в час, а значение интенсивности восстановления отказавших каналов  $1/12$  1/ч. Таким образом, среднее время восстановления отказавшего канала равно 12 ч. Иными словами, сравним показатели безопасности и безотказности для систем двух предложенных типов, построенных на эквивалентной аппаратной базе.

Результаты расчетов, выполненных по формуле (14), приведены в табл. 2.

Очевидно, что 3-канальная система имеет большую наработку на отказ. Иначе говоря, 4-канальная система «2 по 2» в среднем отказывает чаще, чем 3-канальная система, построенная на аналогичных аппаратных средствах.

Таблица 2

Наработка на отказ	Система	
	3-канальная, «2 из 3»	4-канальная, «2 по 2»
Аналитическое выражение	$\frac{\mu + 5\lambda}{6\lambda^2}$	$\frac{\mu + 6\lambda}{8\lambda^2}$
Численное значение, ч	$1,39 \cdot 10^8$	$1,04 \cdot 10^8$

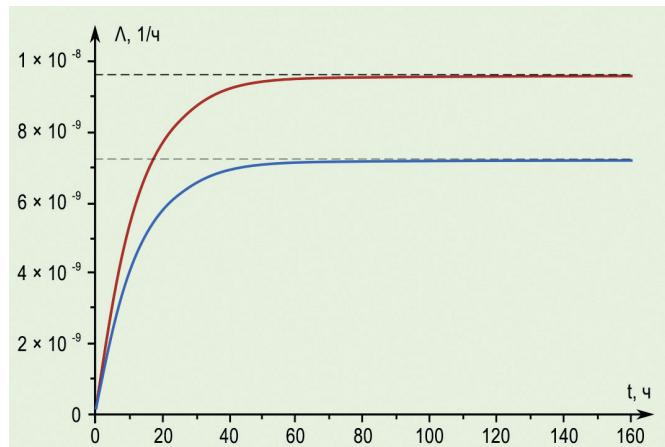


РИС. 2

Сравним также общие интенсивности отказов для рассматриваемых систем, представленных на рис. 2 и полученных по формуле (20). На нем красным и синим цветами представлены данные по 4- и 3-канальным системам соответственно. Сплошными линиями обозначены общие интенсивности отказов, а пунктирными – оценки интенсивности отказов.

Следует отметить, что общая интенсивность отказов достаточно быстро становится практически независимой от времени. Нетрудно видеть, что оценка (20) дает весьма хорошее приближение.

Из приведенных расчетов видно, что общая интенсивность отказов 4-канальной системы «2 по 2» в каждый момент времени больше, чем интенсивность отказов 3-канальной системы «2 из 3». Учитывая представленные доводы, при создании УВК РА выбор был сделан в пользу 3-канальной архитектуры.

Опыт эксплуатации системы ЭЦ-ЕМ на базе УВК РА в течение 16 лет показал ее высокую безотказность и безопасность, что соответствует расчетам, выполненным с помощью приведенной методики.

## ЛИТЕРАТУРА

- ГОСТ Р 51901.5-2005 (МЭК 60300-3-1:2003). Менеджмент риска. Руководство по применению методов анализа надежности. – Введен 2006-02-01. – М. : Стандартинформ, 2005. – 43 с.
- ГОСТ Р 27. 002-89. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения. – Введен 1990-07-01. – М. : Издательство стандартов, 1990. – 35 с.
- ГОСТ Р МЭК 62061-2013. Безопасность оборудования. Функциональная безопасность систем управления электрических, электронных и программируемых электронных, связанных с безопасностью. – Введен 2014-08-01. – М. : Стандартинформ, 2014. – 84 с.
- Гапанович, В.А. Некоторые положения отказобезопасности и киберзащищенности систем управления / В.А. Гапанович, Е.Н. Розенберг, И.Б. Шубинский // Надежность. – 2014. – № 2. – С. 88–94.
- Системы автоматики и телемеханики на железных дорогах мира / под ред. Грегора Теега, Сергея Власенко. – М. : Интекст, 2010. – 496 с.
- Авакян, А.А. Создание сверхнадежных электронных систем для аэрокосмической техники / А.А. Авакян // Контроль. Диагностика. – 2013. – № 2. – С. 67–75.
- Кельберт, М.Я. Вероятность и статистика в задачах и примерах / М.Я. Кельберт, Ю.М. Сухов. – М. : Издательство МЦНМО, 2010. – Т. 2 : Марковские цепи как отправная точка теории случайных процессов и их приложения. – 2010. – 560 с.
- Дружинин, Г.В. Надежность автоматизированных систем / Г.В. Дружинин. – М. : Энергия, 1977. – 536 с.

# ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ И НАДЕЖНОСТИ ПЕРЕВОЗОЧНОГО ПРОЦЕССА



**С.В. РЕШЕТНИКОВ,**  
начальник службы  
оперативного контроля  
и анализа ЦСС ОАО «РЖД»



**Н.С. ОРЛОВА,**  
начальник отдела службы  
оперативного контроля  
и анализа ЦСС ОАО «РЖД»

**Начиная с 2012 г. на сети железных дорог по инициативе Департамента безопасности движения ОАО «РЖД» проводится ежегодная викторина на знание ПТЭ. В завершившемся 2016 г. состоялась пятая викторина, финальный этап которой проходил в Нижнем Новгороде.**

■ Одна из основных целей викторины – совершенствование системы обеспечения безопасности движения на железнодорожном транспорте за счет повышения уровня профессионального мастерства работников и их мотивации на тщательное изучение основополагающих документов, касающихся этой области деятельности.

Пятилетняя практика показала, что кроме подтверждения высокого уровня профессиональных навыков и компетенций участников, викторина способствует укреплению горизонтальных корпоративных связей на дорожном уровне управления, более качественному применению нормативных правовых актов. Викторина позволяет участникам открывать дополнительные возможности в профессиональной и личностной самореализации, проявлять творческую инициативу и новаторство, в том числе при работе в команде. Это содействует вовлечению большего числа железнодорожников в реализацию общих задач по повышению уровня безаварийной работы железнодорожного транспорта.

Участие в викторине осуществляется по территориальному признаку на добровольной основе, причем каждый работник готовится к ней самостоятельно. Для повышения объективности оценки результатов организаторами викторины предусмотрена номинация для руководителей предприятий, от которых по долгу службы требуется более глубокий уровень знаний, – «Начальствующий состав».

Финальная часть викторины проходит в три этапа.

Первый этап – блиц-опрос на знание ПТЭ и других нормативных документов в форме тестирования с использованием корпоративной системы дистанционного обучения КАСКОР. Участникам требуется быстро и правильно выбрать ответы на 60 вопросов из предлагаемых вариантов (от трех до семи ответов на каждый вопрос).

Второй этап – принятие решения по выходу из нештатной ситуации, которая представлена в виде рисунка и словесного описания и дополнена вопросом, на который участник должен подготовить

развернутый ответ. Варианты ответа при этом не предлагаются. По завершении данного этапа трем лучшим работникам от каждого хозяйства вручается памятный знак «Эксперт ПТЭ».

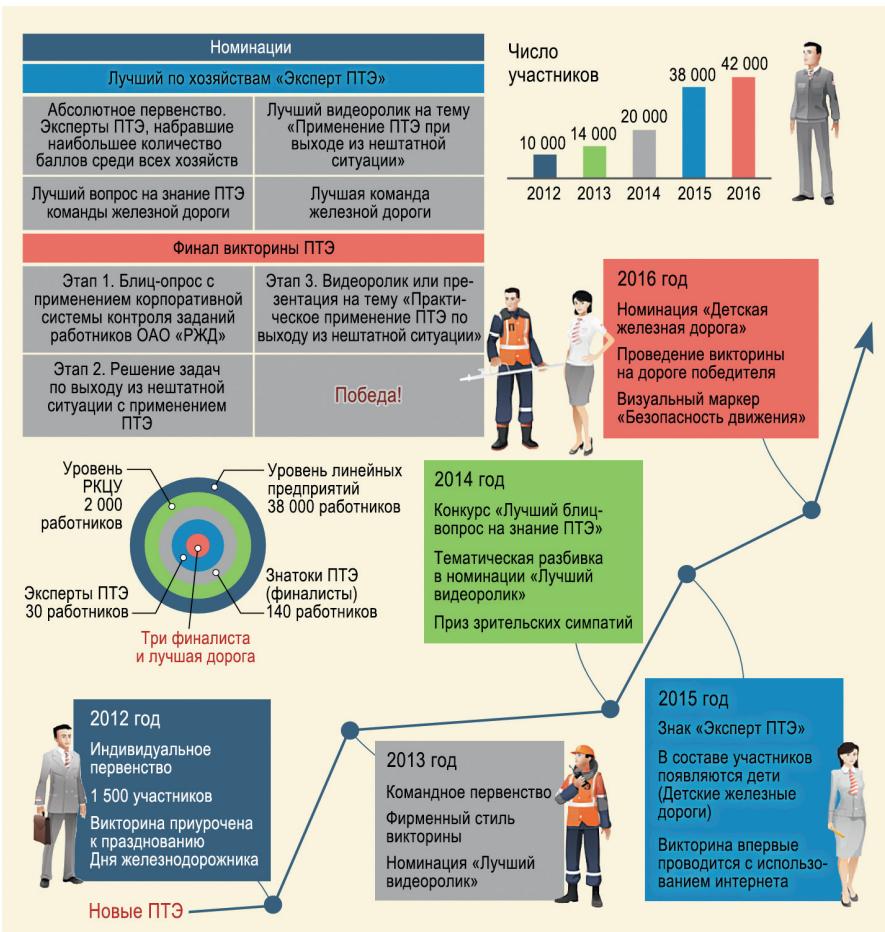
Третий этап – представление домашнего задания в виде презентации или двухминутного видеоролика на тему, раскрывающую аспекты обеспечения безопасности движения.

Интересно то, что викторины проводятся по эстафетному принципу: каждая следующая проходит на дороге, команда которой в предыдущий год одержала победу. С целью вовлечения курсантов детских железных дорог в изучение ПТЭ Департаментом безопасности движения ОАО «РЖД» принято решение об их участии в соревновании. В результате в 2016 г. в финальном этапе викторины среди 200 победителей дорожного уровня были и 13 представителей детских железных дорог.

Особенностью викторины 2016 г. стало то, что она состоялась в период проведения на Горьковской дороге Ассамблеи начальников железных дорог и награды победителям в торжественной обстановке вручал президент ОАО «РЖД» О.В. Белозёров.

От Центральной станции связи в финальном этапе состязаний приняли участие 26 специалистов структурных подразделений. В том числе были лидеры, набравшие наибольшее количество баллов: инженер лаборатории связи Екатеринбургской дирекции связи Г.С. Васильев, электромеханик Курганского РЦС Челябинской дирекции Р.С. Ершов, начальник участка производства Ярославского РЦС А.С. Исмедиулаев. Они в соответствии с условиями викторины были удостоены звания «Эксперт ПТЭ» с вручением специального значка. Кроме того, победители поощрены премией от руководства ЦСС, а все специалисты структурных подразделений ЦСС, участвовавшие в финале викторины, награждены призами и подарками.

Обеспечение гарантированной безопасности и надежности перевозочного процесса – одно из главных направлений работы ЦСС, и викторина на знание



тификации осуществляется путем определения соответствия деятельности предприятия определенным критериям с учетом качественных и количественных показателей, непосредственно влияющих на выходные параметры оказываемых услуг.

При корпоративной сертификации учитывается создание условий для перехода предприятия к деятельности, при которой в каждом производственном процессе и на каждом этапе жизненного цикла оказываемых услуг гарантировано обеспечивается качество и безопасность, выявление ресурсных резервов и их эффективное использование для работы предприятия, осуществление внутреннего контроля качества и безопасности услуг для окружающей среды, жизни и здоровья граждан, а также имущества третьих лиц.

Структурные подразделения ЦСС включились в процесс корпоративной сертификации в 2015 г. Первыми его участниками стали Курганский и Кировский региональные центры связи Челябинской и Нижегородской дирекций.

При этом для объективности оценки соответствия узкопрофильного подразделения общекорпоративным требованиям, сертификационный аудит в РЦС проводился экспертными группами, образован-

ными на уровне железной дороги. В результате аудитов оба РЦС были признаны соответствующими требованиям, предъявляемым к обеспечению функционирования системы менеджмента безопасности движения.

В 2016 г. вторая волна корпоративной сертификации охватила 11 региональных центров связи, а в наступившем 2017 г. в процессе будут участвовать 23 структурных подразделения. Это – РЦС, которые по результатам самооценки полностью готовы к аудиту их деятельности в части обеспечения гарантированной безопасности и надежности перевозочного процесса компетентными экспертами железных дорог.

Процедура корпоративной сертификации складывается из нескольких этапов. После подачи подразделением заявки на участие осуществляется его диагностический аудит, по результатам которого ему выдается мотивационное задание. Оно состоит из задач, которые должны быть выполнены в сроки, определенные аудиторской группой железной дороги. После завершения мотивационного задания и проведения сертификационного аудита принимается решение о целесообразности выдачи предприятию сертификата соответствия.

Подводя итог, следует отметить, что успешное прохождение структурными подразделениями ЦСС процедур корпоративной сертификации является дополнительным свидетельством обеспечения связистами необходимых требований и убедительным фактором снижения уровня риска возникновения транспортных происшествий в филиалах.



Связисты-призеры викторины 2016 г. Слева направо:  
А.С. Исмедулаев, Р.С. Ершов, Г.С. Васильев

# ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ СУТОЧНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ



**С.О. БОГУШЕВИЧ,**  
заместитель начальника  
Челябинской дирекции  
связи – начальник отдела,  
ЦСС ОАО «РЖД»



**И.Ю. ВЛАСОВ,**  
начальник лаборатории  
Челябинской дирекции  
связи, ЦСС ОАО «РЖД»

**В течение года в подразделениях ЦСС осуществляется внедрение прогрессивной технологии суточного планирования работ. В статье рассказывается об опыте применения этой технологии на полигоне Челябинской дирекции связи.**

Как известно, техническое обслуживание объектов электросвязи осуществляется согласно четырехнедельному и годовому планам-графикам ремонтно-восстановительных бригад. Оно планируется таким образом, чтобы промежутки времени между одними и теми же работами были равными и не превышали установленной нормы, а технологически связанные друг с другом работы выполнялись одновременно.

Четырехнедельные и годовые планы-графики ремонтно-восстановительных бригад (РВБ), как правило, составляют старшие электромеханики в конце года на следующий год и согласовывают их с вышестоящим руководителем (начальником участка, заместителем РЦС). Утверждает планы-графики начальник РЦС.

Старшие электромеханики бригад в конце каждого месяца составляют оперативный план на следующий месяц, в который включают работы, предусмотренные четырехнедельным и годовым планами-графиками технического обслуживания и ремонта объектов, планами повышения надежности, модернизации, подготовки к зиме, а также работы по устранению замечаний в содержании объектов электросвязи и ранее непредвиденные. При планировании также учитывается время, затрачиваемое на участие в комиссионных проверках, техническое обучение,

надзор за работой и выполнение работ в интересах других подразделений, время для устранения отказов (инцидентов) и выявленных отступлений в содержании, на внедрение вновь разработанных устройств и др. (рис. 1).

Оперативный план, согласованный начальником участка и утвержденный руководством РЦС, передается в ЦТО для составления контрольного графика. По этому графику специалисты ЦТО ежесменно по устным докладам исполнителей работ контролируют их выполнение с помощью инструментов ЕСМА.

До внедрения технологии суточного планирования ежесуточ-

ный контроль местонахождения, перемещения и изменения вида деятельности сотрудников РВБ старший смены ЦТО фиксировал на бумажном носителе (в журнале учета), вручную устанавливал необходимые отметки в контрольном графике, используя для оперативности внесения информации условные обозначения и сокращения. При этом фиксировалось время и место прибытия/убытия бригад, вид используемого транспорта, характер работы (ГТП, устранение замечаний КМО, технологические «окна», работа на путях, устранение инцидента и др.), причина отсутствия сотрудника на рабочем месте, время



РИС. 1

последнего звонка работника при работах на путях, а также отметки о выполнении или переносе работ по ГТП.

Однако практика показала, что существующая система планирования и контроля выполнения работ несовершенна и нуждается в модернизации, поскольку системно не планировались и не контролировались необходимые работы, повышающие надежность сети связи, планирование осуществлялось «по памяти», а управление ими «по звонку».

В связи с этим в конце 2015 г. по распоряжению руководства ЦСС во всех подразделениях приступили к внедрению технологии суточного оперативного планирования работ сотрудников РВБ с учетом приоритета решаемых задач.

Необходимо отметить, что для эффективного применения этой технологии форма суточного планирования должна быть наглядной и удобной для использования персоналом, поддаваться анализу и оперативным изменениям. Все участники процесса должны находиться в едином информационном поле. Суточный план должен

отражать местоположение и передвижение сотрудников, а также основные виды работ с разделением их по месту проведения, но при этом не перегружен большим количеством информации.

С целью минимизации трудозатрат и повышения информативности для этой технологии была разработана форма, в которой учтены требования, изложенные в «Инструкции по техническому обслуживанию и ремонту объектов железнодорожной электросвязи ОАО «РЖД» в части соответствия контрольного графика старшего смены ЦТО оперативному плану старшего электромеханика бригады».

В процессе внедрения суточного планирования специалисты Челябинской дирекции связи внесли предложения по улучшению и модернизации этой технологии. К примеру, было предложено ввести понятия приоритетности, важности и срочности работ, допустить перенос даты выполнения работ по ГТП на срок не более 5 суток по четырехнедельному и 15 суток по годовому планам-графикам. Эти предложения рассматривались и

обсуждались на сетевой школе в Калининграде в 2016 г. и получили одобрение и поддержку.

Было определено, что подсистема «Мобильная ЕСМА» – это основа суточного планирования и контроля выполнения работ (рис. 2). В настоящее время с помощью этой подсистемы осуществляется контроль выполнения ГТП, а в дальнейшем будут контролироваться все выполняемые работы. Причем полноценный переход на технологию суточного планирования возможен только после полной автоматизации формирования этого процесса с применением новых технологий и доработки существующих механизмов контроля и планирования (рис. 3).

Опыт эксплуатации технологии суточного планирования в Челябинской дирекции связи и сформированные предложения были учтены при разработке технических требований на создание модуля суточного планирования ЕСМА. Это – второй модуль ЕСМА, функционирующий в оперативном режиме. Он совместно с модулем «Управления инцидентами и проблемами» дает возможность сфор-

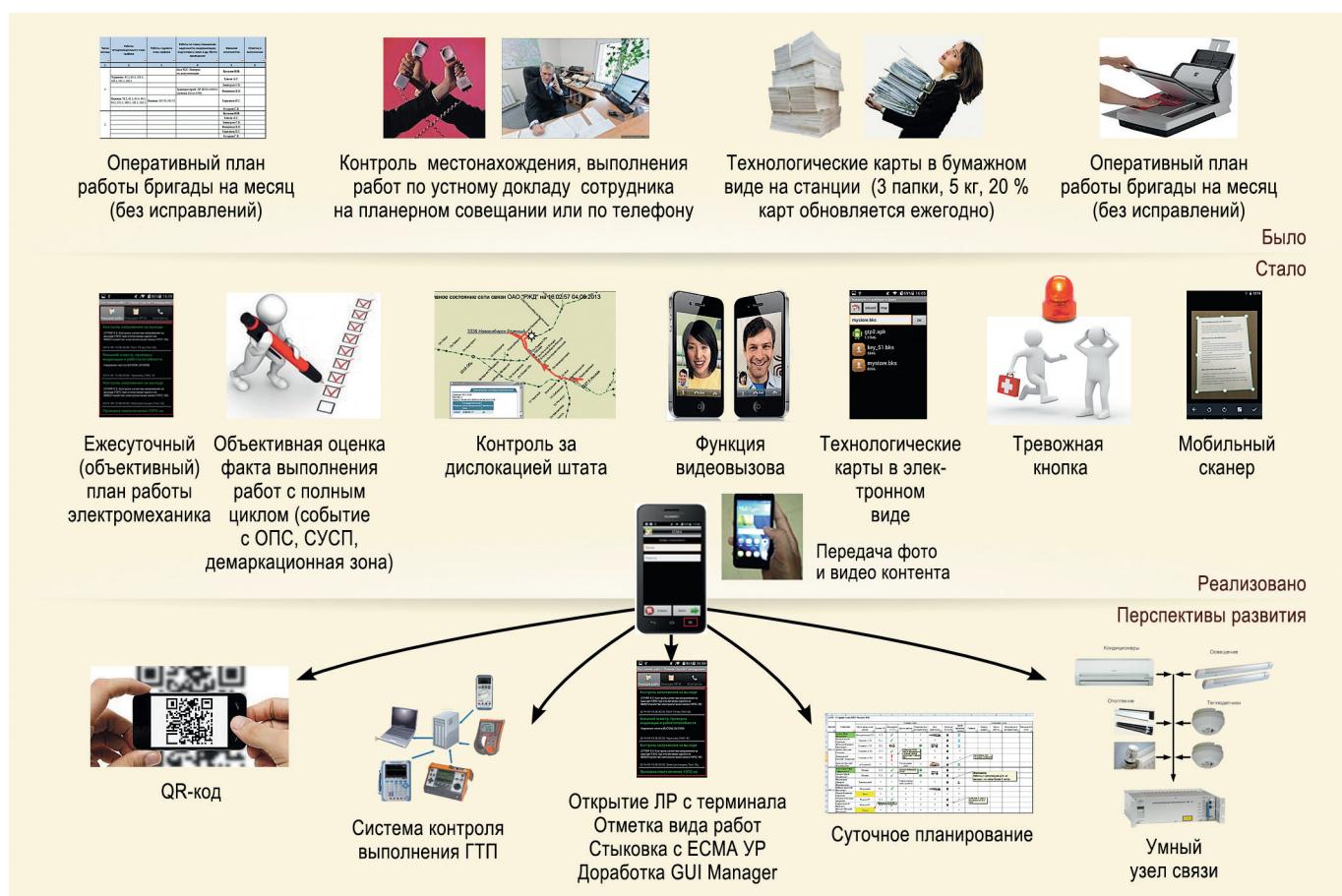


РИС. 2

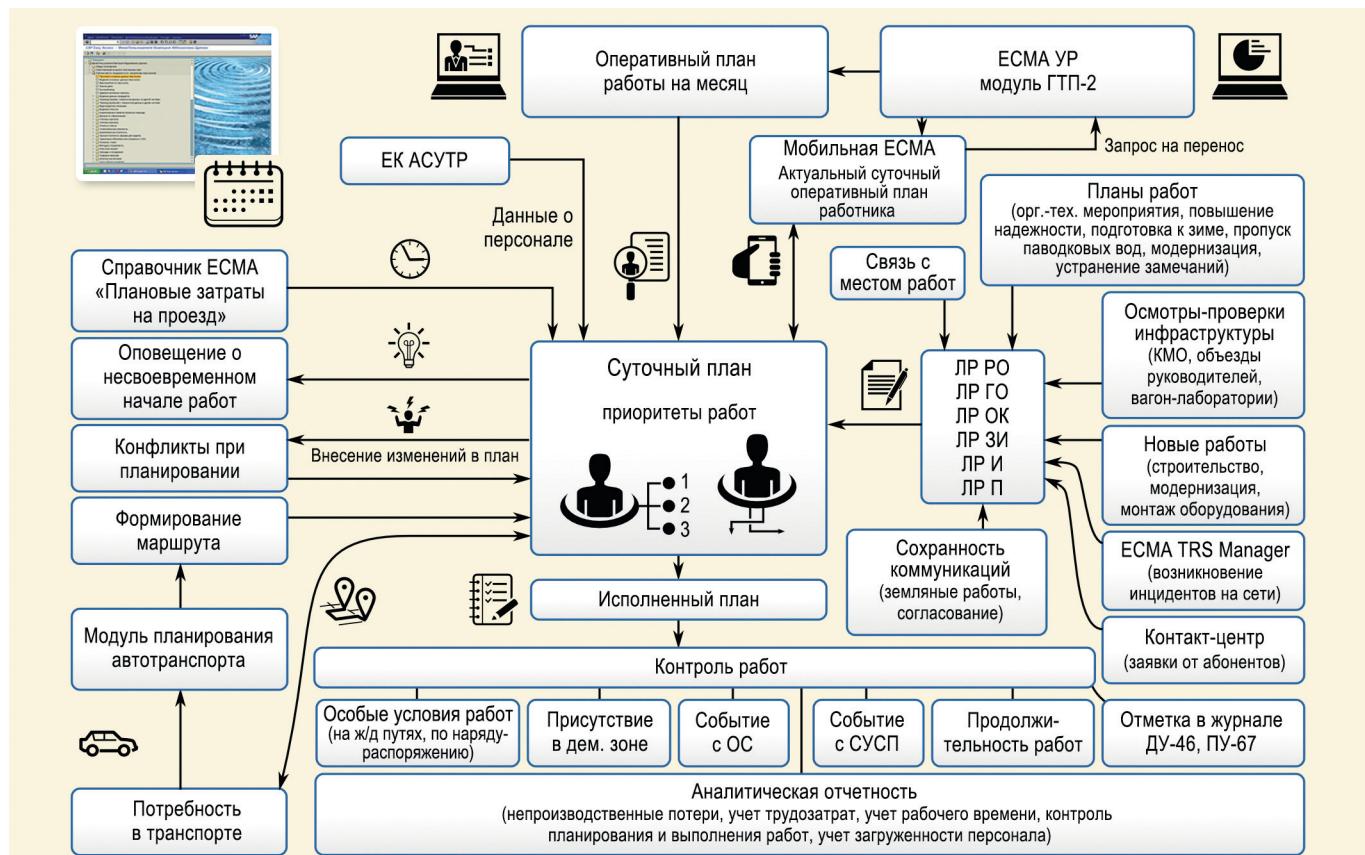


РИС. 3

мировать единое информационное поле оперативного управления в региональных центрах связи.

