

# ЖУРНАЛ «АСИ» приглашает к сотрудничеству!

## УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

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



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



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



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

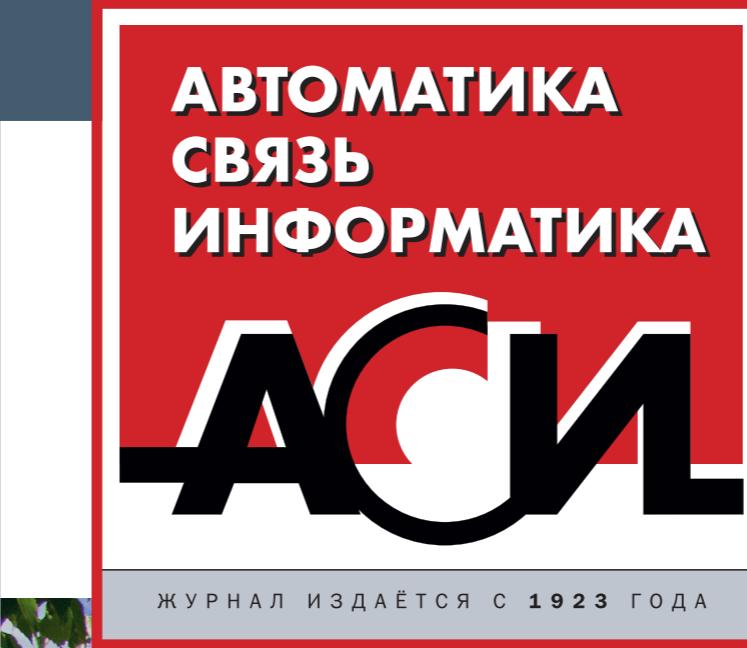


Электронную версию отдельных статей журнала можно приобрести на сайте Научной электронной библиотеки [http://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=7655](http://elibrary.ru/title_about.asp?id=7655)

70002  
70019



ISSN 0005-2329, Автоматика, связь, информатика, 2017, № 6, 1-48



# АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РАЗВИТИЯ ИТ

■ В мае в рамках очередного заседания Совета по железнодорожному транспорту государств – участников Содружества проведен круглый стол по теме «Актуальные вопросы развития информационных технологий на железнодорожном транспорте», в котором приняли участие руководители ИТ подразделений железнодорожных администраций. Открывая его работу, директор по информационным технологиям ОАО «РЖД» Е.И. Чаркин отметил, что на фоне широкомасштабных атак на компьютерные системы по всему миру, на первый план выходит вопрос защиты

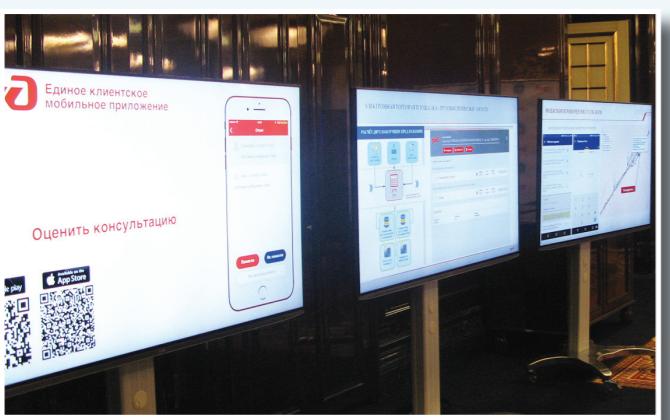


информации. Это касается в том числе автоматизированных систем межгосударственного уровня, включая информационно-вычислительную сеть «Инфосеть-21».

В ходе работы круглого стола были представлены основные направления развития информационных технологий в ОАО «РЖД», которые определены в Стратегии развития ИТ. Ее реализация позволит создать перспективную высокотехнологичную Цифровую платформу ОАО «РЖД», обеспечивающую единое информационное пространство ведения бизнеса.

Рассматривались вопросы применения информационных технологий для решения задач производственно-экономического управления в инфраструктурном комплексе ОАО «РЖД», автоматизированной системы разработки сквозных расписаний международных контейнерных поездов, электронной контейнерной перевозки по коридору Европа – Белоруссия – РФ, а также создания некоммерческой интеграционной системы.

Были затронуты проблемные вопросы, требующие внимания при развитии информационных систем, обеспечивающих евразийские перевозки. Это реализация основных направлений скоординированной транспортной политики государств – членов Евразийского экономического союза, развитие электронных таможенных технологий, разработ-



ка Евразийской экономической комиссией типовой схемы организации пропуска через таможенную границу ЕАЭС транспортных средств, грузов, товаров и животных в железнодорожных пунктах пропуска, развитие механизма «единого окна» в системе регулирования внешнеэкономической деятельности и др.

Пример эффективного сотрудничества между ОАО «РЖД» и государственной железнодорожной компанией Финляндии в области ИТ продемонстрировал директор по ИТ VR GROUP Юкка-Пекка Суоникко. Он напомнил, что первые



шаги в сфере грузовых перевозок сделаны еще в 1993 г., когда было принято соглашение о сотрудничестве в сфере интегрированных систем обмена сообщениями в торговой логистике между Финляндией и Ленинградской областью. В конце 2016 г. вступило в силу новое соглашение о международном железнодорожном сообщении между Финляндией и Россией. Сегодня среди основных направлений сотрудничества в области ИТ использование только электронного обмена данными в соответствии с законодательством обеих стран и взаимными соглашениями между Россией и Финляндией или РЖД и VR; поддержка точного и своевременного ЭДО с таможнями России и Финляндии; мониторинг электронного обмена данными, как в техническом плане, так и с точки зрения достоверности данных; совершенствование используемого на пограничных станциях АРМ СПВ.

Об информационных технологиях в сфере пассажирских перевозок докладчик рассказал на примере скоростного поезда «Аллегро», курсирующего между Хельсинки и Санкт-Петербургом с 2010 г. На сегодня – это единственный поезд между Европейским союзом и Россией, где осуществляется автоматизированная проверка паспортов и билетов на борту поезда. Благодаря этому время в пути сокращено до 3,5 ч. Применение современных средств и технологий передачи информации на борт поезда дает возможность таможенным работникам с помощью мобильных устройств получать полную и достоверную информацию о пассажирах, обеспечивать безостановочный проход поезда через пограничные переходы.

Участников круглого стола также познакомили с новейшими разработками в области ИТ, созданными для ОАО «РЖД». Было представлено Единое клиентское мобильное приложение для пассажиров. Установив приложение на мобильное устройство, пользователи смогут получать сведения о наличии мест и стоимости проезда, оформлять электронные билеты, узнавать об изменениях в расписании движения поездов и др. Кроме того, был продемонстрирован единый подход к работе с диагностическими средствами ЕК АСУИ-ДМ и презентована электронная торговая площадка «Грузовые перевозки».

НАЗИМОВА С.А.

# БУДУЩЕЕ ЗА ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИЕЙ!

■ В рамках российской недели высоких технологий в Москве состоялась выставка «Связь-2017», где была представлена крупнейшая в Восточной Европе экспозиция решений и продуктов в области информационных технологий и телекоммуникаций.

В очередной раз выставка стала площадкой для демонстрации передовых разработок и новых технологий связи, встречи лидеров отрасли и укрепления профессиональных контактов, а также для конструктивного диалога власти и бизнеса. Среди ее участников – крупнейшие компании из 22 стран мира.



Мероприятие отражает последние веяния в области информационных технологий и телекоммуникаций, создает условия для более тесного взаимодействия между представителями этой отрасли и дает новый стимул для ее роста.

Открыл выставку председатель Комитета Государственной думы РФ по информационной политике, информационным технологиям и связи Л.Л. Левин: «Сегодня наша страна уверенно движется по пути технологической модернизации и цифровизации. На наших глазах фактически происходит трансформация России, ее превращение в один из локомотивов технологического прогресса. Дальнейшее развитие возможно только благодаря тесному взаимодействию всех сторон: органов законодательной и исполнительной власти, профессиональных пользовательских коммерческих организаций и профильных объединений». Л.Л. Левин пожелал всем участникам плодотворной работы и успехов в реализации поставленных задач.

На выставке были широко представлены решения для фиксированной, сотовой, спутниковой и волоконно-оптической связи, сетей передачи данных, телекоммуникационное, серверное и сетевое оборудование, системы телевещания для кабельного и спутникового ТВ, радиовещания, специализированное программное обеспечение, а также решения в области информационной безопасности, виртуализации, интернет-технологии и услуг, решения для e-commerce и др.



Компания «ЕвроМобайл» презентовала радиомодули с поддержкой технологии LoRa для создания решений Интернета вещей.

Внимание посетителей привлекла экспозиция предприятия «Газпром космические системы», представившего возможности действующей орбитальной группировки спутников связи «Ямал», а также услуги, оказываемые на базе ресурса своих спутников и наземной инфраструктуры: предоставление высокоскоростных магистральных каналов связи, эффективных и надежных спутниковых решений для систем телемеханики, широкополосного доступа в Интернет, распространение федеральных и коммерческих телеканалов.

Среди продукции, продемонстрированной компанией «Микран», современные образцы высокотехнологичного оборудования собственного производства. Главной новинкой стал Y-Packet R2 – высокоскоростной модем, позволяющий передавать в одном стволе до 500 Мбит/с информации, а также имеющий полноценный набор функций обработки пакетного трафика на уровнях L2 (Ethernet), L2.5 (IP/MPLS) и L3 (IP).



Кроме того, многие экспоненты представили отечественные системы электропитания постоянного и переменного тока, инверторы и модульные инверторные системы, новейшие источники бесперебойного питания, инновационные стабилизаторы напряжения и климатические шкафы, а также мощные и компактные аккумуляторные батареи с увеличенным сроком службы для железнодорожного транспорта, энергетики и других отраслей.

Организаторы подготовили для всех участников обширную деловую программу. Одним из основных ее мероприятий стал форум «Связь-2017». Фундамент цифровой трансформации: государство, общество, бизнес, на котором обсуждались перспективы цифровой трансформации, ее стратегические программы и инициативы. Участники форума сошлись во мнении, что развертывание инфраструктуры цифровой экономики, электронного правительства, достижение истинной технологической независимости невозможно без отечественных высокопроизводительных компьютерных систем. Их создание, организация надежной эксплуатации и обеспечение оптимальной загрузки – первостепенные государственные задачи. Именно суперкомпьютеринг становится полигоном отработки новых решений, катализатором развития науки и цифровой экономики в целом.

НАУМОВА Д.В.

## СОДЕРЖАНИЕ

### Новая техника и технология

- Аношкин В.В., Горелик А.В., Поменков Д.М., Смагин С.Б.  
Реализация методологии УРРАН в хозяйстве автоматики и телемеханики ..... 2  
Вакуленко С.П., Колин С.В., Роменский Д.Ю., Евреенова Н.Ю.  
Проблемы и перспективы малоинтенсивных линий ..... 7

Ковалев И.П.

### МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ АВТОБЛОКИРОВКА С ТОНАЛЬНЫМИ РЕЛЬСОВЫМИ ЦЕПЯМИ АБТЦ-И

- Наумов А.В., Наумов А.А.  
Электромагнитное взаимодействие нужно учитывать ..... 13



СТР. 11

### Суждения, мнения

- Молдавский М.М.  
Оптимальные решения для исключения случаев короткого замыкания ..... 16

### Телекоммуникации

- Канаев А.К., Тощев А.К.  
Синхронизация транспортной сети на основе пакетной технологии ..... 17

- Волков А.А., Морозов М.С.  
Способ повышения помехоустойчивости радиосвязи ..... 22

### Информация

- Железняк О.Ф.  
Каким должен быть стрелочный перевод? ..... 24

- Володина О.В.  
Ориентация на объединение потенциалов ..... 28

- Первые МПЦ в Азербайджане ..... 30

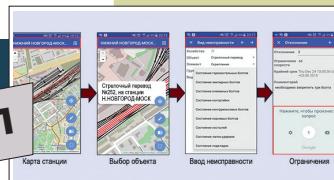
### Обмен опытом

Марков А.А.

### О ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОДЕРЖАНИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ

СТР. 31

- Григорьев С.Н., Падалко А.С.  
Увязка СТДМ АПК-ДК с системой отпугивания животных с железнодорожных путей ..... 33



### Техническая учеба

- Мазеина М.Н.  
Техническое обучение под контролем ..... 36

- Кобзев В.А., Солдатов А.А.  
Обслуживание вагонных замедлителей на сортировочных горках ..... 37

### Охрана труда

Мыцык Т.Г.

### СЕВЕРОБАЙКАЛЬЦЫ ЗА БЕЗОПАСНЫЙ ТРУД

СТР. 40

- Кольцова Е.Е.  
Вопросы охраны труда на особом счету ..... 43



### Бережливое производство

- Шмаков П.Н.  
Устройство для мониторинга ИБП ..... 46

- Петухов И.Ф., Бумагин С.М.  
Новая технология крепления перемычек ..... 47

- Назимова С.А.  
Актуальные вопросы развития ИТ ..... 2 стр. обл.  
Наумова Д.В.  
Будущее за цифровой трансформацией! ..... 3 стр. обл.

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

## АВТОМАТИКА СВЯЗЬ ИНФОРМАТИКА

АСИ

6 (2017)  
ИЮНЬ

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

РД

ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ  
С 1923 ГОДА

Журнал включен в базу  
данных Российского индекса  
научного цитирования

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

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

Мнение редакции может  
не совпадать с точкой  
зрения авторов

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

Свидетельство  
о регистрации  
ПИ № ФС77-21833  
от 07.09.05

© Москва  
«Автоматика, связь,  
информатика»  
2017

# РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДОЛОГИИ УРРАН В ХОЗЯЙСТВЕ АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ



**АНОШКИН**  
Валерий Владимирович,  
ОАО «РЖД», Центральная  
дирекция инфраструктуры,  
начальник Управления  
автоматики и телемеханики



**ГОРЕЛИК**  
Александр Владимирович,  
Московский государственный  
университет путей сообщения  
Императора Николая II,  
заведующий кафедрой  
«Железнодорожная автома-  
тика, телемеханика и связь»



**ПОМЕНКОВ**  
Дмитрий Михайлович,  
ОАО «РЖД», ЦДИ, Управ-  
ление автоматики и телеме-  
ханики, начальник отдела  
организации разработок и  
внедрения новых техниче-  
ских средств



**СМАГИН**  
Сергей Борисович,  
ОАО «РЖД», Проектно-  
конструкторское бюро по  
инфраструктуре, заместитель  
директора по безопасности –  
начальник отдела безопас-  
ности

**Ключевые слова:** методология УРРАН, риски, менеджмент рисков, нормирование показателей надежности, показатели структурной и функциональной надежности, модель ALARP

**Аннотация.** Представлены основные принципы применения методологии управления ресурсами, рисками и анализа надежности (УРРАН) в хозяйстве железнодорожной автоматики и телемеханики. Определены цели и задачи методологии. Рассмотрена концепция нормирования и оценки показателей надежности объектов железнодорожной автоматики и телемеханики, базирующаяся на теории риск-менеджмента.

■ С целью решения проблемы повышения эффективности содержания объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта последние несколько лет в ОАО «РЖД» активно внедряется методология управления ресурсами, рисками и анализа надежности УРРАН. Она является инструментом эффективного планирования эксплуатационных расходов компании и инвестиционных затрат, направленных на модернизацию и обновление объектов инфраструктуры.

Реализация методологии направлена, прежде всего, на обеспечение экономической стабильности ОАО «РЖД» и высокого качества предоставляемых услуг. Ее применение дает возможность снизить эксплуатационные расходы при условии выполнения нормативных

значений показателей надежности работы технических средств.

В хозяйстве автоматики и телемеханики методология УРРАН призвана решить целый ряд сложных и взаимосвязанных задач по улучшению качества функционирования отдельных систем ЖАТ, а также повышению эффективности деятельности структурных подразделений.

Для отдельных систем ЖАТ с ее помощью решаются задачи:

нормирования, оценки, анализа и прогнозирования уровня надежности на конкретной станции или перегоне;

оценки и анализа целесообразности и эффективности эксплуатации, капитального ремонта и модернизации в конкретных условиях;

минимизации стоимости жиз-

ненного цикла за счет оптимального соотношения инвестиций и эксплуатационных расходов;

обоснования периодичности технического обслуживания, ремонта и замены.

Структурным подразделениям методология УРРАН дает возможность:

комплексно оценивать и планировать свою деятельность по показателям надежности и безопасности функционирования, качества технического обслуживания и ремонта средств ЖАТ;

объективно и всесторонне анализировать различные показатели деятельности;

исследовать причины непроизводительных потерь и основные процессы для обеспечения показателей готовности технических средств ЖАТ [1–8].



РИС. 1

Концептуально методология базируется на идеях риск-менеджмента, поэтому в основе решения базовых задач лежит оценка и анализ рисков, а также управление ими.

Риск представляет собой сочетание вероятности или частоты рискового (нежелательного) события с удельной величиной последствий, которые возникнут, если рисковое событие все же случится. В связи с этим его понятие обобщает случайную природу отказов технических средств и величину ущерба, позволяет комплексно учесть влияние уровня надежности функционирования систем ЖАТ на перевозочный процесс.

Для эффективной оценки рисков показатели надежности объектов железнодорожной инфраструктуры разделяют на показатели функциональной и структурной надежности. Первые из них характеризуют качество предоставляемых услуг, а вторые

описывают надежность самих технических систем без учета процесса их использования по назначению.

Эти две группы показателей неравнозначны – для эффективной реализации методологии УРРАН наиболее важны показатели функциональной надежности. Показатели структурной надежности можно поддерживать ровно на том уровне, какой необходим для обеспечения показателей первой группы.

Согласно методологии УРРАН в хозяйстве автоматики и телемеханики используется понятие технического риска. Так, например, риск, связанный с надежностью функционирования технических средств, целесообразно рассматривать с точки зрения потерь поездо-часов из-за отказов. Они характеризуют непосредственное влияние уровня структурной надежности системы ЖАТ на процесс перевозок.

Для оценки риска в методологии УРРАН применяют модель ALARP (рис. 1), которая описывает уровень риска по качественной и количественной шкале. В соответствии с [9] она состоит из четырех областей риска с категориями: «недопустимый», «нежелательный», «допустимый», «не принимаемый в расчет». Целесообразным считают уровень риска, находящийся на границе второй и третьей областей рисков.

Очевидно, что при оценке риска для систем ЖАТ приемлемый уровень потерь поездо-часов из-за возможных отказов должен соот-

ветствовать значениям, которые системы ЖАТ в состоянии обеспечить в процессе функционирования на участках железнодорожных линий различных классов и специализаций. Риск, определяемый таким уровнем потерь поездо-часов, должен соответствовать границе между категориями «недопустимый» и «нежелательный».

Каждому уровню риска по надежности функционирования системы ЖАТ соответствуют свои уровни функциональной и структурной надежности. Целесообразный уровень надежности в модели ALARP характеризует допустимые значения соответствующих показателей надежности. При этом приемлемый уровень рисков потерь поездо-часов в основном будет определяться не только уровнем структурной надежности системы ЖАТ, но и классом и специализацией железнодорожной линии, объемом и интенсивностью поездных и маневровых передвижений, а также рядом иных факторов.

Задача определения допустимых значений показателей надежности называется нормированием показателей надежности и является базовой для реализации всей методологии УРРАН. В рамках концепции был определен комплекс показателей надежности и подходы к их нормированию.

В соответствии с поручением Президента ОАО «РЖД» О.В. Белозерова № ПП-170 от 19.12.2016 г. «Об обеспечении перехода на систему нормирования показателей надежности работы технических средств транспортной инфраструктуры со второго полугодия 2017 года» в хозяйстве автоматики и телемеханики определен перечень показателей надежности технических средств ЖАТ и разработана методика их нормирования. Классификация основных показателей надежности представлена на рис. 2.

Оценка надежности функционирования систем ЖАТ является комплексной задачей, поэтому перечень показателей надежности должен, прежде всего, отражать влияние уровня безотказности и ремонтопригодности различных систем ЖАТ на перевозочный процесс. При этом следует учитывать, что величина ущерба из-за отказов определяется показателем потерь поездо-часов. Поскольку отказы

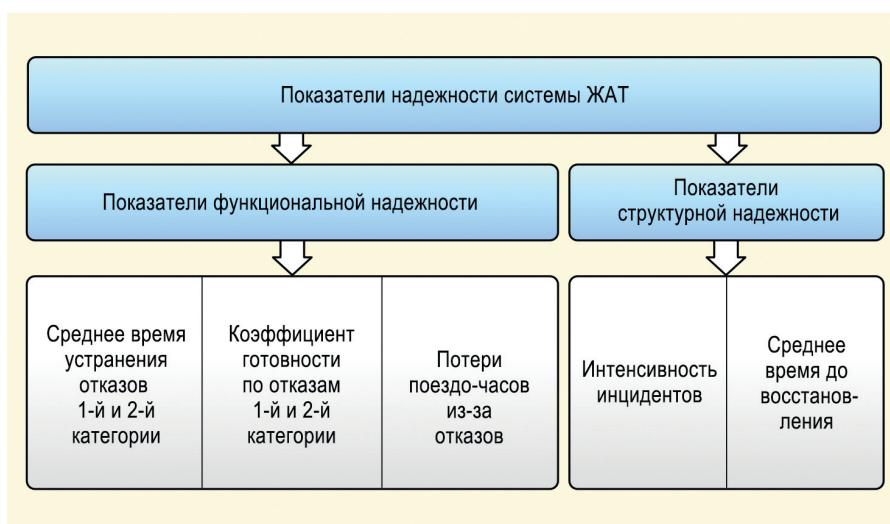


РИС. 2

1-й и 2-й категории оказывают существенное влияние, показатели функциональной надежности оцениваются с помощью:

среднего времени их устранения, характеризующего оперативность этого процесса;

коэффициента готовности по таким отказам, оценивающего вероятность того, что в произвольный момент времени в течение рассматриваемого периода система ЖАТ не будет находиться в неработоспособном состоянии.

Второй из этих показателей является комплексным и характеризует как безотказность, так и ремонтопригодность системы ЖАТ.

Основное требование, предъявляемое к показателям структурной надежности – возможность более глубокого анализа уровня надежности систем и возможных последствий их отказов. В связи с этим такие показатели должны определяться по всем отказам независимо от категории, поскольку любой потенциальный отказ при определенном стечении обстоятельств может вызвать сбои в графике движения поездов.

Установлено, что показатели безотказности, характеризующие только поток отказов, не позволяют объективно судить о надежности системы. Для получения объективной картины требуется дополнительно учитывать отдельные виды предотказных состояний, а также отступления от норм содержания. Все перечисленные события, потенциально способные повлиять на процесс перевозок, были обобщены понятием «инцидент» и вместе с отказами 1-й, 2-й и 3-й категории объединены в одну статистическую совокупность инцидентов. Соответствующий показатель назвали интенсивностью инцидентов системы ЖАТ.

Все представленные на рис. 2 показатели надежности первоначально вычисляются для каждой системы (объекта) ЖАТ на конкретной станции или перегоне. На основе показателей отдельных объектов могут формироваться обобщающие (интегральные) показатели, характеризующие состояние различных участков, в том числе, определяемых границами производственной деятельности конкретного структурного подразделения.

Нормирование показателей надежности в соответствии с ме-

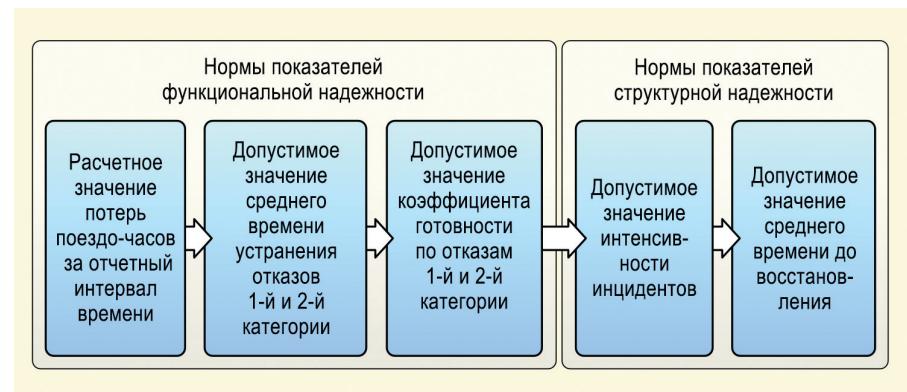


РИС. 3

тодологией УРРАН выполняется в последовательности, показанной на рис. 3. В начале определяется расчетная величина размеров последствий в виде потерь поездо-часов, на основе которой находят все допустимые значения показателей надежности функционирования объекта ЖАТ. Затем вычисляют допустимые значения показателей структурной надежности. Следует обратить внимание на то, что в отличие от всех остальных показателей, норма показателя потерь поездо-часов зависит от интервала времени, на который она рассчитывается – отчетного интервала времени.

Расчетное значение потерь поездо-часов за отчетный интервал времени следует определять исходя из имеющихся технических возможностей для большинства объектов ЖАТ. Очевидно, что на различных участках дорог с разным объемом и интенсивностью перевозок, допустимы различные значения потерь. В связи с чем этот показатель должен приниматься одинаковым для всех объектов ЖАТ, эксплуатирующихся на линии определенного класса и специализации. Такой подход призван обеспечить равный уро-

вень перевозочного процесса в ее пределах. Нормативное значение потерь поездо-часов оценивают на основе обработки и обобщения статистической информации о потерях поездо-часов, зарегистрированных в системе КАС АНТ и вызванных отказами различных объектов ЖАТ в пределах линий заданного класса и специализации, за интервал наблюдения, равный трем предыдущим календарным годам по отношению к текущему.

Модель обработки этих статистических данных представлена на рис. 4. На основе фактических значений за интервал наблюдения по всем объектам ЖАТ в пределах железнодорожных линий определенного класса вычисляется среднее значение потерь поездо-часов. Расчетное значение для объекта ЖАТ находят путем статистической поправки, применяемой по отношению к среднему значению. Полученное таким образом расчетное значение масштабируется на длительность отчетного интервала и является приведенным на один объект ЖАТ. Норма показателя надежности (расчетное значение потерь поездо-часов за отчетный интервал времени) является одинаковой для всех объектов

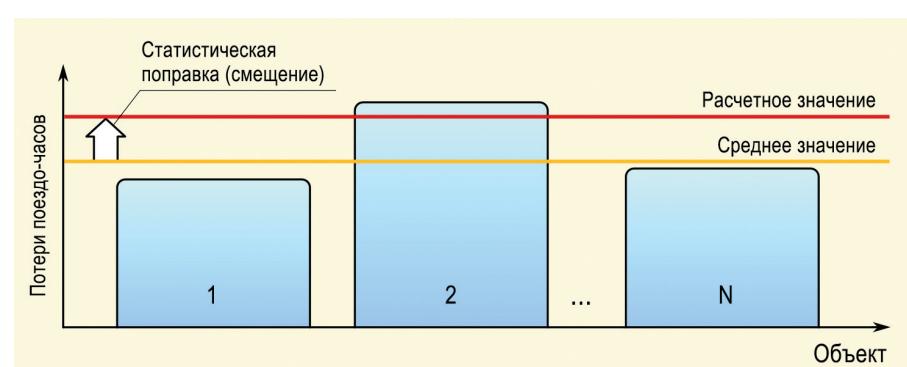


РИС. 4

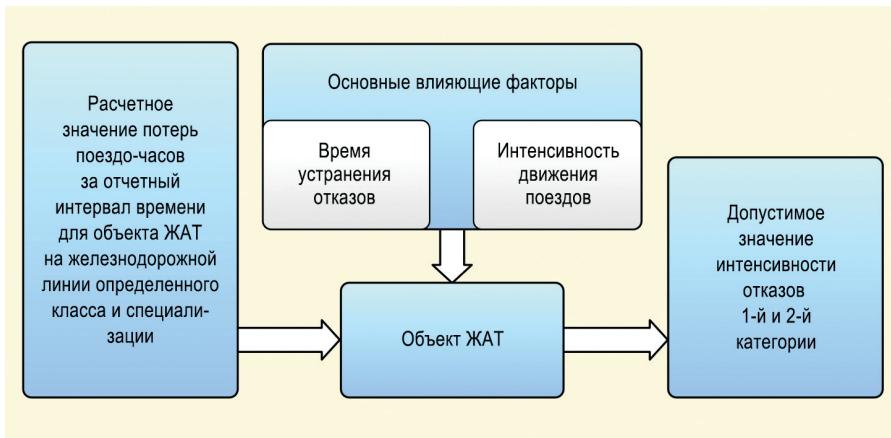


РИС. 5

ЖАТ в пределах железнодорожной линии одного класса и специализации. Полученные нормы могут периодически пересматриваться.

В качестве допустимого значения среднего времени устранения отказов 1-й и 2-й категории (см. рис. 3) целесообразно использовать утвержденное для каждого объекта ЖАТ значение регламентного времени устранения отказов. Допустимое значение (норма) коэффициента готовности по таким отказам рассчитывается на основе допустимых значений их интенсивности и среднего времени устранения.

Рассчитывать допустимое значение интенсивности отказов 1-й и 2-й категории необходимо на основе анализа зависимости потерь поездо-часов от количества и частоты этих отказов.

Общая схема расчета (рис. 5) строится на основе расчетного значения потерь поездо-часов за отчетный интервал времени для объектов ЖАТ на конкретных линиях с учетом фактических (предполагаемых) условий эксплуатации. При этом учитываются влияющие факторы, описывающие временные характеристики процессов восстановления после

отказов и движения поездов. Для количественного описания воздействия влияющих факторов на допустимое значение интенсивности отказов разработана специальная математическая модель, основанная на применении теории массового обслуживания и теории импульсных случайных потоков [10–12].

В пределах железнодорожной линии одного класса и специализации характеристики потока поездов и значение регламентного времени устранения отказов будут изменяться в зависимости от конкретных эксплуатационных условий. В связи с этим допустимое значение интенсивности отказов 1-й и 2-й категории в общем случае рассчитывается отдельно для каждого объекта ЖАТ.

После определения допустимых значений всех показателей надежности функционирования объекта ЖАТ рассчитываются нормы показателей его структурной надежности (интенсивности инцидентов и среднего времени до восстановления).

Для определения допустимого значения интенсивности инцидентов определяют среднее соотношение между инцидентами

и отказами 1-й и 2-й категории в пределах железнодорожной линии определенного класса и специализации. Данное соотношение рассматривается, как масштабирующий коэффициент, который используется для пересчета допустимого значения интенсивности таких отказов в соответствующее допустимое значение интенсивности инцидентов.

Допустимое значение среднего времени до восстановления принимают в качестве единой нормы для всех объектов ЖАТ с близкими значениями регламентного времени устранения отказов. Последнее рассчитывается на основе статистической обработки данных о фактическом значении среднего времени до восстановления (вычисленного по всем категориям отказов) по множеству объектов ЖАТ. Модель определения допустимого значения среднего времени до восстановления объекта ЖАТ аналогична модели определения расчетного значения потерь поездо-часов из-за отказов объекта ЖАТ (см. рис. 4).

На основе рассчитанных в соответствии с разработанной концепцией допустимых значений показателей надежности отдельных объектов ЖАТ в последующем вычисляются нормы интегральных показателей для отдельных участков железнодорожных линий, а также для всей инфраструктуры ЖАТ в границах производственной деятельности структурных подразделений.

В качестве примера в таблице 1 приведен результат расчета допустимых значений показателей надежности для объектов инфраструктуры ЖАТ в пределах опытного участка Октябрьской дороги по данным из информационной системы АСУ-Ш-2 в 2014–2016 гг. В качестве длительности отчетного периода взят 1 месяц.

Таблица 1

Станция/перегон	Нормы показателей функциональной надежности			Нормы показателей структурной надежности	
	Расчетное значение потерь поездо-часов за 1 месяц, п-ч	Допустимое значение среднего времени устранения отказов 1-й и 2-й категорий, ч	Допустимое значение коэффициента готовности по отказам 1-й и 2-й категорий	Норма интенсивности инцидентов, 1/ч	Допустимое значение среднего времени до восстановления, ч
Автово	0,1	2	0,99995	0,00194	2
Африканская	0,236	5,02	0,99995	0,00069	5,02
Бежецк	0,13	1,08	0,99975	0,00605	1,3
Белое море – Бл. п. Проливы	0,236	3,15	0,99992	0,00194	4,2
Бабаево	0,721	1,75	0,99985	0,00606	1,8

Таблица 2

Станция/перегон	Фактическое значение потерь поездо-часов, п-ч	Фактическое значение среднего времени устранения отказов 1-й и 2-й категорий, ч	Фактическое значение коэффициента готовности по отказам 1-й и 2-й категорий	Фактическое значение интенсивности инцидентов, 1/ч	Фактическое значение среднего времени до восстановления, ч
Автово	0	–	–	0,021	–
Африканда	0	–	–	0,0014	–
Бежецк	0	–	–	0,0014	0,16
Белое море – Бл. п. Проливы	0	–	–	–	–
Бабаево	0,1	0,42	0,9999	0,182	0,24

Объекты ЖАТ находятся на участках железнодорожных линий с тремя различными сочетаниями класса и специализации, поэтому для них получены три расчетных (нормативных) значения потерь поездо-часов. Местные условия эксплуатации у каждого из объектов ЖАТ различаются как объемом и интенсивностью поездных и маневровых передвижений, так и значением регламентного времени устранения отказов. В связи с этим допустимые значения всех остальных показателей, как правило, отличаются друг от друга для каждого из объектов ЖАТ.

Сравнивая полученные нормы с фактическими значениями соответствующих показателей надежности, вычисленных на основе данных за отчетный период, можно проанализировать эффективность функционирования различных объектов ЖАТ. Для иллюстрации возможного анализа рассмотрим данные о фактических значениях показателей надежности системы централизации на станции Бежецк, полученные на основе статистики из АСУ-Ш-2 за февраль 2017 г. (табл. 2).

Если сопоставить норму из табл. 1 и фактическое значение из табл. 2 каждого из показателей, можно сделать следующие выводы. Фактические потери поездо-часов в феврале 2017 г. равны нулю при норме 0,35 поездо-часа. Следовательно, надежность системы централизации в данном месяце никак не повлияла на перевозочный процесс. Это связано с тем, что в течение указанного месяца отсутствовали отказы 1-й и 2-й категорий, о чем свидетельствуют прочерки на соответствующих позициях в табл. 2. Вместе с тем, инциденты в течение данного месяца имели место. Однако, как

следует из сравнения допустимого и фактического значения интенсивности инцидентов, норма по их количеству не была превышена.

На станции Бежецк в течение февраля текущего года имели место отказы третьей категории, о чем свидетельствует наличие численного значения в поле «фактическое значение среднего времени до восстановления» табл. 2. При их отсутствии на месте числа указывался бы прочерк. Поскольку фактическое значение среднего времени до восстановления не превышает допустимого значения можно заключить, что оперативность устранения отказов системы ЖАТ на станции Бежецк за рассматриваемый период была достаточной. Иначе говоря, в данном случае уровень надежности системы ЖАТ не оказывал негативного влияния на перевозочный процесс.

В целом можно заключить, что состояние средств ЖАТ на станции Бежецк по данным за февраль 2017 г. удовлетворительно как с точки зрения функциональной, так и с точки зрения структурной надежности. Аналогичный анализ проводится по результатам работы за год или, при необходимости, за любой отчетный период.

Предложенная концепция нормирования показателей надежности позволяет эффективно применить методологию УРРАН в хозяйстве автоматики и телемеханики, прежде всего, при оценке рисков по надежности функционирования систем ЖАТ в различных условиях эксплуатации.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Методика оценки функционального ресурса технических средств железнодорожной автоматики и телемеханики : утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 21 ноября 2015 г.

[Электронный ресурс]. Доступ из справ.-правовой системы «АСПИЖТ».

2. Методика оценки рисков, связанных с функционированием систем железнодорожной автоматики и телемеханики ОАО «РЖД» : утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 21.11.2015 г. [Электронный ресурс]. Доступ из справ.-правовой системы «АСПИЖТ».

3. Методическое руководство по управлению ресурсами и рисками в хозяйстве автоматики и телемеханики на основе методологии УРРАН : утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 21 ноября 2015 г. [Электронный ресурс]. Доступ из справ.-правовой системы «АСПИЖТ».

4. Методика расчета показателей надежности и безопасности функционирования железнодорожной автоматики и телемеханики : утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 21.11.2015 г. [Электронный ресурс]. Доступ из справ.-правовой системы «АСПИЖТ».

5. Методика оценки стоимости жизненного цикла систем ЖАТ на основе методологии УРРАН : утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 27.12.2016 № 2706/р. [Электронный ресурс]. Доступ из справ.-правовой системы «АСПИЖТ».

6. Методика комплексной оценки деятельности структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики по показателям надежности и безопасности функционирования, качества технического обслуживания и ремонта систем и устройств : утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 19.12.2016 № 2590/р. [Электронный ресурс]. Доступ из справ.-правовой системы «АСПИЖТ».

7. Методика определения эффективности эксплуатации и модернизации систем ЖАТ в зависимости от классификации железнодорожных линий : утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 23.12.2016 № 2651р. [Электронный ресурс]. Доступ из справ.-правовой системы «АСПИЖТ».

8. Методика сбора, обработки и расчета показателей эффективности функционирования систем железнодорожной автоматики и телемеханики : утверждена распоряжением ОАО «РЖД» от 23.12.2016 г. № 2651р. [Электронный ресурс]. Доступ из справ.-правовой системы «АСПИЖТ».

9. ГОСТ Р 54505-2011. Безопасность функциональная. Управление рисками на железнодорожном транспорте. М.: Стандартинформ, 2012. 34 с.

10. Методика оценки рисков, связанных с ненадежной работой систем железнодорожной автоматики // Труды международного симпозиума «Надежность и качество». Пенза, 2016. № 2. С. 259–261.

11. Общие принципы управления ресурсами и рисками в хозяйстве автоматики и телемеханики. М.: МГУПС, 2015. 17 с. Деп. в ВИНИТИ РАН 10.11.2015, № 186-В2015.

12. Оценка рисков, связанных с функционированием систем железнодорожной автоматики и телемеханики. М.: МГУПС, 2015. Деп. в ВИНИТИ РАН 10.11.2015, № 187-В2015.

# ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ МАЛОИНТЕНСИВНЫХ ЛИНИЙ



**ВАКУЛЕНКО**  
Сергей Петрович,  
Московский государственный  
университет путей сообщения  
Императора Николая II,  
директор ИУИТ, профессор,  
канд. техн. наук



**КОЛИН**  
Сергей Валентинович,  
Московский государственный  
университет путей сообщения  
Императора Николая II,  
начальник НОЦ «Независимые  
комплексные транспортные  
исследования»



**РОМЕНСКИЙ**  
Дмитрий Юрьевич,  
Московский государственный  
университет путей сообщения  
Императора Николая II,  
заместитель начальника НОЦ  
«Независимые комплексные  
транспортные исследования»



**ЕВРЕЕНОВА**  
Надежда Юрьевна,  
Московский государственный  
университет путей сообщения  
Императора Николая II, доцент  
кафедры «Транспортный  
бизнес», канд. техн. наук

**Ключевые слова:** малоинтенсивные железнодорожные линии, рентабельная эксплуатация, грузовые и пассажирские перевозки

**Аннотация.** На сети железных дорог РФ малоинтенсивные линии (МЖЛ) расположены преимущественно в европейской части, и их топология не совпадает с движением грузопотоков, которые проходят по широтным направлениям. В то же время МЖЛ обеспечивают связность и маневренность сети, повышая надежность ее работы в условиях возможных технологических сбоев, стихийных бедствий, при возникновении дефицита пропускных способностей в периоды реконструкций, модернизации основных магистральных линий и др.

■ Несмотря на то что МЖЛ являются слабо загруженными (в среднем 3,5 пары поездов в сутки) и, следовательно, убыточными, к их содержанию предъявляются практически такие же требования, как и к магистральным, включая требования по отчетности. Начальники станций и персонал МЖЛ перегружены отчетной документацией. В связи с сокращением размеров движения на МЖЛ пригородных поездов и рельсовых автобусов доставка персонала к местам работ затруднена. Все это требует выполнения работ по пересмотру технологии, нормативов обслуживания и порядка эксплуатации МЖЛ, которые в настоящее время ведутся институтом совместно с департаментами и дирекциями ОАО «РЖД».

МЖЛ составляют почти пятую часть (18,2 %) от общей протяжен-

ности железных дорог в составе ОАО «РЖД» (15,3 тыс. км). Они полностью однопутные и большая их часть (86 %) не электрифицирована. В качестве средств интервального регулирования, сигнализации и связи используются наиболее простые средства: полуавтоматическая блокировка (66 % от общей протяженности), электрорезловая система (12 %), телефонные средства связи (7 %). Лишь на 11 % протяженности линий используется автоматическая блокировка и еще на 7 % – диспетчерская централизация.

В настоящее время, учитывая уменьшение объемов погрузки в целом на 130 млн т по сравнению с 2007 г., широтность перевозочного потока и номенклатуру перевозимых грузов, возможно увеличение протяженности МЖЛ.

Анализ зарубежного опыта эксплуатации МЖЛ позволил сделать выводы о перспективах их правового статуса, организации движения, содержания инфраструктуры, подвижного состава и тарифной политики. В области изменения правового статуса МЖЛ можно выделить: передачу МЖЛ органам региональной власти; сдачу в аренду; закрытие, в том числе для переустройства в автомобильные дороги и использование линий для туристического сервиса. Последнее направление получило применение в Великобритании, Швеции и Норвегии.

Инфраструктура линий с заповедниками и местами отдыха полностью стилизуется под конец 19-го – начало 20-го столетий, благодаря чему становится более привлекательной для туристов.

Подобный опыт есть и в России. Например, Кругобайкальская дорога (Слюдянка II – Байкал) сохранена как памятник инженерного и культурного наследия и, как и многие другие линии, имеет огромный потенциал по развитию туристического сервиса.

В сфере организации движения зарубежный опыт направлен на внедрение «бездюбных» технологий на основе:

**применения спутниковой навигации в качестве системы интервального регулирования.** Благодаря низким скоростям и малому весу поездов удается обеспечить безопасность движения, несмотря на меньшую, чем у традиционных систем, надежность;

**сокращения числа штатных единиц.** На МЖЛ Эстонии должности начальников станций замещены должностью начальника участка, который руководит работой сразу всех станций участка одновременно.

В сфере инфраструктуры зарубежный опыт направлен на применение диагностических средств, позволяющих отказаться от комиссионных мониторингов.

В то же время на железных дорогах Швеции, напротив, применяется реинжиниринговый подход, суть которого в том, что малодеятельные линии электрифицируются, как и магистральные. Ликвидация «островных» тепловозных плеч приводит к сокращению общих издержек, связанных с разницей по тяге на смежных участках. Подобный опыт имеется и в России (участок Хребтовая – Усть-Илимск Восточно-Сибирской дороги).

Кроме того, на МЖЛ используется специальный подвижной состав с облегченной рамой и кузовом для сокращения издержек на его обслуживание и амортизацию.

В сфере тарифообразования применяются гибкие подходы, позволяющие стимулировать спрос на перевозки по МЖЛ, которые, как известно, в небольших размерах, но «подпитывают» магистральные линии.

На наш взгляд, наиболее реальное внедрение зарубежного опыта на российских малодеятельных линиях может быть в их использовании для организации туристического сервиса; сокращении персонала и штатных единиц, а также применении специального подвижного состава облегченного типа.

Критериями для типизации МЖЛ являются: технологические особенности их интеграции с магистральными линиями; выполняемые функции; характер перевозок и вид сообщения.

По первому критерию выделяют следующие типы линий:

малоинтенсивная соединительная линия технологического назначения;

с интегрированным движением (пассажирским и/или грузовым);

с неинтегрированным пассажирским движением (грузовое движение наличествует или отсутствует);

с неинтегрированным грузовым движением (пассажирское движение отсутствует).

Впервые в разработанном институтом регламенте эксплуатации и обслуживания инфраструктуры на малоинтенсивных участках введено понятие «малоинтенсивная соединительная линия технологического назначения». Это участок малоинтенсивной железнодорожной линии между двумя железнодорожными станциями, расположенными в одном железнодорожном узле, функционирование которого обязательно для организации перевозочного процесса ОАО «РЖД».

МЖЛ могут выполнять технологические, коммерческие, социальные или федеральные государственные (оборонные и др.) функции.

Перевозки, осуществляемые на малоинтенсивных линиях, бывают грузовые, пассажирские и совмещенные.

По виду сообщения МЖЛ делятся на линии с прямым сообщением (перевозка начинается или заканчивается на МЖЛ и осуществляется за ее пределами); внутри участка (перевозка осуществляется в пределах МЖЛ) и транзитным (движение осуществляется из одного пункта в другой через МЖЛ, а также смешанные сообщения с ее участием).

Выполненные исследования позволили сделать предварительные выводы, что при оптимизации работы МЖЛ могут быть применены следующие способы:

техническое переоснащение МЖЛ и изменение технологии работы, способствующее повышению ее эффективности путем сокращения убыточности МЖЛ или отдельных ее участков;

стимулирование спроса на перевозки за счет организации новых видов сервиса (туристического и др.);

обоснование необходимости и размеров дотаций от заинтересованных юридических лиц (федеральный бюджет, региональный бюджет и др.);

передача МЖЛ или отдельных участков в частную собственность или в аренду на баланс заинтересованной стороны, а также использование других форм государственного или частного партнерства;

в исключительном случае, если никакие другие меры не способны повысить эффективность работы, при соответствующем обосновании – закрытие МЖЛ или отдельных участков.

Необходимо отметить, что не следует возлагать большие надежды на предмет перспективности передачи линий в частную собственность. Наиболее логичная форма поддержки линий для социальных нужд – обоснование дотирования из бюджетов регионального или федерального уровня [3].

Алгоритм определения статуса МЖЛ и варианта оптимизации ее работы реализуется следующим образом.

Прежде чем предлагать какое-либо решение по изменению текущего статуса МЖЛ (вывода ее из состава ОАО «РЖД» и др.) необходимо провести анализ текущей операционной деятельности – определить постоянные, переменные издержки и величину доходов [5, 6], получаемых от перемещения грузовых вагонов на этой линии, а также от пассажирских и пригородных перевозок с мероприятиями, направленными на стимулирование спроса и сокращение издержек [7].

Только в том случае, если с учетом дополнительных доходов и сокращением издержек линия все равно остается убыточной и при этом не является технологически или стратегически важной, целесообразно рассматривать ее передачу на баланс З-ему лицу, в аренду, на аутсорсинг или закрытие.

При сравнении вариантов необходимо учитывать, что при закрытии или отказе от эксплуатации МЖЛ компания лишится доходов от проследования грузовых вагонов за пределами рас-

сматриваемой линии (за вычетом переменных издержек, связанных с перемещением этих вагонов за пределами МЖЛ).

Среди множества факторов, определяющих эффективность работы МЖЛ (разность между доходами, постоянными и переменными издержками) были выбраны наиболее значимые:

**объем перевозок (размеры движения):** чем выше, тем финансовый результат функционирования МЖЛ лучше;

**уровень технического оснащения:** чем выше, тем результат хуже;

**допустимая ходовая скорость движения.** Повышение скорости приводит к повышению качества перевозок и стимулирует спрос, что при эластичном спросе на перевозки может способствовать росту объемов перевозок. Вырастет и участковая скорость, которая положительно скажется на производительности подвижного состава. Однако возможное снижение ходовой скорости до предельно низкого значения (менее 25 км/ч) при неэластичном спросе позволит перевести линию в более низкий класс и, следовательно, сократить издержки по содержанию ее инфраструктуры;

**мощность используемых локомотивов.** Зачастую на МЖЛ применяются тепловозы тех же серий, что и на магистральных линиях (2М62У, М62, 2ТЭ116,

2ТЭ10М, ТЭМ18Д и др.), тогда как небольшие веса поездов (до 1 тыс. т) позволяют использовать менее мощные локомотивы (до 500–600 кВт на одну секцию) и уменьшить величину издержек;

**численность персонала и мероприятия по совмещению профессий [1], внедрению мобильных технологий** позволяют сократить издержки на ФОТ и улучшить финансовый результат;

**наличие альтернативных способов сообщения.** При эластичном спросе это увеличивает объем перевозок, а при неэластичном – создает железнодорожному транспорту невыгодные условия конкуренции, так как здесь невозможно демпинговать тарифами из-за высокой доли постоянных издержек.

Проведенный анализ существующей технологии работы МЖЛ позволил выделить основные направления повышения эффективности их работы: перевод МЖЛ на обслуживание рельсовыми автобусами, в том числе на комбинированном ходу, и переход на локомотивы малой мощности; совмещение профессий и должностей, внедрение системы обслуживания мобильными бригадами, применение технологии «одиночного локомотива»; сокращение видов и периодичности осмотров, а также выполнение работ по фактическому состоянию. Кроме этого, следует

отметить возможность организации туристических перевозок более чем на 1500 км линий, а также увеличение интенсивности движения пригородных поездов с использованием автобусов на комбинированном ходу.

Перевод МЖЛ на обслуживание автобусами на комбинированном ходу позволит сократить издержки на обслуживание подвижного состава пригородных перевозок и улучшить качество обслуживания пассажиров (увеличение размеров движения, расширение маршрутной сети с возможностью выезда на автомобильные дороги).

Предварительные расчеты показали, что эксплуатация таких машин (при условии их обслуживания в автотранспортных хозяйствах) обойдется почти в пять раз дешевле поездов локомотивной тяги и автомотрис.

До сих пор автобусы на комбинированном ходу не использовались в регулярной эксплуатации на железных дорогах России из-за повышенных требований к безопасности. Однако их применение на МЖЛ возможно с учетом специальных мер при эксплуатации. Эти меры должны исключать возможность их скрещения или нагона любым классическим подвижным составом.

При графике движения, предусматривающем возможность нахождения на линии двух и более поездов, на станциях предусматриваются постоянные станционные

Типы МЖЛ	Прием-отправление поездов	Организация маневровой работы на станциях	Начально-конечные операции грузовой и коммерческой работы	Особенности организации пригородного пассажирского движения
Малоинтенсивная соединительная ветвь в составе железнодорожного узла	*	*	*	*
Линия с интегрированным движением	1 3	1 3	1 3	-
Линия с неинтегрированным движением	пассажирским	2 3	2 3	Допускается использование рельсовых автобусов облегченного типа, в т.ч. на комбинированном ходу**. Рекомендуется организация движения туристических поездов, в т.ч. с использованием паровозной тяги
	грузовым	2 3	2 3	Пассажирское движение отсутствует

\* технология интегрирована с технологией работы железнодорожного узла;

\*\* следует отличать рельсовые автобусы облегченного типа на базе серийно выпускаемых автобусов (ПАЗ-3205, ЛИАЗ-5256 и т.д.) от автомотрис РА-1 и дизель-поездов РА-2.

1 организация местной грузовой и маневровой работы с использованием работников, рабочее место которых расположено на станциях МЖЛ;

2 организации местной грузовой и маневровой работы без использования рабочих мест на станциях МЖЛ (все операции выполняются мобильными бригадами, перемещающимися вместе с поездом) (технология пропуска поездов «один поезд на участке»);

3 комбинированная работа (более одного поезда на участке).