Модуль суточного планирования позволит контролировать проведение работ на этапах их планирования, выполнения и завершения, процесс управления автотранспортом и качество использования трудовых ресурсов, а также осуществлять автоматизированный контроль производственной дисциплины.

Техническими требованиями предусмотрено, что система планирования должна быть построена на принципе предварительного внесения данных об оперативном персонале, назначенному для выполнения каждой из работ. Система контроля планирования должна показывать виды работ, внесенные в систему, где имеется конфликт по занятости ответственных (например, сотрудник назначен для выполнения работ одновременно на разных станциях или он находится на «больничном» и др.), выдавать в оперативном режиме информацию по планируемым работам и фактическому их выполнению каждым сотрудником РВБ, сведения о плановых (отпуск, командировка и др.) и внеплано-

вых (отгул после ночной работы по устранению инцидента, из-за болезни и др.) отсутствиях работников РВБ. Должна быть предусмотрена передача автоматических уведомлений с использованием графических обозначений и сокращений. При этом система должна оперативно синхронизироваться и быть доступна пользователям в соответствии с предоставленными им правами.

Кроме того, необходимо, чтобы система могла определять приоритетность выполнения запланированных работ в пределах одного типа ЛР и структурировать их, автоматически устанавливать время начала работ с учетом способа и времени доставки персонала к месту действия. Также система должна определять работы, связанные с выходом на железнодорожные пути, и автоматически передавать информационные сообщения о необходимости телефонного вызова бригад, работающих на путях, для их контроля, формировать необходимые документы для производства работ по нарядам и распоряжениям. В оперативном режиме контролировать фактическое исполнение заданий и

давать наглядную информацию о невыполненных работах или имеющих признаки фиктивности выполнения.

Вместе с этим система должна позволять в процессе планирования контролировать соответствие трудоемкости запланированных работ имеющимся трудовым ресурсам, «подсказывать» старшему электромеханику вариант более рационального планирования нерегламентных работ на основании созданного в ГТП-2 оперативного плана, формировать индивидуальные планы для каждого работника РВБ.

В настоящее время специалисты АО «Транссыть» осуществляют поэтапную реализацию технологии суточного планирования в системе ЕСМА с учетом всех изложенных технических требований. При этом первый опытный вариант модуля «Суточное планирование» проходит тестирование на полигоне нашей дирекции связи.

В заключение следует отметить, что качественная и своевременная реализация указанной технологии позволит снизить трудозатраты, создаст удобства в организации процесса эксплуатации средств связи.



**С.В. МОРОЗОВ,**  
заместитель начальника  
Красноярской дирекции  
связи – начальник отдела  
эксплуатации,  
ЦСС ОАО «РЖД»



**П.В. ПАВЛОВ,**  
заместитель начальника  
Абаканского РЦС  
Красноярской дирекции  
связи, ЦСС ОАО «РЖД»

**Как известно, компрессорно-сигнальные установки применяются для содержания медножильных кабелей под постоянным избыточным давлением с целью предупреждения отказов вследствие нарушения целостности оболочки кабеля и попадания внутрь влаги. В статье авторы делятся опытом эксплуатации таких установок.**

# ЭКСПЛУАТАЦИЯ КОМПРЕССОРНО-СИГНАЛЬНЫХ УСТАНОВОК

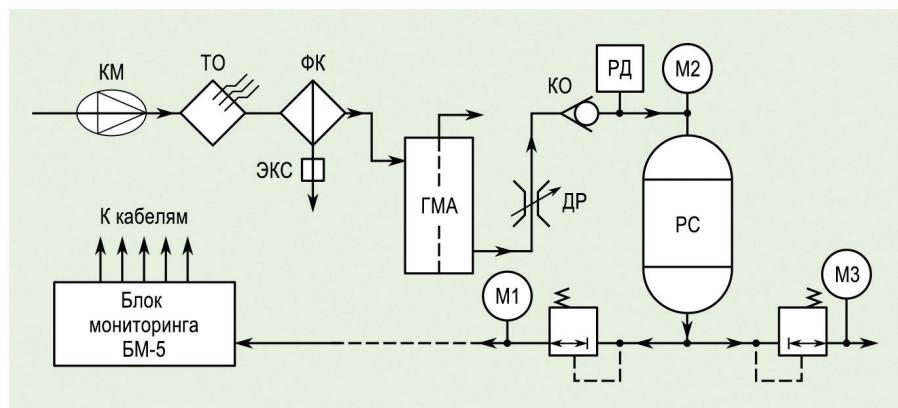
■ В Абаканском региональном центре связи эксплуатируются компрессорные установки МКСУ-5 «Суховей» и МКСУ-5 «Муссон-Н». Большинство из них подключено к системе мониторинга. Однако шесть установок не имеют технической возможности подключения к мониторингу, поскольку расположены в подземных НУПах либо отсутствует оборудование с сухими контактами, либо оборудование доступа. Известно, что эти установки предназначены для получения из окружающего воздуха сухой газовой смеси с пониженным содержанием кислорода. Принцип действия тех и других установок одинаков, но в МКСУ-5 «Муссон-Н» он основан на использовании свойств некоторых полимерных материалов пропускать с разной скоростью газы, входящие в состав воздушной смеси: азот – 78 % объема смеси, кислород – около 21 %, аргон – более 0,9 %, другие газы – менее 0,03 %.

Разделение воздушного потока на влажный и осушенный происходит в газодиффузионном мембранным аппарате ГМА. Причем одна часть газовой смеси, увлажненная и обогащенная кислородом, выбрасывается в атмосферу; другая, осушенная, с пониженным до 10 % объема

содержанием кислорода и паров воды до 0,3 г/м<sup>3</sup> поступает в кабельную магистраль.

Принцип работы МКСУ-5 «Муссон-Н» можно проследить по функциональной схеме, приведенной на рисунке. На схеме основные элементы обозначены следующим образом: КМ — компрессор, ТО — теплообменник, ФК — фильтр-конденсатор, ЭКС — электромагнитный клапан сброса, ГМА — газодиффузионный мембранный аппарат, ДР — дроссель, КО — обратный клапан, РД — реле давления, РС — ресивер осущененной газовой смеси, Р1 — редуктор рабочего выхода, Р2 — редуктор аварийного выхода, М1 — манометр рабочего выхода, М2 — манометр давления в ресивере, М3 — манометр аварийного выхода.

Мембранные компрессорно-сигнальные установки работают так: при снижении давления менее допустимого нижнего порога (180–200 кПа) реле давления РД подает напряжение на электродвигатель компрессора. Одновременно с компрессором включается и закрывается электромагнитный клапан сброса конденсата. Окружающий воздух сжимается компрессором до рабочего давления и поступает через спиралевидный теплообменник в фильтр-конденсатор. Последний очищает



воздушную смесь от примесей, при этом происходит частичная конденсация влаги в полости отстойника. Затем сжатый воздух поступает на вход газодиффузонного мембранных аппарата.

Вторая часть газовой смеси (осушенная) подается через обратный клапан в ресивер-накопитель. При достижении верхнего порога давления (500–600 кПа) срабатывает командное реле давления и компрессор останавливается. Электромагнитный клапан сброса обесточивается и открывается, капли влаги выбрасываются в атмосферу. Давление в ресивере контролируется по показаниям манометра М2, расположенного на приборной панели. Из ресивера сжатый воздух через редуктор Р1, понижающий давление до 80–100 кПа (манометр М1), поступает на выход установки.

Установки МСУ-5 «Суховей» и МКСУ-5 «Муссон-Н» конструктивно отличаются исполнением пневматической схемы. При этом в МКСУ-5 имеется блок мониторинга, в котором дополнительный редуктор понижает давление осущеной газовой смеси до 40–60 кПа, а в МСУ-5 такое давление устанавливается сразу на редукторе Р1 и подается через блок ротаметров в кабели связи.

Система мониторинга позволяет контролировать рабочие параметры установки «Муссон-Н» и других компрессорно-сигнальных

установок на месте их эксплуатации, а также обеспечивает передачу информации в режиме реального времени на удаленный компьютер администратора сети технологической связи РЦС.

Контроллер мониторинга и управления компрессорно-сигнальной установкой содержит встроенное меню, управляемое с помощью клавиатуры, расположенной рядом с жидкокристаллическим индикатором ЖКИ. На экране блока мониторинга в графической и цифровой форме показано давление в каждом из каналов КСУ, а также общий и поканальный расход осущеной газовой смеси. Кроме этого, в окне индикатора отображаются обобщенные (норма/авария) и конкретные значения температуры и влажности осущеной газовой смеси, состояние самого компрессора, количество его включений за сутки и суммарное время наработки компрессорной установки. Вся информация с блока мониторинга передается в сеть СПД и далее на АРМ с помощью интерфейсов RS-232, RS-485 и Ethernet.

В процессе эксплуатации мы обнаружили некоторые недостатки компрессорно-сигнальных установок. Для МСУ-5 «Суховей» – это, прежде всего, трудоемкое и труднодоступное обслуживание; из-за большого количества гаечных соединений сложно обеспечиваться надежная герметичность, а

вследствие вибрации происходит излом трубки от компрессора, а также разрушаются резиновые стойки крепления двигателя. Кроме того, нет автоматического отключения компрессора при длительной безостановочной работе установки, а удаленный контроль возможно осуществлять только по количеству срабатываний и по показателю верхнего и нижнего порога давления газовой смеси на выходе установки.

В мембранных компрессорно-сигнальных установках МКСУ-5 «Муссон-Н» недостатки практически отсутствуют, за исключением того, что они довольно сильно нагреваются из-за недостаточной вентиляции корпуса.

В заключение следует отметить, что в региональном центре реализовано несколько систем, но наиболее совершенной является система мониторинга, предусмотренная в установках «Муссон-Н». Она позволяет контролировать поканально давление, расход газовой смеси и другие параметры. К примеру, при увеличении расхода воздуха по одному из контролируемых каналов можно судить о негерметичности конкретного направления кабеля. В результате проведенных упреждающих мероприятий по устранению негерметичности в нашем РЦС удается не допускать возникновения отказов при затекании муфт в цепях СЦБ и связи.

## ПОСТАНОВКА КАБЕЛЯ СВЯЗИ ПОД ИЗБЫТОЧНОЕ ДАВЛЕНИЕ

До прошлого года работы по постановке магистральных кабелей под постоянное избыточное воздушное давление проводились Министерством связи. Министерство путей сообщения впервые такую работу провело на Красноярской и Восточно-Сибирской дорогах при их электрификации.

...Магистральные кабели, проложенные на этих дорогах, включают в себя цепи магистральной, дорожной и участковой связи, цепи телеуправления тяговыми подстанциями, а также сигнальные цепи СЦБ, что предъявляет высокие требования в смысле своевременного выявления и устранения повреждений кабеля без перерыва действия связи.

...Если кабель не содержится под избыточным давлением, то повреждение свинцовой оболочки обнаруживается лишь при проникновении влаги в кабель, т. е. при наступлении аварии. Обычно повреждения оболочки выявляются весной и осенью, когда их устранение затруднено или даже невозможно. Для того чтобы своевременно выявить дефекты свинцовой оболочки, а также в отдельных случаях предотвратить проникновение влаги в кабель через место повреждения, необходимо внутри его создать постоянное избыточное давление воздуха или какого-либо инертного газа.

## СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

...Оборудование, обеспечивающее содержание кабеля под избыточным давлением, располагается в обслуживаемых и необслуживаемых усилительных пунктах и в пупиновских ящиках кабеля.

Имеются две системы содержания кабеля под избыточным давлением: с периодической подачей воздуха в кабель и непрерывной, при которой подача воздуха происходит автоматически. В настоящей статье рассматривается система с периодической подачей воздуха. Такая система обеспечивает поддержание постоянного избыточного давления в кабеле, контроль за герметичностью оболочки и оконечных устройств и определение места повреждения оболочки кабеля. Она предусматривает постоянное содержание кабеля под давлением в пределах 0,5–0,6 ат и периодическое его пополнение воздухом (газом) по мере его расхода, вызванного утечкой через оконечные устройства и оболочку в местах нарушения герметичности.

...Опыт проведения работ по содержанию кабеля под избыточным давлением на Красноярской и Восточно-Сибирской дорогах показал, что первоначальные затраты при строительстве кабельной магистрали вполне оправдываются в процессе эксплуатации и дают возможность принять своевременные меры по предотвращению повреждений.

Н.В. ХЛЕБОДАРОВА,  
«Автоматика, телемеханика и связь», 1961 г., № 2



**В.А. РУКОДЕЛОВ,**  
первый заместитель  
начальника Читинской  
дирекции связи,  
ЦСС ОАО «РЖД»



**А.А. ПИГУЗОВ,**  
ревизор по безопасности  
движения поездов Читинской  
дирекции связи,  
ЦСС ОАО «РЖД»

**Одна из целей в деятельности связистов ЦСС заключается в сокращении до минимума количества перегонов с особым порядком использования средств радиосвязи при взаимодействии машинистов локомотивов с дежурными по железнодорожным станциям, ограничивающим перегон. Об опыте читинских связистов в решении этого вопроса рассказывается в статье.**

# ПРИВЕДЕНИЕ ПОЕЗДНОЙ РАДИОСВЯЗИ К ТРЕБОВАНИЯМ ПТЭ

■ Поездная радиосвязь (ПРС) служит важным инструментом обеспечения безопасности движения поездов на железнодорожном транспорте. Она предназначена для оперативного управления движением поездов путем обмена информацией между машинистами железнодорожного подвижного состава и оперативным персоналом диспетчерских центров управления, дежурными по станциям и другими сотрудниками, связанными с поездной работой.

Одно из требований, предъявляемых Правилами технической эксплуатации железных дорог, заключается в обеспечении на протяжении всего перегона устойчивой двусторонней связи машинистов поездных локомотивов с дежурными по железнодорожным станциям, ограничивающим перегон.

Однако имеются перегоны, где по разным причинам нет технической возможности обеспечить поездную радиосвязь на всем протяжении. Такие случаи допускаются ПТЭ при условии утверждения особого порядка взаимодействия между пользователями ПРС и строгого учета таких перегонов в приказе начальника дороги.

Сокращение числа таких перегонов сопряжено со значительными инвестиционными затратами, а в ряде случаев экономически нецелесообразно до ввода в действие цифровых систем технологической радиосвязи. Тем не менее, планомерное решение технически сложных задач с последующим выводом перегонов из приказа начальника дороги – одна из важнейших задач связистов.

В Читинской дирекции связи с 2009 г. ведется работа по исключению таких перегонов из приказа начальника дороги путем включения дополнительных стационарных радиостанций, а также организации высокоеффективных

устройств возбуждения направляющих линий поездной радиосвязи. За прошедшие годы из приказа начальника дороги исключено 45 перегонов. Сегодня осталось такое же количество перегонов, где установлен особый порядок взаимодействия машинистов локомотивов и дежурных по станциям.

Основной сложностью в установке дополнительных стационарных радиостанций на перегоне является отсутствие необходимой инфраструктуры, отвечающей требованиям по размещению и электропитанию стационарных радиостанций, действовавших в организации безопасного движения поездов.

Место размещения дополнительной радиостанции должно удовлетворять требованиям по механическим и климатическим



РИС. 1

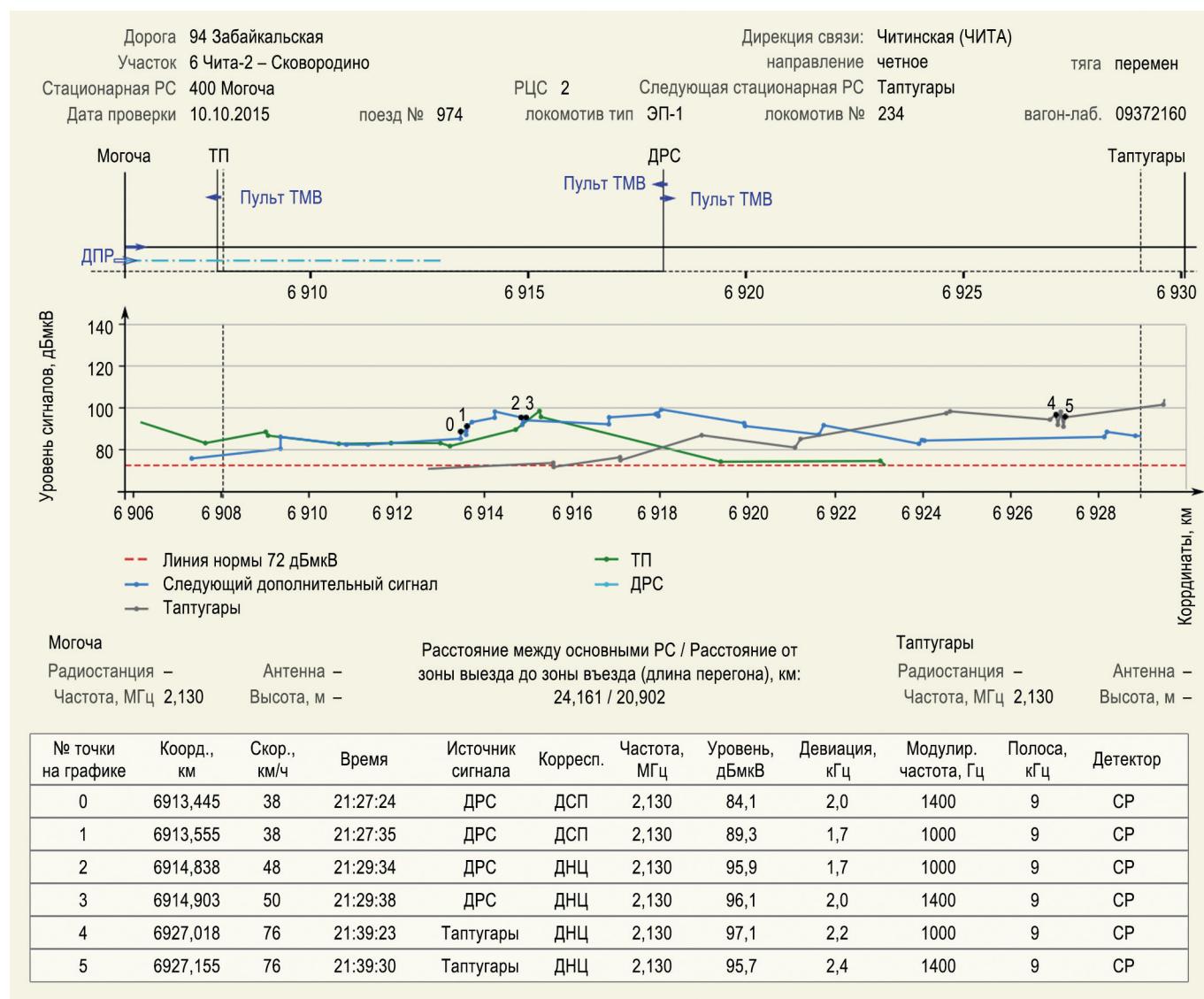


РИС. 2

воздействиям, пожарной безопасности, электропитанию, предъявляемым к аппаратуре железнодорожной радиосвязи.

Специалистами Читинской дирекции связи было разработано техническое задание на изготовление модуля, отвечающего всем требованиям по размещению дополнительной радиостанции. Согласно этому техническому заданию казанский завод изготовил климатический уличный термошкаф (рис. 1). Технические средства этого шкафа способны обеспечивать температурный режим, резервирование электропитания с помощью дополнительного источника питания ИБЭП, мониторинг температуры внутри шкафа, электропитания, охранно-пожарной сигнализации и др.