работники – дежурные по станции, в функции которых входит приготовление маршрутов приема и выдача разрешений на приготовление маршрутов отправления и маневровых передвижений. Если же линия будет работать по технологии «одиночного локомотива» (не более одного поезда на участке), необходимость в постоянных станционных сотрудниках, работающих в смену, отпадает. Приготовление маршрутов для приема, отправления и маневровых передвижений будет производиться силами комплексной мобильной бригады (перемещается по линии вместе с локомотивом).

В состав мобильной бригады войдут:

машинист локомотива;  
 помощник машиниста тепловоза, электровоза;  
 дежурный по железнодорожной станции на малодеятельных участках (разъездной).

Члены мобильной бригады выполняют функции по управлению поездом, приготовлению маршрутов и организации маневровой работы на станциях, техническому обслуживанию вагонов (в т.ч. опробованию тормозов), выполнению приемо-сдаточных операций, коммерческого осмотра, оформлению перевозочных документов и вводу данных в информационные системы в соответствии с [2].

В состав грузового поезда возможно включение вагонов – дефектоскопов, путеизмерителей и прочих лабораторий.

Преимуществами такой технологии является сокращение ФОТ; повышение уровня зарплаты; улучшение условий доставки к местам приложения труда (работник следует от места жительства и возвращается обратно вместе с поездом), а также комплексное обслуживание клиентов в режиме «одного окна».

Таким образом, повышение эффективности содержания пути [4] и средств СЦБ на МЖЛ возможно за счет:

совмещения профессий в рамках существующей технологии обслуживания МЖЛ;

экономии фонда оплаты труда при обслуживании инфраструктуры мобильными бригадами и совмещения профессий в рамках объединенных дистанций инфраструктуры;

обслуживания пути и устройств СЦБ МЖЛ по их фактическому состоянию;

технического обслуживания МЖЛ на принципах заключения договоров с аутсорсинговыми компаниями;

экономии электроэнергии при выключении питания устройств СЦБ и связи в ночное время суток (при условии организации движения поездов только в дневное время);

перехода с автоблокировки на полуавтоматическую блокировку на перегонах МЖЛ.

Экономический эффект от применения предложенных мер по сокращению издержек в сфере обслуживания подвижного состава может дать до 40 млн руб. на линию, в сфере организации перевозочного процесса – до 68 млн руб. на линию, в сфере обслуживания объектов инфраструктуры – до 4 млн руб. на линию.

На полигоне Октябрьской, Московской, Северной и Горьковской дорог, как показали предварительные расчеты, эффект от внедрения данных мероприятий может составить до 300 млн руб. в год, при тиражировании опыта на всю сеть ОАО «РЖД» – около 3 млрд руб. в год.

В разработанном институтом Регламенте эксплуатации и обслуживания малоинтенсивных участков изложена технология организации движения поездов, пассажирской и грузовой работы на МЖЛ различных типов (см. рисунок). В зависимости от местных условий применяют три способа пропуска поездов, организации местной грузовой и маневровой работы:

с использованием работников, рабочее место которых расположено на станциях МЖЛ;

без использования рабочих мест на станциях МЖЛ (все операции выполняются мобильными бригадами, перемещающимися вместе с поездом);

комбинированный вариант.

При комбинированном способе на станциях МЖЛ, определяемых владельцем инфраструктуры, находится ДСП, в обязанности которого входит выполнение операций по приготовлению маршрутов приема поезда на станцию; руководство маневровой работой на станции; выдача разрешений на отправления поездов со станции;

ведение поездной и другой документации и прочие обязанности, определяемые владельцем инфраструктуры.

Операции по приготовлению маршрутов при маневровой работе и отправлению грузового поезда осуществляют уполномоченный работник мобильной бригады.

Операции по приготовлению маршрутов при маневровой работе и отправлению пассажирского поезда дальнего следования и пригородного пассажирского поезда осуществляют помощник машиниста локомотива или уполномоченный работник поездной бригады в случае его отсутствия.

В настоящее время институт в инициативном порядке ведет работу по формированию модели финансово-экономической оптимизации и разработке методологии оценки экономической эффективности работы МЖЛ на базе комплексной оценки уровня рентабельности грузовых перевозок, выполняемых с участием малоинтенсивных линий и участковым отнесением расходов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Программа развития вертикали управления движением на основе научно-технических достижений и информатизации : утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 09.06.2015 № 1458р.

2. О порядке совмещения профессий (должностей) в филиалах ОАО «РЖД»: распоряжение ОАО «РЖД» от 13.09.2016 № 1882р. Доступ через справ.-правовую систему КонсультантПлюс.

3. О Концепции структурной реформы федерального железнодорожного транспорта : постановление Правительства РФ от 15 мая 1998 г. № 448 // Российская газета. 1998. 21 мая ; Собрание законодательства РФ. 1998. №20. Ст. 2159.

4. Нормы затрат труда работников, занятых на текущем содержании железнодорожного пути [Электронный ресурс] : утв. приказом ОАО «РЖД» от 9.07.2009 №136 (в ред. от 2.02.2015 г. № 5). Доступ через справ.-правовую систему КонсультантПлюс.

5. Определение доходов малоинтенсивных линий / Ю.В. Елизарьев, М.М. Толкачева, Л.А. Мартынова, О.М. Кирпус // Экономика железных дорог. 2007. № 8. С. 21–48.

6. Расходы малоинтенсивных линий / Ю.В. Елизарьев, М.М. Толкачева, Л.А. Мартынова, О.М. Кирпус // Экономика железных дорог. 2007. № 7. С. 23–46.

7. Экономические методы оптимизации работы малодеятельных линий / Г.Е. Писаревский, Л.А. Мартынова, Н.М. Ломакина, Н.М. Зарецкая // Экономика железных дорог. 2015. № 5. С. 55–66.



**КОВАЛЕВ**  
Игорь Петрович,  
главный конструктор  
Московского филиала  
АО «НПЦ «Промэлектроника»

Научно-производственный центр «Промэлектроника» – одна из ведущих российских компаний по разработке, производству и поставке под ключ микропроцессорных систем железнодорожной автоматики и телемеханики. Уже на протяжении 25 лет системы НПЦ «Промэлектроника» обеспечивают безопасность движения поездов на магистральных железных дорогах России и территории зарубежных стран, подъездных путях промышленных предприятий и в метрополитене. Специалисты центра осуществляют работы по внедрению комплекса систем железнодорожной автоматики и телемеханики и техническую поддержку их эксплуатации. Благодаря уникальным технологиям системы НПЦ «Промэлектроника» работают в экстремальных температурных условиях, на участках любой протяженности, с любой интенсивностью движения.

НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР  
**ПРОМ**  
**ЭЛЕКТРОНИКА**  
620078, г. Екатеринбург,  
ул. Малышева, 128 а  
Тел.: +7 (343) 358-55-00  
Ж.д. тел.: (970-22) 4-55-00  
Факс: +7 (343) 378-85-15  
E-mail: [info@npprom.ru](mailto:info@npprom.ru)  
[www.npprom.ru](http://www.npprom.ru)

Реклама

УДК 656.257:656.259.12

# МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ АВТОБЛОКИРОВКА С ТОНАЛЬНЫМИ РЕЛЬСОВЫМИ ЦЕПЯМИ АБТЦ-И

**Ключевые слова:** микропроцессорная автоблокировка с тональными рельсовыми цепями АБТЦ-И, блок-участки, кодирование, логика проследования поезда, внутренняя диагностика

**Аннотация.** В статье раскрывается состав, принцип работы, технические особенности и преимущества микропроцессорной автоблокировки с тональными рельсовыми цепями АБТЦ-И.

■ В конце прошлого года на перегоне Блок-пост 337 км – Орск (парк «Г») Южно-Уральской дороги введена в опытную эксплуатацию микропроцессорная автоблокировка с тональными рельсовыми цепями АБТЦ-И (разработка научно-производственного центра «Промэлектроника») [1].

В настоящее время в хозяйстве автоматики и телемеханики активно применяются системы с использованием микроэлектронных элементов. Наиболее востребована микропроцессорная техника с программируемой логикой, которая имеет большие преимущества [2]. АБТЦ-И представляет собой микропроцессорную систему автоблокировки и предназначена для интервального регулирования движения поездов на участках железных дорог, в том числе и высокоскоростных, с любым видом тяги. Она может применяться на

однопутных, двухпутных и многопутных перегонах всех категорий. АБТЦ-И стыкуется с системами МПЦ, с любыми типами релейных и релейно-процессорных централизаций. Благодаря интеграции АБТЦ-И с микропроцессорной централизацией МПЦ-И (разработка нашего центра), снижается стоимость жизненного цикла комплекса устройств ЖАТ на участке по сравнению с теми случаями, когда функционируют системы различных производителей.

В связи с тем, что АБТЦ-И разрабатывалась в соответствии со стандартом EN 50126 CENELEC, в ней заложены высокие значения параметров RAMS.

Система АБТЦ-И включает в себя аппаратуру тональных рельсовых цепей, управления проходными светофорами, увязки со станционными системами централизации и другими смежными системами

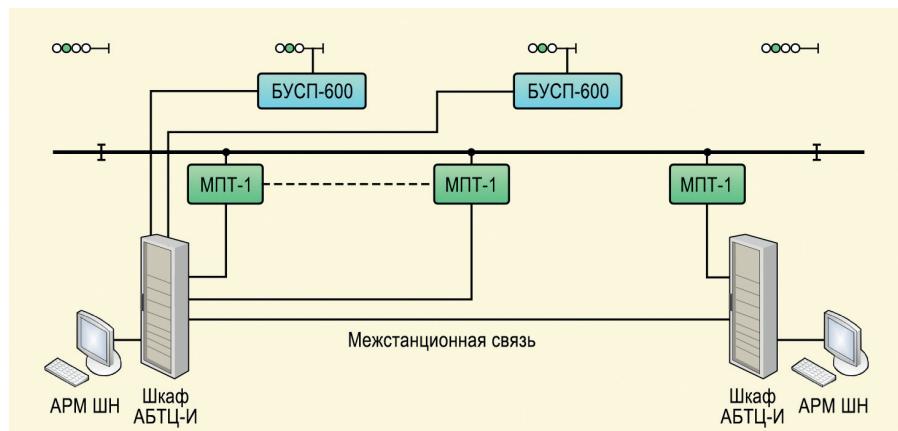


РИС. 1

ЖАТ, а также автоматизированные рабочие места электромеханика СЦБ и дежурного по станции. Общая структурная схема перегона, оборудованного системой АБТЦ-И, приведена на рис. 1.

Постовая аппаратура системы АБТЦ-И может размещаться на постах ЭЦ (рис. 2) и в транспортабельных модулях, напольное оборудование – в путевых коробках в непосредственной близости от пути и в трансформаторных ящиках путевых светофоров.

В состав постового оборудования системы входят различные модули. Управление системой осуществляют модули управления МУ и интерфейса с соседней станцией МСС. Увязка со смежными системами ЖАТ, например РПЦ, реализуется с помощью модулей интерфейса, с системой ДЦ в части телесигнализации – с помощью модулей МЭЦ, с системой ДК – модулем МДК. Функцию сопряжения с аппаратурой цифрового радиоканала и службой точного времени выполняет модуль МРКиРВ. Модуль МУС-ППМ-Ц управляет путевыми светофорами. Автоматизированные рабочие места электромеханика СЦБ и дежурного по станции увязаны с системой через интерфейсные модули МАРМ ШН (рис. 3) и МАРМ ДСП. К постовой аппаратуре ТРЦ относятся генераторы комплексного сигнала ГКС2 и путевые приемники МПП.

В состав напольного оборудования входят следующие модули и блоки: путевые трансформаторные модули МПТ-1, являющиеся аппаратурой ТРЦ, и перегонные блоки управления путевыми светофорами БУСП-600.

Система АБТЦ-И обеспечивает безопасное интервальное регулирование движения поездов на перегонах. Межстанционный перегон разделен на блок-участки, на границах которых устанавливаются проходные светофоры либо указатели этих границ для работы системы в режиме АЛСО. При движении по перегону подвижного состава рельсовые цепи кодируются кодами АЛСН с головы поезда, а при необходимости – кодами АЛС-ЕН. АБТЦ-И может работать в режиме подвижных блок-участков.

Система АБТЦ-И имеет алгоритм смены направления движения по перегону. В системе используется трехзначная и четырехзначная светофорная сигнализация и



РИС. 2

рельсовые цепи тональной частоты без изолирующих стыков длиной до 800 м. При этом на каждом блок-участке в зависимости от его длины может быть от одной до нескольких рельсовых цепей. При движении подвижного состава по перегону в соответствии с установленным направлением контролируется логика проследования поезда, т.е. последовательное занятие и освобождение рельсовых цепей. В аппаратуре рельсовых цепей формируются цифровые комплексные сигналы контроля рельсовых линий (КРЛ) и АЛС и применяется цифровая фильтрация и обработка сигналов с углубленной диагностикой параметров. Также осуществляется автоподстройка уровня сигнала в рельсовой линии.

Рассмотрим основные технические характеристики системы АБТЦ-И. Длина обслуживаемого перегона без промежуточных пунк-

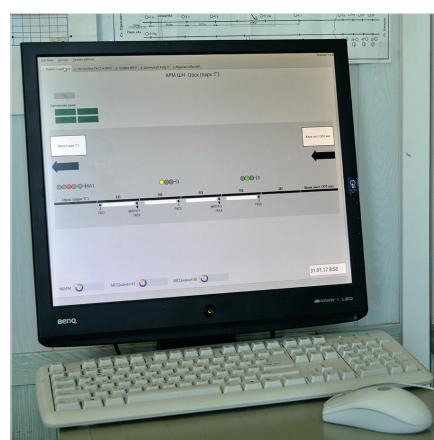


РИС. 3

тов – до 30 км, с промежуточными пунктами – без ограничений. Движение может осуществляться по показаниям путевых светофоров или АЛСО. На перегоне может быть до 120 рельсовых цепей, проходных светофоров в обоих направлениях – до 60, охраняемых и неохраняемых переездов – до 60. Нормальный, шунтовой и контрольный режимы рельсовых цепей обеспечиваются при сопротивлении балласта от 0,8 до 50 Ом·км. В системе используется 10 рабочих частот сигналов контроля рельсовой линии в диапазоне от 475 до 925 Гц. Для модуляции сигнала применяется частотная манипуляция, для кодирования – 8-разрядный модифицированный код Бауэра. Девиация частоты сигнала КРЛ составляет 11 Гц. Длина зоны дополнительного шунтирования в местах установки путевых светофоров – не более 40 м. Рельсовые цепи кодируются сигналами АЛСН и/или АЛС-ЕН [3].

АБТЦ-И является полностью безрелейной системой. Электромагнитные реле применяются только в случае ее увязки с релейными системами электрической централизации стрелок и светофоров. Увязка АБТЦ-И с микропроцессорными системами централизации выполняется посредством цифрового интерфейса RS-422/485.

В автоблокировке АБТЦ-И реализована развитая система диагностики и мониторинга, которая контролирует целостность и исправность напольного и постового оборудования, линий связи. В АБТЦ-И непрерывно архивируются данные о текущем состоянии системы, ее реконфигурации, а также результаты внутренней самодиагностики в соответствии с точным временем, формируемым спутниковыми навигационными системами ГЛОНАСС/GPS.

В аппаратуре тональных рельсовых цепей системы применены путевые трансформаторные модули МПТ-1 собственной разработки с повышенным КПД. Их использование вместо типовых трансформаторов ПОБС позволяет снизить электропотребление рельсовых цепей на 5–10 % и улучшить качественные характеристики аппаратуры ТРЦ системы за счет улучшения рабочих параметров при работе с низкочастотными (25 Гц) сигналами АЛСН.

Применение частотной модуляции и специальных 8-разрядных кодов при формировании сигна-

лов контроля рельсовых линий повышает помехозащищенность и безопасность рельсовых цепей, а также снижает метрологическую погрешность при измерении уровня сигналов КРЛ и их калибровке.

Благодаря каскадному построению системы защиты от помех в АБТЦ-И увеличивается устойчивость аппаратных средств к воздействию импульсных, коммутационных и грозовых перенапряжений.

Индикация состояния проходных светофоров, переездной сигнализации и рельсовых цепей перегона на дисплеях АРМ дежурных по станциям, а также всей необходимой диагностической информации на АРМ электромеханика повышает культуру эксплуатации и технического обслуживания системы.

В результате применения двухпроводной схемы управления сигналами проходных светофоров и переездной сигнализацией снижается расход сигнального кабеля на перегоне более чем на 30 % по сравнению с типовой схемой включения перегонных светофоров.

Аппаратура АБТЦ-И не требует в процессе эксплуатации подстройки и регулировки. Ее обслуживание заключается в периодическом осмотре, чистке компонентов системы и оценке их технического состояния с помощью средств внутренней диагностики.

В настоящее время разрабатываются технические решения по применению подвижных блок-участков АБТЦ-И и ведется создание на ее основе системы интервального регулирования с использованием радиоканала, виртуальных блок-участков и принципов динамического регулирования интервалов попутного следования поездов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Акт о вводе опытного образца системы автоблокировки с тональными рельсовыми цепями микропроцессорной (АБТЦ-И) в опытную эксплуатацию от 21.12.2016 , б/н : [док. внутреннего пользования] / АО «НПЦ «Промэлектроника». г. Орск, 2016. С. 3–4 с. Документ опубликован не был.

2. Федоров Н.Е. Современные системы автоблокировки с тональными рельсовыми цепями : учебное пособие. Самара: СамГАПС, 2004. С. 24.

3. Система автоблокировки с тональными рельсовыми цепями микропроцессорная (АБТЦ-И) : руководство по эксплуатации (для этапа опытной эксплуатации) : ЕРКФ.665231.001РЭ / АО «НПЦ «Промэлектроника». Утв. ЕРКФ.665231.001 РЭ-ЛУ. С. 30. Документ опубликован не был.

УДК 621.331:621.311.025:621.316.97

# ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ НУЖНО УЧИТЬ ВАТЬ



**НАУМОВ**  
Анатолий Васильевич,  
АО «Росжелдорпроект»,  
главный специалист института  
«Трансэлектропроект»,  
канд. техн. наук



**НАУМОВ**  
Алексей Анатольевич,  
АО «Росжелдорпроект»,  
ведущий инженер института  
«Трансэлектропроект»,  
канд. техн. наук

**Ключевые слова:** контактная сеть, тяговая рельсовая сеть, источники электромагнитных полей, уровни электрических и магнитных воздействий

**Аннотация.** Рассмотрены вопросы оценки электромагнитного влияния на людей и технические средства вблизи железных дорог. Обоснована необходимость разработки комплексных технических решений и средств, сводящих влияние электромагнитных полей до допустимых уровней.

■ Железнодорожный транспорт и, прежде всего, электрифицированные участки дорог являются мощными энергопотребителями, а следовательно, достаточно сильными источниками электромагнитных полей (ЭМП), действующими как на технические средства и сооружения, так и на окружающую среду (людей, животных, растения).

Кроме тяговой сети на электрифицированных участках дорог имеются и другие источники ЭМП в широком спектре частот (рис. 1). Сейчас разработан целый ряд организационно-технических мероприятий, обеспечивающих электромагнитную совместимость смежных систем на них.

Что же касается биоэлектро-

магнитной совместимости, то в этом вопросе имеются только отдельные несистематизированные результаты измерений или расчетов, разрозненные методологические и методические рекомендации. Это не позволяет получить в целом объективную оценку опасности электромагнитного влияния и создать квалифицированную научно обоснованную нормативную базу по всему комплексу вопросов [1], опираясь на которую можно улучшить условия охраны труда.

Проблемы обеспечения электромагнитной безопасности на электрифицированных участках дорог и в электроэнергетике во многом схожи. Однако в тяговых сетях, в отличие от высоковольт-

ных ЛЭП, электромагнитные поля не скомпенсированы. Кроме того, в них имеются значительные гармонические составляющие тягового тока, что не позволяет применять имеющиеся в электроэнергетике разработки и нормативы.

Так, например, зафиксировано, что контактная сеть напряжением 27,5 кВ дает вблизи земли такую же напряженность электромагнитного поля, как ЛЭП напряжением 220 кВ. Многообразие вариантов геометрического расположения проводов и распределения напряжения в них (контактные сети напряжением 3,3 кВ постоянного тока, системы 25 кВ и 2x25 кВ переменного тока, а также контактные сети с экранирующим, усиливающим и отсасывающим проводами, система два провода-рельс (ДПР) и др.) усложняет оценку электромагнитной обстановки. В ряде случаев это приводит к возрастанию действующих факторов ЭМП на обслуживающий персонал в окружающем пространстве в пределах железных дорог.

Согласно «Правилам по охране труда при эксплуатации электроустановок», утвержденным в 2013 г., во всех электроустановках, в том числе и в системе тягового и нетягового электроснабжения на железных дорогах и метро, необходимо обеспечивать защиту работников от отрицательного воздействия электрического и магнитного полей [1–6].

Предельно допустимый уровень напряженности воздействующего электрического поля (ЭП) составляет 25 кВ/м. Пребывание в ЭП с уровнем напряженности, превышающим это значение, без применения индивидуальных средств защиты не разрешается.

При уровнях напряженности  $E$  воздействующего электрического поля в пределах  $20 \text{ кВ/м} < E \leq 25 \text{ кВ/м}$  допустимое время пребывания персонала в нем ( $T$ , ч) не должно превышать 10 мин, а при  $5 \text{ кВ/м} < E \leq 20 \text{ кВ/м}$  оно рассчитывается по формуле:

$$T = 50/(E - 2).$$

Если уровень  $E \leq 5 \text{ кВ/м}$ , то персонал может находиться в таком поле в течение всего рабочего дня (8 ч).

Допустимое время пребывания в электрическом (магнитном) поле может быть использовано как единовременно, так и по частям

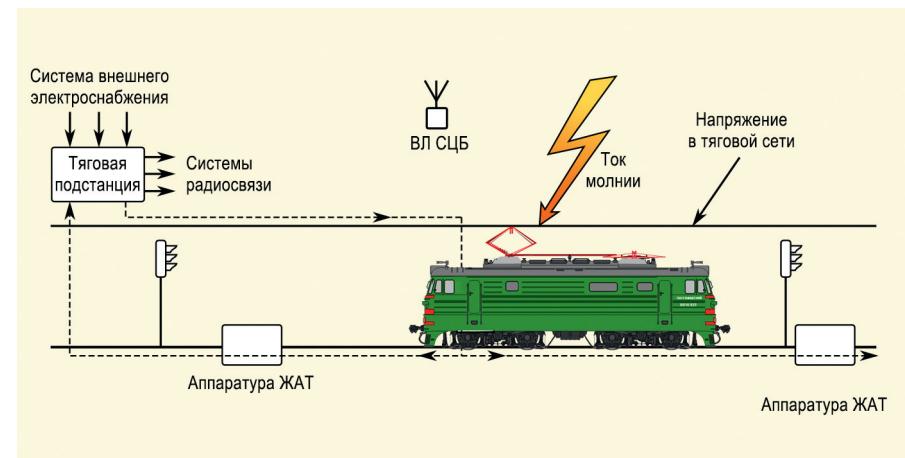


РИС. 1

в течение рабочего дня. В остальное рабочее время необходимо использовать средства защиты или находиться в электрическом поле напряженностью до 5 кВ/м при допустимом уровне магнитного поля.

При работе в смену предельно допустимый уровень магнитного поля с учетом допустимых требований по уровню электрического поля не должен превышать значений, установленных для 8-часового рабочего дня.

Допустимая напряженность ( $H$ ) или индукция ( $B$ ) магнитного поля в условиях общего (на весь организм) и локального (например, на конечности) воздействия в зависимости от продолжительности пребывания в магнитном поле определяется в соответствии с таблицей.

Допустимые уровни магнитного поля внутри временных интервалов определяются интерполяцией, т.е. с учетом определения промежуточных значений. Общее время выполнения работ в зонах с различной напряженностью магнитного поля не должно превышать предельно допустимого для зоны с максимальной напряженностью.

Контролировать уровни электрического и магнитного полей нужно при:

приемке в эксплуатацию новых,

усилении и реконструкции действующих электроустановок;

оборудовании помещений для постоянного или временного пребывания персонала, находящегося вблизи электроустановок (только для магнитного поля);

оценке рабочих мест по условиям труда.

Их следует измерять во всей зоне нахождения персонала в процессе выполнения работ (в местах возможного размещения напольных устройств СЦБ и связи в пределах фидерной зоны) и на маршрутах следования к рабочим местам.

При обслуживании дроссель-трансформаторов, электроприводов, аппаратуры рельсовых цепей, изолирующих и электропроводных стыков, перемычек, заземляющих устройств и других элементов и устройств это расстояние составляет около 1 м от крайнего рельса электрифицированного пути. Релейные мобильные модули, шкафы и светофоры располагаются в пределах 3–6 м, а открытые распределительные устройства (ОРУ) и линии электропередач 6–220 кВ – примерно в 16 м от крайнего рельса.

На рис. 2 представлена обобщенная схема измерений уровней электромагнитного поля на станциях и перегонах. На практике это можно выполнять в любой точке обратной тяговой рельсовой сети. Наиболее актуальна оценка ЭМП при пропуске тяжеловесных поездов и на участках с интенсивным скоростным и пригородным движением.