В соответствии с программой сокращения перегонов с особым

порядком взаимодействия машинистов с дежурными по станциям и поездным диспетчером перегон Могоча – Таптугари Забайкальской дороги был выбран в качестве pilotного для опытной эксплуатации нового шкафа. Специалистами Могочинского РЦС была выполнена установка такого шкафа и монтаж в нем необходимого оборудования для обеспечения работы дополнительной стационарной радиостанции.

В ходе опытной эксплуатации оборудования радиосвязи на этом перегоне вагоном-лабораторией были измерены уровни полезного сигнала. Измерения показали, что установка дополнительной стационарной радиостанции позволила обеспечить устойчивую радиосвязь машиниста локомотива с обоими дежурными по станциям и поездным

диспетчером на протяженности всего перегона (рис. 2).

Следует отметить, что в настоящее время для размещения дополнительных стационарных радиостанций, как правило, используются специализированные блок-контейнеры, которые без учета трансформатора для питания от высоковольтных линий электропередач стоят около 850 тыс. руб., тогда как термошкаф с учетом трансформатора для питания от высоковольтных линий электропередач имеет стоимость менее 200 тыс. руб. Таким образом, применение термошкафа в качестве модуля для размещения дополнительной радиостанции позволит существенно сократить финансовые затраты и ускорить процесс приведения поездной радиосвязи к требованиям ПТЭ.



А.Г. ГОРБАЧЁВ,  
инженер лаборатории  
Саратовской дирекции  
связи, ЦСС ОАО «РЖД»

# РАЗВИТИЕ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СТАНЦИЙ

**Ежегодно в ЦСС проводится Слет молодых связистов, важным этапом которого является конкурс разработанных ими проектов. В качестве примера одного из них предлагаем читателям ознакомиться с проектом саратовских связистов, отмеченным в 2015 г. жюри конкурса.**

■ Важным трендом в работе компании является происходящее и прогнозируемое на последующие годы развитие информационных технологий (ИТ). Общее число информационных (ИС) и автоматизированных систем управления (АСУ) составляет более тысячи. Именно ИТ-сегмент является наиболее существенным фактором, определяющим необходимость резкого повышения пропускной способности первичной сети связи.

При этом в хозяйстве связи ОАО «РЖД» происходит активное развитие первичной сети: оптической транспортной сети на базе технологии DWDM/CWDM, а также сети СПД ОТН, реализованной по технологии IP/MPLS и представляющей изолированные друг от друга сервисы посредством VPN и VLAN (QinQ).

На линейных объектах в основном проводится работа в рамках капитального и текущего ремонтов и изредка осуществляются крупномасштабные инвестиционные проекты. Однако низкий темп модернизации вторичных сетей может привести к их критическому состоянию в связи с износом оборудования и линейных сооружений. В результате вторичная (местная) сеть не сможет в полной мере выполнять свои функции и удовлетворять потребности ОАО «РЖД».

Развитие вторичной сети требует внедрения современных и перспективных телекоммуникационных технологий с выводом

из эксплуатации морально и физически устаревшего оборудования.

Выбор технологии передачи данных во вторичных сетях определяется несколькими факторами: потребностями абонента, техническими условиями и экономической целесообразностью. Принимая во внимание современные тренды на рынке операторских телекоммуникационных решений, развивать местную вторичную сеть можно на базе ВОЛС с применением технологии пассивных оптических сетей PON (Passive Optical Networks) и беспроводных высокоскоростных линий связи на базе технологии LTE (Long Term Evolution). Кроме того, целесообразно использовать и технологию xDSL. В качестве «последней мили» для отдельных сегментов сети возможно применение атмосферной оптической линии связи (АОЛС) на международном уровне обозначаемую FSO (Free Space Optics). Эта технология обеспечивает беспроводную передачу информации в коротковолновой части электромагнитного спектра. В настоящее время данная технология обеспечивает скорость передачи цифровых потоков до 10 Гбит/с, но имеет возможность увеличения до Тбит/с.

К основным преимуществам АОЛС вместе с высокой скоростью передачи данных относится простота инсталляции, а также отсутствие необходимости получения в ГКРЧ разрешения на ис-

пользование частотного диапазона и, соответственно, его оплаты.

Замена морально устаревших аналоговых коммутационных систем на современные цифровые существенно облегчит эксплуатацию, повысит надежность, значительно расширит номенклатуру услуг. Такая технология даст возможность решить проблему интенсивного роста трафика на любом участке сети.

Таким образом, применение технологий GPON, LTE и АОЛС позволит не только решить проблему «последней мили», а также развить местные сети передачи данных и голоса, интегрировать решения WDM для сетей NGSDH. Причем местные сети связи железнодорожных станций и объектов инфраструктуры целесообразно развивать на основе ВОЛС, применяя технологию GPON. Для крупных узловых станций и территориальных образований – осуществлять развитие передачи данных на основе беспроводных стандартов четвертого поколения LTE, а для нетиповых решений – использовать АОЛС.

Учитывая вектор развития технологий, а также формирование сети связи ОАО «РЖД», можно сделать вывод о полном переходе в ближайшие годы на IP-технологии. Это обеспечит исключение в большинстве случаев фиксированных соединений, что упростит конфигурирование, настройку и эксплуатацию оборудования для предоставления абонентам различных сервисов.

# ИННОВАЦИОННЫЕ ГОРОЧНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА



**А.Е. ЁРЖ,**  
главный инженер  
Управления автоматики  
и телемеханики ЦДИ  
ОАО «РЖД»



**В.В. ГОРОДНИЧЕВ,**  
начальник сектора автоматизации и механизации сортировочных горок Управления автоматики и телемеханики ЦДИ ОАО «РЖД»

В настоящее время на сети дорог функционирует более 100 механизированных и автоматизированных сортировочных горок, которые являются сложными энергоемкими объектами. Обслуживание, ремонт и модернизацию горок необходимо осуществлять на основе применения инновационных технических средств и энергоэффективных технологий. Их внедрение позволяет повысить производительность труда, сократить эксплуатационные расходы, осуществить переход на безлюдные технологии работы транспортных железнодорожных узлов и сортировочных станций при обеспечении безопасности технологических процессов и экологической безопасности, выполнении требований охраны труда.

С целью совершенствования комплексной системы управления сортировочным процессом реализуется автоматический контроль технического состояния железнодорожного состава на ходу для отслеживания входящего на сортировочную станцию вагонопотока, автоматическое закрепление составов в парках сортировочной станции, а также новая технология работы сортировочной горки, позволяющая распускать вагоны с опасными грузами. Управление транспортным узлом должно осуществляться во взаимодействии с управляемыми системами верхнего уровня. В работу сортировочных станций требуется внедрять безбумажные технологии, комплексную систему пространственных данных инфраструктуры железнодорожного транспорта с высокоточной координатной съемкой, систему логической защиты стрелок от перевода под подвижным составом на бесстыковых путях сортировочных горок. Кроме того, необходимо применять новые типы вагонных замедлителей, модульные компрессорные станции с комплексными системами автоматического управления, работающие на основе энергосберегающих технологий, и разработать электронную управляющую аппаратуру с функциями самодиагностики и диагностики вагонных замедлителей.

В зависимости от возлагаемых на сортировочный комплекс задач при проектировании и модернизации сортировочной системы определяют ее функции и на основе этого используют необходимые инновационные технические средства и технологии.

При современных технологиях управления сортировочным процессом маневровые передвижения должны осуществляться без машиниста. Для этого на сортировочной станции должна функционировать удаленная диагностика и самодиагностика состояния узлов и систем локомотивов, комплексные и унифицированные системы управления и обеспечения безопасности движения, имеющие блочно-модульную структуру и построенные на базе единых аппаратных средств. На локомотиве нужны автоматические системы пожаро-

тушения. Унификацию блоков аппаратуры автоматического управления маневровыми и магистральными локомотивами различных серий необходимо осуществлять с использованием специализированных для каждой серии исполнительных устройств. В конструкции локомотивов следует применять узлы с увеличенными интервалами между техническим обслуживанием.

Система управления локомотивом по радиоканалу должна выполнять управляющие команды, передавать диагностические сообщения и другую служебную информацию на локомотив, реализовывать функции принудительной экстренной остановки по команде составителя поездов. Высокоточное позиционирование подвижного состава осуществляется на основе систем ГЛОНАСС и GPS.

В последние годы сортировочные горки оборудуются комплексной автоматизированной системой управления сортировочным процессом КСАУ СП, системой автоматического роспуска составов АРС ГТСС. Для системы КСАУ СП и комплексной системы автоматизированного управления компрессорной станцией КСАУКС, действующих на 20 автоматизированных горках, заключены договоры на сервисное обслуживание в течение жизненного цикла.

Постоянно ведутся разработки систем автоматизации сортировочным процессом. Сейчас в опытной эксплуатации находится система комплексной автоматизации сортировочным процессом СКА СП, которая оснащена комплексной микропроцессорной системой управления сортировочным процессом с горячим резервированием управляющего вычислительного комплекса УВК. При переходе на резервный комплект УВК роспуск составов не прекращается. В системе реализованы функции, позволяющие предупреждать дежурного по горке о предаварийных ситуациях. Планируются к внедрению микропроцессорные объектные контроллеры. Разработана и проходит испытания микропроцессорная горочная централизация.

В целях комплексного подхода к автоматизации

производственных процессов разработана «Программа развития сортировочных станций до 2025 г.». В течение двух лет запланировано развитие 13 станций, расположенных на стратегических грузонапряженных направлениях. Более 30 % общей переработки вагонов на сети дорог приходится на эти станции.

Сейчас завершено техническое перевооружение и реконструкция нечетной системы станции Санкт-Петербург-Сортировочный Московский Октябрьской дороги. Удлинены два пути сортировочного парка, заменены 42 вагонных замедлителя. Внедрена система распознавания номеров вагонов КАУВ. Установлены устройства электрообогрева стрелок, модульная компрессорная станция, улучшено освещение станции. Осуществлена реконструкция сортировочной станции Тайшет Восточно-Сибирской дороги, парка «Б» станции Хабаровск II Дальневосточной дороги, парка № 8 станции Кинель Куйбышевской дороги. На станции Челябинск-Главный Южно-Уральской дороги включена система КСАУ СП. На станции Алтайская Западно-Сибирской дороги реализована автоматизация распуска вагонов с использованием системы контроля заполнения путей на основе импульсного зондирования КЗП ИЗ и устройств управления процессом торможения на тормозных позициях УУПТ, внедрена КСАУКС.

За последние два года построены комплексные системы автоматического управления модульными компрессорными станциями на станции Серов Свердловской дороги и станции Елец Юго-Восточной дороги. В прошлом году запроектированы 12 модульных компрессорных станций с автоматическими системами управления. Реализация проектов намечена в 2017–2018 гг. В настоящее время в рамках технического перевооружения станции Лоста Северной дороги внедряется система КСАУ СП и автоматизированная система контроля инвентарных номеров АСКИН. В перспективе планируется на этой станции распускать вагоны с опасными грузами 2-го класса опасности со сжиженными углеводородами.

Завершается строительство сортировочной горки станции Лужская-Сортировочная Октябрьской дороги, которая оборудована микропроцессорной системой расформирования составов MSR32. Система введена в опытную эксплуатацию. Техническое обслуживание системы в течение 10 лет согласно заключенному договору будет осуществлять компания «Сименс АГ». Опытная эксплуатация системы управления сортировочным процессом показала, что необходимо доработать заграждающие устройства, обеспечить безопасный режим функционирования гидравлической системы при обрыве гидравлической магистрали и устранить недочеты, выявленные в ходе испытаний, а также при работе горочного локомотива в режиме «без машиниста».

Автоматизация управления расформированием/формированием составов реализована в сортировочной системе станции Лужская на основе интеграции микропроцессорной системы управления для сортировочных горок MSR32 и системы микропроцессорной централизации ЭЦ-ЕМ, маневровой автоматической локомотивной сигнализации МАЛС БМ, системы автоматического управления горочным локомотивом САУ ГЛ.

Система MSR32 управляет надвигом и распуском составов, скатыванием отцепов и закреплением вагонов в сортировочном парке. Немецкая технология совмещена с российской инфраструктурой и подвижным составом. Функциональный состав и параметры применяемых немецкой компанией-разработчиком

технических средств отвечают уровню развития сети дорог. Однако система еще не до конца адаптирована к российским условиям. Этую проблему совместно решают специалисты Управления автоматики и телемеханики ЦДИ, Ростовского филиала ОАО «НИИАС» и немецкие коллеги.

К конструкции оборудуемой сортировочной горки предъявляются жесткие требования по надежности и функциональной безопасности. Планы и профили горки, подгорочных путей, накопительных парков должны иметь высокую точность исполнения. Реализация этих условий стала возможной благодаря строительству станции «с нуля».

На станции Лужская впервые применено много инновационных решений, направленных на реализацию безлюдных технологий, повышающих производительность труда и минимизирующих влияние человеческого фактора на результаты технологического процесса. Проходит испытания система автоматического закрепления составов в парке приема станции с помощью точечных вагонных замедлителей, в конце сортировочного парка – с помощью гидравлических вагонных замедлителей. Эта система адаптирована с MSR32 и системой определения веса вагона.

Система МАЛС для станции Лужская дополнена функцией управления локомотивом без участия машиниста МАЛС БМ. САУ ГЛ реализует скоростной режим движения локомотива, задаваемый бортовыми устройствами МАЛС или MSR32 в зависимости от выполняемой технологической операции.

Система МАЛС построена на базе безопасных вычислительных комплексов станционных и локомотивных устройств. Система работает с использованием цифровой электронной карты спутниковой навигации и цифровой радиосвязи. МАЛС не имеет аналогов по уровню функциональных возможностей в мировой практике. Она интегрирована как с релейными, так и с современными микропроцессорными централизациями. В режиме «без машиниста» МАЛС БМ позволяет выполнять заезд локомотива под состав, прицепку к нему и контроль этой операции. Для регистрации прицепки к вагонам САУ ГЛ оснастили специальными приборами – дальномерами и уровнемерами.

Статистика работы локомотивов показывает, что большинство случаев вмешательства системы в управление движением вплоть до принудительной остановки обусловлено попытками машинистов в ручном режиме нарушить допустимый скоростной режим. Ранее это оставалось незамеченным, если не приводило к авариям. Теперь все случаи нарушения заданного скоростного режима движения локомотивами регистрируются в протоколах системы МАЛС и передаются на диагностические АРМы, в том числе в локомотивные депо.

Визуализация параметров движения локомотивов и действий машинистов, система команд управления локомотивами на АРМах дежурных по станции, информация о маршрутах движения и показаниях светофоров на локомотивных мониторах системы МАЛС создают условия для взаимного контроля за безопасностью работников станции и локомотивных бригад, обеспечивают прозрачность технологического процесса. На мониторах АРМов, установленных у маневрового диспетчера и руководителей станции, в технологических протоколах работы системы отображается текущая поездная ситуация, в том числе дислокация маневровых локомотивов и результаты выполненной работы за заданный период времени. С помощью этой



Сортировочная горка станции Иркутск



Сортировочная горка станции Лужская

информации можно своевременно оптимизировать текущее планирование маневровой работы, сократить межоперационные интервалы или проанализировать функционирование системы и станции в предшествующие периоды. Все это снижает влияние человеческого фактора на безопасность движения.

Внедрение комплекса технических мер позволяет оптимизировать эксплуатационный штат при организации сортировочного процесса в автоматизированном режиме и работе локомотива без участия машиниста. Благодаря применению инновационных технологий планируется значительно снизить эксплуатационные расходы.

Автоматизированная система управления сортировочным процессом, которую необходимо реализовать в перспективе, позволит осуществлять автоматический роспуск вагонов на сортировочной горке, автоматизировать все технологические процессы, в том числе контроль за содержанием инфраструктуры. В нее войдут: единая система диагностики и оценки (прогнозов) технического состояния вагонов; система электронного документооборота, включающая в себя передачу грузовых документов и создание исполнительской документации; интерфейсы взаимодействия с информационно-управляющими системами верхнего уровня, информационными системами оперативно-технической документации, информационно-управляющими центрами ДЦУП, ИУЛЦ; автоматизированная система управления транспортным узлом; система контроля за содержанием инфраструктуры; система управления выдачей локомотива под отправление; автоматическая система управления сортировочным процессом на сортировочной горке. Обслуживание системы управления сортировочным процессом требуется обеспечить в течение всего жизненного цикла сервисным методом. Необходимо дальнейшее внедрение комплексной автоматизированной системы управления компрессорной станцией. Это дает экономический эффект на третий год после включения ее в действие.

В хозяйстве автоматики и телемеханики при реализации перспективной сортировочной системы следует применять электронную элементную базу (объектные контроллеры) в исполнительной части микропроцессорной сортировочной системы. Такая система разработана ГТСС. Планируется организовать испытания на конкретном объекте.

Для обеспечения качества и безопасности роспуска требуется внедрить систему мониторинга состояния профилей путей средствами КСАУ СП, разработать

систему диагностики состояния вагонного замедлителя и перейти на техническое обслуживание и ремонт по данным системы учета срабатывания технических средств. Также необходимо использовать систему автоматизации планирования и учета выполнения работ по техническому обслуживанию горочных устройств СЦБ, внедрять автоматизированную систему контроля за содержанием инфраструктуры на всех сортировочных горках. Планирование технического обслуживания и ремонта горочных устройств СЦБ можно реализовать с помощью системы учета количества их срабатываний.

Компрессорные станции должны быть оборудованы комплексной автоматической системой управления компрессорами, на горочных стрелочных переводах необходимо применять малообслуживаемые электроприводы с «интеллектуальным» электродвигателем ЭМСУ СПГ и бесконтактным автопереключателем. На сортировочной горке следует внедрять систему логической защиты горочных стрелок ЛЗС под подвижным составом, которая функционирует на основе датчиков счета осей. Она работает как отдельная подсистема, что позволяет отказаться от применения на горках рельсовых цепей, радиотехнических датчиков и датчиков ФЭУ.

Пути роспуска вагонов с опасными грузами надо оснащать точечными управляемыми вагонными замедлителями, в которых применяется энергоэффективный алгоритм торможения.

Инновационные технические средства и алгоритмы управления вагонными замедлителями на тормозных позициях позволяют осуществить плавное и более точное прицельное торможение отцепов вагонов. В результате снизится энергопотребление на производство сжатого воздуха. Благодаря использованию системы диагностики вагонных замедлителей и управляющей аппаратуры можно будет перейти на метод их обслуживания по состоянию.

На горках планируется применять высокоточные скоростемеры, заводские испытания которых проведены в прошлом году на сортировочной горке станции Бекасово Московской дороги. Также следует внедрить систему заполнения путей сортировочного парка на всю длину, табло коллективного пользования и электронный пульт, оборудовать светодиодными системами светофоры и указатели количества вагонов в отцепе. Система автоматического управления горочными локомотивами САУ ГЛ должна функционировать совместно с системами МАЛС или МАЛС БМ.



Сортировочная горка станции Орехово-Зуево

Чтобы повысить производительности труда и перейти на безлюдные технологии работы, необходимо внедрить автоматизированный контроль технического состояния входящего на станцию вагонопотока и систему контроля габарита подвижного состава. Для оценки технического состояния вагонов нужна единая система диагностики и прогнозов, включающая в себя контроль схода и габарита подвижного состава УКСПС, нагрева бус КТСМ-02, КТСМ-03, геометрии колес КТИ, состояния подшипников буксовых узлов вагонов акустическим методом ПАК, инвентарных номеров вагонов, коммерческого осмотра поездов и вагонов АСКО ПВ и очистки колесных пар от загрязнений. Диагностика состояния подвижного состава позволит исключить влияние человеческого фактора.

Благодаря использованию безбумажного документооборота будут передаваться грузовые документы, формироваться исполнительная документация (журналы ДУ-46, ШУ-2, ШУ-64), анализироваться качество работы и техническое обслуживание системы.

В автоматизированной системе управления сортировочным процессом должно осуществляться взаимодействие с информационно-управляющими центрами и системами верхнего уровня, информационными системами оперативно-технической документации. Для этого надо использовать систему, интегрированную с АСУ сортировочной станции АСУ СС, системами микропроцессорной централизации и МАЛС.

Автоматизированная система управления транспортным узлом АСУ ТУ в комплексе с автоматизированным сортировочным комплексом включает в себя систему электронной транспортной накладной ЭТРАН, информационную систему оперативно-технологической документации ИСОТД, единую автоматизированную систему актово-претензионной работы ЕА САПР. С помощью АСУ ТУ можно реализовать планирование на 20 суток поступления грузов, формировать согласованный план на трое суток подвода поездов и постановки судов под грузовые операции, осуществлять сменно-суточное и текущее планирование работы узла и станции, взаимодействие с диспетчерским центром управления перевозками и информационно-вычислительным центром. В АСУ ТУ применяется система электронного документооборота с использованием мобильных рабочих мест. Электронно-цифровая подпись позволяет обеспечить взаимодействие со всеми субъектами транспортного узла, в том числе с таможенными и пограничными службами.

Впервые на сети дорог реализован электронный документооборот поездных документов на станции Кириши. В перспективе планируется создание Информационно-управляющего логистического центра ИУЛЦ. В результате сократится с 4 ч до 45 мин время оформления прибывающих с сети дорог на станции Усть-Лужского узла грузов, предназначенных для вывоза через паромный комплекс. В настоящее время такая технология отрабатывается для маршрутов Кузбасса.

Применение комплексной системы пространственных данных инфраструктуры железнодорожного транспорта КСПД ИЖТ и высокоточной координатной системы ВКС позволит уменьшить стоимость текущего содержания пути. При обслуживании объектов путевого комплекса большое внимание уделяется соответственно текущего содержания профиля путей сортировочного парка проектным отметкам. Для этого намечается вести мониторинг профилей с помощью динамической модели движения отцепов по данным аппаратуры контроля заполнения путей. По результатам мониторинга в дистанцию пути представляется информация о влиянии состояния отдельных путей на роспуск вагонов для принятия оперативных мер.

Функция автоматического закрепления составов в станционных парках позволит отказаться от ручного труда, сократить время на технологические операции, вывести работников из опасной зоны и обеспечить автоматическую работу маневровых локомотивов под управлением МАЛС БМ.

На объектах станций должны широко применяться энергосберегающие технологии, например, полностью автоматизированные котельные, работающие на сжиженном углеводородном газе. В той части парка станции, в котором ведется работа, необходимо применять секционное освещение. Это реализуется с помощью светодиодных светильников и высокомачтовых осветительных установок. Здания постов планируется оборудовать системой «Умный дом», а в парках станции внедрить централизованную систему мониторинга электрообогрева стрелочных переводов.