Измерять напряженности (индукцию) магнитного поля необходимо на высоте 0,5; 1,5 и 1,8 м от

Время пребывания $T$ , ч	Допустимые уровни магнитного поля, $H$ (А/м) / $B$ (мкТл) при воздействии:	
	общем	локальном
≤ 1	1600/2000	6400/8000
2	800/1000	3200/4000
4	400/500	1600/2000
8	80/100	800/1000

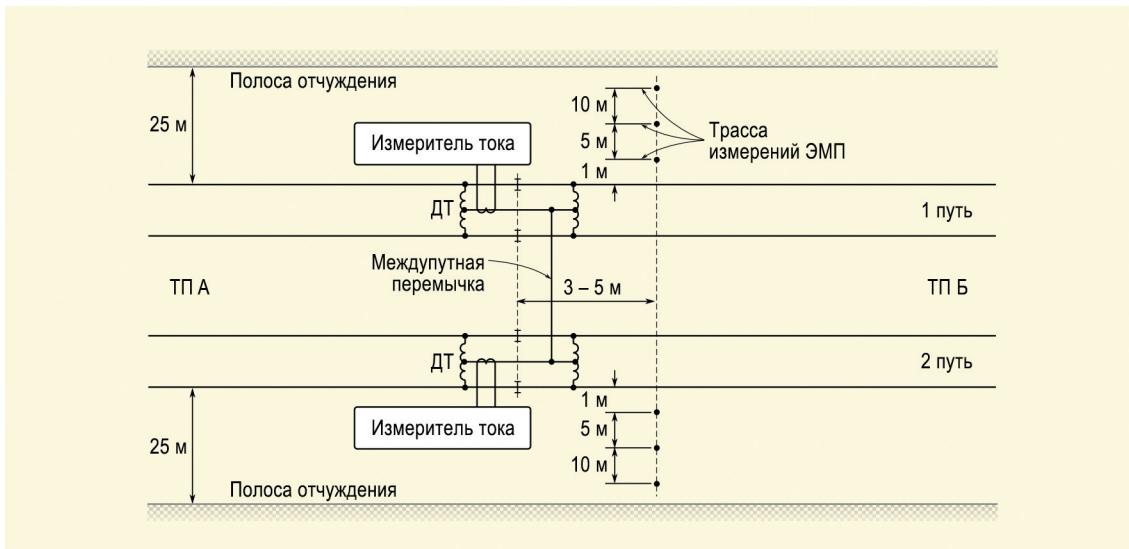


РИС. 2

поля площадки рабочего места или помещения, поверхности земли, настила переходных мостиков. Если источник магнитного поля находится под рабочим местом, то еще и на уровне пола (земли) площадки рабочего места. Делать это нужно также в помещениях с постоянным пребыванием работников, находящихся на расстоянии менее 20 м от токоведущих частей электроустановок, даже если люди и устройства разделены стеной. При этом рабочий ток электроустановки должен быть максимальным. В противном случае измеренные значения пересчитываются путем их умножения на величину отношения максимального рабочего тока к измеренному ( $I_{max}/I$ ).

Средства защиты от воздействия электрического поля должны соответствовать требованиям технических регламентов и национальных (межгосударственных) стандартов. Для работы в ОРУ ЛЭП 6-220 кВ применяются стационарные экранирующие устройства и экранирующие комплексы, а на воздушных линиях – экранирующие комплексы. Все эти средства должны быть сертифицированы в установленном действующим законодательством порядке [1-6].

Поскольку возле дроссель-трансформаторов и путевых ящиков, внутри вагонов-лабораторий, а также в зданиях из железобетона, в кирпичных зданиях с железобетонными перекрытиями, металлическим каркасом или заземленной металлической кров-

лей ЭП отсутствует, то при работе рядом с ними (в них) средств защиты не потребуется.

Применение экранирующих комплексов не допускается в том случае, когда не исключена возможность прикосновения к токоведущим частям, находящимся под напряжением до 1000 В. Ими нельзя также пользоваться работникам, непосредственно проводящим испытания повышенным напряжением или выполняющим электросварочные работы.

Для снятия наведенного потенциала с отключенных токоведущих частей электроустановок их следует заземлить. Прикасаться к отключенным, но не заземленным токоведущим частям без средств защиты не допускается. Ремонтные приспособления и оснастку, которые могут оказаться изолированными от земли, также нужно заземлять.

В качестве мер защиты от воздействия магнитного поля должны применяться стационарные или переносные магнитные экраны.

Рабочие места и маршруты передвижения работников следует предусматривать на таких расстояниях от источников магнитного поля, при которых обеспечивается выполнение требований по охране труда [1-6].

Зоны электроустановок с уровнями магнитных полей более 80 А/м и электрических полей более 5 кВ/м необходимо обозначать предупреждающими надписями и знаками. Места, где эти уровни превышают предельно допустимые значения и не допускается

даже кратковременное пребывание работников, должны быть ограждены. Рабочие места оперативного персонала, обслуживающего электроустановки, требуется укомплектовывать картами напряженности электрического и магнитного полей. При составлении наряда на производство работ в строке «Отдельные указания» следует указывать дополнительные меры безопасности при нахождении в зоне влияния электрического и магнитного полей.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кузнецов К.Б., Мишарин А.С. Электробезопасность в электроустановках железнодорожного транспорта: учеб. пособие. М: Маршрут, 2005. 456 с.
2. ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ (СТ СЭВ 5801-86). Система безопасности труда. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля. Введен 1986-01-01.
3. ГОСТ 12.1.002-84 ССБТ. Система безопасности труда. Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля. Введен 1986-01-01.
4. ГОСТ 12.1.045-84 ССБТ. Система безопасности труда. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля. Введен 1985-07-01.
5. СанПиН 2.1.8/2.2.4.1383-03. Гигиенические требования к размещению и эксплуатации передающих радиотехнических объектов. Дата введения 30 июня 2003.
6. Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок : утв. приказом М-ва труда и соц. защиты РФ от 24.07.2013 № 328н. Мытищи: Талант; 2015. 181 с.



МОЛДАВСКИЙ  
Марк Михайлович

ОАО «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте», начальник отдела электропитания и пожаробезопасности

## ОПТИМАЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ИСКЛЮЧЕНИЯ СЛУЧАЕВ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ

Важным фактором обеспечения безопасности движения поездов является надежная работа средств железнодорожной автоматики и телемеханики. Не в последнюю очередь она зависит от соблюдения условий пожаробезопасности на постах ЭЦ и других объектах ЖАТ. Все случаи возгораний детально расследуются с выработкой мероприятий, направленных на их исключение.

■ В ноябре прошлого года на посту ЭЦ О.п. 276 км между станциями Красногвардеец Южно-Уральской дороги и Новоперелюбская Приволжской дороги, находящегося на диспетчерском управлении, произошло возгорание. Расследованием установлено, что причиной этого явилось неполное короткое замыкание в проводах кабеля ВРГ-2х4, проложенного от аккумуляторной батареи поста ЭЦ до панели питания, вследствие повреждения металлическим хомутом в месте крепления к стене. При отсутствии открытого огня термически разрушилась изоляция 15 кабелей в кабельном коробе на протяжении 3,8 м. Избежать серьезных сбоев в движении поездов удалось только благодаря тому, что это небольшой остановочный пункт (одна стрелка, три поездных светофора). Подобные ситуации на крупных станциях с интенсивным движением поездов могут привести к гораздо более серьезным последствиям.

Оставив за рамками статьи технологические проработки, указанные в протоколе совещания, состоявшегося у главного инженера Управления автоматики и телемеханики ЦДИ, остановимся на технических вопросах, приведших к такой опасной ситуации.

Чтобы минимизировать последствия КЗ в проводах, их необходимо обесточить. Очевидное на первый взгляд решение об установке токовой защиты (предохранителей или автоматических выключателей) непосредственно в аккумуляторном помещении с классическими (негерметизированными) свинцово-кислотными аккумуляторами по соображениям взрывоопасности является недопустимым. Искрение при срабатывании защиты при таком размещении чревато воспламенением кислородно-водородной смеси, которая может находиться в аккумуляторном помещении.

Рассмотрим вариант установки токовой защиты в проводах между аккумуляторным помещением и панелью питания. Если в панели питания не предусмотрен автоматический контроль целостности цепи аккумуляторной батареи (а таких панелей на сети дорог подавляющее большинство), то появляются сложности контроля отключения защиты (перегорания или механического обрыва). Кроме того, необходимо учитывать падение напряжения на этой защите.

Следует иметь в виду, что при КЗ в этих проводах

могут возникать большие токи (до сотен ампер), способные привести к возгораниям. С целью исключения вероятности таких случаев по результатам совещания институту ГТСС поручено подготовить техническое указание о правилах прокладки в зданиях постов ЭЦ кабелей от аккумуляторных батарей до панелей питания с условием разделения проводов от полюсов «П» и «М» по разным кабелям. Хотелось бы сказать, что, по моему мнению, расстояние между ними должно составлять как минимум 3–5 см.

Однако уже сейчас необходимо проверить условия прокладки таких проводов в действующих устройствах. Работы по повышению пожаробезопасности в этом случае целесообразно планировать заранее, учитывая в плане организационно-технических мероприятий. При этом нужно убедиться, что сечение проводников позволяет без перегрузки выдерживать токи аккумуляторной батареи и не создает в непрерывном и динамическом режимах падение напряжения между аккумуляторной батареей и нагрузкой, превышающее норму.

■ Аналогичные проблемы возникают и в силовых проводах, включенных между ДГА и вводной панелью. Отсутствие кислородно-водородной смеси не ограничивает реализацию токовой защиты по месту установки. Однако здесь одни и те же проводники используются как в схеме питания от вводной панели различных элементов дизель-генераторного агрегата, так и при его работе на нагрузку поста ЭЦ. Очевидно, что токи в таких случаях могут быть разными по величине, причем в первом случае они будут, как правило, значительно меньше, чем во втором. Такое положение дел не дает возможности обеспечить селективность защит.

В связи с этим токовая защита в основном устанавливается только на выходе ДГА. В результате в штатном режиме работы технических средств при коротком замыкании в силовых проводах срабатывает защита на вводной панели, что приводит к последовательному отключению всех фидеров и обесточиванию устройств ЖАТ на посту ЭЦ. И такие случаи не единичны.

Исключить КЗ в силовых проводниках между ДГА и вводной панелью поможет отдельное размещение каждого из них аналогично тому, как это предлагается выполнять в случае с аккумуляторной батареей ЭЦ.



КАНАЕВ

Андрей Константинович,

Петербургский государственный  
университет путей сообщения  
Императора Александра I,  
заведующий кафедрой «ЭС»,  
доцент, д-р техн. наук



ТОЩЕВ

Александр Константинович,  
Петербургский государственный  
университет путей сообщения  
Императора Александра I,  
аспирант

**Аннотация.** В статье рассмотрены основные тенденции развития подсистем синхронизации в современных оптических транспортных системах. Организация передачи синхросигналов в пакетных сетях имеет важное значение, поскольку все больше сервисов нуждается в своевременной и стабильной доставке тактовых сигналов, фиксации моментов событий и привязке к единой шкале времени.

УДК 621.39

# СИНХРОНИЗАЦИЯ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ НА ОСНОВЕ ПАКЕТНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

**Ключевые слова:** телекоммуникационная транспортная сеть, пакетные технологии, передача синхросигналов, развитие подсистем синхронизации

■ Анализ телекоммуникационных сетей выявляет основные характерные направления их развития. Во-первых, основной средой распространения, позволяющей увеличить скорость и объем информационного обмена становится одномодовое оптическое волокно. Во-вторых, системы с волновым спектральным уплотнением формируют высокопроизводительный, мультипротокольный транспортный уровень с поддержкой архитектуры сетей NGN. В-третьих, транспортные телекоммуникационные системы (ТКС) развиваются на основе пакетных технологий, которые позволяют значительно расширить спектр мультисервисных приложений.

Переход от технологии временного разделения каналов ТДМ к технологии IP позволяет повысить прозрачность сетей, предназначенных для передачи различного вида информации (голос, видео, данные); упростить управление сетями и их конфигурирование; эффективнее использовать пропускную способность систем; обеспечить гибкое резервирование как путем переключения сред, потоков и каналов, так и агрегирования маршрутов.

Как известно, фундаментальный принцип, предусматривающий возможность информационного обмена в цифровом формате, базируется на наличии синхронизации между передатчиком и приемником. Начиная с систем плеziохронной (PDH) и синхронной (SDH/SONET) цифровой иерархии, для передачи синхросигналов используется физический уровень технологий. Причем точность

передачи таких сигналов, в конечном счете, определяется характеристиками физического уровня. Стабильность передачи несущего сигнала зависит от характера временных задержек, искажений и помех внешней среды, что предопределяет использование оптических волноводов как наиболее перспективной и предпочтительной среды распространения сигналов синхронизации.

В плеziохронном оборудовании процедура побитового мультиплексирования позволяла объединять асинхронные компонентные сигналы, а метод выравнивания по битам – переносить информацию о синхронизации по сети между точками объединения и разделения потоков каждого уровня иерархии в отдельности.

Таким образом, цифровые станции, подключенные по потоку E1, были синхронизированы в паре «ведущий-ведомый», но не были синхронны с генераторным оборудованием PDH. При добавлении звеньев «точка-точка» в цепочке последовательно соединенных мультиплексоров качественные характеристики синхросигналов значительно ухудшились. Увеличение числа проскальзываний при внедрении наложенных вторичных сетей передачи данных на сетях PDH привело к необходимости синхронизации первичных мультиплексоров и оконечного оборудования данных [1].

С развитием цифровых технологий коммутации возникла потребность в синхронизации сети телефонных станций ЦАТС с цифровой транспортной сетью. Это стало возможным при реа-

		1980 г.	1990 г.	2000 г.	2010 г.	2015 г.
Доминирующая сетевая технология		Цифровые сети		Синхронные цифровые сети	Сети широкополосного доступа	Мультисервисные сети
Услуга		Голос		Голос + Данные	Голос + Данные + Мультимедиа	
Скорость передачи		2 Мбит/с	140 Мбит/с	155 Мбит/с	2,4 Гбит/с	10 Гбит/с
Системы передачи		SDH		NSDH/WDM/OXC/GbE		OTN/SyncE/CZI
Сигнализация		SS7/IN ISDN/B-ISDN		SIGTRAN/MEGACO ISDN/B-ISDN	ALL-IP signaling (MEGACO/SIP/H.323)	
Транспорт		BPK / Коммутация каналов		IP/ATM / Коммутация	IP/ATM / Маршрутизация	IP/MPLS (Маршрутизация LDP)
Абонентская сеть доступа		Медная 2-х проводная цепь (2W)		2W/ dial-up	2W/ xDSL/DOCSIS	2W/xDSL/ Ethernet/PON/FLC
Характерные черты подсистемы синхронизации		Центральный первичный эталонный генератор ПЭГ Распределение на основе потоков E1 Тактовые частоты от 3Г имеют разную фазу Безыбыточная Защита 1: N	Распределенные первичные базовые источники (PRS) Генераторы типа G.812 I, II, V или VI фильтрация / режим Holdover Удаленное управление восстановлением синхронизации через указатели полезной нагрузки SDH Созданные временные сегменты (кластеры)	TCC PRC+GPS ToD, NTP / PTP / UTC Удаленное управление Транспортная технология NGN создает еще большее количество временных «островов» Сетевой мониторинг, управление, безопасность Защита 1 + 1	Kогерентные сети PRTC (ePRTC) Частотная, фазовая и временная синхронизация Защита 1 + N 1PPS, ToD, NTP4 / PTPv2 / UTC Виртуальные выделенные сети синхронизации	

Этапы развития подсистем синхронизации телекоммуникационной транспортной сети

лизации подсистемы тактовой сетевой синхронизации (TCC) в оборудовании синхронной цифровой иерархии SDH. Помимо TCC непрерывность распространения сигналов синхронизации от высокостабильного опорного первичного эталонного генератора ПЭГ осуществлялась через сеть поддерживающих ведомых задающих генераторов ВЗГ до генераторного оборудования сетевого узла. Кварцевые генераторы в оборудовании сетевых узлов могли формировать довольно точные опорные сигналы, но вместе с тем в процессе эксплуатации они подвержены старению и влиянию температуры. Однако, получая сигнал от ПЭГ, генератор местного узла подстраивает свою частоту, обеспечивая узел качественными высокостабильными сигналами.

Реализация на сети иерархического принципа распространения на основе цепочки «ведущий-ведомый» позволила поддерживать в каждом сегменте сети равенство частот генераторов, причем фазы узловых генераторов по отношению друг к другу в различных точках сети могли отличаться. Это обусловлено как дрейфом фазы генераторов, так и временем распространения сигналов

частотной синхронизации от ПЭГ до потребителей.

Увеличение объемов передаваемых данных способствовало развитию пакетных технологий. Традиционно сети на основе Ethernet используют оборудование с кварцевыми генераторами, которые работают в режиме свободных колебаний и обеспечивают относительную точность формирования частоты сигналов в пределах  $\pm 100$  ppm (parts per million – миллионные доли). К ним не предъявляются требования по долговременной стабильности частоты, так как асинхронные данные передаются пакетами и могут быть помещены в буфер. По этой же причине не нужна согласованность частот генераторного оборудования различных звеньев.

Технология обычного Ethernet напоминает технологию PDH. Однако следует отметить, что физический уровень Ethernet не может быть использован для передачи сигнала синхронизации от опорного генератора, как при технологии SDH. Для поддержки многих приложений, требующих взаимодействия в режиме реального времени, разработаны специальные технологии и протоколы, например RTSP-потоковый протокол реального времени.

Протокол реализуется на уровне приложений в соответствии с базовой эталонной моделью взаимодействия открытых систем OSI и используется для синхронизации процессов при передаче мультимедийных данных.

Пакетные технологии, имея более широкие возможности в реализации услуг, предопределили конвергенцию сетевых технологий и вызвали необходимость пересмотра подходов к построению подсистемы синхронизации телекоммуникационных систем.

Кардинально модернизируемая система TCC должна поддерживать функционирование распределенных систем реального времени, обеспечивая их точными и стабильными частотами с постоянным соотношением фазового сдвига, сигналами точного времени с привязкой к требуемой шкале времени. Система сетевой синхронизации должна поддерживать распространение сигналов частотной, фазовой и временной синхронизации.

Основными возможными способами решения этой проблемы являются следующие.

Первый способ – развитие существующей системы TCC на основе линейных сигналов волоконно-оптических систем синхрон-

ной цифровой иерархии. Такие системы широко развернуты и поддерживаются, обеспечивают распространение частотной синхронизации, необходимой для ЦСП. Однако они имеют проблемы с распространением сигналов фазовой и временной синхронизации, а также сигналов единого времени. При строительстве сетей на основе WDM требуется выделение волнового канала под SDH и установка мультиплексоров для выделения сигналов синхронизации.

Второй – внедрение спутниковых технологий, создание с помощью глобальных спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС/GPS единого координатно-временного пространства, позволяющего на всей сети ОАО «РЖД» реализовать надежный механизм интеграции и синхронизации различных прикладных информационно-управляющих систем в основных видах деятельности компании [2].

Глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС/GNSS), такие как ГЛОНАСС/GPS, были развернуты для обеспечения точного определения местоположения и привязки по времени в любом месте на земле. При этом каждая базовая станция и контроллеры базовых стаций имеют приемник GNSS. Из передаваемой информации о времени приемник может получить синхросигнал, ко-

торый удовлетворяет всем самым строгим требованиям, причем как для частотной, так и для фазово-временной синхронизации.

Технология GNSS идеально подходит в качестве первичного источника синхронизации фазы и частоты в силу своей абсолютной точности, глобальной географической доступности и отсутствия промежуточных транзитных звеньев на пути распространения сигналов. Однако GNSS-приемники восприимчивы к воздействию случайных помех, спутнику, преднамеренной подмене сигнала от спутника сигналом от незаконных источников. Временные кабельные задержки и помехи, воздействующие на сигнал, поступающий от антенны, установленной на крыше, до приемника, могут существенно снизить качество сигналов синхронизации.

Третий – использование технологии синхронного Ethernet – SyncE (Synchronous Ethernet), которая, как и SDH, поддерживает непрерывную передачу частотной синхронизации до ведомого генератора на физическом уровне. Более высокая скорость передачи битов с помощью унифицированных тактовых импульсов способна удержать колебания генераторного оборудования под контролем и обеспечить долговременную стабильность опорной частоты. Нестабильность задающих генера-

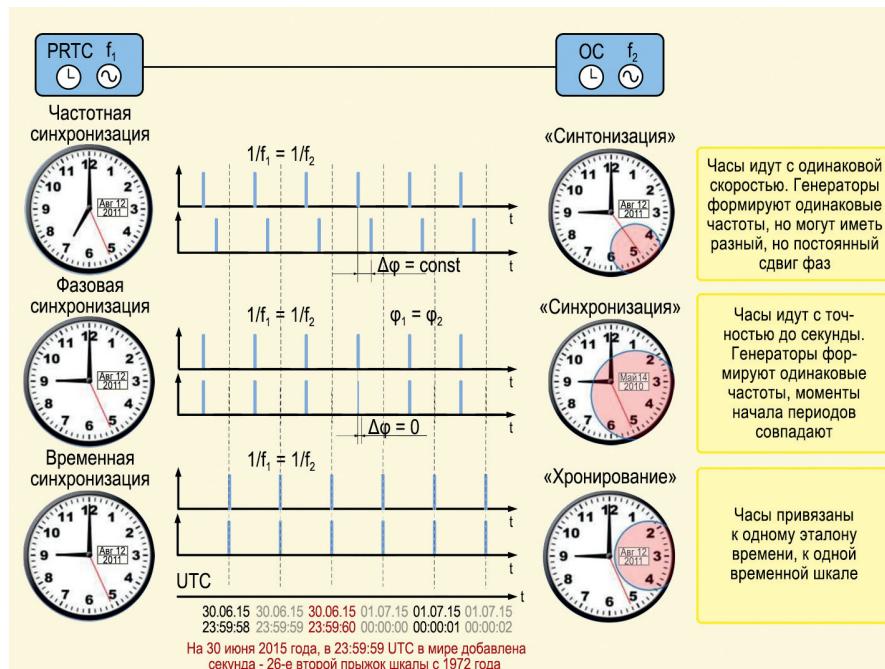
торов является основной причиной ошибок и неудовлетворительного качества обслуживания QoS.

Ключевой проблемой для применения технологии SyncE является определение механизмов, необходимых для достижения межсетевого взаимодействия между оборудованием SDH и SyncE, чтобы они могли функционировать в единой сети ТСС. Такие механизмы и процедуры изложены в основном в трех рекомендациях ITU-T: G.8261, G.8262 и G.8264. [3, 4, 5].

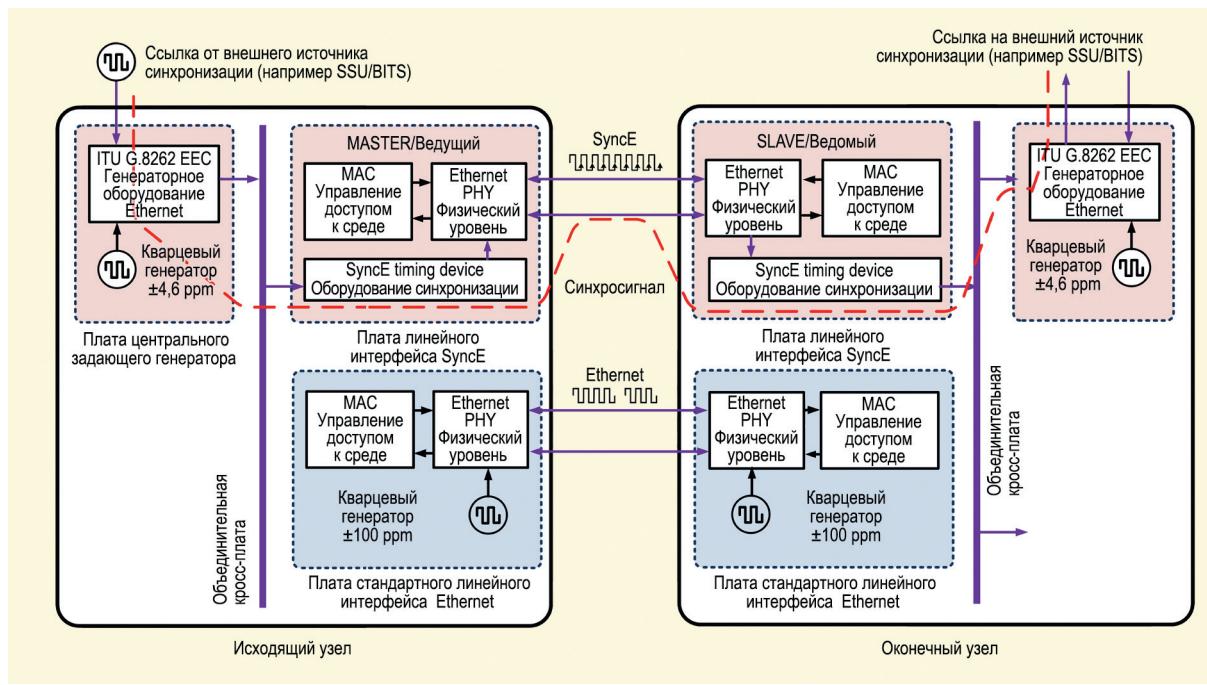
Рекомендация ITU-T G.8261 рассматривает вопросы распределения частотной синхронизации в пакетных сетях на основе Ethernet. Расширение сети синхронизации на базе сетевого оборудования синхронного Ethernet позволяет вернуться к прежней концепции построения сети ТСС. Синхронизация для SDH может переноситься через Ethernet и наоборот.

Рекомендация ITU-T G.8262 определяет параметры и требования к ведомому генераторному оборудованию SyncE, совместимому с генераторным оборудованием SDH. Требования к генераторному оборудованию синхронного Ethernet основаны на рекомендациях ITU-T G.813 и определяются с точки зрения точности, передачи шума, характеристик в режиме удержания, помехоустойчивости и генерации шума. Благодаря синхронизации генераторного оборудования SyncE можно достичь целостности и прослеживаемости пути от ПЭГ до интерфейсов на окончном оборудовании.

Рекомендация ITU-T G.8264 расширяет возможности использования сообщения о статусе синхронизации SSM (Synchronization Status Message), описанном в рекомендации ITU-T G.707 для оборудования SyncE. Канал передачи сообщений синхронизации в сети Ethernet (ESMC) используется для распространения SSM через сеть SyncE. В SDH сообщение SSM переносится на фиксированные места внутри кадра, а в технологии Ethernet эквивалента фиксированного кадра нет. Поэтому механизмы для транспортировки SSM через SyncE реализуются с применением специального низкоскоростного протокола OSSP (Organization Specific Slow Protocol), который определен в IEEE 802.3ay.



Виды синхронизации при организации информационного обмена через пакетные сети



Синхронная архитектура Ethernet

В G.8264 определяются принципы распределения сообщений, сопровождающих синхронизацию генераторного оборудования в сети синхронизации, для обеспечения постоянной индикации уровня качества часов. Сообщения SSM с новым уровнем качества генерируются и отправляются немедленно при изменении статуса генератора. Сообщение SSM, закодированное в TLV (метод записи коротких данных в файлах и протоколах), представляет собой четырехбитовое поле, значение которого описано в рекомендации МСЭ-Т G.781.

Синхронный Ethernet является зрелой технологией частотного распределения сигналов синхронизации, которая была полностью стандартизована в МСЭ-Т. Она позволяет реализовывать простой межсетевой обмен синхросигналами с традиционными сетями синхронизации, например SDH, так как основана на тех же принципах.

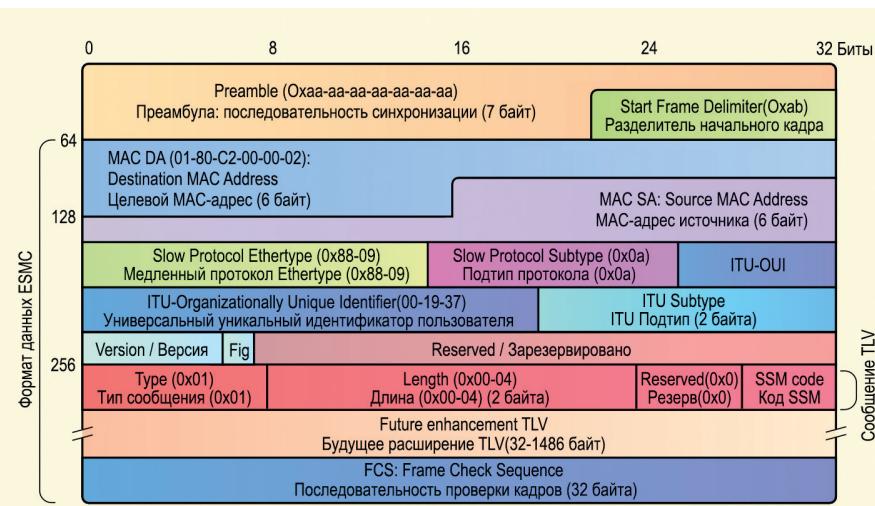
Требования по джиттеру и вандеру сигналов на выходе устройств соответствуют нормам TCC. Сдерживает активное использование этого способа необходимость наличия оборудования Ethernet, поддерживающего технологию SyncE на всем пути от ПЭГ до конечного потребителя. В составе такого оборудования могут быть порты обычного Ethernet, не транслирующего сигналы SSM,

что может стать причиной нарушений в распространении сигналов синхронизации при автоматических переключениях информационных потоков.

Еще один способ развития подсистем распространения сигналов синхронизации заключается в использовании пакетноориентированных ToP (Timing over Packet) технологий. Для обеспечения высокой точности синхронизации через сеть пакетной коммутации для телекоммуникационных нужд адаптирован точный протокол синхронизации времени PTP (Precision Time Protocol). Этот

протокол достаточно молодой, но сама технология передачи времени заимствована у протокола NTP (Network Time Protocol). Последний не дает точности, которая необходима для формирования тактовых частот современных ЦСП, и поэтому он остается хорошим средством для временной синхронизации, широко используемой в синхронизации серверов, распределенных баз данных и др.

Протокол PTP может быть ориентирован на поддержку передачи частотной, фазовой и временной синхронизации. Он позволяет реализовать возможности удержания



Блок данных протокола обмена синхронизацией Ethernet (ESMC)

синхронизации и поддержания точности генераторного оборудования в диапазоне суб-микро-секунд. В протоколе PTP введен специальный параметр — метка времени (Time Stamp). Эта метка указывает на время прохождения пакета через маршрутизатор. Кроме того, PTP обеспечивает поддержку формата сообщения для передачи информации ToD (Time of Day) и дает возможность синхронизировать все PTP-устройства с собственным корпоративным временем, с привязкой к эталонной временной шкале.

Передача сигналов синхронизации по пакетным сетям возможна через существующее неспециализированное оборудование. Однако наилучших характеристик удается достичь при применении на сети устройств с реализацией функций «Границы часов» T-BC (Telecom Boundary Clock) и «Прозрачных часов» T-TC (Telecom Transparent Clock), которые позволяют обрабатывать метки времени на физическом уровне (непосредственно на контроллерах Ethernet). Недостатки синхронизации на основе PTP предопределены природой пакетных сетей. Метки времени передаются на основе пакетов и подвержены всем сетевым событиям, таким как задержка пакетов, джиттер пакетов (определен случайным характером задержки) и потеря кадров. На точность установки фазы и момента времени влияет асимметрия распространения пакетов в сети.

Следует выделить в качестве отдельного направления развития систем синхронизации тенденцию на миниатюризацию эталонных

атомных стандартов частоты MAC (Miniature Atomic Clock) при снижении стоимости оборудования. Используемые в качестве эталонных источников сигнала в ПЭГ атомные стандарты частоты основаны на эффекте атомного или молекулярного резонанса. В MAC габаритные вакуумные резонансные лампы заменены маломощными высокостабильными полупроводниковыми лазерами с вертикальным резонатором.

При использовании MAC в качестве независимого источника частоты для узлового устройства SSU/BITS следующего поколения станет возможным приблизить эталонные опорные генераторы к потребителям, существенно снизив время доставки, и тем самым улучшить качество синхросигналов. Существующие образцы MAC обеспечивают типичные частотные характеристики с дрейфом не более  $\pm 2.5 \cdot 10^{-11}$  в течение дня на начальном этапе и старением до  $\pm 1 \cdot 10^{-9}$  в течение года эксплуатации [6].

Рассмотрев основные тенденции развития подсистем синхронизации, следует отметить особенности передачи сигналов синхронизации в оптических транспортных сетях OTN (Optical Transport Network). Реализованные на основе оборудования WDM, пришедшие на смену сетям SDH/SONET, они не нуждаются в сигналах синхронизации для своей работы. Однако для обеспечения качества обслуживания в сетях Ethernet или IP, которые полагаются на коммутацию пакетов, синхронизация времени очень важна, в том числе для широкополосной

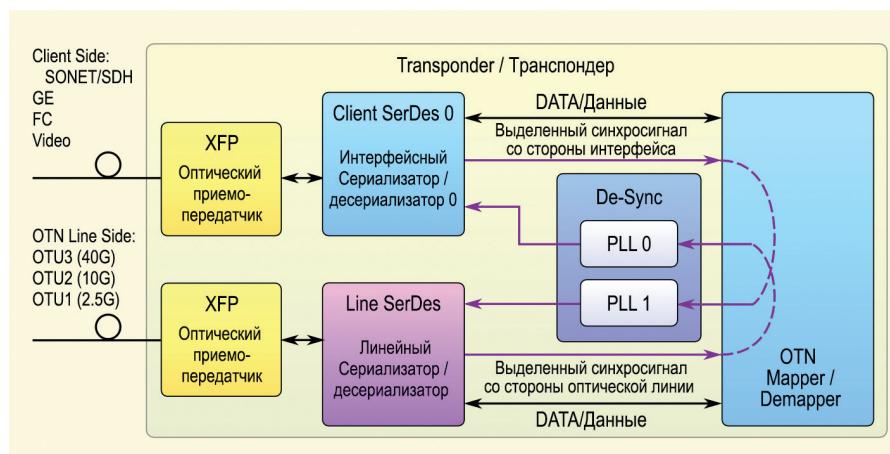
передачи данных мобильным пользователям. Чтобы обеспечить синхронизацию по сети, многие IP-маршрутизаторы в составе OTN разработаны с возможностью поддержки протокола точного времени PTP. Существует два основных метода поддержки PTP на маршрутизаторе в сочетании с OTN.

Первый метод заключается в прозрачной передаче меток времени PTP внутри потока данных, который переносится через OTN, например PTP-over-Ethernet-over-OTN. Преимущество этого метода заключается в том, что он не требует каких-либо функциональных возможностей поддержки протокола PTP в сети на основе пакетных технологий. Однако, чтобы избежать ухудшения качества распределенной синхронизации, требуется, чтобы передача сигналов имела симметричные задержки. Достижение симметричности задержки на разных волновых каналах и поддержание ее после переключения на другой волновой канал является довольно сложной задачей. Такой способ лучше всего подходит для приложений, где задержки являются постоянными и могут быть компенсированы.

Второй метод состоит в использовании служебных данных OTN. Точность распределенной по сети OTN синхронизации может быть весьма высокой, поскольку она не зависит от изменений задержки пакетов вследствие обработки потоков данных в маршрутизаторах.

Благодаря выделению сигналов синхронизации на OTN-транспондер и возможности трансляции этих сигналов далее по сети, может быть обеспечено высокое качество сетевой синхронизации. Характеристики сигналов синхронизации PTP-over-OTN в настоящее время стандартизируются исследовательской комиссией ITU-T.

Каждая из представленных альтернатив не может быть выбрана в качестве единственного направления развития подсистемы тактовой сетевой синхронизации на железнодорожном транспорте. Количество информационного обмена возрастает, внедряются технологии виртуализации информационных ресурсов, увеличивается количество взаимодействующих элементов, системы управления требуют повышения точности пространственно-временного обе-



Возможный вариант прохождения потоков синхронизации на физическом уровне в оборудовании OTN

спечения, сокращения времени на ожидание и согласование процессов в системах и подсистемах управления и автоматизации.

При создании высокоскоростной транспортной телекоммуникационной инфраструктуры требуется учитывать необходимость построения надежных, высокопроизводительных подсистем синхронизации. Основное предпочтение следует отдавать реализации передачи синхронизированных сигналов на физическом уровне волоконно-оптических систем передачи, обеспечивающих достаточную точность по частоте. При передаче синхроинформации о фазе необходимо ориентироваться на передачу сигналов 1PPS через GNSS или пакетно-ориентированные технологии на основе протокола RTP двустороннего действия. Решение этих и многих других задач в перспективе даст возможность перехода на когерентные сети с точностью установки фаз генераторного оборудования до 30 нс.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Брени С. Синхронизация цифровых сетей связи : пер. с англ. / С. Брени. М. : Мир, 2003. 417 с.

2. Стратегия инновационного развития ОАО «Российские железные дороги» на период до 2015 г. Белая книга ОАО «РЖД» / ОАО «Российские железные дороги» : утв. Советом главных инженеров ОАО «РЖД» 5.10.2010. М., 2010. 83 с.

3. Аспекты хронирования и синхронизации в пакетных сетях : рекомендация МСЭ-Т G.8262 1/Y.1361 (08/2013 г.) / Международный союз электросвязи. Женева : ITU, 2016. 107 с.

4. Характеристики хронирования ведомых тактовых генераторов оборудования синхронного Ethernet : рекомендация МСЭ-Т G.8262/Y.1362 (01/2015) / Международный союз электросвязи. Женева : ITU, 2016. 40 с.

5. Распределение сигналов синхронизации в пакетных сетях : рекомендация МСЭ-Т G.8264/Y.1364 (05/2014) / Международный союз электросвязи. Женева : ITU, 2016. 40 с. URL: <http://handle.itu.int/11.1002/1000/12192>.

6. Одномодовый лазер с вертикальным резонатором для миниатюрного атомного стандарта частоты / И.А. Деребезов, В.А. Гайслер, А.К. Бакаров, А.И. Торопов, М.М. Качанова, В.М. Энтин, И.И. Рябцев // IX Российская конференция по физике полупроводников : Полупроводники'09 : тезисы докладов, Новосибирск-Томск, 28 сент. – 3 окт. 2009 г. [Б.м.], 2009. С. 301.

7. Решение проблем синхронизации в IP-сети / А. С. Ванчиков, А. К. Канаев, В. В. Кренев // Автоматика, связь, информатика. 2011. № 3. С. 20–22.

УДК 621.396.931(0,75)

# СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ РАДИОСВЯЗИ



**ВОЛКОВ**  
Анатолий Алексеевич,  
Московский государственный  
университет путей сообщения  
Императора Николая II,  
кафедра «АТС на ж.д.»,  
профессор, д-р техн. наук



**МОРОЗОВ**  
Максим Сергеевич,  
Московский государственный  
университет путей сообщения  
Императора Николая II,  
кафедра «АТС на ж.д.»,  
аспирант

**Ключевые слова:** делитель частоты, помехоустойчивость, частотная модуляция ЧМ, полоса частот, пик-фактор, клиппирование

**Аннотация.** Предложено существенное увеличение помехоустойчивости железнодорожной радиосвязи, использующей частотную модуляцию, путем деления полосы частот модулирующего сигнала. Представлена схема простейшего устройства, предназначенного для восстановления полосы частот речевого сигнала (РС) на приемной стороне.

■ Одной из отличительных особенностей железнодорожного транспорта является наличие высокого уровня помех, что негативно влияет на работу средств поездной и станционной радиосвязи. К тому же в железнодорожной радиосвязи до сих пор используется узкополосная аналоговая частотная модуляция (ЧМ). В связи с этим помехоустойчивость железнодорожной радиосвязи не всегда оказывается достаточной, что может отрицательно сказаться на безопасности движения поездов. Рассмотрим способ, с помощью которого можно исключить этот недостаток.

Помехоустойчивость аналоговых систем радиосвязи определя-

ется обобщенным выигрышем  $g'$ , [1], который для ЧМ выглядит как

$$g' = 3 \frac{m^2}{k_n^2}, \quad (1)$$

где  $m$  – индекс ЧМ,  $k_n$  – пик-фактор модулирующего (речевого) сигнала.

При этом  $m$  зависит от отношения девиации частоты  $\Delta f_d$  к максимальной частоте модулирующего радиосигнала  $F_m = 3,4$  кГц, т.е.  $\Delta f_d / F_m$ . Таким образом, чтобы повысить выигрыш в помехоустойчивости, нужно либо уменьшить пик-фактор модулирующего сигнала, либо увеличить индекс ЧМ, либо сделать то и другое.

До сих пор добиваться выигрыша в помехоустойчивости удава-

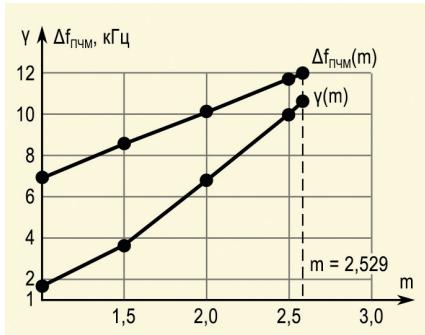


РИС. 1

лось только за счет уменьшения пик-фактора модулирующего сигнала, так как делать это за счет увеличения индекса ЧМ недопустимо из-за увеличения полосы частот [2]:

$$\Delta f_{\text{ЧМ}} = 2F_m (1+m). \quad (2)$$

Однако если частоту сигнала  $F_m$  вдвое уменьшить путем деления пополам полосы частот РС, то благодаря повышению индекса частотной модуляции можно увеличить выигрыш в помехоустойчивости, не выходя за заданную полосу частот.

Ранее одним из авторов статьи излагался способ деления полосы частот модулирующего РС в четное число раз [3, 4]. Этот способ был реализован программно и модернизирован. Используя его, определим, какой выигрыш в помехоустойчивости можно получить при делении частоты модулирующего сигнала на 2. Для этого сначала найдем выигрыш в помехоустойчивости при отсутствии деления частоты модулирующего сигнала при неизменном пик-факторе ( $k_n = \text{const}$ ). Для поездной радиосвязи  $F_m = 12 \text{ кГц}$  [5], девиация частоты  $\Delta f_d \leq 3 \text{ кГц}$ , а  $m = 0,764$ , и согласно (1) значение  $g' = 1,749 / k_n^2$ .

При делении полосы частот модулирующего сигнала на 2 индекс ЧМ увеличивается до 2,529 и  $g'_1 = 19,185 / k_n^2$ . При этом максимальный выигрыш в помехоустойчивости РС за счет деления пополам полосы частот модулирующего речевого сигнала увеличивается почти в 11 раз ( $19,185 / 1,749$ ). Вместе с этим следует отметить, что при глубоком амплитудном ограничении (клиппировании) радиосигнала максимальный выигрыш в помехоустойчивости модулирующего сигнала составляет 4,33 раза [5].

Такой значительный выигрыш в помехоустойчивости РС не обязателен, и его можно несколько сократить за счет уменьшения индекса ЧМ, вследствие чего уменьшится полоса частот. В результате вместе с повышением помехоустойчивости будет иметь место экономия частотного ресурса и повышение частотной эффективности. При этом следует напомнить, что дефицит частотного ресурса – основная проблема в радиосвязи. Количественная сторона зависимости выигрыша в помехоустойчивости  $\gamma$  и частотной эффективности  $\Delta f_{\text{ЧМ}}$  от индекса ЧМ показаны на рис. 1.

Отметим также, что для станционной радиосвязи (СРС) расчеты показали, что значение максимального выигрыша в помехоустойчивости увеличилось не в 11, а в 6 раз, поскольку полоса частот в СРС не 12, а 18,8 кГц.

Для восстановления частот речевого сигнала на приемной стороне предложена простейшая схема (рис. 2), состоящая из последовательно соединенных перемножителя сигналов и квадрато-ра с ФНЧ на его выходе, а также генератора вспомогательной несущей частоты, подключенного

ко второму входу перемножителя. Перемножитель и квадратор выполнены на кольцевом балансном модуляторе. Кроме того, использованы трансформаторы ТР1 и ТР2 типа ISDN B78386-P1116-A, резисторы СF-100, конденсаторы K10-17A H90, в мостовых схемах диоды типа 1N4002. Возможно применение аналогов.

Работа схемы происходит следующим образом. На один вход первого кольцевого балансного модулятора поступает низкочастотный сигнал с выхода приемника, на второй – вспомогательная несущая с генератора. На выходе первого кольцевого балансного модулятора происходит перемножение сигнала с несущей. В результате полученный перемноженный сигнал во втором кольцевом балансном модуляторе возводится в квадрат. Поскольку коэффициент трансформации ТР2 равен 2, то:

$$u_n^2(t) = [\cos(\omega - 0,5\Omega)t + \cos(\omega + 0,5\Omega)t]^2 = \cos 2\Omega t + \text{в.ч.}$$

ФНЧ (RC-цепочки) выделяет только полезный сигнал  $\cos 2\Omega t$  и устраняет все высокочастотные составляющие, а постоянные составляющие исключаются разделительным конденсатором  $C_p$ .

Таким образом, с помощью предложенного способа деления полосы частот модулирующего сигнала возможно значительное повышение помехоустойчивости и частотной эффективности железнодорожной радиосвязи с возможностью восстановления исходного сигнала на приемной стороне.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Теория передачи сигналов : учебник / А.Г. Зюко, Д.Д. Кловский, Л.М. Финк, М.В. Назаров. М. : Радио и связь, 1986. С. 207–209, 220.
2. Фомин А.Ф., Ваванов Ю.В. Помехоустойчивость систем железнодорожной радиосвязи. М. : Транспорт, 1987. С. 43–46.
3. Волков А.А. Метод принудительного деления полосы частот речевого сигнала // Электросвязь. 2008. № 11. С. 48–50.
4. Способ деления полосы частот передаваемого сигнала и устройство для его осуществления : пат. 2259632 Рос. Федерация, МПК Н 04 В 1/66 / Волков А.А.; правообладатель Московский гос. университет путей сообщения (МИИТ). № 2004108237/09, заявл. 24.03.2004 ; опубл. 27.08.2005, Бюл. № 24 ; приоритет 24.03.2004 (РФ).
5. Волков А.А., Кузюков В.А., Морозов М.С. Помехоустойчивость радиосвязи при клиппировании балансно-модулированного РС // Мир транспорта. 2015. № 5. С.80–84.

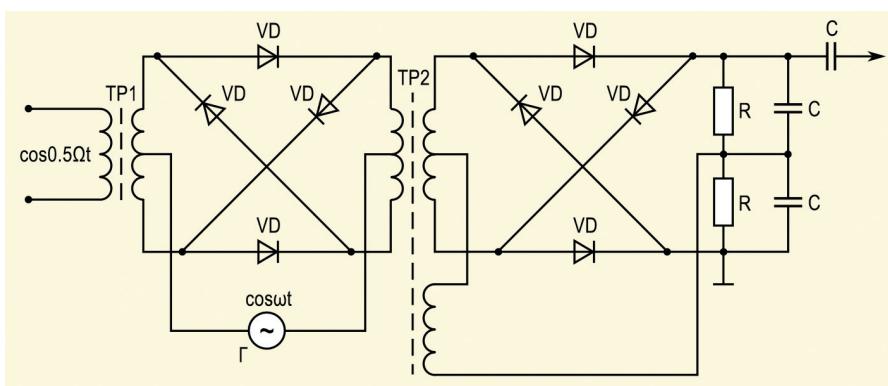


РИС. 2

# КАКИМ ДОЛЖЕН БЫТЬ СТРЕЛОЧНЫЙ ПЕРЕВОД?

В этом году в режиме видеоконференции состоялся Научно-технический совет ОАО «РЖД» по теме «О сферах применения стрелочных переводов». В нем приняли участие представители ЦДИ, Управлений пути и сооружений, автоматики и телемеханики, заводов-производителей и разработчиков стрелочной продукции и специализированной техники для укладки и перевозки стрелочных переводов, а также научных и проектных институтов и др.

На совете отмечалось, что в связи с развитием высокоскоростного и тяжеловесного движения при модернизации инфраструктуры взамен безнадежно устаревших, разработанных еще в прошлом столетии, изделий необходимо применять современные.

Нужны радикальные изменения требований к стрелочным переводам с учетом зарубежных достижений в этой области. В этих требованиях надлежит указать, что стрелка – это комплексное малообслуживаемое техническое средство, в состав которого входит в том числе электропривод. Очевидно, что и гарантитные обязательства поставщиков должны распространяться на всю рельсовую продукцию в комплексе без деления на крестовину, остряки и другие элементы.

Говорилось также о том, что сдерживающим фактором развития высокоскоростного движения являются именно станции. Скорость движения по их горловинам пока не может обеспечить заявленные вагонопотоки, особенно на восточном направлении. В связи с этим требуется решить задачу увеличения скорости движения по боковому ответвлению стрелок с 40 до как минимум 60–80 км/ч.

В этом вопросе нужны прорывные технологии, а не бесконечные модернизации устаревших технических решений. По результатам научно-технического совета нужно разработать документ, в котором будут сформулированы технические требования компании к инновационному продукту.

В течение ближайших пяти-шести лет в компании должен появиться «умный» стрелочный перевод, при внедрении которого реализуются функции автоматического контроля всех необходимых параметров с передачей информации в системы диагностики.

Был затронут также вопрос каталогизации продукции. Сейчас каждый завод использует свою маркировку, что затрудняет получение необходимых сведений как о нем самом, так и о технических особенностях выпускаемых изделий и др.

Уже идет процесс создания каталога нормативной документации компании. В этом году планируется разработать около 2,6 тыс. документов с 12-значным номером, в каждой цифре которого зашифрованы сведения о том, к какому хозяйству он относится, на основании какого нормативного документа он выполнен и др. То же самое планируется реализовать и в конструкторской документации.

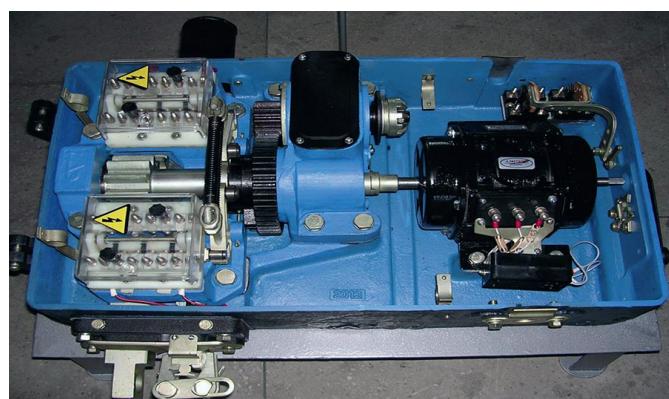
Подчеркивалось также, что нужны обобщенные данные о фактических расходах на содержание стрелочных переводов различных марок по хозяйствам

пути и сооружений, автоматики и телемеханики. Без этих данных невозможно задать показатели жизненного цикла.

По завершении докладов, касающихся вопросов разработки, производства и применения новых стрелочных переводов для организации в том числе тяжеловесного и высокоскоростного движения, участники НТС были проинформированы о том, что сделано в части создания современных технических средств ЖАТ.

С докладом о положении дел в области разработки и производства современных стрелочных электроприводов выступил главный инженер проекта РОАТ МГУПС (МИИТ) Е.Ю. Минаков. Он отметил, что на сети дорог успешно эксплуатируются несколько типов современных электроприводов, предназначенных для установки на стрелке как традиционным способом (консольная на фундаментальных угольниках), так и в полом металлическом брусе («привод-шпала»). Все их элементы, подверженные трению, изготовлены с применением износостойких самосмазывающихся композиционных материалов. Фрикционные муфты на базе металлокерамических дисков не требуют постоянной жидкой смазки, а автопереключатели на базе контактора (СП-6М-КМ и СП-10) или герметизированных контактов (герконов) в составе СП-6МГ позволяют исключить регулировку контактных элементов во время проведения регламентных работ.

Применение таких технологий дает возможность увеличить периодичность проверки внутреннего состояния электроприводов как минимум в три раза, а СП-6МГ – до двух раз в год.