Чтобы обеспечить безопасность роспуска вагонов, следует создать систему автоматизированной адресной (по результату автоматизированного осмотра) очистки колесных пар от загрязнения. Для роспуска вагонов с опасными грузами надо разработать и внедрить отечественные управляемые точечные замедлители, для управления горочным локомотивом – авторасцепщик вагонов, работа которого синхронизирована с горочным локомотивом.

В настоящее время внедряют систему управления горочным локомотивом с переносного и стационарного пультов дистанционного управления СДУ МЛ и систему автоматического контроля состояния профилей путей спускной части горки и сортировочного парка. Последняя реализует формирование заданий для специализированных бригад, осуществляющих текущее содержание сортировочных путей. Вместо системы оповещения включают систему обеспечения безопасности работников сортировочного комплекса, позволяющую останавливать роспуск при наличии людей в опасной зоне.

Создание инновационного комплекса управления сортировочным процессом позволит изменить технологию обслуживания устройств и систем, а также переработки вагонопотока на транспортном узле. В результате повысится качество их обслуживания и сократится время на технологические операции.

# РАСШИРЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ КСАУ СП



**И.А. ОЛЬГЕЙЗЕР,**  
главный научный сотрудник,  
Ростовский филиал ОАО  
«НИИАС», канд. техн. наук



**С.А. РОГОВ,**  
заместитель начальника  
отдела АТП СС, Ростовский  
филиал ОАО «НИИАС»



**М.А. ЖАЛЬСКИЙ,**  
ведущий инженер отдела  
АТП СС, Ростовский  
филиал ОАО «НИИАС»

**Ключевые слова:** автоматизация, техническая поддержка, расход сжатого воздуха, технологии, тормозные средства, человеческий фактор, алгоритмы управления, мобильные приложения, модульность

**Аннотация.** В статье рассмотрены аспекты работы КСАУ СП в современных условиях. Представлены примеры автоматизации отдельных технологических операций, а также разработанные мобильные приложения для применения безбумажных технологий и повышения удобства обслуживания напольных устройств.

■ Комплексная система автоматизации управления сортировочным процессом КСАУ СП (разработка Ростовского филиала ОАО «НИИАС») является единственной в России сертифицированной, серийно внедряемой современной системой автоматизации процесса роспуска составов.

Коллектив института постоянно совершенствует ее работу и расширяет функциональные возможности. КСАУ СП развивается по нескольким направлениям: комплектование системы новыми образцами напольного и постового оборудования, разработка новых технологий работы и алгоритмов функционирования, применение ресурсосберегающих и малолюдных технологий.

С 2013 г. действует служба технической поддержки [1]. Автоматизация, систематизация и регламентация работы с обращениями персонала объектов внедрения КСАУ СП позволяет оперативно решать вопросы по обслуживанию, замечаниям, предлагаемым доработкам. Вся поступающая информация о функционировании системы непрерывно анализируется и систематизируется на предмет необходимости доработок, требуемых ресурсов и возможности реализации. Техническая поддержка

осуществляется также при личных контактах с эксплуатирующим и обслуживающим персоналом.

В современных условиях Центральная дирекция управления движением ставит цель минимизировать ручное вмешательство в роспуск составов на оборудованных КСАУ СП сортировочных горках. Это позволит устраниить влияние человеческого фактора

и получить максимальный экономический эффект от инвестиционных средств. Доля распущеных в автоматическом режиме вагонов составляет более 95 % общего количества. Остальные вагоны, обрабатываемые вручную, запрещены к роспуску в автоматическом режиме согласно технико-распорядительному акту станции. Эти вагоны



РИС. 1

АРМ Оператора 1.2.3 пучка					
Сортировочный листок					
СОРТИРОВОЧНЫЙ ЛИСТ					
ПОЕЗД 3801 ИНДЕКС 8500 516 0001 07/06					
№	МШ	Кол.	Вес т.	ОП	КН
1	36 -> 06	11	273		56366107
2	36 -> 06	2	50		60054384
3	36 -> 06	3	75		60941135
4	36 -> 06	1	0		42731588
5	03	1	0		60377645
6	36 -> 06	1	0	дб	54960943
7	27	1	0		52357852
8	27	1	0	зм	52472321
9	16	1	0		55147912
10	36 -> 06	3	0	дб	94858578
11	03	3	74		62667365
12	36 -> 06	3	75		54317789
13	36 -> 06	1	0		24561326
14	36 -> 06	1	0	змч	24227373
15	07	1	0		56199540
16	31	1	91		24604654
17	07	1	0		53632071
18	06 -> 16	1	0		53879334

НАКОПЛЕНИЕ НА ПУТЯХ

01-02	2,21	156	06-29	31,35	718
07-02	2,00	50	16-03	2,72	75
03-04	4,00	99			

ИТОГО ВАГОНОВ: 40 ДЛИНА: 42,28 ВЕС: 1098

РИС. 2

спускаются с горки с помощью локомотива.

Специалисты Ростовского филиала ОАО «НИИАС» и МИИТа испытывают на вагонах-имитаторах роспуск опасных грузов второго класса и согласовывают необходимые технические решения. Наш институт разрабатывает новые образцы электронной управляющей аппаратуры вагонных замедлителей. Созданные инновационные алгоритмы плавного управления тормозными средствами обеспечивают на порядок выше качество реализации заданной скорости в автоматизированном режиме. При этом существенно уменьшается расход сжатого воздуха, а также максимальные динамические нагрузки на вагонные замедлители и подвижной состав [2].



РИС. 3

В результате анализа получаемого эффекта, доработки и апробации этих алгоритмов доказана эффективность их использования с различными типами управляющей аппаратуры, в том числе с четырехступенчатой на различных категориях расpusкаемых вагонов и любых типах вагонных замедлителей. Динамика плавного торможения груженого одиночного отцепа без растормаживания при помощи устаревшей управляющей аппаратуры ВУПЗ-072 приведена на рис. 1.

Для исключения ручных вмешательств в управление замедлителями на горке станции Инская реализуется роспуск в автоматическом режиме при маневровой работе по формированию поездов различного направления на одном пути сортировочного парка. Во время роспуска не сцепленные с формирующимся на пути составом вагоны накапливаются в зоне парковой тормозной позиции, не мешая отцепам, заезжающим на смежные пути. Этую технологию называют «отброс краем». Ее разработали специалисты института совместно с работниками службы движения и дистанции СЦБ.

В КСАУ СП внесены необходимые настройки. Созданная технология с июня этого года тестируется на нечетной сортировочной горке. Кроме того, с целью тестирования системы отслеживания маневровой работы в горловине станции со стороны парка формирования сотрудники дистанции оборудуют один пучок путей датчиками счета осей с обратной стороны сортировочного парка.

Специалисты института и службы движения станции Входная Западно-Сибирской дороги ведут работы по увеличению зоны взаимодействия с АСУ станции для передачи информации о постановке/перестановке отцепов на путях сортировочного парка со стороны

горки. При полной автоматизации процесса получения/передачи информации между КСАУ СП и АСУ станции о местонахождении вагонов на путях парка формирования операторы станционного технологического центра не будут выполнять эти операции в ручном режиме. В результате снизится их загрузка, исключится человеческий фактор и повысится достоверность информации о расположении вагонов на станции.

С целью внедрения безбумажных технологий в этом году специалисты службы движения Западно-Сибирской дороги предложили использовать электронный сортировочный листок на мобильном устройстве. Он заменяет бумажный, распечатываемый для контроля хода роспуска операторами. Сейчас специалисты института разрабатывают для этого мобильное приложение и апробируют его функциональность. Приложение можно будет запускать на любом устройстве, работающем под управлением операционной системы Android. Пример электронного сортировочного листка приведен на рис. 2.

Для уменьшения времени по обслуживанию персоналом напольных устройств, выявлению и устраниению их неисправностей также создаются мобильные приложения автоматизированного рабочего места горочного электромеханика (АРМ ШНСГ). Это позволит сократить количество обслуживающего персонала, так как исключит потребность в дополнительном специалисте. Проверить выполненную работу можно будет сразу, не отходя от устройства. Одно из рабочих окон мобильного приложения АРМа ШНСГ показано на рис. 3.

Коллектив Ростовского филиала «НИИАС» постоянно развивает систему КСАУ СП. В настоящее время ее функционал и возможности ограничены только требованиями заказчика. Модульность системы позволяет реализовать любой необходимый функционал при автоматизации горок малой и повышенной мощности.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Золотарев, Ю.Ф. Техническое обслуживание сервисным методом / Ю.Ф. Золотарев, И.А. Ольгейзер // Автоматика, связь и информатика. – 2013. – № 11. – С. 13–15.
2. Шабельников, А.Н. Инновационная технология плавного управления тормозными средствами // А.Н. Шабельников, И.А. Ольгейзер, С.А. Рогов // Автоматика, связь и информатика. – 2015. – № 3. – С. 15–17.



**А.Н. СЕНОТРУСОВ,**  
главный инженер службы  
автоматики и телемеханики  
Забайкальской ДИ  
ОАО «РЖД»

## ОПЫТ ОБСЛУЖИВАНИЯ ЗАМЕДЛИТЕЛЕЙ TDJ

На сортировочной горке станции Забайкальск Забайкальской дороги, оборудованной системой ГАЦ-АРС ГТСС, эксплуатируется около 4,5 тыс. китайских замедлителей типа TDJ. За десятилетний период они показали надежность и эффективность в работе – в сортировочном парке удалось повысить сохранность вагонов при роспуске составов.

■ За сутки сортировочная горка на станции Забайкальск способна перерабатывать до 2 тыс. вагонов. Горка имеет восемь сортировочных путей, для роспуска вагонов применяются три тормозных позиции: первая и вторая оборудованы вагонными замедлителями К3-5 и К3-3 соответственно, третья оснащена домкратовидными замедлителями TDJ производства КНР (рис. 1).

Из 4480 действующих на сортировочных путях замедлителей, 3200 – это замедлители TDJ. Они предназначены для регулирования скорости прохождения отцепов по путям и установлены по всей их длине.

На каждом сортировочном пути установлено по 400 замедлителей TDJ-402. Их количество зависит от профиля и длины сортировочного пути.

Замедлитель TDJ-402 имеет чугунный корпус, который крепится двумя болтами к шейке рельса. В нем есть скользящий цилиндр, который состоит из корпуса, поршня и уплотнительных деталей (рис. 2, 3). Перед эксплуатацией всю конструкцию на специальном стенде заполняют смесью масла и азота (рис. 4).

Особенность TDJ в том, что они не потребляют внешней энергии и для их функционирования не требуется традиционные системы ручного или автоматизированного управления, поскольку эти устройства работают в режиме «самонастройки».

Замедлители настраиваются на определенную скорость (для груженого вагона не более 5 км/ч, для порожнего – не более 8 км/ч). Они тормозят вагоны, имеющие большую скорость, а те, которые движутся с меньшей, пропускают. Благодаря выборочному торможению скорость вагонов «выравнивается», таким образом обеспечивается равномерное заполнение путей.

Ресурс работы замедлителя – не менее 1,5–2 млн срабатываний, средний срок службы – 5 лет, после чего требуется капитальный ремонт. Ремонт, который производится в горочных мастерских, заключается в замене масла и уплотнительных колец в уплотнительной крышки тормозного цилиндра.

В 2012 г. на сортировочных путях парка «С» вза-

мен выработавших ресурс были установлены 3200 новых замедлителей TDJ-402.

Для остановки отцепов в конце каждого пути установлены 10 групп по 16 домкратовидных так называемых стоп-замедлителей (задерживателей) TDJ-101. В общей сложности на горке их 1280 штук.

Устройство состоит из чугунного корпуса, который крепится двумя болтами к шейке рельса; цилиндра с поршнем, имеющим напорный клапан; внутренней и внешней пружин; опорного и уплотнительного колец; запорного седла, винта для регулировки давления, а также деталей уплотнения. Вся конструкция заполнена смесью масла и азота.

Ремонт стоп-замедлителей заключается в замене уплотнительных колец в крышке, масла и азота.

За десятилетний период эксплуатации из 1280 стоп-замедлителей отремонтированы 786 штук.

Обслуживание домкратовидных замедлителей выполняется согласно технологическим картам, составленным на основе подобных карт, разработанных специалистами научно-исследовательского центра TDJ. Эти функции выполняют слесари моеносборочных работ Борзинской дистанции СЦБ. Они прошли обучение в Харбинском центре, где полностью освоили технологию обслуживания замедлителей. Во время обслуживания этих устройств осуществляется наружная проверка состояния и

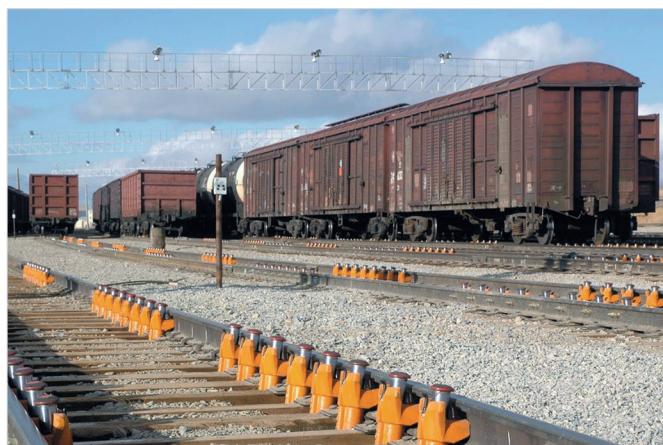


РИС. 1



РИС. 2



РИС. 3

работоспособности замедлителей, контролируется наличие смазки цилиндра и целостность противопыльного кольца, выполняется очистка, проверка и протяжка крепления и др.

Основные преимущества вагонных замедлителей и задерживателей TDJ – это обеспечение высокой степени заполнения сортировочных путей, поэтому при их использовании обычно не требуется манев-



РИС. 4

ровые локомотивы для осаживания вагонов, а также сохранность вагонов при соударении на путях. Кроме того, регулирование скорости движения вагонов в сортировочном парке не зависит от работы вагонных замедлителей на спускной части горки.

Более удобным стало оперативное управление работой горки, т.к. оператору не требуется контролировать движение вагонов по сортировочным путям.

При использовании TDJ улучшились условия труда и безопасность работников станции. Регулировщикам скорости не требуется находиться в опасной зоне, где движется подвижной состав. Снижена психоэмоциональная нагрузка горочных операторов.

Благодаря внедрению на сортировочных путях замедлителей TDJ удалось обеспечить стабильность и качество работы сортировочной горки при роспуске вагонов.

## ПОБЕДИТЕЛИ ОПРЕДЕЛЕНЫ

■ 13 декабря в режиме интерактивного голосования члены Центральной и территориальных конкурсных комиссий подвели итоги сетевого конкурса «Бережливое производство в ОАО «РЖД» в 2016 г.».

В номинации «Лучший функциональный филиал производственного блока» первое место занял Главный вычислительный центр ОАО «РЖД», второе – Управление диагностики и мониторинга инфраструктуры ЦДИ, третье – Управление механизации ЦДИ.

Среди дорог лучшими стали Забайкальская, Западно-Сибирская и Северная магистрали, занявшие первое, второе и третье места соответственно.

Призовые места в конкурсе «Лучшее подразделение в проекте «Бережливое производство в ОАО «РЖД» разделили следующие структурные подразделения:

■ первое место: Иркутский центр устройств автоматики и телемеханики с проектом «Устройства для размагничивания рельс на базе железнодорожной платформы» (см. стр. 28);

Красноярский РЦС Красноярской дирекции связи с проектом «Оптимизация процесса технического обслуживания радиостанций Motorola GP-340»;

Красноярский информационно-вычислительный центр с проектом «Удаленная переустановка операционных систем» (см. «АСИ», № 8, 2016 г.);

■ второе место: Ижевская дистанция СЦБ Горьковской ДИ с проектом «Организация измерения габаритов от оси пути до края опор мачт маневровых светофоров с помощью шаблона»;

Челябинский РЦС Челябинской дирекции связи с проектом «Комплексная система контроля выполнения технологических процессов с использованием мобильных устройств» (см. «АСИ», № 5, 2016 г.);

Новосибирский информационно-вычислительный центр с проектом «Автоматизированная система «Проверка устройств систем передачи данных»;

■ третье место: Пермская дистанция СЦБ Свердловской ДИ с проектом «Оптимизация режима электробогрева управляющей аппаратуры замедлителей третьей тормозной позиции нечетной горки станции Пермь-Сортировочная»;

Кировский РЦС Горьковской дирекции связи с проектом «Внедрение системы дистанционного восстановления работоспособности стационарных устройств радиосвязи на станции при помощи радиоэлектронного коммутатора оператора сотовой связи стандарта GSM»;

Екатеринбургский информационно-вычислительный центр с проектом «Технология передачи данных через POPC GSM на станции Устье-Аха».



**И.С. ЧЕРНАКОВ,**  
начальник Иркутского  
центра устройств  
автоматики и телемеханики  
Восточно-Сибирской дороги  
ОАО «РЖД»

# УСТРОЙСТВО ДЛЯ РАЗМАГНИЧИВАНИЯ РЕЛЬСОВ

Одной из основных причин сбоев в работе системы АЛСН является намагниченность рельсов. Для снижения напряженности магнитного поля в изолирующих стыках на полигоне Восточно-Сибирской дороги применяется ручная размагничивающая установка. Однако максимальная скорость ее перемещения над поверхностью рельсов 5 км/ч. Специалисты Иркутского центра устройств автоматики и телемеханики разработали более совершенное устройство, в несколько раз повышающее эффективность этого процесса.

■ Основным недостатком ручного устройства для размагничивания является низкая производительность. Для получения результата работникам приходилось несколько раз перемещать устройство над стыком. Кроме того, время работы с устройством необходимо согласовывать с графиком движения поездов.

Вновь разработанное устройство для размагничивания монтируется на двухосной железнодорожной платформе, которая движется по путям с помощью ССПС или локомотива (рис. 1).

Устройство состоит из электромагнитных катушек, магнитопровода и шкафа с аппаратурой управления. Электромагнитные катушки с магнитопроводом размещены на подвижном составе параллельно рельсам с минимально допустимым зазором (рис. 2). Для питания устройства на платформе установлен дизель-генератор мощностью 24 кВт. Имеется также гидравлический подъемный механизм, с помощью которого устройство перемещается в рабочее положение или в положение для транспортировки.

Скорость перемещения платформы вместе с установкой при размагничивании – 30 км/ч, при транспортировке – 60 км/ч. Для работы с установкой достаточно двух человек.

Во время перемещения установки происходит

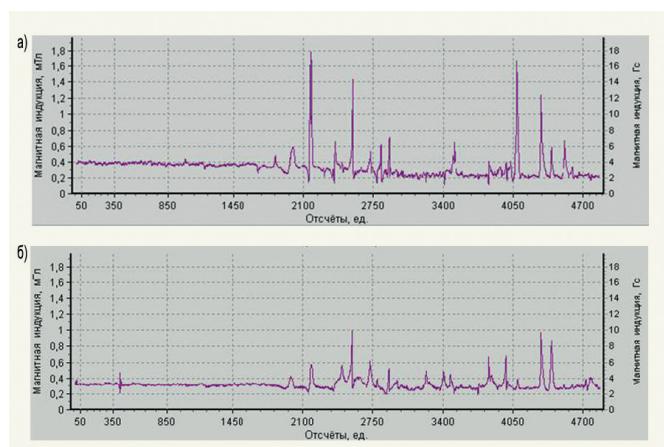


РИС. 3

процесс размагничивания, снижается напряженность магнитного поля в изолирующем стыковом зазоре.

Установка позволяет размагничивать длинные участки пути, причем размагничиваются одновременно две рельсовые нити, а также уменьшать магнитное поле в изолирующих стыках на станциях и перегонах. Работать с ней можно не только во время технологических «окон».

Благодаря применению установки существенно повышается эффективность и скорость процесса размагничивания. Ее испытания проводились на станции Иркутск-Пассажирский Восточно-Сибирской дороги. Платформу с установкой передвигала автомотриса АГСШ-038 со скоростью 12–15 км/ч. На графиках намагниченности рельсов до и после проезда (рис. 3 а, б) видно, что намагниченность снижена в среднем на 0,4 мТл. Значение напряженности по сравнению с напряженностью, измеренной после размагничивания ручной установкой, снижено в шесть раз. Следует учесть, что при испытании установки в ней были подключены не все катушки, так как для питания всего оборудования недостаточно мощности дизель-генератора. В случае использования всех катушек эффективность размагничивания увеличивается.

Теперь размагничивание рельсов можно включить в перечень технологических операций, которые выполняются с определенной периодичностью.



РИС. 1



РИС. 2

# ОПТИМИЗАЦИЯ РЕМОНТА ЗАМЕДЛИТЕЛЕЙ

**Около 2,1 млн руб. составил экономический эффект, который получен во Владивостокской дистанции СЦБ Дальневосточной ДИ за счет внедрения на сортировочной горке станции Находка-Восточная новой технологии ремонта вагонных замедлителей. После реализации проекта бережливого производства ремонт этих устройств выполняют непосредственно на сортировочной станции, где эксплуатируются вагонные замедлители.**

■ На сортировочной горке станции Находка-Восточная эксплуатируются 12 вагонных замедлителей К3-5. Каждые восемь лет требуется их капитальный ремонт. Поскольку замедлители внедрялись в одно время, в рамках реконструкции горки в 2002 г., ремонтировать их необходимо одновременно. Однако в оборотном фонде предприятия нет такого количества устройств для подмены. К тому же для капитального ремонта этого сложного оборудования необходимо около 2–3 млн руб., еще 1,5 млн руб. требуется для их транспортировки на специализированные заводы в Калугу или Алатырь. В общей сложности затраты на капитальный ремонт составляют 3–4 млн руб., т.е. почти 70 % стоимости нового замедлителя.

На ежегодно выделяемые средства удается отремонтировать всего один или два замедлителя. В связи с этим некоторые из них отработали уже два межремонтных срока, что негативно влияет на безопасность роспуска составов и снижает перерабатывающую способность сортировочной горки.

Для обеспечения надежной и бесперебойной работы вагонных замедлителей с истекшим межремонтным сроком и снижения затрат на их транспортировку с целью восстановления специалисты



РИС. 1

Владивостокской дистанции СЦБ предложили изменить технологию ремонта.

Для ее внедрения была сформирована рабочая группа под руководством главного инженера дистанции М.Ю. Саяпина. Члены группы детально проанализировали процессы до и после изменения технологии ремонта, составили, согласовали комплект документов на технологический процесс ремонта вагонных замедлителей, который утвердило руководство службы автоматики и телемеханики.