Стрелочный электропривод СП-6М-КМ



Стрелочный электропривод невзрезного типа СП-10

Стрелочные электроприводы типа СП-12Н и СП-12К предназначены для установки на стрелках, оборудованных внешними замыкателями. Они обеспечивают заданную величину зазора между остряком и рамным рельсом (подвижным сердечником крестовины и усиковом) с их надежным запиранием вне зависимости от степени отклонения рамного рельса при следовании поезда по стрелке. Это позволяет применять такие электроприводы при организации движения поездов по стрелкам со скоростями до 200 км/ч.

На сети дорог успешно эксплуатируются также электроприводы ВСП-150 и ВСП-220 аналогичной конструкции, которые тоже применяются в комплекте с внешними замыкателями и обеспечивают скоростной режим до 300 км/ч.

На скоростных участках дорог (до 160 км/ч) устанавливаются электроприводы в полом металлическом брусе (шпальном исполнении), что обеспечивает механизированную выправку стрелочного перевода без демонтажа его элементов. К ним относятся отечественные стрелочные электроприводы типа СПМ-150 без контрольных и рабочих тяг. В их составе есть устройства контроля и диагностики технического состояния, а также автопереключатели контактного или бесконтактного типов.

Аналогичную конструкцию и характеристики имеет электропривод типа EBISwitch 2000, который, как и СПМ-150, требует проверки внутреннего состояния всего два раза в год.

В связи с большой номенклатурой выпускаемых электроприводов докладчик отметил необходимость разработки концепции построения комплекса переводных, замыкающих и контрольно-диагности-

ческих устройств стрелочных переводов с учетом способа установки электропривода (консольной или в полом металлическом брусе). Нужны единые технические и эксплуатационные требования к конструкции стрелочного перевода с учетом специфики его применения, места установки и других особенностей.

В этих нормативных документах должно быть прописано, что при разработке стрелочных переводов для линий скоростного и высокоинтенсивного движения, а также участков с обращением тяжеловесных составов нужно предусматривать установку дополнительных замыкающих устройств (внешних замыкателей) и межстяжковых соединительных тяг для обеспечения совместного перевода остряков.

Развивая тему методов построения и технической эксплуатации комплекса переводных, замыкающих и контрольно-диагностических устройств стрелочных переводов, начальник конструкторского отдела ГТСС – филиала АО «Росжелдорпроект» **А.Е. Кулешов** рассказал о перспективных разработках института.

При организации высокоскоростного движения на сети дорог широко применяется конструкция переводных и замыкающих устройств стрелочных переводов в полом металлическом брусе. Наряду с существенными преимуществами она, тем не менее, имеет ряд неудобств с точки зрения организации процесса обслуживания. Они заключаются в том, что зоны расположения регулируемых контрольных тяг и кляммерных узлов сильно стеснены, что создает некоторые сложности.

Решить данную проблему можно за счет исключения контрольных тяг, функцию которых предлагается реализовать, отслеживая запертое положение кляммеры внешнего замыкателя. Включение элементов контроля в конструкцию внешнего замыкателя даст возможность получать информацию не только о факте прижатия остряков, но и о состоянии несущих элементов внешнего замыкателя в целом. К ней относятся сведения о запирании кляммеры и ведущей планки, имеющей в своем составе предохранительные упоры.

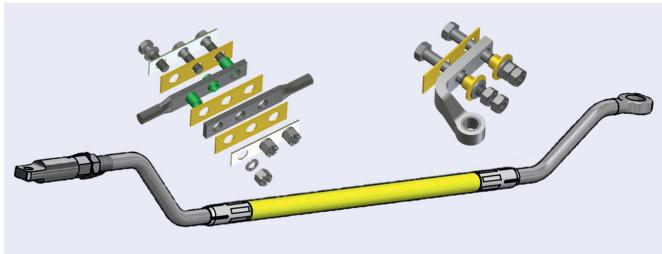
В целях сокращения эксплуатационных расходов, повышения ресурса и улучшения эргономики переводных и замыкающих устройств ГТСС планирует разработать модернизированные стрелочные гарнитуры для типовых стрелочных переводов, в составе которых будут контрольные тяги с необслу-



Стрелочный электропривод невзрезного типа СП-6МГ



Стрелочный электропривод типа СПМ-150



Гарнитура для типовых стрелочных переводов, оснащенных контрольными тягами с необслуживаемой вставкой из полимерного материала

живаемой вставкой из диэлектрического материала. Такая конструкция позволяет отказаться от периодического осмотра, контроля и замены наборной изоляции контрольных серег.

Планируется также разработка и постановка на производство комплекта модернизированных регулируемых рабочих тяг для перекрестных стрелочных переводов. Это решение даст возможность менять выработавшие свой ресурс рабочие тяги без замены всей гарнитуры в целом. Кроме того, применение узла регулировки сократит время на монтаж и последующее обслуживание в процессе эксплуатации.

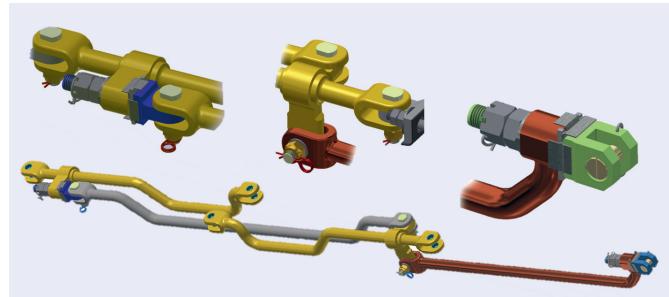
Комментируя выступления докладчиков, главный инженер ЦДИ Г.Ф. Насонов отметил, что уже завершена классификация железнодорожных линий и актуализация нормативной документации, касающейся процесса обслуживания устройств с ее учетом. Следующий этап – создание в том числе линейки типов стрелочных переводов, учитывающих особенности участков их применения (скоростное и высокоинтенсивное движение, следование тяжеловесных поездов и др.).

Нужны также стрелочные гарнитуры, которые давали бы возможность при укладке стрелочного перевода с пологими марками крестовин и четырьмя электроприводами вместо обычного значительно сократить сопутствующие расходы, которые зачастую превышают стоимость самого стрелочного перевода.

Сейчас при установке четвертого электропривода нередко приходится сдвигать соседний путь. Решить проблему можно применяя электроприводы шпального исполнения. Однако они пока не оснащены внешними замыкателями, которые должны применяться на скоростных участках, где как раз и требуется укладывать стрелочные переводы с пологими марками крестовин.

Кроме того, нужны устройства, которые, вписываясь в существующую инфраструктуру, смогут автоматически контролировать прижатый остряк. На сети дорог уже применяется система диагностики и контроля положения стрелочных переводов АБАКС-КС-С. Имея функции контроля величины фактического зазора между прижатым остряком и рамным рельсом, выявления предотказных состояний стрелочных переводов и др., она позволяет повысить безопасность движения поездов и создает условия для отказа от периодической проверки стрелок на плотность прижатия остряка к рамному рельсу. Помимо прочего, это дает возможность сократить время пребывания электромеханика в опасной зоне.

Создание варианта такой системы для контроля величины зазора между усовиком и подвижным сердечником крестовины позволит решить задачи



Комплект рабочих тяг для перекрестных стрелок

обеспечения безопасности движения поездов на скоростных участках.

Помощник генерального директора ОАО «ЭЛТЕ-ЗА» Н.А. Кияткин ознакомил участников совета с линейкой инновационных стрелочных электроприводов, выпускаемых заводами компании. Среди них невзрезные электроприводы СП-6МГ с усовершенствованной конструкцией автопереключателя на базе герконовых датчиков положения, СП-12Н и СП-12К, предназначенные для скоростных участков (до 200 км/ч), которые устанавливаются на стрелках, оборудованных внешними замыкателями остряков с рамными рельсами и подвижных сердечников крестовин с усовиком.

В целях импортозамещения на заводах компании локализовано производство современной зарубежной продукции. Выпускаются два вида систем контроля прижатия остряка к рамному рельсу и подвижного сердечника к усовику EBISwitch 100 (в консольном исполнении и для установки внутри колеи), а также два вида стрелочного электропривода EBISwitch 2000 шпального исполнения (для управления остряками стрелки и подвижными сердечниками крестовин). Таким образом, компания готова предложить законченное техническое решение для комплекса переводных и замыкающих устройств.

Модульное построение таких электроприводов, позволяющее заменить любой компонент менее чем за 15 мин, встроенная система мониторинга с автоматическим контролем работы устройства и фиксацией параметров, предшествующих отказу, а также высокое качество заводской готовности дает возможность в три раза снизить материальные и трудовые затраты в процессе эксплуатации. При их внедрении не требуется менять действующий кабель



Электроприводы EBISwitch 2000 на стрелочном переводе с маркой крестовины 1/11

и отпадает необходимость в регулярном измерении усилия перевода, которое изначально задается встроенным программным устройством.

С внедрением стрелочных переводов с пологими марками крестовин появилась необходимость синхронизации работы электроприводов, задействованных в процессе перевода. Такая задача успешно решается при внедрении EBISwitch 2000. Преобразователь частоты, являющийся частью этого стрелочного электропривода, обеспечивает синхронность движения и не перегружает механическую конструкцию стрелочного перевода. Этот факт подтвержден в процессе опытной эксплуатации на испытательном полигоне ВНИИЖТа в Щербинке, а также опытом применения за рубежом, где такие электроприводы работают на стрелочных переводах с марками крестовин до 1/47.

Докладчик отметил, что отсутствие нормативной базы, необходимой для оптимизации технического обслуживания представленных электроприводов, не позволяет использовать все их преимущества в полном объеме. Очевидно, что необходимо актуализировать технологические карты обслуживания с учетом внедрения современных типов устройств.

В своем выступлении эксперт Центра организации скоростного и высокоскоростного сообщения ОАО «РЖД» **Н.Н. Балуев** высказал мнение, что переводные и замыкающие устройства необходимо разрабатывать или адаптировать одновременно с разработкой стрелочных переводов непосредственно в условиях стрелочного завода. Существующее положение дел, когда эти устройства приспособливают к серийно поставляемому на дороги стрелочному переводу, нельзя назвать удачным. Подтверждением тому может служить опыт внедрения и эксплуатации стрелочных переводов проекта 2956 и 2968 на скоростной магистрали Санкт-Петербург – Москва.

Отмечалось, что сейчас как при новом проектировании и строительстве, так и при замене стрелочных переводов не в полной мере учитываются такие перспективные направления, как применение электроприводов шпального типа, обеспечивающих механизированную выправку стрелочных переводов. Представляется целесообразным внести в соответствующие нормативные документы требование об обязательном внедрении таких электроприводов на стрелках главных и других путей станций, по которым задаются поездные маршруты. В первую очередь это касается участков со скоростным и высоконтенсивным движением.

Недостаточно активно внедряются также стрелочные гарнитуры с внешними замыкателями и крестовины с непрерывной поверхностью катания.

Чтобы повысить эффективность перевозочного процесса, необходимо увеличить скорость следования поезда с отклонением по стрелочному переводу. К сожалению, эта задача решается медленно. Оставляют желать лучшего темпы внедрения стрелочных переводов с крестовинами марки 1/18. Еще не закончена разработка стрелочного перевода с крестовиной марки 1/14, реализация которой позволит увеличить указанную скорость без масштабной реконструкции горловин станций. Для четкого понимания перспектив их внедрения, а также решения обозначенных ранее задач целесообразно иметь соответствующие долгосрочные программы.

Кроме того, сдерживающим фактором является противоречие отдельных нормативных документов в части применения терминов «сквозной пропуск», «безостановочный пропуск», «путь для безостановочного пропуска». В рамках решения этой проблемы целесообразно внести в них необходимые изменения или дополнения.

Внимание участников было обращено на тот факт, что как в дистанциях пути, так и в дистанциях СЦБ в течение нескольких лет не в полной мере используется технология оценки качества содержания стрелочных переводов и переводных устройств, основанная на измерении фактического усилия стрелочного электропривода с помощью устройства УКРУП. Н.Н. Балуев выразил мнение о том, что нужно на уровне Управлений автоматики и телемеханики, пути и сооружений признать измерение в этих целях токов перевода и фрикции при работе электропривода недостаточно информативным и не отвечающим требованиям времени. Нужно актуализировать Указание МПС России от 4 апреля 1996 г. № Г-304у «О введении технологии измерения усилий перевода стрелок и крестовин» и подготовить соответствующее распоряжение ОАО «РЖД».

В выступлении начальника отделения автоматики и телемеханики ПКБ И. В. Новикова отмечалась потребность в комплектации вновь разрабатываемых изделий эксплуатационной документацией (руководством по эксплуатации, нормами расхода материалов и запасных частей и др.) и расчетами прогнозной стоимости жизненного цикла. Это даст возможность своевременно разрабатывать нормативную документацию по техническому обслуживанию и ремонту в процессе эксплуатации и оценивать эффективность применения новых изделий по сравнению с существующими.

На научно-техническом совете было принято решение о необходимости обеспечения поставки на сеть дорог вновь разработанных стрелочных переводов только в комплекте со стрелочными гарнитурами и электроприводами.

В соответствии с ним в первом полугодии следующего года должна быть рассмотрена реализация перспективных НИОКР по разработке новых технологических процессов сборки и укладки стрелочных переводов, обеспечивающих сокращение продолжительности «окон» и повышение производительности труда с учетом выполнения работ по установке электроприводов в шпальном исполнении.

К этому времени должны быть разработаны технические требования к перспективным проектам стрелочных переводов в соответствии с их модельным рядом. В них следует включить пункты о применении узлов скреплений с упругим клеммами и возможностью регулировки ширины колеи, электроприводов шпального типа и гарнитур с «утопленными» тягами, а также электропривода, позволяющего регулировать шаг остряка (регулируемый ход шибера). Внедрение таких технических решений должно сопровождаться нормативной документацией, узаконивающей увеличение периодичности выполнения работ по техническому обслуживанию стрелочного перевода и проверке стрелок на плотность прижатия остряка к рамному рельсу (подвижного сердечника крестовины к усиковому).

**ЖЕЛЕЗНЯК О.Ф.**

# ОРИЕНТАЦИЯ НА ОБЪЕДИНЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛОВ

В апреле в Москве на базе Центра научно-технической информации и библиотек в рамках информационно-выставочной деятельности транспортных вузов состоялось заседание круглого стола «Современные системы ЖАТ, перспективы развития систем управления движением поездов». Его организатором выступил Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I. В числе участников были представители ОАО «РЖД», Центра организации скоростного и высокоскоростного сообщения, ОАО «ЭЛТЕЗА», ГУП «Московский метрополитен», международной ассоциации метрополитенов, АО «Мосгипротранс», АО «Мосинжпроект», АО «МосметроГипроТранс», а также Департамента строительства Москвы. В ходе круглого стола участники говорили о необходимости формирования единой концепции развития железнодорожной автоматики. В частности, шла речь о целесообразности объединения научного потенциала и опыта отраслевой науки, разработчиков, производителей на базе ПГУПС для эффективной реализации инновационных проектов.

Приветствуя участников встречи, проректор ПГУПС по научной работе **Т.С. Титова** подчеркнула, что в стенах именно этого университета зарождалась российская транспортная наука. Настоящее и будущее вуза связано с разработкой передовых технологий и внедрением их на объектах ОАО «РЖД».

Сегодня в учебном заведении готовят высококвалифицированных специалистов для железнодорожной отрасли. Мощным научным потенциалом обладает кафедра «Автоматика и телемеханика на железных дорогах». В настоящее время в профессорско-преподавательском коллективе 165 сотрудников, из которых 6 профессоров – докторов наук и 16 кандидатов технических наук. Заведующий кафедрой, профессор, доктор технических наук **А.Б. Никитин** рассказал об ее структуре и деятельности, организации подготовки специализированных кадров.

Он сообщил, что на базе кафедры организовано несколько исследовательских подразделений: центр компьютерных железнодорожных технологий, испытательный центр средств ЖАТ, научно-технический центр систем автоматизации проектирования, научно-исследовательские лаборатории «Автоматизация технического обслуживания, диагностики и мониторинга», «Функциональная диагностика» и др.

За годы существования вуза ученыe кафедры предложили немало разработок, в числе которых первая система релейной централизации, электронная система централизации на бесконтактной элементной базе, современные микропроцессорные системы. Они участвовали в создании комплексной автоматизированной системы диспетчерского управления КАС ДУ, которая эксплуатируется на линиях Петербургского, Екатеринбургского, Нижегородского, Самарского и Минского метрополитенов.

Яркий пример эффективного применения научно-технических работ – микропроцессорная система управления нового поколения

МПЦ-МПК, позволяющая осуществлять бесконтактное управление стрелками и светофорами на программном уровне. Сегодня она широко используется на сети ОАО «РЖД», на промышленных предприятиях, а также на станциях и в электроредепо Петербургского метрополитена. Система строится по индустриальному принципу. Конструктивы отлаживаются при тестировании на производстве и монтируются на объекте с помощью унифицированных кабельных соединителей на типовых разъемах. Благодаря этому существенно сокращены сроки внедрения этой системы.

Сотрудники кафедры также являются авторами эффективных



Президиум заседания круглого стола

технических решений, связанных с системами электропитания микро-процессорных комплексов ЖАТ.

Инженер **В.А. Вялушкин** сообщил о компактном устройстве бесперебойного питания, в состав которого включен рективектор – это комбинированный преобразователь, работающий в режиме «кондиционирования» сети. Он предлагается в качестве альтернативы действующим системам питания. Если параметры входного напряжения в норме, преобразование не осуществляется, в случае пропадания питающего напряжения подключается батарея.

При отказе одного из компонентов вся нагрузка перераспределяется на исправные элементы. Отказавший элемент можно заменить, не затрагивая монтаж и кабель, что позволяет избежать дополнительных затрат. Причем выполнить такую операцию может эксплуатационный персонал.

Помимо разработки технических средств, сотрудники кафедры активно участвуют в создании и внедрении обучающих комплексов для подготовки и переподготовки кадров. Практически в каждой дистанции СЦБ сегодня используется автоматизированная обучающая система АОС-ШЧ. Заместитель заведующего лаборатории «Автоматизация технического обслуживания, диагностики и мониторинга» **С.А. Куренков** рассказал об истории создания этой системы, о том, как она совершенствовалась.

Особенность современной версии обучающего комплекса состоит в том, что все данные системы хранятся на одном сервере и доступны сотрудникам ОАО «РЖД» с любого рабочего места. Сегодня система «обучает» персонал не только отыскивать, но и устранять отказы. Устройства в ней представлены в удобном для пользователя формате 3D. Это дает возможность электромеханику увидеть, где необходимо выполнять проверки. Недавно аналогичный программный тренажер предложен для обучения персонала пользованию измерительными приборами.

По сути, АОС-ШЧ позволяет автоматизировать функции преподавателя, что на сегодняшний день весьма актуально, поскольку дистанции СЦБ испытывают дефицит специалистов, которые могли

бы квалифицированно обучать персонал. Подобные обучающие комплексы разработаны также для метрополитенов. Они используются для занятий с «движущимися» и проверки их знаний.

Еще одно направление деятельности кафедры – разработка систем проектирования, ведения и использования технической документации. Создание автоматизированных систем позволяет «выдавать» проекты в отраслевом формате, благодаря чему значительно снижаются трудозатраты инженеров групп технической документации дистанций, служб и дорожных лабораторий.

Благодаря использованию отечественных графических редакторов вместо AutoCAD ежегодный экономический эффект в хозяйстве автоматики и телемеханики составляет десятки миллионов рублей.

В линейных подразделениях активно применяются системы, позволяющие максимально автоматизировать работу с технической документацией. Среди них система сверки принципиальных и монтажных схем, система поиска фрагмента схем, а также система распознавания, которая значительно ускоряет перевод технической документации в электронный формат. Следует отметить, что этой системой заинтересовались и производители технических средств ЖАТ. К примеру, главный инженер ОАО «ЭЛТЕЗА» **Е.А. Гоман** заявил, что на заводах объединения достаточно много документации, которой требуется такое «преобразование», а применение этой системы может заметно ускорить этот процесс. Кроме того, он сообщил, что производители нуждаются в поддержке науки, в частности в сфере схемотехнических решений, патентоведения, в области создания шпальных стрелочных электроприводов. В свою очередь, главный инженер заверил, что ОАО «ЭЛТЕЗА» готово оказывать всестороннюю поддержку новым проектам ПГУПС.

Эксперт Центра организации скоростного и высокоскоростного сообщения **Н.Н. Балуев** отметил, что целесообразно объединить потенциал российских разработчиков и компаний-производителей технических средств ЖАТ, чтобы они имели возможность сообща

рассматривать различные принципы их построения, обсуждать алгоритмы действия существующих и создаваемых систем ЖАТ, а также принимать обоснованные решения об их внедрении, выбирать производителей устройств и систем для конкретного объекта. По его мнению, подобная площадка для общения ведущих специалистов ЖАТ, конструкторов, проектировщиков, производителей вполне может быть организована на базе ПГУПС.

В своем выступлении Н.Н. Балуев также изложил основные направления развития железнодорожной автоматики. Среди ключевых направлений он назвал обеспечение кибербезопасности систем управления; совершенствование нормативной базы технических средств ЖАТ, в частности необходимость сертификации устройств и систем, подтверждающей их соответствие техническим требованиям и стандартам ОАО «РЖД»; переход от релейных и релейно-процессорных систем к микропроцессорным системам с единым программным обеспечением, за счет чего сократятся эксплуатационные расходы.

По мнению докладчика, в перспективе следует вместо системы числовой кодовой автоблокировки АБЧК применять систему автоблокировки с тональными рельсовыми цепями и централизованным размещением аппаратуры АБТЦ, интегрированную в микропроцессорную систему МПЦ на станции.

Целесообразно также взамен системы автоматической блокировки на перегонах перейти на преимущественное применение системы автоматической локомотивной сигнализации с подвижными блок-участками без проходных светофоров, что позволит при необходимости повысить пропускную способность участка. Перспективным проектом он также назвал создание шпальных стрелочных электроприводов.

В завершение заседания участники отметили важность формирования и проведения единой политики в сфере развития железнодорожной автоматики, а также то, что подобные мероприятия способствуют интеграции потенциала науки и производства, установлению диалога между ведущими специалистами ЖАТ.

**ВОЛОДИНА О.В.**

# ПЕРВЫЕ МПЦ В АЗЕРБАЙДЖАНЕ

ООО «Бомбардье Транспортейшн (Сигнал)» – первое международное совместное предприятие на российских железных дорогах, ставшее первопроходцем в части реализации современных микропроцессорных систем железнодорожной автоматики и телемеханики на постсоветском пространстве. Оно является лидером по объемам внедрения и уровню технологии и активно продвигает современную продукцию на сети железных дорог стран, объединенных колеей 1520. Результат деятельности совместного предприятия на сегодняшний день – это более 350 успешно функционирующих станций и 1,5 тыс. км автоблокировки на территории России, Белоруссии, Узбекистана, Казахстана, Туркменистана, Монголии, стран Балтии и Восточной Европы.

■ Одно из очередных достижений ООО «Бомбардье Транспортейшн (Сигнал)» в области внедрения передовых технологий – реализация первого этапа проекта модернизации системы управления движением поездов на железнодорожной линии Баку – Беюк-Кесик, являющейся частью международного коридора Баку – Тбилиси – Карс.



На правах рекламы

12 мая этого года в Азербайджане включены в эксплуатацию современные устройства ЖАТ на участке Союк-Булак – Салахлы.

Станции (40 стрелок) оборудованы системой микропроцессорной централизации МПЦ EBILock 950 с центральным процессором нового поколения R4N и интегрированными микропроцессорными системами автоблокировки, переездной сигнализации и счета осей. Аппаратная и программная части полностью адаптированы для эксплуатации на железных дорогах с шириной колеи 1520 мм и могут с успехом применяться при электротяге как постоянного, так и переменного тока. Внедрение МПЦ EBILock 950 позволяет повысить безопасность движения поездов и пропускную способность участка.

На двухпутном перегоне (6,8 км) реализована трехзначная автоблокировка АБСО-Е с централизованным размещением оборудования.

Свободность участков путей на станциях и перегоне контролируется посредством системы счета осей на базе контроллера ACE, интегрированного в типовую систему объектных контроллеров. Таким образом, станционное оборудование системы счета осей не требует отдельного интерфейса с центральным процессором МПЦ EBILock 950 – обмен информацией происходит с помощью типовых связевых устройств (концентраторов связи).

В автоматической переездной сигнализации АПС-Е контроль и управление исполнительными устройствами (сигнальными огнями переездных и заградительных светофоров, автошлагбаумами, средствами индикации о состоянии устройств у дежурного по переезду) осуществляется с помощью типовых объектных контроллеров, применяемых в МПЦ EBILock 950.

Внедрение этих современных микропроцессорных систем на участке Союк-Булак – Салахлы дает возможность в соответствии с целями проекта повысить скорость движения пассажирских поездов с 45 до 140 км/ч, а грузовых – с 30 до 80 км/ч.

**BOMBARDIER**  
the evolution of mobility

129344, Россия, Москва, ул. Летчика Бабушкина, вл. 1, стр. 2  
Тел.: 8 (495) 925-53-70/71/72, факс: 8 (495) 925-53-75  
E-mail: [bt.signal@rail.bombardier.com](mailto:bt.signal@rail.bombardier.com)  
[www.ru.bombardier.com](http://www.ru.bombardier.com)



**МАРКОВ**  
Александр Александрович,  
ОАО «РЖД», Горьковская  
дирекция инфраструктуры,  
начальник сектора развития  
и внедрения технических средств  
службы автоматики и телемеханики

# О ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОДЕРЖАНИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ

С целью оптимизации процесса проведения и оформления результатов комиссионных месячных осмотров (КМО), а также повышения качества контроля за устранением замечаний с октября 2015 г. на Горьковской дороге приступили к внедрению pilotного проекта подсистемы ЕК АСУИ КМО.

■ На текущий момент актуальной задачей является полноценный учет и анализ состояния объектов железнодорожной инфраструктуры. В связи с этим необходимо в рамках одной системы учитывать и контролировать все выявленные отклонения от норм содержания, в том числе при проведении комиссионных месячных осмотров.

В этих целях в рамках модификации системы ЕК АСУИ решаются задачи:

планирования и учета результатов проведения комиссионных месячных осмотров железнодорожных станций;

создания единого информационного хранилища данных о состоянии объектов инфраструктуры на станциях и выявленных неисправностях в рамках технологического процесса обслуживания объектов;

обеспечения ответственных пользователей инструментами контроля состояния объектов и своевременности устранения неисправностей, выявленных в ходе проведения КМО;

оценки состояния объекта инфраструктуры с помощью средств диагностики и натурных осмотров;

применения информации об отступлениях от норм содержания объектов инфраструктуры, зафиксированных натурными осмотрами и средствами диагностики (вагонами-лабораториями, путеизмерительными тележками и др.) для формирования плана осмотра;

контроля устранения замечаний путем отражения в производственной отчетности – журнале

учета выполненных работ на объектах СЦБ и связи (ШУ-2) и др.;

формирования и подписания электронной формы акта проведения комиссионного месячного осмотра.

Функционал подсистемы позволяет формировать планы осмотров, оформлять результаты осмотра, контролировать устранение неисправностей, подтверждать факт производства работ и анализировать результаты. При этом для подписания актов КМО каждый член комиссии использует квалифицированную электронно-цифровую подпись (ЭЦП), что позволяет перейти на безбумажные технологии ведения документации.

Изначально в качестве полигона внедрения были выбраны три станции – Нижний Новгород-Московский, Костриха и Починки. По результатам тестовых испы-

таний подсистему ЕК АСУИ КМО приняли в эксплуатацию на всем полигоне Горьковской дороги. В целях подготовки к тиражированию к ней дополнительно подключили 2019 пользователей и обеспечили средствами электронной подписи всех причастных сотрудников. Для подготовки персонала специалисты ИВЦ действовали средства дистанционного обучения и видеоконференцсвязи. Проводится также индивидуальный первичный инструктаж.

В течение первых девяти месяцев результаты комиссионных месячных осмотров на всем полигоне Горьковской дороги вводились и в АС КМО, и в ЕК АСУИ КМО. В дальнейшем было принято решение о вводе данных только в ЕК АСУИ КМО.

Однако отсутствие интеграции систем ЕК АСУИ и КАС АНТ привело к тому, что данные об отказах

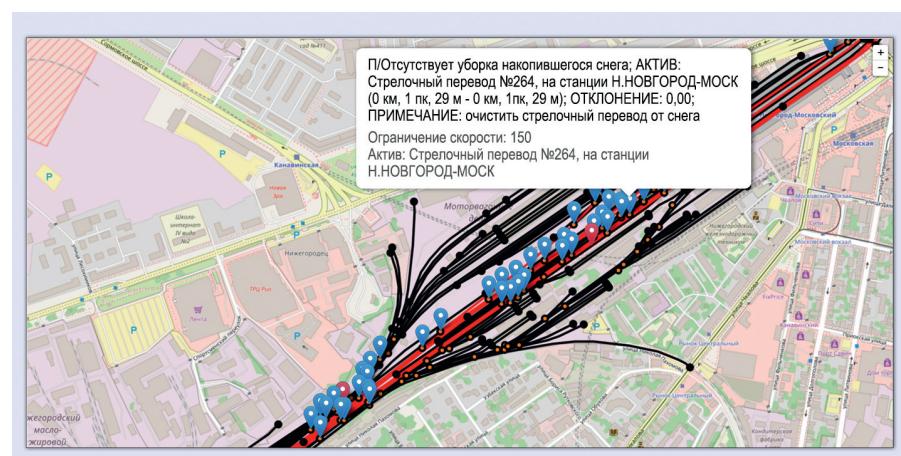


РИС. 1

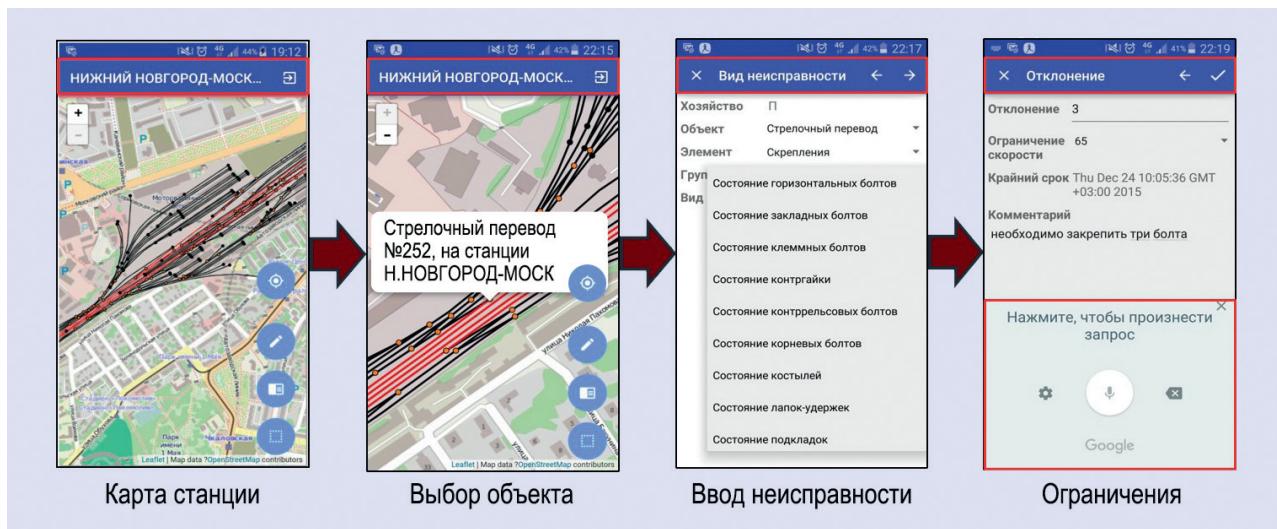


РИС. 2

технических средств, требующих ограничения установленной скорости или закрытия движения, в систему КАС АНТ не передавались. Для устранения этого недостатка на Горьковской дороге установили специальный порядок ввода только таких данных работниками дирекции управления движением в обе системы с соответствующим контролем их устранения. Это будет продолжаться до момента окончания работ по интеграции ЕК АСУИ и КАС АНТ.

С целью решения вопросов, возникающих при внедрении пилотного проекта ЕК АСУИ КМО, на ежемесячных совещаниях рабочей группы с участием представителей разработчика и ответственных руководителей Центральной дирекции управления движением и Центральной дирекции инфраструктуры рассматриваются выявленные замечания и формируются предложения по совершенствованию системы.

Тесное взаимодействие с разработчиками позволяет пользователям детально ознакомиться с некоторыми особенностями работы в подсистеме. Так, например, отчет о просроченных замечаниях следует формировать по предыдущим суткам. В противном случае все инциденты со сроками устранения в текущие сутки в системе ЕК АСУИ КМО будут считаться просроченными.

Одним из важных вопросов является процесс формирования плана осмотра станции. Несмотря на то что делается это на основе информации, полученной с помощью средств диагностики и натурных осмотров, для уверенного

перехода от сплошного осмотра к осмотру с учетом состояния объектов инфраструктуры требуется усовершенствовать методологию формирования плана.

Информация обо всех предложениях по усовершенствованию подсистемы ЕК АСУИ КМО излагается в письмах и заявках, которые размещаются на портале Единой системы поддержки пользователей (АСУ ЕСПП). В них в том числе предлагается реализовать ряд дополнительных функций, среди которых уведомление пользователя о ходе оформления и подписания акта об обнаруженных недостатках. Это позволит оперативно реагировать на ситуацию и устранять выявленные замечания.

Функции информирования всех причастных работников о наличии замечаний с истекающим сроком устранения дают возможность оптимизировать контроль за их устранением в установленные сроки. Увязка ЕК АСУИ и КАС АНТ позволит реализовать взаимообмен информацией о процессе обнаружения и устранения недостатков или отказов, требующих введения запретительных мер, с ее передачей ответственному подразделению.

Планируется развитие системы в части картографического отображения состояния инфраструктуры. Разработчики уже подготовили прототип такого решения. На рис. 1 представлена карта станции Нижний Новгород-Московский с разметкой пути и указанием мест выявленных замечаний. Цвет маркера позволяет оперативно оценить состояние

дел: красный – замечание просрочено, синий – нет. Наведя курсор на маркер, пользователь увидит основные данные по выбранному замечанию.

Однако наиболее интересны являются планы интеграции функционала ЕК АСУИ КМО на мобильное рабочее место МРМ ЕК АСУИ. Интерфейс разработан с учетом специфики работы пользователя на линии и способен, например, показать геолокационные данные о нахождении объекта, обеспечить голосовой ввод информации и другие функции. У причастных работников появляется возможность оперативно вносить информацию по выявленным неисправностям и фиксировать их устранение. На рис. 2 представлен процесс введения информации по выявленным неисправностям, разработанный для хозяйства пути и сооружений. По результатам опытной эксплуатации мобильного решения планируется доработать функциональность введения замечаний и работ для СЦБистов.

Внедрение ЕК АСУИ уже позволило добиться систематизации процесса проведения комиссионных месячных осмотров, повысить ответственность руководителей структурных предприятий и всех участников процесса. В целом внедрение ЕК АСУИ КМО способствует повышению эффективности управления текущим содержанием объектов инфраструктуры и качества контроля устранения замечаний. В дальнейшем планируется полностью отказаться от системы АС КМО в пользу ЕК АСУИ.



ГРИГОРЬЕВ  
Сергей Николаевич,

начальник отдела разработки  
программного обеспечения  
ООО «КИТ»



ПАДАЛКО  
Антон Сергеевич,  
инженер-программист  
ООО «КИТ»

**Важной составляющей безопасности, особенно в условиях высокоскоростного движения, является предотвращение столкновения подвижного состава с животными. В статье представлена система технической диагностики и мониторинга АПК-ДК (СТДМ) и акустическая система отпугивания животных с железнодорожных путей (UOZ), а также рассмотрено их информационное взаимодействие.**

## УВЯЗКА СТДМ АПК-ДК С СИСТЕМОЙ ОТПУГИВАНИЯ ЖИВОТНЫХ С ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПУТЕЙ

■ Главная задача железнодорожного транспорта – обеспечение перевозок пассажиров и грузов с максимальной производительностью, минимальной себестоимостью и гарантированной безопасностью движения.

Железнодорожные пути пересекают территории и трассы миграции животных. Обитатели лесов, живущие вблизи железнодорожной линии, часто переходят пути в поисках еды или перемещаются с пастбищ в места отдыха. Животные воспринимают железнодорожное полотно как элемент среды обитания и не пугаются звуков железной дороги. Для предотвращения столкновения поездов с животными ограждают территории, прилегающие к железнодорожным путям.

С 2013 г. на перегоне Боровен-

ка – Окуловка участка скоростного движения Москва – Санкт-Петербург и перегоне Зеленогорск – Рошино участка скоростного движения Санкт-Петербург – Бусловская в постоянной эксплуатации находится польская акустическая система отпугивания животных с железнодорожных путей UOZ, информационно увязанная с системой технической диагностики и мониторинга АПК-ДК (СТДМ).

Система АПК-ДК (СТДМ) широко распространена на сети дорог. Ее основным назначением является непрерывный контроль технического состояния устройств ЖАТ.

Эта система обеспечивает сбор, первичную обработку и передачу информации о процессах на объектах контроля, автоматически регистрирует изменение па-



РИС. 1

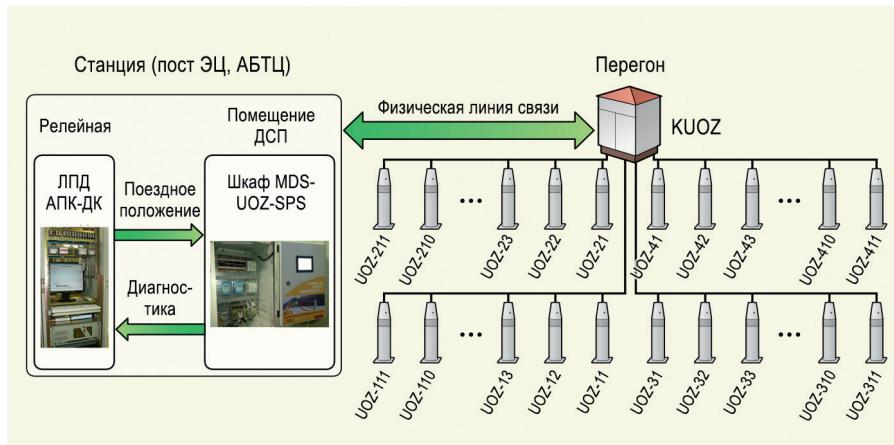


РИС. 2

раметров и состояния устройств, выявляет различные ситуации, связанные с работой устройств ЖАТ, формирует инциденты на основе этих ситуаций.

В качестве средства сбора информации на станциях и перегонах участка используются линейные пункты диагностирования (ЛПД) АПК-ДК (СТДМ), включающие в себя различные контроллеры для сбора первичной информации с объектов контроля и концентратор линейного пункта (рис. 1). Концентратор линейного пункта представляет собой промышленный компьютер, построенный на базе 19" шасси.

Концентратор ЛПД имеет достаточно большое количество интерфейсных

портов различных стандартов для организации взаимодействия с контроллерами сбора данных, другими микропроцессорными системами ЖАТ и связью канальнообразующей аппаратурой. В случае необходимости количество интерфейсных портов может быть увеличено с помощью установки плат расширения стандарта ISA или PCI.

Программное обеспечение концентратора позволяет собирать информацию о состоянии объектов контроля в режиме реального времени, осуществлять первичную обработку информации, вести архив собираемой информации и передавать ее внешним потребителям по протоколу TCP/IP.



РИС. 3

Концентраторы ЛПД работают в режиме 24/7 (непрерывный режим работы устройств: 24 часа в сутки, 7 дней в неделю). К их прикладному и системному ПО предъявляются соответствующие требования по надежности, отказоустойчивости и самовосстановлению. Программное обеспечение концентраторов АПК-ДК (СТДМ) функционирует под управлением многозадачной операционной системы жесткого реального времени QNX. ПО построено по модульному принципу с разделением функций между отдельными процессами. Взаимодействие между модулями организовано на базе стандартных механизмов POSIX.

Для работы системы UOZ

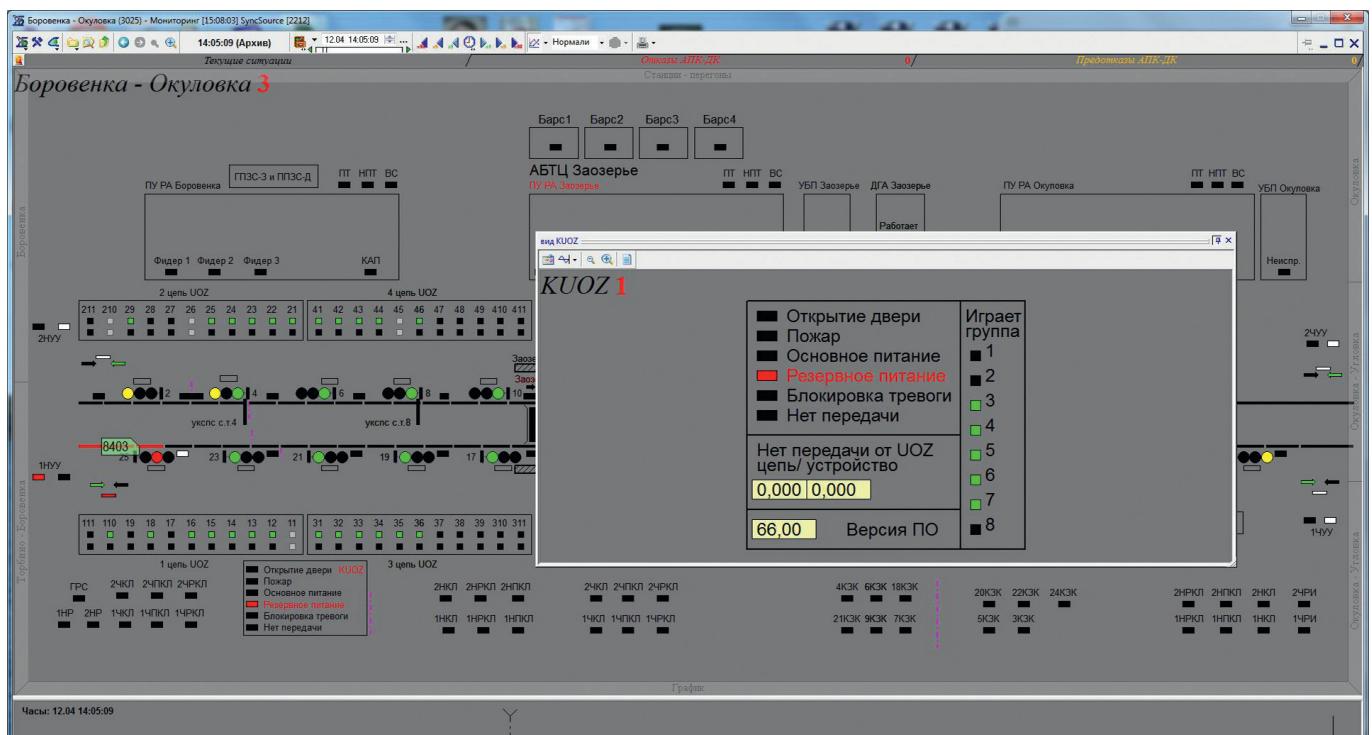


РИС. 4



РИС. 5

необходим внешний источник информации о поездной ситуации на участке. Эта информация нужна для своевременного включе-

ния и выключения отпугивающих устройств системы UOZ-1. Система АПК-ДК (СТДМ) обладает полной информацией о поездном положении на станциях и перегонах, собираемой с устройств. АПК-ДК (СТДМ) передает в систему UOZ следующую информацию: занятость/свободность участков извещения, признак скоростного поезда, направление движения на путях перегона. Эта информация формируется в ПО концентратора ЛПД и передается по согласованному протоколу с интервалом 300 мс в информационный порт управления модуля MDS-UOZ-SPS системы UOZ. Структура системы UOZ и информационного взаимодействия с АПК-ДК (СТДМ) показана на рис. 2.

На основе полученных данных система UOZ осуществляет управление воспроизведением тревожных звуков отпугивающими устройствами UOZ-1. Принцип работы системы основан на автоматическом воспроизведении тревожных звуков (криков птиц, лая собак, волчьего воя и других звуков) за несколько минут до приближения поезда. В результате срабатывают естественные рефлексы самозащиты у животных. После прохождения поезда воспроизведение тревожных звуков выключается, и ничто не мешает животным снова пересекать пути. По сравнению с другими видами защиты система UOZ не разделяет места обитания животных и не нарушает пути их миграции, как это случается при постройке ограждений.

Отпугивающие устройства UOZ-1 (рис. 3) размещаются с обеих сторон железнодорожного полотна с чередованием через каждые 70 м. Сигналы управления воспроизве-

диагностическая информация о текущем состоянии, неисправностях и отказах отпугивающих устройств UOZ-1.

Модуль MDS-UOZ-SPS размещается в шкафу на станции в помещении дежурного по станции. На двери шкафа установлен сенсорный экран, с помощью которого можно просмотреть текущее состояние, неисправности и отказы контейнера KUOZ и отпугивающих устройств UOZ-1.

Модуль MDS-UOZ-SPS имеет два цифровых интерфейса RS-232 для информационной увязки со сторонними микропроцессорными системами. Один из интерфейсов предназначен для приема информации о поездном положении, второй – для передачи диагностической информации в систему АПК-ДК (СТДМ).

По второму интерфейсному порту система UOZ выдает в АПК-ДК (СТДМ) диагностическую информацию о состоянии путевых

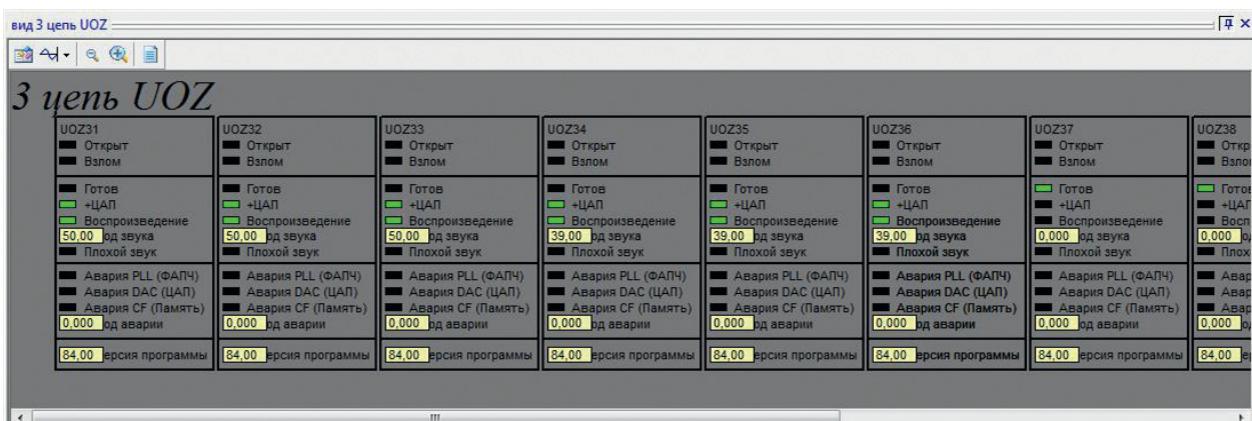


РИС. 6

дением звуков подаются из контейнера KUOZ, который устанавливается на перегоне. Электропитание отпугивающих устройств UOZ-1 и контейнера KUOZ осуществляется с помощью основного и резервного независимых фидеров питания.

На участке движения скоростных поездов «Сапсан» информация о поездном положении (рис. 4), на основании которой отправляются команды устройствам UOZ-1 на воспроизведение тревожных звуков, поступает в контейнер из модуля управления и диагностики MDS-UOZ-SPS, расположенного на станции Боровенка.

Аппаратура модуля показана на рис. 5. Связь контейнера со станцией осуществляется по физической линии связи. Из контейнера на станцию передается

устройств UOZ-1: признаки включения воспроизведения звуков, данные об их вскрытии и неисправности (рис. 6). Также передается информация о состоянии аппаратуры контейнера KUOZ: признаки наличия основного и резервного питания, срабатывания пожарной сигнализации, вскрытия.

На экране ЛПД АПК-ДК (СТДМ) отображается поездная ситуация на участке, оборудованном системой UOZ. Полученная информация записывается в архив ЛПД и передается на вышестоящие уровни системы АПК-ДК (СТДМ) для дальнейшей обработки и выявления неполадок в работе системы UOZ. Информация о работе системы UOZ выводится в графическом интерфейсе АРМ различных уровней системы АПК-ДК (СТДМ).



**МАЗЕИНА**  
Марина Николаевна,  
ОАО «РЖД», Забайкальская  
дирекция инфраструктуры,  
инженер службы автоматики  
и телемеханики

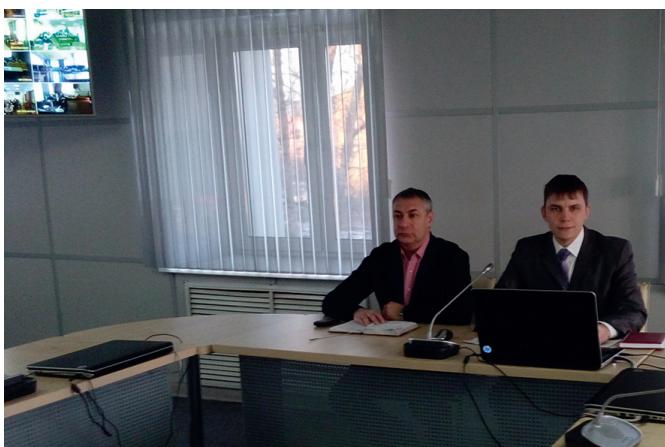
# ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБУЧЕНИЕ ПОД КОНТРОЛЕМ

**В соответствии с программой обновления средств ЖАТ девять кабинетов технической учебы в дистанциях СЦБ хозяйства автоматики и телемеханики Забайкальской ДИ оборудованы средствами видеоконференцсвязи (ВКС). Теперь технические занятия проводятся с использованием интерактивных методов обучения, которые по сравнению с традиционной формой имеют ряд преимуществ.**

■ В хозяйстве была сформирована группа экспертов, состав которой согласовал главный инженер Забайкальской дороги. В группу вошли 15 опытных специалистов СЦБ. Среди них представители Читинской дистанции СЦБ: главный инженер О.Н. Григорьев, начальник участка Д.А. Ефимчук, инженер по охране труда А.А. Шпаковский, старший электромеханик КТСМ Е.И. Пушкин, инженер Н.П. Бессараб, а также ведущий инженер дорожной лаборатории автоматики и телемеханики Е.А. Анальев.

Деятельность группы планируется в соответствии с регламентом, предусмотренным в Положении о Центре повышения профессиональных компетенций Забайкальской железной дороги. Работа экспертов организована на базе Инженерного центра Забайкальской дороги.

Технические занятия по новому методу начались с августа 2015 г. после утверждения «Плана проведения единых технических занятий с использованием средств видеоконференцсвязи». В плане указывается тема и дата, ответственные за проведение занятий: структурное подразделение и конкретный специалист. Эксперты участвуют в плановых и внеплановых технических занятиях.