Особенность новой технологии в том, что изъятый из пути замедлитель ремонтируют непосредственно на сортировочной станции, где он эксплуатируется. Делается это следующим образом. Замедлитель демонтируют, доставляют на железнодорожной платформе на крытую ремонтную площадку и с помощью крана перегружают на специализированный стеллаж. Здесь его полностью разбирают на секции и выполняют их очистку, ремонт и покраску (рис. 1). Изношенные детали и узлы восстанавливают или меняют на новые. Во время этого процесса специалисты выполняют некоторые работы по капитальному ремонту.

В качестве площадки используют мастерские на станции Находка-Восточная, где имеется отапливаемое помещение и подъездные пути. Рабочие места специалистов мастерских организованы «под крышей», т.е. улучшены условия труда занятого в ремонте персонала. Теперь работникам комфортно трудиться даже в холодное время года.

В распоряжении персонала точильный и сверлильный станки, пневмогайковерт, а также другие средства малой механизации и инструмент. Все погрузочно-разгрузочные и транспортные операции при разборке замедлителя



РИС. 2

выполняются при помощи автопогрузчика (рис. 2).

Важно и то, что, при такой технологии ремонта время на обслуживание и регулировку замедлителей, замену входящих в их состав тормозных балок, шин, бруса, пружинных механизмов и тормозных цилиндров не ограничено продолжительностью «окна». Поэтому все работы выполняются качественно, без спешки.

Внедрение нового метода обусловлено и запретом выключения из действия только одной стороны вагонного замедлителя. Это сделано в целях безопасности.

Ремонт вагонных замедлителей по новой технологии выполняет эксплуатационный штат – это старший электромеханик, электромеханик, электромонтер и слесарь. Для сварочных работ из другой бригады привлекается электросварщик.

В течение последних пяти лет с использованием новой технологии отремонтированы пять замедлителей. После установки в путь они надежно работают даже при большой нагрузке.

Этот проект принес реальную экономию, поэтому может быть использован на сортировочных горках других дорог.

**А.В. НОСОВ,**  
начальник сортировочной горки  
станции Находка-Восточная  
Владивостокской дистанции СЦБ  
Дальневосточной ДИ ОАО «РЖД»



**К.А. ОРЕЛ,**  
начальник Таксимовской  
дистанции СЧБ Восточно-  
Сибирской ДИ ОАО «РЖД»

# МАГНИТНЫЙ ШУНТ НА ИЗОЛИРУЮЩИЙ СТЫК

После завершения капитального ремонта или работ по реконструкции пути на участках пути остается высокая остаточная намагниченность рельсов. В Таксимовской дистанции СЧБ Восточно-Сибирской ДИ для размагничивания рельсов используют магнитный шунт, который устанавливается на изолирующий стык.

■ После капитального ремонта пути индукция магнитного поля на изолирующих стыках намного больше нормы, ее значение может достигать 90 мТл. Из-за этого на торцах изолирующих стыков скапливаются металлические частицы с вагонов, колесных пар, тормозных башмаков и рельсов. В результате происходят сбои в работе системы АЛСН и отказы устройств СЧБ.

Основной способ размагничивания заключается в воздействии на рельс переменного магнитного поля с уменьшающейся амплитудой. Этого можно добиться путем уменьшения амплитуды тока в электромагните или в более простых случаях увеличением расстояния между электромагнитом и размагничиваемым объектом. Однако для применения этого способа требуется мощный источник тока, поэтому использование его на перегонах и станциях осложнется.

Нагревать рельс с целью снятия намагниченности до температуры (точка Кюри), при которой структура металла разрушается и он перестает быть магнитом, в реальных условиях невозможно.

Снижение индукции магнитного поля без специальных мер происходит крайне медленно, т.к. изолирующие стыки АпАТЭК не являются магнитопроводными.

Для решения проблемы предлагается на каждый изолирующий стык с обеих сторон устанавливать магнитный шунт (рис. 1). Шунт представляет собой металлическую пластину, наваренную как продолжение накладки крепления стыка. В качестве мате-

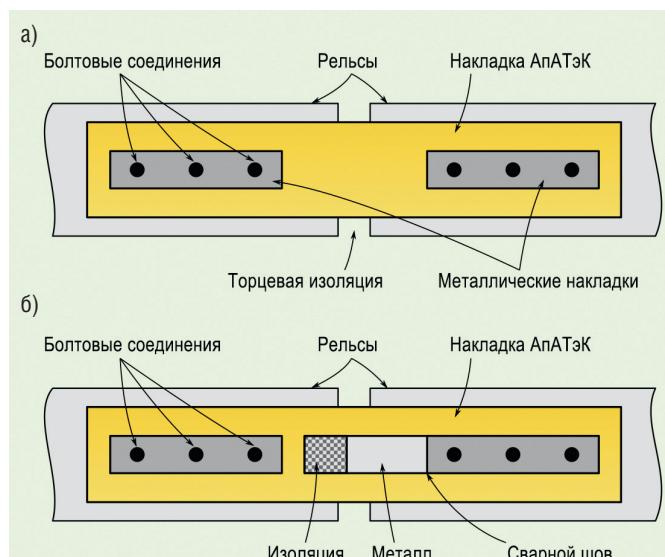


РИС. 2

риала для шунта подходит любой ферромагнетик, в частности в дистанции для изготовления шунтов используют фундаментные угольники из толстого железа. При установке шунта на изолирующий стык по нему распространяется магнитное поле и на обеих сторонах стыка значение напряженности становится одинаковым.

Для исключения закорачивания изолирующего стыка металлическими окалинами торец наваренной части шунта изолируют поливинилхлоридной трубкой. Ее концы загибают на 4–5 см и фиксируют под наваренную часть накладки. Чертежи конструкции изолирующего стыка до и после установки магнитного шунта представлены на рис. 2 (а, б).

В ходе испытаний опытного образца магнитного шунта на перегоне Таксимо – Улан Макит снижена намагниченность на изолирующих стыках. Благодаря применению шунта уменьшится число отказов, случаев сбоев АЛСН и, соответственно, количество выездов специалистов дистанции на расследование их причин. Отпадет необходимость переборки изолирующих стыков, на которые установлены подобные шунты. Все это позволит снизить эксплуатационные расходы предприятия.



РИС. 1



**В.В. ЛАПУСТА,**  
электромеханик  
Калининградской дистанции  
СЦБ Калининградской ДИ  
ОАО «РЖД»

# АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПРОВЕРКИ ТРАНСФОРМАТОРОВ

В Калининградской дистанции СЦБ Калининградской ДИ разработан аппаратно-программный комплекс для проверки трансформаторов. Использование комплекса позволит автоматизировать эту операцию, сократить ее длительность, контролировать ход технологического процесса, а также исключить влияние человеческого фактора.

■ Ежегодно в РТУ Калининградской дистанции СЦБ проходит проверка различная аппаратура, в том числе и трансформаторы. Проверка этих приборов выполняется на морально устаревшем стендовом оборудовании. Проверка одного устройства в среднем занимает около 15 мин. Ежегодные трудозатраты на эту работу составляют от 75 до 500 чел./ч.

Предлагается автоматизировать проверку трансформаторов с помощью аппаратно-программного комплекса АПК (рис. 1). Комплекс с достаточно высокой точностью измеряет амплитудную составляющую напряжения, генерирует сигнал переменного напряжения частотой 1–10 000 Гц с шагом 0,1 Гц, переключает режимы работы трансформатора (холостого хода или короткого замыкания). АПК в автоматическом режиме выполняет проверку, сохраняет результаты измерений, формирует графики зависимости параметров трансформатора от частоты подаваемого перемен-

ного напряжения, а также представляет эти параметры в виде рабочих коэффициентов трансформатора.

В состав АПК входят: персональный компьютер с программным обеспечением, измерительное устройство и компонент сопряжения (рис. 2). Компонент сопряжения является сменным. Он позволяет проверять различные типы трансформаторов.

Измерительное устройство включает несколько модулей, предназначенных для измерения рабочих параметров трансформатора: входного (выходного) напряжения, входного сопротивления переменному току, фазовых коэффициентов. Измерения выполняются методом «трех вольтметров».

Это устройство также генерирует переменный сигнал регулируемой частоты, автоматически переключает режимы работы трансформатора и обеспечивает обмен данных с компьютером по USB-кабелю.

Структурная схема измеритель-

ного устройства представлена на (рис. 3). Основным компонентом является последовательный порт, который управляет модулями и обеспечивает их связь с персональным компьютером. Блок питания обеспечивает напряжением все модули. В настоящее время питание осуществляется от промышленной сети напряжением 220 В частотой 50 Гц, в дальнейшем планируется питание от аккумулятора 12 В.

В составе схемы также имеется усилитель и фильтр НЧ. Эти элементы повышают мощность и передают на трансформатор синусоидальный сигнал. Модули гальванических развязанных реле обеспечивают подстройку добавочного резистора, а также переключают трансформатор в необходимый режим работы. Измерительный модуль представляет собой три дифференциальных вольтметра, позволяющих определять значение комплексного сопротивления обмотки трансформатора.

Для измерительного прибора и



РИС. 1

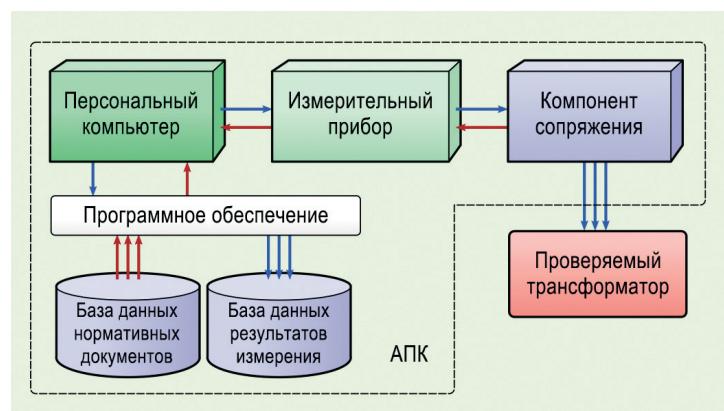


РИС. 2

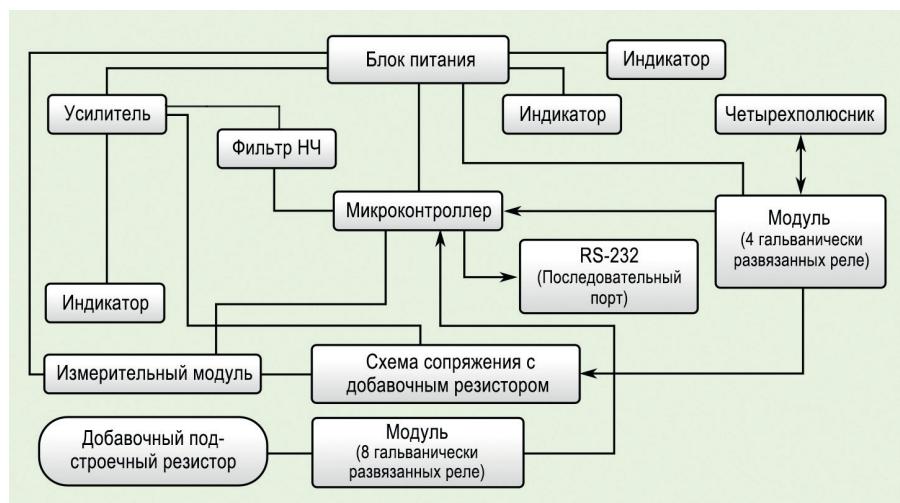


РИС. 3

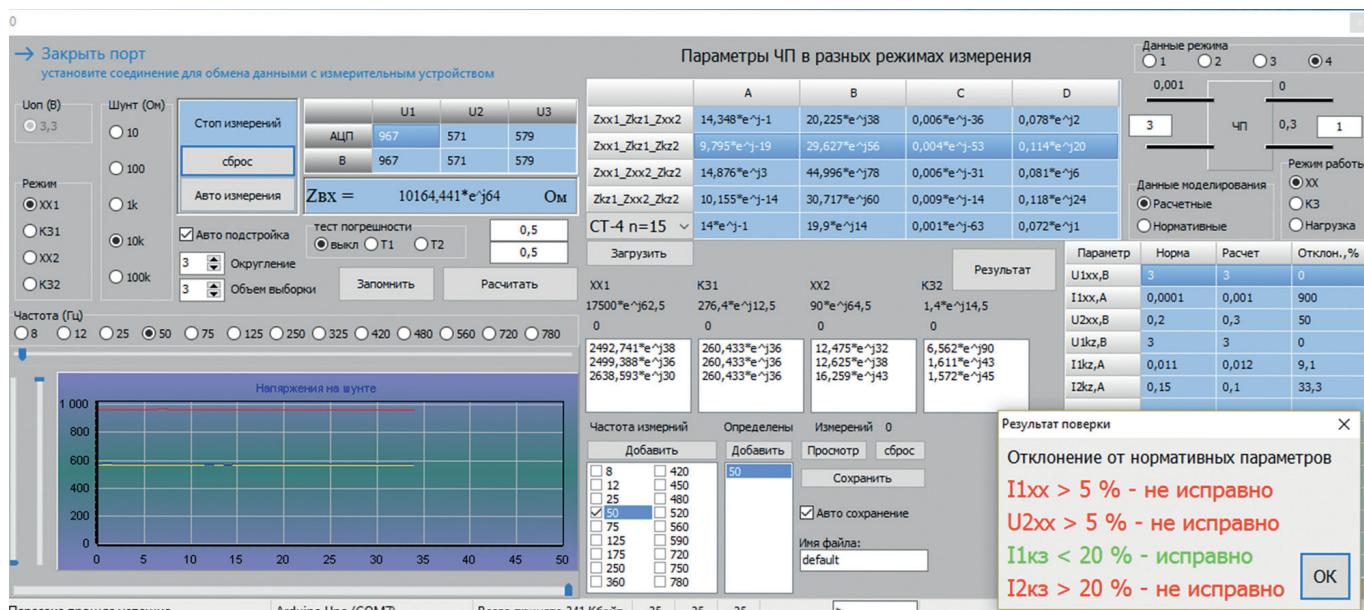


РИС. 4

компьютера разработаны специальные программы, с помощью которых можно рассчитывать входное комплексное сопротивление трансформатора, а также выполнять другие расчеты, управлять ходом проверки, сравнивать и сохранять результаты измерений, строить графики рабочих параметров трансформатора.

Проверку трансформатора выполняют в следующем порядке. Измерительный прибор подключают к промышленной сети переменного тока частотой 50 Гц напряжением 220 В, а также с помощью USB-кабеля к компьютеру. Затем запускают программу, в которую заносят тип и индивидуальный номер проверяемого трансформатора.

После установки связи с изме-

рительным прибором компьютер начинает отправлять ему команды для настройки модулей. Прибор в ответ отправляет напряжение на аналоговые входы микроконтроллера.

После завершения циклов измерения программа преобразует полученные значения напряжений в комплексные сопротивления, на основе которых определяются рабочие коэффициенты трансформатора. С их помощью строится виртуальная модель трансформатора. Программа сравнивает ее с реальным трансформатором, соединяет измеренные и нормативные параметры. Результаты измерения выводятся на экран (рис. 4) и сохраняются в базе данных.

С помощью программного обе-

спечения имеется возможность выполнять ряд функций для настройки и проведения измерений: выбирать режим работы трансформатора, регулировать значение добавочного сопротивления в пределах от 10 Ом до 100 кОм, настраивать частоту выходного напряжения, определять погрешность измерения.

Результаты, измеренные каждым вольтметром, в виде графика отображаются на экране в режиме онлайн. Пользователям предоставляются значения комплексного сопротивления для каждого режима работы, а также расчетная таблица рабочих и предельных характеристик трансформатора.

# РЕГИСТРАТОР СОСТОЯНИЙ РЕЛЕ

**Во время пусконаладочных работ на постах ЭЦ часто требуется информация о состоянии электромагнитных реле в схемах ЖАТ. Для этого предлагается использовать регистратор-графопостроитель состояний реле. С помощью этого аппаратно-программного комплекса можно снимать информацию с сухих контактов и обмоток реле постоянного тока напряжением 24 В.**

■ В процессе пусконаладочных и ремонтных работ на постах ЭЦ возникает необходимость контролировать состояние сразу нескольких электромагнитных реле электрической цепи, например, реле, включенных в станционную схему направления движения поездов. Их около десяти. Чтобы определить взаимозависимость между включением/выключением/переключением этих приборов, контроль должен осуществляться в режиме реального времени.

В нормальном режиме схема работает по заданному алгоритму и срабатывание реле происходит в определенные моменты времени, которые можно отразить на временной шкале.

При неисправности в схеме, например при нарушении электрической цепи в результате обрыва монтажа или завышенного переходного сопротивления или несоответствии нормам временных параметров реле (время задержки на притяжение/отпадание и др.), происходит нарушение работы всей цепи включения реле. Этот сбой также виден на временной шкале.

Поиск и устранение подобной неисправности без специальных технических средств – достаточно сложная задача. Хотя визуально возможно отследить включение/выключение/переключение реле, однако точный момент, когда происходят эти процессы, определить практически невозможно, поскольку необходимо одновременно наблюдать за состоянием нескольких реле, установленных на разных ставках. Для решения этой про-

блемы предлагается использовать специализированный аппаратно-программный комплекс. Он состоит из аппаратной части, представляющей собой устройство сопряжения УСО (рис. 1), и программной части.

С одной стороны УСО подключают к шине USB компьютера, с другой – к сухим (неиспользуемым) контактам (входы 1-10) и обмоткам реле с номинальным напряжением 24 В или к полюсам питания в определенных точках схемы (входы 11-20). В комплексе имеется 20 измерительных каналов: половина предназначена для снятия информации с сухих контактов реле, вторая половина – с их обмоток.

Программная часть представлена оконным приложением Windows, где в графическом виде отображается состояние всех 20 входов УСО.

Для работы комплекса используется IBM-PC-совместимый компьютер (ноутбук), имеющий шину USB и операционную систему Windows версии не ниже 2000.

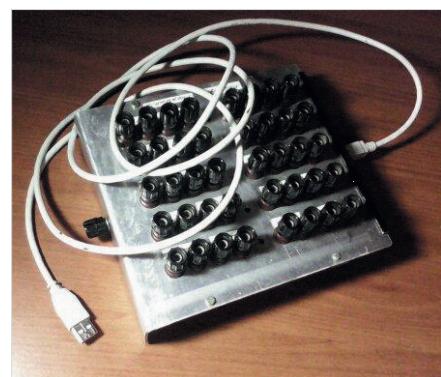


РИС. 1

Для передачи данных в Microsoft Excel и сохранения их на компьютере установлена Microsoft Office (версия должна быть не ниже 2007).

Информация в виде дискретных данных («реле под током» – «реле без тока») в режиме реального времени передается от реле на компьютер. Затем в виде временной диаграммы, где отображается состояние всех каналов, выводится на экран.

Работу с комплексом выполняют в следующем порядке. Файл «Регистратор.exe» помещают в требуемый каталог (например, на рабочий стол) и открывают. Все остальные программы во время работы рекомендуется закрыть. При помощи шнура УСО подключают к свободному USB-разъему компьютера. В случае успешного подключения в верхней части окна появляется надпись «Registrar».

Затем УСО подключают к объектам измерения, используя типовую схему (рис. 2). На схеме приняты следующие обозначения: а, б, г – подключение входов «Контакты» к источнику внешнего напряжения запрещено; в – подключение к сухим контактам; д, ж – рекомендованный режим (напряжение на измерительном входе около 24 В); е – подключение запрещено (напряжение на измерительном входе менее 24 В, что может привести к ложным показаниям); з – подключение сухих контактов только к измерительным входам 1–10 группы «Контакты»; и – запрещено, подключение только к источнику напряжения 24 В постоянного тока.

При необходимости в поле «комментарии» записывают название реле. Расчетный потребляемый ток любого канала измерения группы «Обмотки» не превышает 3 мА. Напряжение на обмотке реле – 24 В. Полярность подключения УСО значения не имеет. Входы «Обмотки» не следует подключать к цепи переменного тока, так как это может привести к ошибочным показаниям.

На рис. 3 представлены временные диаграммы, поясняющие принцип съема информации с объектов контроля: а – диаграмма реального дискретного процесса замыкания/размыкания контактов реле (высоким логическим уровнем обозначено состояние реле с поднятым якорем, низким – с отпущенными); б – отсчеты состояния контактов реле, выполненные УСО; в – диаграмма, построенная программой на основе отсчетов УСО.

Далее выбирают режим работы регистратора. В медленном режиме период между отсчетами (съемом данных) составляет около 30 мс, в быстром – 1 мс. Продолжительность периода зависит от производительности компьютера – чем лучше его характеристики (производительность процессора, мощность видеокарты и объем оперативной памяти), тем выше частота отсчетов.

В быстром режиме длительность работы комплекса около 15 с. Этот режим целесообразно применять для наблюдения коротких и быстроходящих процессов: для записи кодовых посылок КПТШ, проверки работы импульсных реле или датчиков импульсов.

Медленный режим, продолжительностью около 450 с, подходит

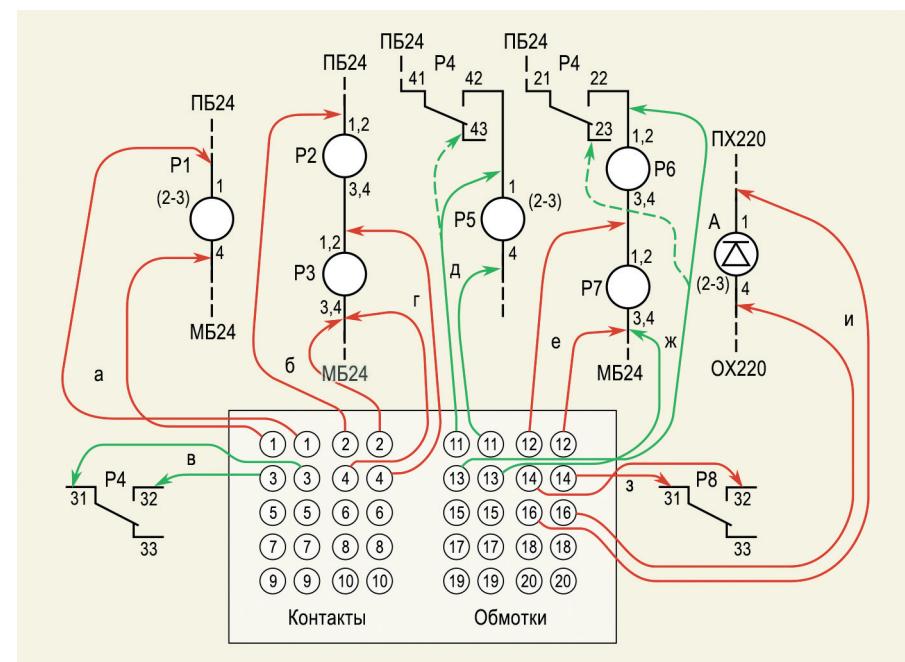


РИС. 2

для контроля за длительными и относительно медленно проходящими процессами, такими как работа схемы смены направления, цепи исполнительной группы БМРЦ и др.

После нажатия кнопки «Пуск» система выполняет 15 тыс. отсчетов и автоматически выключается. При необходимости ее можно остановить с помощью кнопки «Стоп». Для возобновления работы используется кнопка «Стереть», с помощью которой очищается память и рабочее поле.

Результаты контроля в режиме реального времени выводятся на экран и путем нажатия кнопки «Excel» могут быть перенесены в Microsoft Excel. В случае невозможности передачи данных на экране появляется сообщение об ошибке.

Состояние всех 20 измерительных каналов в моменты

отсчета отобразится на листе «Данные регистратора» в окне Microsoft Excel. Будет также представлена построенная на основе этой информации диаграмма.

В основе УСО – микроконтроллер Atmega16 компании Atmel. Он реализует программный обмен данными по шине USB в режиме HID (human interface device), передавая информацию объемом 20 бит.

Программа-прошивка микроконтроллера сконфигурирована таким образом, что в информационной посылке объемом 20 бит отражено фактическое состояние 20 выводов микроконтроллера.

Логической единице соответствует высокий уровень напряжения (2,4–5 В) на выводе, логическому нулю – низкий (0–0,4 В). Так, если на запрос программы компьютера в ответ от УСО приходят числа 255, 118, 12,

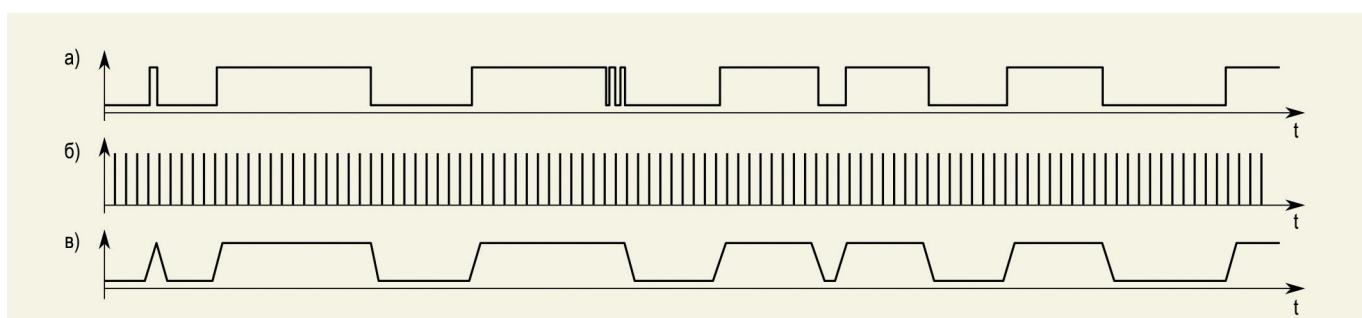


РИС. 3

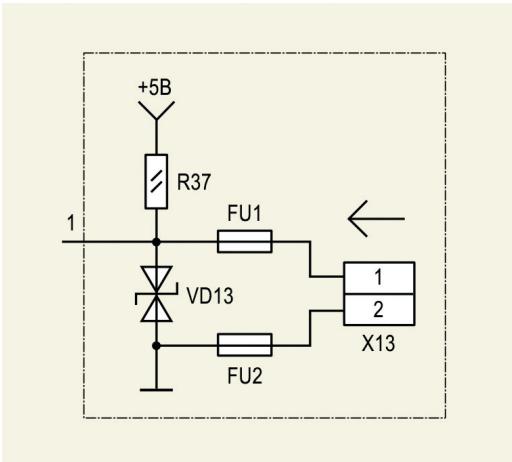


РИС. 4

на выводах микроконтроллера (считая от первого к двадцатому) устанавливается следующая последовательность единиц и нулей: 11111111 11101110 1100. Периодичность запросов (отсчетов) определяется режимом работы программы.

В комплексе выполнено соединение микроконтроллера и объектов контроля. Пример реализации одного из входов регистрации сухих контактов реле показан на фрагменте принципиальной схемы (рис. 4).

В исходном состоянии на схеме вывод микроконтроллера подключен к напряжению питания 5 В (устройство питается от шины USB) через резистор R37. При замыкании внешних клемм прибора X13 на выводе образуется низкий потенциал. Таким образом, если клеммы X13 подключить к сухим контактам реле, можно определить, в каком они состоянии (замкнуты или разомкнуты).

Для защиты микроконтроллера и шины USB компьютера от случайного подключения клемм к источнику напряжения предусмотрена следующая цепь защиты: симметричный быстродействующий диод VD13 (напряжение открытия 6,8 В) и предохранители FU1 и FU2 (по 500 мА). Если напряжение на клеммах превысит 6,8 В, что говорит о включении в цепь внешнего источника напряжения, в течение нескольких наносекунд сопротивление диода резко уменьшится до нескольких Ом, и через него заскорачивается цепь. Для ограни-

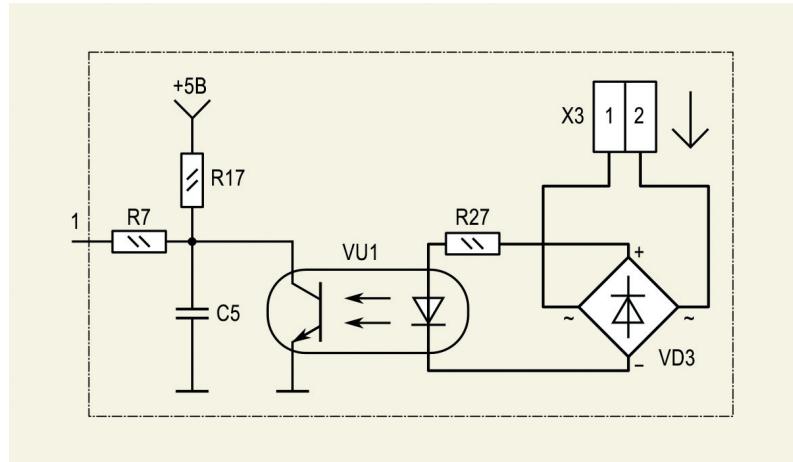


РИС. 5

чения протекающего в ней тока (не более 500 мА) установлены предохранители.

Пример реализации одного из входов регистрации состояния обмоток реле представлен на фрагменте принципиальной схемы УСО (рис. 5). Входные клеммы X3 включены в диагональ выпрямительного диодного моста VD3. Благодаря этому клеммы можно подключать к обмотке исследуемого реле независимо от полярности. Мост нагружен светодиодом оптопары VU1.

В коллекторной цепи транзистора оптопары предусмотрена RC-цепочка для гашения кратковременных импульсных помех. В нее входят резисторы R17 (5,6 кОм), R7 (200 Ом) и конденсатор C5 (22 пФ). При появлении на клеммах УСО напряжения загорается светодиод оптопары и открывается ее транзистор. В результате на соответствующем выводе микроконтроллера появляется низкий потенциал.

Поскольку в цепи диода имеется оптопара, подключение входов к обмотке реле может вызвать задержку на отпадание исследуемого реле. Поэтому подключение целесообразно выполнять опосредованно с помощью контакта включающего реле (см. рис. 2, д, ж). Кроме того, следует учитывать потребляемый УСО ток (до 3 мА на входной канал).

Программа интерфейсного взаимодействия с пользователем написана в среде Delphi7, поэтому оптимальной системой для ее работы является WindowsXP

или другие новые версии операционной системы Windows. При написании программы использована библиотека JVCL (Jedi Visual Component Library). Программа-прошивка микроконтроллера написана в среде AVR Studio 5 с использованием библиотеки V-USB.

Затраты на покупку комплексующих регистратора составили 1,5 тыс. руб. Благодаря его использованию сокращаются трудозатраты при пусконаладочных работах. Например, для поиска неисправности в схеме смены направления обычно привлекаются 4–5 электромехаников. Сама операция может длиться 5–8 ч. Аппаратно-программный комплекс позволяет сократить это время до 1–2 ч. При этом в процессе заняты только два электромеханика.

На сегодняшний день в КИПе Спасск-Дальненской дистанции СЦБ Дальневосточной ДИ создан опытный образец комплекса на основе несовершенных технических решений и, безусловно, требуется его доработка. Так, необходимы осциллографические входы, режим длительного функционирования (до нескольких суток и недель) с «ловушкой» отказов, беспроводное дистанционное взаимодействие между ноутбуком и УСО и др. Однако для этого требуются более совершенные аппаратные и программные платформы.

**Г.Ю. ГРАЧЁВ,**  
электромеханик КИПа  
Спасск-Дальненской дистанции СЦБ  
Дальневосточной ДИ ОАО «РЖД»

# ИНТЕРЕСНЫЕ РЕШЕНИЯ

**В службе автоматики и телемеханики Приволжской ДИ большое внимание уделяется вопросам повышения надежности работы технических средств и внедрению технологий бережливого производства. Примером тому могут служить два эффективных технических решения, направленных на выполнение этих задач.**

■ Сейчас СЦБисты Петроввальской дистанции активно занимаются заменой морально и физически устаревших полупроводниковых штепсельных преобразователей ППШ-3 на современные малогабаритные защищенные блоки выпрямителя типа БВЗ. Наличие в конструкции последних дросселя и варисторов для защиты от грозовых перенапряжений способствует повышению надежности устройств, в работе которых они задействованы.

В самом начале планирования работ электромеханики столкнулись с отсутствием на релейных ставивах свободных мест для установки БВЗ и трансформатора СТ-5МП для его питания.

С целью решения этой проблемы электромеханик А.В. Гусаров изготавливал пластину из прочного текстолита с присадочными размерами типовой платы реле НШ, служащей для установки ППШ-3. В ней он просверлил отверстия для крепления блока БВЗ, трансформатора СТ-5МП и двуштырной клеммной колодки под внешний ограничительный резистор, а также вывода монтажных проводов.

Дополнительным преимуществом такого подхода является тот факт, что он дает возможность заранее смонтировать практически всю электрическую схему. В технологическое «окно» понадобится только установить плату с приборами на место штепсельной платы ППШ-3 и подключить питающие провода, что значительно сокращает продолжительность процесса замены.

■ Немало хлопот дежурным по переездам и электромеханикам Саратовской дистанции СЦБ доставляла нестабильная работа автошлагбаумов ША. Проблема состояла в том, что иногда при включении автоматической переездной сигнализации шлагбаум оставался в вертикальном положении, в связи с чем дежурному по переезду приходилось вручную приводить в движение заклинивший механизм, чтобы опустить брусья. В противном случае создавалась опасная ситуация, когда, несмотря на запрещающее

Предлагаемое электромехаником А.В. Гусаровым решение существенно упрощает процесс замены ППШ-3 на БВЗ



показание светофоров, автомобили могли продолжить движение по переезду.

Причина такой неполадки заключается в особенности конструкции электромагнитной муфты электропривода шлагбаума, предназначенный для механического сцепления электродвигателя и редуктора, с помощью которого понимается брус.

Когда переезд открыт, муфта удерживает шлагбаум в вертикальном положении. При поступлении извещения о приближении поезда к переезду автоматика отключает электропитание муфты, после чего автошлагбаум должен опуститься под тяжестью собственного веса. Для плавности этого процесса предусматривается гидрогаситель.

Однако остаточная намагниченность дисков сцепления внутри электромагнитной муфты нередко препятствует опусканию бруса. Чтобы решить эту проблему, старший электромеханик В.А. Евдокимов оснастил механизм автошлагбаума пружинным амортизатором, который выполняет функции подталкивателя.

Специально сконструированный прочный кронштейн с пружиной он закрепил на металлической фундаментальной плате рядом с электрическим приводным механизмом таким образом, чтобы в вертикальном положении крыло бруса с противовесом полностью сжимало пружину.

В момент отключения питания и ослабления сцепления в электромагнитной муфте пружина подталкивает противовес, чем гарантированно обеспечивается опускание бруса в горизонтальное положение.

По результатам успешной эксплуатации автошлагбаума, дооснащенного пружинным подталкивателем, СЦБисты Саратовской дистанции оборудовали этим несложным устройством еще несколько проблемных переездов.

Эти, а также много других эффективных рационализаторских предложений СЦБистов Приволжской ДИ оперативно размещаются в системе «4И», что позволяет их коллегам со всей сети дорог перенимать передовой опыт, повышая надежность и безопасность работы вверенных технических средств.

Д.И. СЕЛИВЁРОВ



Реализация идеи старшего электромеханика В.А. Евдокимова гарантирует опускание ША при закрытии переезда



**М.М. МОЛДАВСКИЙ,**  
начальник отдела электропитания  
и пожаробезопасности  
ОАО «НИИАС»

## К ВОПРОСУ О МОЛНИЕЗАЩИТЕ

Конечно, журнал – это не учебное пособие, однако для широкого круга его читателей чрезвычайно полезна информация о принципах построения системы молниезащиты. Видимо, именно этими соображениями руководствовались авторы статьи «Молниезащита – это просто?!» («АСИ», 2016 г., №№ 2–6), являющиеся также и разработчиками СТО РЖД 08.026-2015 (далее СТО) [1]. Однако многие утверждения, опубликованные как в этом материале, так и в стандарте, представляются весьма спорными.

■ В идеале эксплуатационников должны заинтересовать сведения, содержащиеся в СТО, которые помогут правильно сформулировать требования в технических условиях на проектирование. Эта информация позволила бы проектировщикам четко и обоснованно провести предпроектное обследование электромагнитной обстановки и выполнить рабочие проекты, строителям – точно воплотить в жизнь проектные идеи молниезащиты, а затем всем правильно оценить результаты проделанной работы.

Следует подчеркнуть, что, по моему мнению, этот стандарт целесообразно распространять только на проектируемые и модернизируемые объекты инфраструктуры.

Приступая к обсуждению статьи, хотелось бы отметить, что 67 % релейных систем ЖАТ на постах ЭЦ сети дорог эксплуатируются уже более 30 лет, в разы превысив свой срок службы, и построены с учетом устаревших нормативных документов. В связи с этим приводить в соответствие СТО их молниезащиту, видимо, нецелесообразно. В таком случае необходимы простые стандартные методы модернизации системы заземления, разработанные на основании специальной нормативной документации для служебно-технических зданий с действующими устройствами автоматики и телемеханики. Они должны предусматривать организацию главной заземляющей шины ГЗШ и защиту самых вероятных путей проникновения токов молнии с помощью современных устройств защиты от импульсных перенапряжений УЗИП. К таким путям, как правило, относятся вводы фидеров силового питания и наиболее протяженные сигнальные цепи (с выходом на перегоны).

■ По моему мнению, в самом СТО имеется ряд принципиальных ошибок. К тому же его разработчики, увлекшись некоторыми своими идеями, отклоненными еще на этапе обсуждения проекта этого документа, решили опубликовать их в журнале.

Беспокоит тот факт, что многие новые решения, предложенные в стандарте, не только крайне дороги, но и ухудшают условия пожаробезопасности, поскольку способны создать пути для попадания токов обратной тяговой сети ОТС в помещения поста ЭЦ по цепям заземления.

Основные разногласия с авторами СТО и статьи заключаются в отношении к системе уравнивания потенциалов СУП. С учетом опасности проникновения токов обратной тяговой сети во внутренние помещения поста ЭЦ для наших условий более всего подходит ее

радиальный или радиально-сетчатый вариант с одной главной заземляющей шиной.

Все аргументы авторов по поводу достоинств и недостатков различных способов реализации СУП (радиальный (консольный), радиально-сетчатый или сетчатый) возможно актуальны для ряда промышленных объектов, но никак не для постов ЭЦ.

Отличительной чертой последних является тот факт, что все внешние электрические цепи системы электроснабжения, по которым на пост ЭЦ может проникнуть ток молнии или ток ОТС, имеют гальваническую развязку с приборами в релейном помещении. Она выполняется с помощью панелей (шкафов) электропитания, являющихся при этом второй зоной молниезащиты (первая, как правило, реализована во вводных устройствах).

Что касается остальных видов электрических цепей, то все они попадают на пост ЭЦ через кроссовые шкафы (стативы), в которых устанавливаются устройства молниезащиты. И шкафы электропитания, и кроссовые шкафы располагаются рядом с ГЗШ. Таким образом, токи молнии уходят с поста ЭЦ к заземлителю по кратчайшему пути через заземляющие проводники с минимальным высокочастотным сопротивлением.

При таком подходе основной ток молнии шунтируется УЗИП и не попадает в помещения с релейной или микропроцессорной аппаратурой. Остаточный, многократно уменьшенный ток создает несущественное падение напряжения в заземляющих проводниках следующих зон защиты.

Хотелось бы подчеркнуть, что ссылки на ГОСТ Р 50571-4-44-2011 [2], где рекомендуется сетчатая схема уравнивания потенциалов, не убеждают, поскольку в нем не приняты во внимание эти аспекты. Следует отметить, что и основные общеевропейские нормативные документы, которыми мы пользуемся, не предназначены для железнодорожного транспорта именно из-за токов обратной тяговой сети.

Тем не менее, радиально-сетчатая схема заземления стативов в релейных помещениях применялась всегда и без дополнительной СУП. Каждый статив заземляется на шину уравнивания потенциалов помещения отдельным проводом. В то же время все стативы в одном ряду соединены между собой металлическим креплением, а ряды – кабельростами и элементами подстационарного крепления.

■ Отдельно следует отметить, что ни в СТО (см. п. 6.3.3), ни в статье («АСИ», 2016 г., № 2) не прописан один очень важный вопрос – о характеристиках заземляюще-

го проводника, шунтирующего ток молнии на ГЗШ. Он должен быть предельно коротким, выполненным таким образом, чтобы падение напряжения на нем, возникающее при протекании тока молнии, было наименьшим. Кроме достаточного сечения, для этого ему требуется иметь минимальную индуктивность, а следовательно, быть по возможности прямым. К тому же с целью учета так называемого скин-эффекта, заключающегося в вытеснении переменного тока высокой частоты преимущественно на поверхностный слой проводника, он должен быть многожильным. Ведь для токов молнии многожильный проводник имеет на порядок меньшее сопротивление, чем одножильный того же сечения.

■ В статье металлические конструктивные элементы на крыше здания позиционируются как дополнительное обоснование отказа от радиальной (в статье – консольной) схемы заземления («АСИ», 2016 г., № 2, стр. 8). Такой подход не поддерживается всемирно признанными европейскими фирмами, имеющими солидный опыт в вопросах построения систем молниезащиты, в том числе и на объектах железнодорожной инфраструктуры. Например, в здании, защита которого выполнена немецкой фирмой «DEHN», имеющей 100-летний опыт, молниезащитная сетка на крыше полностью изолирована от элементов его конструкции.

В апреле 2014 г. в Германии прошла международная научно-практическая конференция по теме «Комплексные устройства молниезащиты на высокоскоростных линиях железных дорог». Ее участникам, среди которых были представители Управления автоматики и телемеханики ЦДИ, ОАО «НИИАС», ПКТБ ЦШ, ПГУПС, ГТСС и др., специалисты фирмы рассказали, что решение изолировать молниезащитную сетку от элементов конструкции здания было принято после повреждения приборов внутри здания во время грозы.

■ До настоящего времени специальные системы внешней молниезащиты в служебно-технических зданиях с аппаратурой ЖАТ, как правило, не применялись. Исключение составляла только защита с помощью стержневого молниеприемника антенны устройств связи, действие которого частично распространялось на общее здание поста ЭЦ. Возможно, удары молнии непосредственно в здание поста и имели место, однако мне об этом не известно.

При обследовании молниезащиты ряда железнодорожных объектов выявился следующий факт. По словам обслуживающего персонала, релейная аппаратура ЖАТ отдельных постов ЭЦ, практически незащищенная специальными устройствами молниезащиты (УЗИП и молниеприемниками), за последние 10 лет ни разу не повреждалась грозовыми разрядами. На прилегающих перегонах повреждения были, а на посту – нет. Возникают вопросы, насколько целесообразно на выработавших свой срок службы объектах реализовывать молниезащиту, соответствующую самым современным требованиям, и как дорого это будет стоить?

Тем не менее, крыши постов ЭЦ при новом строительстве все-таки нужно накрывать молниезащитной сеткой с четко выполненными элементами и токоотводами. При этом нельзя забывать, что токоотводы – это потенциальные источники мощных электромагнитных помех. Несмотря на то что они проходят снаружи здания на некотором расстоянии от стены, устанавливать аппаратуру внутри него вблизи их расположения необходимо с особой осторожностью.

■ Кроме того, более внимательно следует относиться к взаимному расположению электрических цепей внутри помещений. В первую очередь это касается цепей с УЗИП.

Особенно опасны ошибочные суждения о необходимости сплошного многоточечного соединения СУП служебно-технического здания с внешним заземлителем минуя любые ГЗШ («АСИ», 2016 г., № 2, стр. 8, 9). Непонятно, почему такой подход аргументируется электробезопасностью при грозе. Подумайте, кто будет во время грозы стоять на грунте или другой заземляющей конструкции и держаться, например, за провод токоотвода системы внешней изолированной молниезащиты (в статье «за стену здания»)? Вот такие невероятные с точки зрения действия человека примеры приводятся для обоснования теории, не вошедшей в [1].

■ В статье удивляют также некоторые противоречие СТО суждения. Так, например, в п. 6.4.5 стандарта прописано, что экранирующие оболочки кабеля («проводящие оболочки кабеля, выполненные в виде алюминиевой фольги») нужно заземлять «внутри здания/сооружения на ГЗШ, на СУП помещения либо в месте концевой разделки кабеля в шкафу или стативе» не далее, чем в 2 м от ввода в здание.

При этом в «АСИ», 2016 г., № 2, стр. 8 сказано следующее: «Еще одной проблемой консольной системы является вопрос заземления экранов кабелей, выполненных из алюминиевой фольги. С одной стороны, при такой системе делать это нужно непосредственно при вводе в здание на ГЗШ. С другой стороны, в силу конструктивных особенностей и требований при монтаже заземлять экраны таких кабелей нужно, как правило, в местах их концевой разделки», которые могут находиться в десятках метрах от ввода кабеля в здание.

Такое разнотечение может запутать читателей: так как же нужно заземлять экраны? Тут должен быть однозначный ответ – в соответствии с отраслевым стандартом.

После прочтения текста СТО остается только сожалеть, что в документе нарушены даже общепринятые у нас правила заземления (Свод правил [3], п. 7.1.8). Так, например, на рис. 6.5 стандарта (см. рисунок) бронированный кабель проходит через изолирующую муфту и далее через помещение поста, где, судя по всему, его броня заземляется непосредственно на корпуса оборудования. При этом не показано, как должен вводиться и заземляться кабель с металлической оболочкой. И таких замечаний по тексту много.

■ Хотелось бы также отметить, что, судя по всему, авторы статьи преувеличивают значимость потерь от воздействия токов молнии и явно недооценивают их размер при пожарах, которые возникают в случае попадания в устройства ЖАТ токов ОТС через систему заземления поста ЭЦ. Именно поэтому в приемниках у служебно-технических зданий устанавливаются изолирующие муфты для ввода кабелей с металлическими

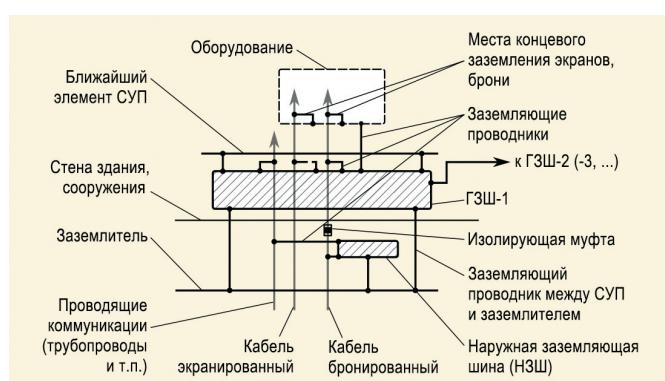


Схема заземления проводящих коммуникаций при вводе в здание/сооружение

оболочками. Вместе с узакониванием ввода всех видов кабеля с одной стороны здания это исключит возможность пропуска тока ОТС через помещения поста.

Кроме того, к сожалению, не рассматривается вопрос о том, чтобы запретить ввод в посты ЭЦ металлических трубопроводов на участках с электротягой. Уже достаточно давно даже в строящихся жилых домах центральное отопление, а также устройства водоснабжения и канализации выполняют в пластиковых трубах, не пропускающих электрический ток. На старых постах ЭЦ при модернизации можно было бы сделать изолирующие вставки на вводах в здание. Зачем нам проблемы с надуманными дополнительными ГЗШ и, соответственно, пропуском токов обратной тяговой сети через помещения поста ЭЦ?

■ Во многих нормативных документах, действующих в настоящее время (например, в технических требованиях на НВУ [4] и к транспортабельным модулям [5], а также в концепции молниезащиты [6]), говорится, что все вводы в здание необходимо выполнять в одном месте рядом с главной заземляющей шиной. В этих же документах сказано о допустимости ввода в здание всех кабелей вдоль одной наружной стены. Таким образом, исключается пропуск токов обратной тяговой сети через внутренние помещения служебно-технического здания.

Однако разработчики СТО это требование проигнорировали. В п. 6.4.2 сказано: «В случае, если по обоснованным причинам ввод всех проводящих коммуникаций в одном месте здания/сооружения невозможен, допускается ввод проводящих коммуникаций в разных местах, в том числе с разных сторон здания/сооружения». Тем самым не приветствуется, но допускается ввод проводящих коммуникаций с разных сторон поста ЭЦ. Этот же посыл просматривается и на рис. 6.1 и 6.2 стандарта. При этом на рисунках нет ни одного примера ввода коммуникаций с одной стороны здания.

Спрашивается, зачем нужно рассуждать об особенностях молниезащиты при вводе кабелей с разных сторон, если изначально принять условие об исключении такой ситуации в случае нового строительства? Что касается защиты действующих постов ЭЦ, то о нецелесообразности приведения их молниезащиты в соответствие рассматриваемому стандарту уже говорилось ранее.

■ По моему мнению, в утвержденной редакции СТО много спорных вопросов, которые необходимо решать. Жизнь не стоит на месте, многое вокруг меняется, и это должно учитываться в нормативных документах. Именно поэтому они постоянно корректируются, дополняются новыми требованиями и по мере необходимости актуализируются.

Тем не менее, нужно принимать во внимание только утвержденный текст документа, иначе возникает путаница и с понятиями, и с реальными требованиями. В связи с этим заинтересованным читателям целесообразно вчитаться в утвержденный стандарт, а не в статью и задавать возникающие вопросы по заземлению, уравниванию потенциалов и молниезащите, в том числе и на страницах журнала.

Не могу не отметить, что далеко не все замечания, высказанные представителями ОАО «НИИАС» и в значительной части принятые в процессе обсуждения, были учтены в окончательной редакции СТО. Остается надеяться только на то, что впервые разработанный такого уровня документ по вопросам заземления и молниезащиты постов ЭЦ в ближайшие годы будет апробирован и откорректирован по результатам применения проектировщиками и строителями.

■ В заключение хотелось бы кратко обозначить предложения, обоснованные в этой статье. К ним относятся:

необходимость корректировки СТО с учетом того, что он будет применяться только на вновь строящихся объектах. Она должна узаконить ввод всех видов кабелей только с одной стороны здания и реализацию радиальной или радиально-сетчатой схемы уравнивания потенциалов;

запрещение ввода в служебно-технические здания металлических труб бытового назначения (в рабочих проектах должны предусматриваться их пластиковые варианты);

нормирование взаимного расположения электрических цепей (особенно с УЗИП) внутри помещений;

более четкая регламентация правил заземления экранов, металлических оболочек и металлической брони кабелей с целью исключения возможности пропуска токов ОТС внутрь зданий;

размещение на крышах зданий молниезащитной сетки с внешними, изолированными от внутренних систем уравнивания потенциалов помещений, токоотводами;

реализация под устройствами с микропроцессорной техникой сети Фарадея с размером ячеек примерно в 20 см, изолированной от корпусов аппаратуры и соединенной одной точкой с шиной уравнивания потенциала помещения;

защита вводов силовых цепей и наиболее протяженных сигнальных кабельных вводов современными УЗИП. При этом провода, по которым с большой вероятностью могут протекать токи молнии или ОТС, должны пространственно отделяться от остальных, где такая вероятность минимальна или отсутствует полностью. К первым из них относятся внешние силовые цепи до УЗИП и заземляющие проводники, а ко вторым – цепи, проложенные после УЗИП к аппаратуре, и те, по которым токи перенапряжений на пост ЭЦ попасть не смогут.

Подводя итог, вынужден с сожалением констатировать, что фактически прекратил работу общественный совет по молниезащите, организованный по прямому указанию старшего вице-президента ОАО «РЖД» В.А. Гапановича. Обсуждение в рамках этого совета отраслевого стандарта, регламентирующего мероприятия по защите устройств железнодорожной инфраструктуры от атмосферных и коммутационных перенапряжений, помогло бы избежать многих ошибок.

## ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ

1. СТО РЖД 08.026-2015. Устройства железнодорожной инфраструктуры. Защита от атмосферных и коммутационных перенапряжений. Устройства молниезащиты и заземления технических средств. Технические требования : утвержден распоряжением ОАО «РЖД» № 1478р от 22.07.2016 г. – Введен 2016-09-01. – Документ предоставлен КонсультантПлюс

2. ГОСТ Р 50571-4-44–2011. Электроустановки низковольтные [Электронный ресурс]. – Введен 2012-07-01. – М. : Стандартинформ, 2012. – Режим доступа : <http://docs.cntd.ru/document/1200087201>

3. Железнодорожная автоматика и телемеханика. Правила проектирования : СП 235.1326000.2015 : утвержден приказом Минтранса РФ № 205 от 06.07.2015 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://docs.cntd.ru/document/1200124320>

4. Вводное устройство наружной установки для ввода электропитания в служебно-техническое здание (НВУ) : технические требования 29.11.2012.

5. Напольное оборудование железнодорожной автоматики и телемеханики. Модули и комплексы транспортабельные : технические требования. – 2011 г.

6. Концепция комплексной защиты технических средств и объектов железнодорожной инфраструктуры от воздействия атмосферных и коммутационных перенапряжений : утверждено распоряжением ОАО «РЖД» № 2871р от 24.12. 2013 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.skonline.ru/doc/68965.html>

# ПРИРОДООХРАННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ – ЭТО ВАЖНО

**В целях привлечения внимания общества к вопросам экологического развития страны, сохранения биологического разнообразия и обеспечения экологической безопасности** президент Российской Федерации В.В. Путин **объявил 2017 г. Годом экологии.** О значимости вопросов природоохранной деятельности свидетельствует тот факт, что они закреплены в трех статьях Конституции РФ и затрагиваются более чем в 50-ти Федеральных законах. Эти вопросы тесно взаимосвязаны с задачами обеспечения промышленной и пожарной безопасности, а также санитарно-эпидемиологического благополучия населения. За нарушение природоохранных требований устанавливается имущественная, дисциплинарная, административная и уголовная ответственность в соответствии с законодательством. Размеры штрафных санкций по различным статьям могут достигать 50 тыс. руб. для должностных лиц и 1 млн руб. или караться административным приостановлением деятельности на срок до 90 суток для юридических лиц.

■ ОАО «РЖД» – это одна из крупнейших российских государственных компаний. Она является владельцем инфраструктуры общего пользования и значительной части подвижного состава, а также важнейшим оператором российской сети железных дорог. На балансе компании находятся участки общей протяженностью 85,3 тыс. км, более половины из которых электрифицированы. К железнодорожной инфраструктуре относятся станции, вокзалы, депо, а также системы ЖАТ, обеспечивающие безопасность движения поездов, и др.

Вопросам экологической безопасности в ОАО «РЖД» уделяется большое внимание. Как результат – диплом «Лидер природоохранной деятельности в России», полученный на Международном форуме «Мировой опыт и экономика России».

В компании разработаны и утверждены Концепция развития системы управления природоохранной деятельностью, отраслевой стандарт «Система управления охраной окружающей среды в ОАО «РЖД», а также ряд регламентов, методических требований и других документов, посвященных этой теме.

На всех железных дорогах действуют Центры охраны окружающей среды (НЦОП), имеющие в

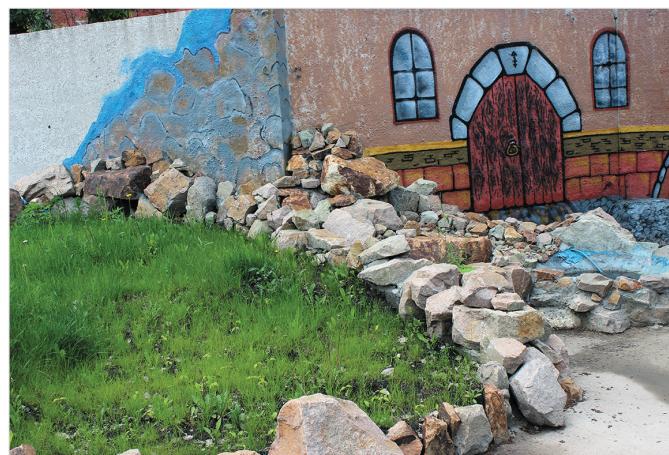
своем составе производственные экологические лаборатории. Работники компании, занимающиеся вопросами охраны окружающей среды, регулярно повышают свою квалификацию в специализированных учреждениях. Весомым вкладом в реализацию природоохранной деятельности холдинга стало открытие в 2012 г. в составе Научно-производственного центра по охране окружающей среды филиала ОАО «РЖД» (НПЦ по ООС) экологического учебного центра.

В рамках системы экологического мониторинга структурных подразделений действуют передвижные вагоны-лаборатории, экологические лаборатории на базе автомобиля, пункты экологического контроля за выбросами вредных веществ от тепловозов.

Экологическая стратегия ОАО «РЖД» на период до 2017 г. и на перспективу до 2030 г. является частью общей системы стратегического управления холдинга. Она направлена на развитие его природоохранной деятельности, призванной минимизировать негативное воздействие различных железнодорожных объектов. Достигается это путем снижения выбросов вредных веществ в атмосферу, уровня шумового воздействия на окружающую среду и сброса загрязненных сточных вод. Немаловажное значение имеет



Аспирационное оборудование рукавного фильтра ФРИ-С-0040 рядом со зданием РТУ Входнинской дистанции СЦБ



Креативный подход СЦБистов Западно-Сибирской ДИ к благоустройству территории

также вторичное использование отходов в качестве дополнительных источников сырья, повышение энергетической эффективности и снижение материальноемкости технологических процессов, повышение производительности труда и др.

В ежегодно разрабатывающихся программах реализации Экологической стратегии компании определяются конкретные целевые параметры ее выполнения с планом природоохранных мероприятий на текущий год.

В целях улучшения состояния окружающей среды, повышения уровня экологического воспитания и образования работников в филиалах компании проводятся конкурсы на лучшее структурное подразделение в части выполнения требований природоохранных законодательства. На них определяются и поощряются наиболее деятельные подразделения в части организации благоустройства и озеленения территории, сбора и вывоза бытовых отходов и мусора, внедрения наиболее результативных программ в области рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды.

Для оценки деятельности коллективов комиссиями ОАО «РЖД» рассматриваются представленные презентационные материалы, фотоальбомы, видеофильмы, а также статистическая отчетность, подтверждающая выполнение необходимых показателей.

Принимается во внимание наличие и состояние площадок для временного накопления отходов I–IV классов опасности, наличие уголков и плакатов по охране окружающей среды и другой наглядной агитации, своевременность проведения обучения, всех видов инструктажей и проверки знаний по охране окружающей среды работников структурных подразделений. Учитывается также участие в региональных и федеральных экологических конкурсах и др.

По результатам совещания комиссии ОАО «РЖД» лучшими структурными подразделениями в части выполнения требований природоохрannого законодательства по Управлению автоматики и телемеханики в 2015 г. были признаны: Входнинская дистанция Западно-Сибирской ДИ (первое место), Иркутск-Сортировочная дистанция Восточно-Сибирской ДИ (второе место) и Абдулинская дистанция Куйбышевской ДИ (третье место).



На субботнике коллектив Входнинской дистанции собрал более центнера отходов

Следует сказать, что на всех этих предприятиях организован раздельный сбор отходов. Все контейнеры и тара для временного их накопления промаркированы с указанием балансовой принадлежности, вида и класса опасности. Установлены стенды по экологической деятельности, информирующие работников о мероприятиях на текущий год, плакаты по охране окружающей среды, агитационные плакаты по селективному накоплению отходов и др.

■ Одним из важнейших является вопрос эффективной очистки промышленных выбросов. Во Входнинской дистанции эту задачу удалось решить за счет внедрения в цехе по ремонту электроприводов современного рукавного фильтра глубокой очистки воздуха ФРИ-С-0040. С его помощью исключаются выбросы в атмосферу загрязняющих (вредных) веществ, возникающих при обжиге лакокрасочных покрытий металлических элементов электроприводов, светофоров, кабельных муфт и др.

Для удаления пыли служит система аспирации, позволяющая улавливать частицы мелкодисперсной пыли диаметром до 0,5 мкм. Аспирационное оборудование установили в непосредственной близости за периметром производственного корпуса. Воздуховоды системы очистки включили в конструктивные элементы здания. С помощью вентиляторов, создающих разрежение, загрязненный воздух по воздуховодам втягивается в очистительную установку (рукавные фильтры), предотвращая, тем самым, оседание пыли в производственных помещениях, а также ее попадание в дыхательные органы человека.

При работе агрегата толщина пылевого слоя на поверхности рукава увеличивается, что повышает сопротивление движению воздуха и снижает пропускную способность фильтров. Для очистки элементов фильтра выполняется их импульсная продувка сжатым воздухом, при которой слой пыли осыпается со стенок фильтрующих рукавов в бункер и затем легко удаляется при помощи устройств выгрузки пыли.

Эффективность очистки воздуха с помощью этого относительно недорогого фильтра достигает 99 %. Благодаря внедрению такого очистного оборудования выбросы в атмосферу значительно снизились.

Большое внимание уделяется также благоустройству территории. Нужно сказать, что к этой задаче во Входнинской дистанции относятся не только ответственно (высадили 43 дерева и привели в порядок 120 м<sup>2</sup> территории предприятия, собрав более центнера отходов и др.), но и очень даже креативно. Благодаря этому ничем не примечательные задворки здания РТУ превратились в средневековый деревенский дворик, в котором приятно подышать свежим воздухом в обеденный перерыв.

Однако, как известно, чисто там, где не сорят. Поэтому работники дистанции регулярно беседуют с детьми в школах и детских садах, разъясняя, насколько важно беречь природу, не мусоря не только дома, но и на улице, в лесу, на речке.

■ В Иркутск-Сортировочной дистанции СЦБ, занявшей второе место в конкурсе, отлично понимают, что выбросить аккумулятор на свалку или вылить электролит в канализацию – это значит нанести существенный вред окружающей среде. В процессе эксплуатации технических средств ЖАТ количество



Шкаф и специальная емкость для организации процесса утилизации аккумуляторной кислоты в Иркутск-Сортировочной дистанции

выработавших свой срок службы аккумуляторов растет в геометрической прогрессии. Их утилизация – весьма дорогое и сложное производство. Однако издержки можно значительно сократить – ведь не подлежит повторному использованию только электролит, а полученные свинец и пластик можно потом использовать для создания новых аккумуляторов и других изделий.

В дистанции эксплуатируется без малого тысяча аккумуляторных батарей. Для исключения несанкционированной утилизации (выброс в мусорные контейнеры) было принято решение назначить ответственного за этот экологический вопрос, восстановить пункт нейтрализации электролита, а пустые аккумуляторы сдавать в соответствии с выделенными лимитами. В этих целях на бетонированной площадке установили два релейных шкафа, приспособленных для хранения инструментов и необходимых реакти-

вов, а также специальную емкость для непосредственной нейтрализации электролита.

Разработанный технологический регламент по обезвреживанию отработанной серной аккумуляторной кислоты позволяет правильно и безопасно организовать этот процесс. В нем четко прописано, в каких емкостях и условиях должно это вещество храниться, в какой спецодежде должен работать с ним персонал, а также детально регламентируется сама технология обезвреживания.

В результате только за один 2015 г. было правильно утилизировано 43 аккумулятора, что исключило негативное воздействие на природу 84 л опасного электролита.

■ Свой вклад в снижение техногенного воздействия отрасли на окружающую среду вносит также Абдулинская дистанция СЦБ, занявшая в конкурсе третье место. Последние несколько лет при неизменном технологическом процессе в дистанции наметилась положительная тенденция к сни-

жению расхода различных ресурсов. К примеру, потребление воды на производственные нужды снизилось с 6,34 тыс. м<sup>3</sup> в 2009 г. до 0,52 тыс. м<sup>3</sup> в 2015 г.

Благодаря современным приборам учета люди воочию смогли убедиться, насколько эффективны современные краны, позволяющие одним движением открывать или закрывать воду, и как много ее по капле утекает из-за их неисправности. Однако основная экономия достигнута за счет использования аппарата высокого давления марки «Керхер» без подогрева воды для мойки автомобилей и другого оборудования. С его помощью любое оборудование приводится в порядок гораздо качественнее при значительном снижении расхода воды.

После внедрения пылеулавливающей установки «Циклон» на шлифовально-обдирочном станке выбросы в атмосферу твердых частиц металла и абразивного материала снизились в течение пяти лет с 10,882 до 4,849 г.

Отмечается увеличение (до 5 т) объемов повторного использования отходов производства в технологических процессах. Так, например, отслужившие свой срок металлоконструкции применяются для изготовления фундаментов под маневровые светофоры, путевые коробки, релейные шкафы и др., а отработанное масло – для смазки дроссельных перемычек. Свинец аккумуляторных батарей служит для изготовления пломб.

Повышению экологической культуры в дистанции способствует не только техническая учеба с использованием специально разработанных конспектов, где отражены вопросы экологической безопасности при выполнении процесса обслуживания устройств СЦБ, но и проведение субботников по благоустройству и озеленению территории с привлечением максимального числа работников.

О.Ф. ЖЕЛЕЗНЯК



В Абдулино аппарат высокого давления марки «Керхер» позволяет экономить воду при мойке различного оборудования



**А.К. АБДРАХМАНОВ,**  
директор Департамента  
автоматики, телемеханики  
и телекоммуникаций АО «НК  
«Казахстан Темир Жолы»

**Железнодорожный транспорт – важнейшая составляющая инфраструктуры республики Казахстан, производственный и технический потенциал которой стабильно растет. Географические условия, обширность территории, сырьевая структура производства, неравномерное размещение производительных сил делают экономику страны одной из наиболее грузоемких в мире, обусловливая высокую зависимость от транспортной системы. При этом с учетом недостаточной развитости автотранспортной инфраструктуры резко возрастает роль железнодорожного транспорта.**

## ОТ БЛОК-УЧАСТКА К РАДИОКАНАЛУ

Находясь на стыке Европы и Азии, Казахстан обладает значительным транзитным потенциалом, предоставляя азиатским странам наземный транспортный коридор с Россией, Средней Азией и странами Персидского залива. Такое уникальное местоположение открывает серьезные перспективы для торговли, делая развитие транспортной системы Казахстана ключевой задачей. Значительная доля транзита приходится на железные дороги, общая протяженность которых составляет более 15 тыс. км.

Очевидно, что в обеспечении заданных показателей пропускной способности участков дорог, грузооборота и безопасности движения поездов важное значение имеют системы ЖАТ. В рамках своей технической политики АО «НК «Казахстан Темир Жолы» (АО «НК «КТЖ») успешно сотрудничает с ведущими производителями таких технических средств.

Сотрудничество с «Бомбардье-Транспортейшн» началось с восстановления движения на станции Егинсу в 2010 г. Ее оснащение современной микропроцессорной централизацией EBILOCK 950 помогло не только восстановить работу станции в полном объеме,

но и значительно улучшить безопасность движения на участке. Используя проверенные технологии и опыт адаптации технических решений к особенностям пространства 1520, специалисты компании «Бомбардье Транспортейшн» реализовали проект в рекордные сроки.

Отладив взаимодействие на небольшом, но важном проекте, АО «НК «КТЖ» совместно с «Бомбардье Транспортейшн» приступили к реализации более масштабного проекта. Им стало оборудование линии Узень – Болашак новейшей системой интервального регулирования движения поездов на базе радиоканала СИРДП-Е, которая является одним из вариантов в линейке аналогичных систем СИРДП других производителей. Следует сказать, что на всей территории пространства колеи 1520 такие технические средства были внедрены впервые.

Принципиальный выбор в пользу технологий, примененных в СИРДП, был сделан по нескольким причинам. Во-первых, они позволяют почти полностью отказаться от напольного оборудования, требующего постоянного обслуживания. В отличие от традиционных систем автоблокировки (рис. 1)

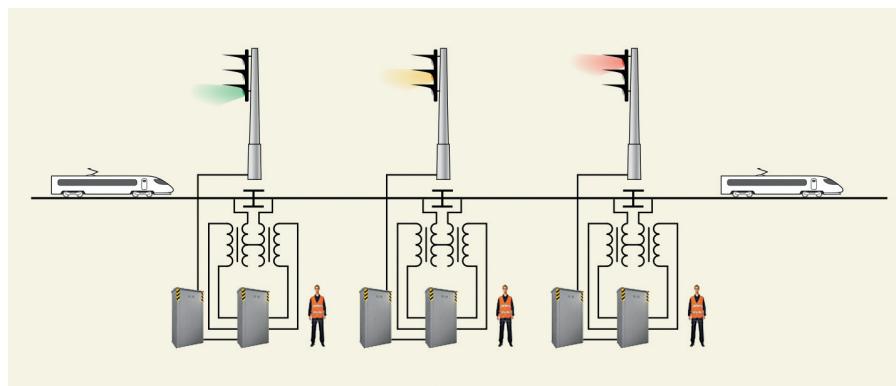


РИС. 1

при внедрении СИРДП отпадает необходимость в светофорах и рельсовых цепях на перегонах (рис. 2). Уже испытаны варианты реализации таких систем без светофоров и рельсовых цепей на станциях. Все наземное оборудование состоит лишь из необслуживаемых пассивных реперных датчиков, которые устанавливаются вдоль линии и выполняют функцию опорных точек для обнуления погрешности систем одометрии локомотивов.

Резервирование узлов и расширенная диагностика позволяют резко снизить расходы на обслуживание технических средств и сократить количество сбоев в их работе. Использование ПАБ в качестве резервной системы интервального регулирования повышает живучесть системы.

Дополнительным аспектом оптимизации затрат стало внедрение на линии Узень – Болашак в составе СИРДП системы МПЦ, в качестве которой была применена EBILock 950. Помимо указанных преимуществ это позволило оптимизировать процесс обслуживания постового оборудования.

Во-вторых, системы СИРДП позволяют существенно увеличить пропускную способность линии за счет использования принципа подвижных блок-участков. При этом интервал попутного следования зависит от расчетного тормозного пути до «хвоста» впереди идущего поезда, а не от длины блок-участков кодовой автоблокировки или тональных рельсовых цепей систем с псевдоподвижными блок-участками (рис. 3, синяя, красная, зеленая линии соответственно).

При выборе такой концепции управления движением поездов очень важна функция контроля их полносоставности. В мировой практике нашли применение системы контроля целостности поезда (СКЦП). Они состоят из головного и хвостового (рис. 4) полукомплектов и позволяют непрерывно контролировать и передавать информацию о целостности тормозной магистрали поезда в процессе его движения и на стоянках.

В качестве системы передачи данных между подвижными объ-

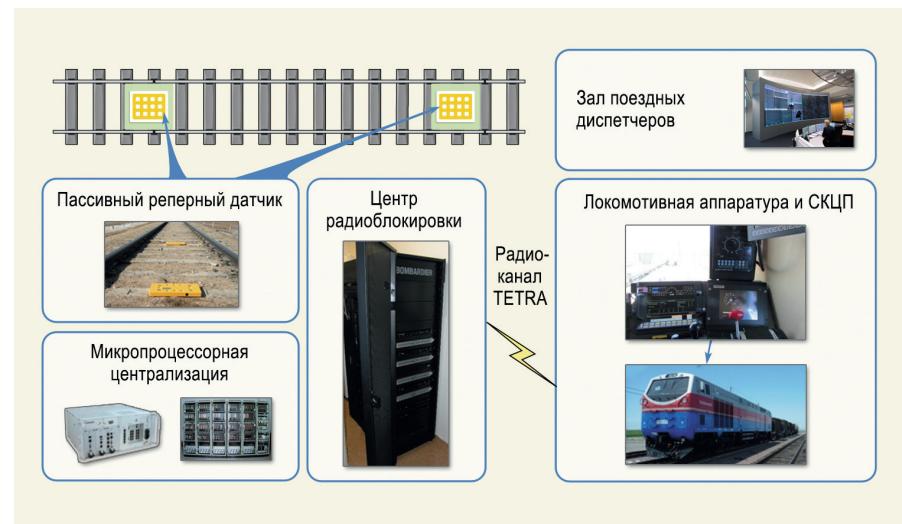


РИС. 2

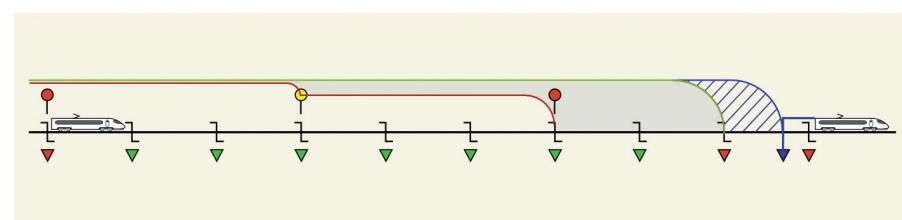


РИС. 3

ектами и стационарным оборудованием СИРДП в Казахстане была выбрана система радиосвязи стандарта TETRA, тогда как в большинстве стран Европы более широкое применение получил стандарт GSM-R.

Аргументами в пользу TETRA стали более низкая стоимость по сравнению с GSM-R, а также эффективное использование полосы частот, когда отпадает необходимость в их согласовании с другими ведомствами. Кроме того, стандарт TETRA поддер-

живает пакетную коммутацию данных, а также передачу голоса и цифровых данных, что позволяет использовать единый терминал с подключением различных информационных каналов. В нем также есть функция приоритезации вызовов.

Открытость стандарта TETRA обеспечивает interoperability и возможность использования оборудования различных производителей. Системы этого стандарта позволяют интегрировать существующие средства



РИС. 4

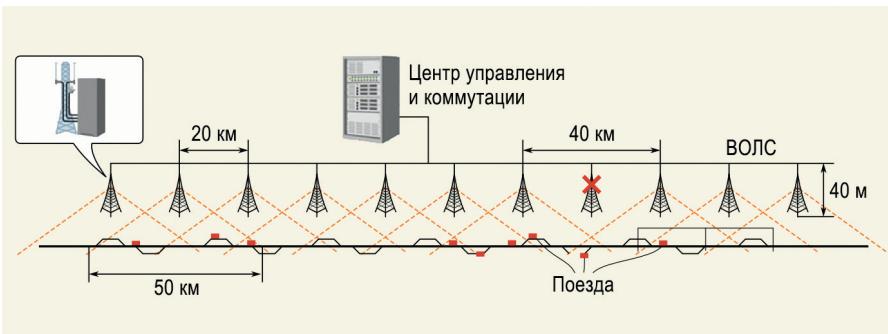


РИС. 5

оперативно-технологической связи в единую телекоммуникационную сеть.

При построении сети связи применяется принцип двойного покрытия. При нем, например, базовые радиостанции, каждая из которых располагается на вышке высотой 40 м и гарантирует зону покрытия в 50 км, устанавливаются на расстоянии 20 км друг от друга. Таким образом обеспечивается отказоустойчивость даже при выходе из строя одной из них

(рис. 5). Дополнительно полностью резервируются узлы системы радиосвязи.

Реализация принципа интервального регулирования на основе радиоканала способствует повышению пропускной способности магистральной железнодорожной сети, а соответственно и уменьшению сроков доставки грузов за счет сокращения интервалов попутного следования поездов до 1,5–2 мин. Кроме того, исключается проезд маневровых сигналов

на станции, обеспечивается возможность установки временных ограничений скорости из центров управления, а также контроль скоростных режимов, правильности действий персонала, работы технических средств и др.

Все эти аспекты, а также полная адаптация технических решений к особенностям пространства 1520 сделали СИРДП-Е основной системой интервального регулирования при модернизации технических средств и новом строительстве. В 2014 г. ею были оборудованы участки Узень – Болашак и Жетыген – Алтынколь, планируется пуск в эксплуатацию еще на трех участках: Аркалык – Шубарколь, Шалкар – Бейнеу и Жесказган – Саксаульская, общая длина которых составляет более 1600 км.

Линии, оборудованные СИРДП, уже сейчас могут обеспечить требуемую пропускную способность и готовы к дальнейшему ее увеличению.

## СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

### БЕСПРОВОДНАЯ АВТОБЛОКИРОВКА

Для получения трехзначной сигнализации в применяемых у нас системах автоблокировки сигнальные установки соединяются между собой линейными проводами.

В заграничной практике (например, США) иногда применяются схемы автоблокировки с трехзначной сигнализацией без линейных проводов. Здесь связь сигналов между собой осуществляется исключительно через рельсовые цепи. Практическое осуществление получили два вида автоблокировки без сигнальных проводов: с поляризованными рельсовыми цепями; с кодовыми рельсовыми цепями.

Поскольку кодовое оборудование является сложным, дорогим и освоение его представляет значительные трудности, наибольший интерес для нас представляет автоблокировка с поляризованными рельсовыми цепями.

Краткое описание ее встречается почти во всех без исключения наших учебниках, причем она там называется «беспроводной». До настоящего времени у нас она не только не применялась, а даже не испытывалась. Причиной этого являются ложные представления о недостатках беспроводной схемы, сложившиеся еще в начале внедрения у нас автоблокировки. Эти представления родились не как результат опыта, а на основании теоретических умозаключений, и долгое время отпугивали всех пытающихся поставить вопрос о практическом использовании беспроводной автоблокировки.

И только после того как в 1939 г. народный комиссар путей сообщения тов. Л.М. Каганович поставил вопрос

об ее испытании и внедрении, беспроводная автоблокировка сдвинулась с места. В 1939 г. будет закончено предварительное испытание ее в лаборатории и на линии, а в 1940 г. – построен опытный участок.

Автоблокировку с поляризованными рельсовыми цепями можно сделать беспроводной в полном смысле этого слова, если отказаться от постройки высоковольтной линии и применить питание первичными элементами. При осуществлении такой автоблокировки у нас придется столкнуться с двумя трудностями: получением первичных элементов большой емкости, которых наша промышленность пока не изготавливает, и, кроме того, осуществить зажигание светофоров при подходе поезда.

Разработка первичных элементов для автоблокировки сейчас заводами уже ведется и в 1940 г. будет начато массовое производство их. Что касается другой задачи – зажигания при подходе – то ее можно осуществить путем применения на питающем конце рельсовой цепи дополнительного путевого реле.

Беспроводная автоблокировка с первичными элементами может найти у нас применение во многих случаях, например, на горных участках, где трудно строить высоковольтную линию и укладывать высоковольтный кабель.

Кроме того, она имеет большие преимущества с точки зрения ПВО, так как является наименее уязвимой при воздушном нападении. Ее работа нарушается лишь при разрушении пути и восстанавливается автоматически одновременно с восстановлением пути.

Из статьи инженера И. Кутынина  
«Связист», 1939 г., № 18

# СИЛА РЕЗЕРВА В СВЕЖИХ ИДЕЯХ

**В ноябре 2016 г. в подмосковном пансионате «Березовая роща» в рамках реализации целевой программы «Молодежь ОАО «РЖД» состоялся VII Слет молодежи ЦСС. В состав команд дирекций связи вместе с председателями советов молодежи вошли молодые работники в возрасте до 35 лет, включенные в единый кадровый резерв.**



■ Ежегодное проведение Слетов молодых специалистов способствует вовлечению работников в решение корпоративных задач и повышению их заинтересованности в развитии профессиональной карьеры, корпоративных и профессиональных компетенций, а также из взаимодействию друг с другом и сплочению. Главной же задачей мероприятия остается определение наиболее перспективных и успешных кандидатов, обладающих необходимыми профессиональными и корпоративными компетенциями.

Для участия в Слете резервисты прошли предварительный отбор. Он состоял из нескольких этапов: оценки знаний, применяемых к технологическим и производственным процессам филиала, на основании опросного листа, а также прохождения автоматизированных тестов «Бизнес-профиль «РЖД» и «Бизнес IQ».

В первый же день Слета у молодых работников была возможность

пообщаться и задать вопросы директору по информационным технологиям ОАО «РЖД» Е.И. Чаркину и генеральному директору ЦСС В.Э. Вохмянину.

В своем приветственном выступлении В.Э. Вохмянин рассказал о стратегии развития Центральной станции связи, инновациях и тенденциях в телекоммуникационной сфере. Он отметил, что будущие компетентные специалисты и будущие руководители, участники Слета должны понимать, чем живет страна и компания ОАО «РЖД», иметь широкий кругозор и разнообразные интересы. «Мы с вами – инженеры. Давайте ценить знания, полученные в учебных заведениях, и стремиться к дальнейшему их развитию. Необходимо изучать не только предметные области, в которых работаем, но и области сопричастные, а также далекие от профессиональной деятельности. Все это позволяет делать определенные выводы в части развития предприятия и

страны в целом», – подчеркнул генеральный директор.

В рамках творческого конкурса на тему «Сила резерва в свежих идеях» представители каждой дирекции показали свою «визитную карточку», в которой был обыгран имидж команды и региональные особенности. По итогам конкурса награду за «Лучшее представление» получила команда Иркутской дирекции связи. Самой артистичной была признана команда из Саратова, а самыми креативными – челябинцы. Приз в специальной номинации завоевали читинские связисты.

После творческих выступлений ребята, состоящие в резерве, приняли участие в тренинге на тему «Повышение качества услуг в сфере телекоммуникаций за счет развития клиентского сервиса и технологий абонентского обслуживания», проводимом специалистами Центра оценки, мониторинга персонала и молодежной политики Московской



Творческие номера команд из Нижнего Новгорода (слева) и Новосибирска (справа)

железной дороги (ДЦОМП). Такой тренинг способствует выявлению сильных сторон и рисков, связанных с личной и управленческой эффективностью руководителя (ответственность, навыки работы с людьми, принятие решений, лидерство и др.).

В это же время для представителей совета молодежи был организован круглый стол с заместителем генерального директора по управлению персоналом и социальным вопросам Д.О. Мельниковым. Затем председатели молодежных советов обсудили реализацию молодежной политики в своих дирекциях, обратили внимание на трудности, с которыми приходится сталкиваться, пути их решения и дальнейшую работу совета.

Вечер первого дня выдался для молодых работников не менее насыщенным: был проведен «мозговой штурм» и турнир «Что? Где? Когда?». Игра принесла массу положительных эмоций командам, состоящим из участников различных дирекций связи.

На следующий день состоялась защита инновационных проектов. Связисты представляли проекты, направленные на улучшение и рост эффективности производства, повышение безопасности движения, а также снижение расходов и увеличение доходов компаний. Каждый проект содержал организационно-технические и организационно-технологические мероприятия, подкрепленные расчетами. После презентации проекта его разработчики отвечали на вопросы, которые задавали как члены жюри, так и участники Слета. Определить призеров было не-

просто, поскольку многие команды подробно раскрыли содержание темы, активно проявили себя в дискуссии. Но в итоге награды нашли своих героев.

Первое место заняла команда Хабаровской дирекции связи с проектом «Внедрение бизнес модели виртуального оператора сотовой связи (MVNO) в ОАО «РЖД». Цель проекта состояла в обеспечении публичной сотовой связью абонентов ОАО «РЖД»; повышении лояльности абонентов; расширении абонентской базы и развитии высокотехнологичных услуг. Внедрение унифицированных коммуникаций даст возможность выйти на рынок сотовой связи, обладающей наиболее высоким потенциалом роста, а также снизить расходы холдинга «РЖД» на сотовую связь внутри компании.

Вторыми стали читинцы. Их проект модернизации процесса управления сетью связи селекторных совещаний дорожного уровня направлен на повышение производительности труда, оптимизацию технологического процесса и расходов. Ведь у существующей схемы управления есть риски, среди которых: человеческий фактор, нереализованный потенциал и большие экономические затраты.

Аппарат управления ЦСС, занявший третье место, предложил внедрить технологию SDN в филиале. Основные идеи данной технологии заключаются в разделении прохождения трафика сигнализации и управления; существенном упрощении сетевых элементов; едином, унифицированном, не зависящем от поставщика интер-

фейсе между слоем управления и транспортным слоем. Кроме того, технология подразумевает виртуализацию физических ресурсов сети и логически централизованное управление сетью, осуществляющееся с помощью контроллера с установленной сетевой операционной системой и реализованными поверх сетевыми приложениями. К преимуществам разработки можно отнести уменьшение эксплуатационных расходов на техническое обслуживание сети и капитальных затрат на реализацию, повышенную кибербезопасность, а также широкие возможности по импортозамещению.

Ростовские связисты представили проект единого ресурса учета заявок на предоставление телекоммуникационных услуг связи «ЦСС-Сервис», позволяющий подать запрос на заключение или расторжение договора услуги «в один клик» и в любой момент времени получить подробную информацию о заключенных договорах.

Среди тем, озвученных в презентациях участников, также можно выделить идею телефонного справочника ОАО «РЖД» для мобильных устройств (Екатеринбургская дирекция), создание виртуального класса ЦСС (Красноярская дирекция), предложение по модернизации модуля дистанционного обучения персонала (Нижегородская дирекция) и др.

После вручения призов руководители ЦСС поблагодарили участников Слета за высокий уровень подготовки к мероприятию, активность и профessionализм.



Выступление иркутских связистов



Награждение Хабаровской дирекции связи

Не остался в стороне и журнал «АСИ». По традиции от редакции были вручены сертификаты на годовую подписку журнала. Их получили команды Новосибирской и Нижегородской дирекций связи.

Во время экскурсионной программы молодые специалисты посетили город Дмитров и познакомились с его основными достопримечательностями, в числе которых Кремль, Успенский собор и др.

VII Слет молодежи ЦСС получился насыщенным и напряжен-

ным, интересным и полезным. Так отмечали многие участники по его завершению. Каждому связисту удалось вынести из мероприятия что-то личное: новые знакомства, новые знания, которые помогут двигаться дальше и развиваться. Кроме того, Слет показал, что актуальные проблемы филиала не остаются незамеченными молодежью, она активно включается в решение его корпоративных задач и холдинга «РЖД» в целом.

Д.В. НАУМОВА

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,  
В.А. Клюзко, Р.Ю. Лыков,  
В.Б. Мехов, С.А. Назимова  
(зам. главного редактора),  
Г.Ф. Насонов, А.Б. Никитин,  
Г.А. Перотина (ответственный  
секретарь), Е.Н. Розенберг,  
К.В. Семион, А.Н. Слюняев,  
К.Д. Хромушкин, Е.И. Чаркин

Редакционный совет:  
С.А. Алпатов (Челябинск)  
Д.В. Андронов (Иркутск)  
В.В. Балакирев (Воронеж)  
В.Ю. Бубнов (Москва)  
Е.А. Гоман (Москва)  
А.Е. Горбунов (Самара)  
С.В. Ешуков (Новосибирск)  
С.Ю. Лисин (Москва)  
В.Н. Новиков (Москва)  
А.И. Петров (Москва)  
Д.М. Поменков (Москва)  
А.Н. Пузиков (Санкт-Петербург)  
М.А. Сансызбаев (Москва)  
С.Б. Смагин (Москва)  
А.Ю. Ступров (Челябинск)  
В.И. Талалаев (Москва)  
А.С. Ушакова (Калининград)  
С.В. Филиппов (Новосибирск)  
А.Н. Шабельников (Ростов-на-Дону)  
Д.В. Шалягин (Москва)  
В.И. Шаманов (Москва)

Адрес редакции:  
111024, Москва,  
ул. Авиамоторная, д. 34/2

E-mail: asi-rzd@mail.ru  
[www.asi-rzd.ru](http://www.asi-rzd.ru)

Телефоны: отделы СЦБ и пассажирской  
автоматики – (499) 262-77-50;  
отдел связи, радио и вычислительной  
техники – (499) 262-77-58;  
для справок – (495) 673-12-17

Корректор С.С. Куликова  
Компьютерная верстка Е.И. Блиндер

Подписано в печать 28.12.2016  
Формат 60x88 1/8.  
Усл. печ. л. 6,84. Усл. кр.-отт. 8,00  
Уч.-изд. л. 10,1

Зак. 1112  
Тираж 2130 экз.

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

## ABSTRACTS

### Filter efficiency in equipment track circuits

**V. SHAMANOV**, «Automatics, telemechanics and communication on railway transport» department Moscow state transport university of Emperor Nicolas II, Dr.Sci. (Tech.), shamanov\_v@rambler.ru

**Keywords:** track circuit, interference of traction current, travel receivers, filters, efficiency.

**Summary:** The track circuit equipment in areas with electric traction the main disturbing influence of traction currents in the rail traction network. Frequency currents of carrier signals track circuits are in the lower part of the audible frequency range, so to mitigate these interference signals are used band pass electrical filters, triple resonant LC-circuits. The efficiency of filters is determined by the led-the reason for the insertion loss or the value of the insertion attenuation. Studies have shown that the filters collected on the scheme four-pole employees, provide the required degree of protection travel receivers these the most interference even at high traction currents. However, the effectiveness of LC-filters, made on a two-pole network are insufficient. When the filter connecting sequence with the track receiver is determined by the increased values of the voltage drop of the useful signal on the filter. Low efficiency filters, connecting parallel to the route the receiver is defined a relatively large quantity the signal current flowing through the filter. As a result, the stability of the track circuits when the effect of interference is low in areas with intensive traffic, particularly heavy, and mountain areas. The article describes the proposed measures to improve the efficiency of the filters performing the function.

### Safety and reliability analysis of microprocessor control systems

**M. BUTUZOV**, senior research fellow, PGUPS, max@crtc.spb.ru  
**S. KOSTYUNIN**, head of department, JSC «Radioavionica», kostyunin.sergey@gmail.com

**O. MAKOVEEV**, science advisor, JSC «Radioavionica», makoveev38@mail.ru  
**Keywords:** functional safety, reliability, control systems, failure rate.

**Summary:** The article deals with the problem of calculation of reliability and safety parameters of fault-tolerance microprocessor control systems, including microprocessor-based interlocking systems and automatic block signal systems. Mathematical models based on Markov chains with continuous time are proposed. The obtained results allow to compare the key reliability and safety parameters of various systems.

### Expansion of opportunities KSAU SP

**I. OLGEYZER**, chief researcher Rostov branch NIIAS, Candidate of Technical Sciences, email: iohan@rfniias.ru

**S. ROGOV**, assistant department head ATP SS Rostov branch NIIAS, email: rogov@rfniias.ru

**M. GALSKY**, leading engineer of department ATP SS Rostov branch NIIAS, email: mishaw@rfniias.ru

**Keywords:** automation, technical support, consumption of compressed air, technology, brake means, human factor, control algorithms, mobile applications, modularity.

**Summary:** In article aspects of work of KSAU SP in modern conditions are considered. Examples of automation of separate technological operations, and also the developed mobile applications for use of paperless technologies and increase in convenience of service of floor devices are presented.