Эксперты хозяйства автоматики и телемеханики: инженер по охране труда Читинской дистанции СЦБ А.А. Шпаковский, начальник участка Д.А. Ефимчук

При подготовке к занятию сотрудник подразделения, который отвечает за его проведение, готовит конспект и презентацию по выбранной теме. Не менее чем за двое суток эту информацию размещают на сайте для общего доступа. Эксперт, ответственный за это занятие, изучает размещенные материалы, готовит замечания и предложения для доработки конспекта и вопросы для проверки усвоения работниками хозяйства полученных знаний.

Во время занятия к дорожному Инженерному центру подключаются кабинеты технического обучения, оснащенные видеоконференцсвязью. На станциях, где кабинетов, оборудованных аппаратурой видеоконференцсвязи, нет, по предварительному согласованию подключаются учебные кабинеты других подразделений: дистанций пути, энергоснабжения, локомотивных депо.

Теперь процесс обучения контролируется экспертами. Находясь во время занятий в Инженерном центре, они следят за тем, как проводятся занятия, задают контрольные вопросы участникам, в том числе по пройденному материалу. Кроме того, эксперты оказывают практическую и методическую помощь преподавателям структурных подразделений, непосредственно на занятиях совместно с ними разбирают сложные темы. Свою оценку качества организации и проведения занятия на линейных подразделениях и предложения по совершенствованию учебного процесса эксперты отражают в отчете об организации технического обучения. Каждый квартал заключения, предложения и мнения экспертов, касающиеся технического обучения на линейных предприятиях, рассматривает главный инженер службы.

Интерактивное обучение – это прежде всего диалог между людьми, в данном случае между преподавателем и специалистами линейных предприятий, а также общение их между собой во время образовательного процесса. «Живой» разговор и визуальная информация повышают качество обучения и воспринимаются гораздо лучше, чем обычные лекции. Руководители и специалисты хозяйства по достоинству оценили преимущества прогрессивной формы обучения.



КОБЗЕВ

Валерий Анатольевич,

ОАО «РЖД», ведущий технолог  
Проектно-конструкторского  
бюро по инфраструктуре,  
д-р техн. наук

СОЛДАТОВ

Александр Александрович,  
ОАО «РЖД», ревизор по без-  
опасности движения поездов  
службы автоматики и телемеха-  
ники Куйбышевской дирекции  
инфраструктуры

**Сортировочные горки являются наиболее сложными и важными звенями технологического процесса переработки составов, от эффективности которых существенно зависят показатели работы сортировочных станций. К сортировочной горке предъявляются максимальные требования по обеспечению безопасности движения поездов при маневровой работе и распуске составов. Поэтому работники хозяйства автоматики и телемеханики, обслуживающие устройства на ней, должны иметь хорошую теоретическую и техническую подготовку, изучать детально их функционирование.**

# ОБСЛУЖИВАНИЕ ВАГОННЫХ ЗАМЕДЛИТЕЛЕЙ НА СОРТИРОВОЧНЫХ ГОРКАХ

■ Специалисты Куйбышевской дороги разработали справочник-пособие электромонтера и электромеханика по обслуживанию устройств механизированных и автоматизированных горок в соответствии с требованиями нормативно-технической документации ОАО «РЖД». Он может быть использован как памятка или материал для изучения с целью повышения квалификации и самоподготовки. Краткое содержание этого справочника-пособия с дополнениями специалиста Проектно-конструкторского бюро по инфраструктуре публикуем на страницах журнала.

Основными техническими средствами, обеспечивающими безопасный распуск составов, являются вагонные замедлители. Они должны регулировать изменение скорости движения отцепов на спускной части горки и на сортировочных путях в заданных расчетно-нормативных пределах.

На Куйбышевской дороге эксплуатируется восемь типов вагонных замедлителей, общее их количество составляет 286 единиц. Тормозные позиции (I и II ТП) спускной части сортировочных горок оборудованы современными балочными нажимными вагонными замедлителями К3, КН3 и КЗПУ с пневмоцилиндрами и пневмокамерами. На некоторых горках еще функционируют замедлители старых типов: нажимные КНП-5, ВЗПГ и весовые КВ-3, которые морально и физически устарели и уже сняты с производства. На парковых тормозных позициях используются устаревшие рычажно-надвижные замедлители РН3-2 с пневмоцилиндрами двойного

действия и модернизированные замедлители РН3-2М с пневмоцилиндрами и пневмокамерами. Применение в замедлителях К3, КН3, КЗПУ и РН3-2М пневмокамер вместо пневмоцилиндров позволило значительно (не менее чем в 2 раза) сократить трудозатраты на их обслуживание и существенно повысить уровень надежности устройств.

Рассмотрим основные требования, которые предъявляются к обслуживанию как современных, так и старых типов вагонных замедлителей. Для эффективного торможения вагонов на горках необходим контроль и поддержание в нормируемых пределах усилия нажатия тормозных шин и основных регулировочных размеров замедлителей. Для весовых замедлителей требуется еще проверять наличие весового режима работы. Нормируемые значения усилия нажатия и раствора тормозных шин различных типов замедлителей приведены в табл. 1 и 2.

Для их нормального функционирования необходим контроль крепления и величины износа тормозных шин, которая не должна превышать 30 мм; исправности болтовых соединений замедлителя; наличия смазки в шарнирных соединениях; зазора между упором скользуна и роликом, который должен быть при подготовленном к торможению положении  $10 +3$  мм, а при отторможенном –  $0 +3$  мм. Также следует проверять вертикальный износ рельсов в пределах тормозной позиции; ширину колеи на входе и выходе замедлителей; действие уравновешивающего механизма (для КЗПУ) и механизма подъема тормозной системы у

замедлителей, имеющих подготовленное к торможению положение. Требуется, чтобы отсутствовали просадки брусьев секций и промежуточных брусьев, утечка масла из гидравлической системы для ВЗПГ, накат на тормозных шинах более 5 мм. Величина утечки сжатого воздуха через элементы разводящей пневматической сети и тормозных цилиндров (пневмокамер) должна соответствовать данным, приведенным в табл. 1.

Раствор тормозных шин нажимных замедлителей контролируют с помощью специальных шаблонов, входящих в комплект ЗИП. Для более точного определения значения его измеряют штангенциркулем следующим образом. В отторможенном положении замедлителя на головку рельса устанавливают вертикально шаблон стороной с маркировкой «Отторможено» под некоторым углом к рабочим поверхностям тормозных шин. Затем, сохранив вертикальное положение, поворачивают его перпендикулярно рабочим поверхностям тормозных шин. Проверку проводят, перемещая шаблон по всей длине балок и периодически приподнимая его в местах стыковки тормозных шин и на концах балок до соприкосновения рабочих поверхностей шин с «непроходной» частью шаблона. Величину раствора в заторможенном положении замедлителя осуществляют таким же образом, только шаблон устанавливают на головку рельса стороной с маркировкой «Заторможено».

У замедлителей КВ, ВЗПГ и РН3-2 контролируется еще раствор тормозных шин в подготовленном к торможению положении. Величину раствора устанавливают в соответствии с нормированными

значениями, перемещая тормозные балки с шинами в ту или другую сторону с помощью горизонтальных регулировочных винтов замедлителя. Положение тормозных шин замедлителя относительно головки рельса регулируют и контролируют с использованием универсального измерительного инструмента (линейки и штангенциркуля) и специального шаблона. С целью определения имеющихся люфтов в шарнирных и болтовых соединениях вагонных замедлителей всех типов малым ломиком отжимают тормозные балки.

Усилие нажатия тормозных шин измеряют гидравлическим прибором ИУН, электронным измерителем усилия ИУНЭМ или «Омега», поочередно устанавливая их грузоприемное устройство внутри рельсовой колеи отторможенного замедлителя по оси каждого из силовых рычагов. Затем замедлитель переводят в заторможенное положение и производят измерение. Среднее значение усилия нажатия рассчитывается путем деления суммы измеренных показаний на количество измерений. Такие измерения надо проводить при давлении воздуха в пневмосистеме не менее 0,65 МПа, соответствующем четвертой ступени торможения. Величина давления определяется с помощью манометра, установленного внутри кожуха управляющей аппаратуры. Если усилие нажатия выходит за нормируемые показатели, необходимо провести дополнительную регулировку раствора тормозных шин в допустимых пределах. На входе в замедлители К3, КН3 и КЗПУ раствор тормозных шин может быть несколько увеличен (не более чем на 4 мм) для обеспечения более плавного (безударного)

входа колес тормозимых вагонов. При этом допускается понижение усилия нажатия до 5,0 тс.

Для проверки весового режима замедлителей КВ используют груженый четырехосный вагон массой 90 т, который локомотивом «закаывают» в отторможенный замедлитель таким образом, чтобы одна его тележка оказалась в средней части замедлителя. Замедлитель переводят в заторможенное положение. При этом колеса тележки приподнимаются на подпорной балке и отрываются от рельса. Затем измеряют величину зазора отрыва колес от головки рельса. При давлении сжатого воздуха в пневмосистеме 0,7 МПа эта величина должна быть не менее 5 мм. При меньшем значении устраняют люфты в шарнирах тормозной системы, исключают зазоры между вертикальными стенками тормозных балок и головками регулировочных болтов и проверяют крепление прижимных болтов тормозных балок. Если необходимый зазор в 5 мм не обеспечивается, то надо, не изменяя раствора тормозных шин на входе вагонного замедлителя, установить по всей его длине раствор, равный 126 мм, и повторить проверку. При получении указанной величины зазора отрыва колес от рельсов такой раствор шин используют для дальнейшей эксплуатации вагонного замедлителя. Если невозможно установить необходимое значение, то замедлитель следует заменить. В отторможенном положении замедлителя должны быть обеспечены следующие размеры: между верхней и нижней осями механизма поворота – 801 +5 мм, механизма уравновешивания – 705 ±5 мм, а при положении, подготовленном к торможению, – 805 ±5 мм.

Таблица 1

Тип замедлителя	Усилие нажатия, кН	Падение давления в пневмосистеме из-за утечек, МПа, не более
КВ	–	0,028
КНП-5 (ВЗКН)	125 ±20	0,025
ВЗПГ	120 ±20	–
К3	120 ±20	0,02
К3пк, КН3	100 ±20	0,02
КН3пк	80 ±20	0,02
КЗПУ	120 ±20	0,012
РН3-2	150 ±30	0,028
РН3-2М	100 ±20	0,028
РН3-2Мпк	90 ±20	0,028

Таблица 2

Тип замедлителя	Положение замедлителя		
	Отторможенное, мм	Подготовленное к торможению, мм	Заторможенное, мм
КВ	160 <sup>+3</sup> <sub>-6</sub>	132 <sup>+3</sup> <sub>-1</sub>	132 <sup>+3</sup> <sub>-1</sub>
КНП-5 (ВЗКН)	170 ±3	170 +3	116 +2
ВЗПГ	455 ±15	137 ±2	123 ±2
К3, К3пк, КН3, КН3пк, КЗПУ	179 +8	–	120 ±4
РН3-2	231 ±6	146 <sup>+6</sup> <sub>-2</sub>	119 <sup>+5</sup> <sub>-3</sub>
РН3-2М, РН3-2Мпк	150 ±158	–	116 ±124

Крепления вертикальных прижимных болтов тормозных балок вагонных замедлителей всех типов (кроме РНЗ-2 и РНЗ-2М) проверяют с использованием пневмогайковерта и ключа с крестообразной головкой. В эксплуатации под воздействием значительных циклических нагрузок резьба прижимных болтов изнашивается и вытягивается. В результате болты раскручиваются, крепление тормозных балок ослабевает. Это приводит к потере усилия нажатия тормозных шин. Чтобы предотвратить раскручивание вертикальных болтов, часто используют стопорные планки, закладывая их в крестообразные прорези головок болтов и приваривая к телу балки. Для этого можно применять, например, костили и другие металлические детали, скрепляющие болты с тормозной балкой, или специальные пружинные шайбы для вертикальных болтов, обеспечивающие надежное прижатие болтов к балке, компенсацию износа и вытягивания резьбы.

Крепление захватов рельсов, промежуточных стоек и оснований к шпальным брусьям проверяют простукиванием слесарным молотком. Ослабление креплений устраниют подтягиванием гаек. Дефектные болты, гайки и шайбы меняют на новые.

Также необходимо обращать внимание на содержание рельсовой колеи, ширина которой в пределах тормозной позиции должна соответствовать размерам, установленным технической документацией на замедлитель. Ширину колеи на входе и выходе замедлителя и просадку грунта проверяют работники дистанции пути совместно со старшим электромехаником дистанции СЦБ.

Для обеспечения надежного торможения отцепов требуется следить за отсутствием утечек сжатого воздуха в трубах, соединяющих малые воздухосборники управляющей аппаратуры с пневмосистемой замедлителей, в воздухоподводящих шлангах и пневмокамерах (пневмоцилиндрах). При этом надо обращать внимание на целостность пневмокамер и шлангов. Указанные части пневмосистемы замедлителя считаются неисправными, если из-за выявленных в них дефектов падает давление сжатого воздуха в пневмосистеме при заторможен-

ном положении замедлителя выше значений, приведенных в табл. 1. В трубопроводах воздухоподводящей системы не должны быть трещины и дефекты. Необходимо, чтобы трубопровод воздухоразводящей сети вагонного замедлителя был надежно закреплен на шпальном основании замедлителя. Выявленные дефекты следует устранить.

Для смазывания шарнирных соединений деталей используют осевое масло марки Л (летнее) или марки З (зимнее). Пружины и болтовые соединения смазывают солидолом марки Ж, смазкой ЦИАТИМ-202 или жировым солидолом марки УС-2. Для резиновых уплотнений и манжет применяют смазки ЖТКЗ-65 (летом) и ЖТ-79Л (зимой).

Вертикальный износ рельсов на тормозной позиции допускают не более 5 мм, просадку рельсов в стыках – не более 10 мм. Просадку рельсов в стыках, уложенных на балласт, устраниют работники дистанции пути по заявке дистанции СЦБ. Рельсы в пределах вагонного замедлителя меняют работники дистанции СЦБ и дистанции пути совместно. Просадка брусьев секции и промежуточных брусьев вагонных замедлителей не должна превышать 30 мм. Большую просадку устраниют подбивкой шпального основания замедлителей, уложенных на балласт или установкой деревянных прокладок под шпальное основание, размещенное на железобетонных ригелях.

При текущем ремонте вагонных замедлителей всех типов меняют или восстанавливают изношенные узлы и детали, устраниют выработки (люфты), проверяют целостность и исправность пружин. Также восстанавливают герметичность цилиндров гидро- и пневмосистемы, заваривают имеющиеся трещины в тормозных балках и рычагах, подпорных балках и рамках вагонных замедлителей КВ, меняют изношенные втулки, оси, болты и гайки. При необходимости устанавливают новые тормозные шины и шины подпорной балки. По окончании ремонтных работ вагонные замедлители регулируют.

При обслуживании замедлителя ВЗПГ проверяют гидравлическую сеть и его привод на отсутствие утечки масла. Тре-

буется следить, чтобы не было падения давления в гидросистеме и величина запаса хода поршня цилиндра подъема пневмогидравлического привода была не менее 40 мм. При меньшей величине запаса хода поршня гидравлическую систему дозаправляют маслом марки ВМГЗ.

У замедлителей РНЗ-2 проверяют расстояние между тормозными балками (тыльными сторонами тормозных шин или компенсирующих прокладок) в заторможенном положении, которое должно быть  $249^{+1}_{-2}$  мм. Если расстояние не соответствует указанному размеру, то меняют накладки на поперечных упорах. Износ накладок не должен превышать 1 мм. Величина выхода штока тормозного цилиндра (от втулки его передней крышки до вилки штока) должна составлять  $595^{+10}_{-15}$  мм. Эту величину измеряют в заторможенном положении вагонного замедлителя при давлении сжатого воздуха не менее 0,65 МПа. Направляющую втулку штока тормозного цилиндра проверяют на отсутствие изломов и трещин. Износ втулки допускают не более 3 мм. Дефектную втулку заменяют на новую.

При проверке работы пружинного комплекта вагонных замедлителей РНЗ-2М измеряют зазоры между корпусом комплекта и головкой штока в отторможенном положении и между корпусом и гайкой М36 в заторможенном положении. Эти зазоры должны быть одинаковы и равны 15 мм. При несоответствии зазоров установленной норме пружины заменяют. Расстояние от проушины крепления цилиндра до оси штока, которое должно быть  $1000 \pm 2$  мм, измеряют в заторможенном положении вагонного замедлителя при давлении сжатого воздуха не менее 0,65 МПа. Если это расстояние не соответствует указанному размеру, то регулируют поперечные тяги замедлителя.

Эксплуатационный персонал сортировочных горок должен помнить, что от того, насколько своевременно и качественно выполняют работы по обслуживанию и текущему ремонту замедлителей, во многом зависит безопасность маневровых операций, сохранность вагонов и перевозимых грузов, а в конечном итоге – эффективность работы станции.

**Вопросы обеспечения безопасных условий труда, снижения случаев производственного травматизма и профессиональных заболеваний в ЦСС на особом счету. Основные цели работы по охране труда – обеспечение безопасности жизни, сохранение здоровья и работоспособности сотрудников предприятия в процессе трудовой деятельности. Судить о том, как ведется эта работа на линейных предприятиях, можно по ряду основных показателей. В частности, критериями оценки являются своевременное проведение обучения, всех видов инструктажей и проверок знаний руководителей и специалистов, оснащенность уголков и кабинета по охране труда, класса технической учебы, наличие разных инструкций. Учитывается также обеспечение людей сертифицированной специальной одеждой, обувью, средствами индивидуальной защиты, а также качественным, исправным инструментом. Принимается во внимание и проведение специальной оценки условий труда на рабочих местах, динамика снижения воздействия вредных производственных факторов, реализация программ и мероприятий по улучшению условий труда. В прошлом году в ЦСС эти показатели выполнили многие подразделения. Лучшие предприятия в области организации работы по охране труда определились по итогам республиканских, краевых, областных и городских смотров-конкурсов.**



**МЫЦЫК**  
Татьяна Геннадьевна,  
ОАО «РЖД», Иркутская дирекция  
связи, ведущий специалист  
по охране труда Северобайкальского  
регионального центра связи

## СЕВЕРОБАЙКАЛЬЦЫ ЗА БЕЗОПАСНЫЙ ТРУД

**В Северобайкальском РЦС Иркутской дирекции связи к вопросам охраны труда относятся очень серьезно. Много делается для создания здоровых и безопасных условий труда, снижения риска профессиональных заболеваний, уменьшения воздействия на здоровье работников вредных производственных факторов. На предприятии внимательно следят за соответствием рабочих мест требованиям норм охраны труда.**

■ На безопасности людей в РЦС не экономят. В прошлом году на мероприятия по улучшению условий и охраны труда израсходовано более 6 млн руб., что составляет 1,2 % от эксплуатационных расходов. Более десяти лет Северобайкальский РЦС возглавляет С.В. Валовой. Под его руководством на предприятии не допущено ни одного несчастного случая, а также производственных заболеваний.

Большое внимание на предприятии уделяется профилактической работе и, прежде всего, обучению персонала безопасным методам работы, правилам техники безопасности. Для этого созданы все условия. Организацией обучения занимается главный инженер С.А. Белоусов.

На станциях Северобайкальск и Таксимо оборудованы кабинеты технической учебы, где есть все необходимое для занятий – на-

глядные пособия, DVD-проигрыватель, копировальная техника, мультимедийный видеопроектор, плазменная панель, персональный компьютер. Имеется также комплекс-тренажер КТНП-01 «ЭЛТЭК», на котором можно моделировать различные производственные травмы и отрабатывать приемы первой помощи пострадавшим.

Кабинет технической учебы на станции Северобайкальск оснащен средствами видеоконференцсвязи и может подключаться к студиям других РЦС и подразделений ОАО «РЖД», благодаря чему связисты могут участвовать в совместных технических занятиях, семинарах и конференциях.

Для автоматизированного дистанционного обучения и проверки знаний сотрудников приобретены восемь персональных компьютеров.

Главный инженер, заместители

начальника центра, специалисты по охране труда регулярно проводят занятия с начальниками участков и старшими электромеханиками, которые в свою очередь обучают электромехаников и электромонтеров линейных цехов.

Два года назад в центре внедрена комплексная система оценки состояния охраны труда на производственном объекте КСОТ-П. Основные задачи, которые решает система, – это вовлечение руководителей среднего звена и непосредственных исполнителей работ в управление охраной труда, предупреждение случаев производственного травматизма и профессиональных заболеваний с последующим анализом полученной информации, оценкой факторов рисков и выработкой мер для устранения выявленных нарушений.

Главное преимущество систе-



Современный передвижной узел связи на базе автомобиля КамАЗ

мы в том, что специалисты получили возможность контролировать состояние охраны труда и определять степень риска на каждом рабочем месте.

В РЦС удалось добиться прозрачности аудитов условий труда на рабочих местах. Информация об обнаруженных во время проверок недостатках, которые могут привести к опасной ситуации или даже к несчастному случаю, доступна всем сотрудникам центра.

Факторы рисков и несоответствий (нарушений) в области охраны труда на рабочих местах оцениваются, затем вырабатываются мероприятия по их минимизации.

Одной из задач КСОТ-П является формирование у работников навыков по выявлению факторов рисков и опасностей, которые могут привести к травмированию.

Для работы с КСОТ-П с учетом местных условий труда и специфики технологических операций на предприятии разработаны таблицы-расчеты для оценки рисков,

визуализированные карты рисков по каждой профессии и цеху, а также другие документы.

В соответствии с требованиями Федерального закона проводится специальная оценка условий труда СОУТ. Так, в прошлом году оценку прошло 121 рабочее место, которые относятся ко 2-му (допустимому) классу вредности.

За прошедший год в подразделении полностью реализована программа по улучшению условий труда. Для устранения выявленных недочетов были приняты эффективные меры. В частности, на 17 рабочих местах к нормам приведен уровень освещения. На 11 рабочих местах нормализован уровень пульсации. Чтобы этого добиться, было приобретено 30 электронно-пускорегулирующих устройств, снижающих пульсацию в светильниках с люминесцентными лампами.

Конкретные меры предприняты для создания безопасных условий работы. С целью предупреждения

электротравматизма закуплены диэлектрические коврики и боты, изолирующие стеклопластиковые лестницы, инструмент с изолированными ручками для работ в электроустановках и другие электрозащитные средства. Приобретены также два индикатора напряженности для измерения уровня напряженности электромагнитного поля на рабочих местах.

Дважды в год проводится испытание электроинструмента. Ежемесячно и при выдаче выполняется визуальная проверка защитных средств.

Два года назад был приобретен передвижной узел связи, предназначенный для оперативной организации устранения аварийных ситуаций на удаленных участках предприятия. Автомобиль КамАЗ оснащен новейшими приборами, устройствами и оборудованием. В жилом отсеке имеется купе со спальными местами для отдыха персонала, в бытовом – умывальник и биотуалет.



При пайке во время ремонта приборов электромеханик К.Ю. Иванов пользуется переносным дымоуловителем



Современный передвижной узел связи на базе автомобиля КамАЗ



Электромеханик П.Л. Ухинов выполняет слесарные работы на усилителе в защитных очках



Семинар по охране труда с подключением по видеосвязи удаленных участков

Благодаря передвижному узлу связи появилась возможность более оперативно организовать устранение аварийных ситуаций на удаленных станциях, привлекая при этом минимальное количество работников, а комфортные условия делают их труд менее утомительным.

Производится своевременный ремонт портативных радиостанций для обеспечения устойчивой радиосвязи при работах на путях. Это позволяет предотвратить случаи наезда подвижного состава на работников.

Приобретено новое оборудование для работы с электрическими кабелями связи: комплект трассо-дефектоскопа «Поиск-510», кабельный прибор с рефлектометром ИРК-ПРО «Альфа», комплект трассо-дефектоскопа

«Поиск-310Д-2М». Благодаря этому улучшены условия труда электромехаников.

Для профилактики травматизма, предупреждения падения работников с высоты приобретено 15 устойчивых лестниц-стремянок.

Регулярно на объектах проводятся проверки соблюдения требований охраны труда, выявляются недостатки, которые негативно влияют на работу связистов. Например, в прошлом году не все благополучно оказалось с электропроводкой. Было обнаружено более 30 нарушений в ее состоянии. Все недостатки устранены.

Поскольку персоналу приходится работать в условиях низких температур, особо внимательно в РЦС относятся к обеспечению людей спецодеждой, спецобувью и средствами индивидуальной защиты. Перед «ходом в зиму» работников «утепляют». В прошлом году приобретено более 800 единиц зимней спецодежды и обуви на сумму свыше 945 тыс. руб. Это комплекты «Монблан», «Электрик», сапоги «Север», валенки, меховые рукавицы, зимние головные уборы, меховые шлемы под каску. Специалисты также снабжены средствами от обморожения. В летний период работники предприятия получают репелленты и средства от ожогов.

За последний год закуплено более тысячи единиц средств индивидуальной защиты: защитные очки, каски, респираторы, перчатки, рукавицы комбинированные, самоспасатели и др.

Для организации стирки и химической чистки специальной одежды в прошлом году был



Проведение практических занятий по оказанию помощи пострадавшим

заключен договор с ООО «Химчистка».

Не забывают на предприятии об организации отдыха персонала. На устройство комнат отдыха и мест приема пищи, оснащение санитарно-бытовых помещений израсходовано 122 тыс. руб.

Существенную помощь в улучшении условий труда оказывает профсоюзный комитет. Из фонда профсоюза выделяются средства на приобретение электрочайников и микроволновых печей для комнат приема пищи, постельного белья, одеял, подушек для комнат отдыха.

Вместе с тем существуют и проблемы. Так, некоторые работники не совсем осознают серьезность опасности при эксплуатации производственного оборудования, автотранспорта. С такими кадрами руководители проводят разъяснительные беседы. Кроме того, для пресечения нарушений в подразделении используются предупредительные талоны по охране труда. Если работник нарушил правила охраны труда, он лишается талона и привлекается к административной ответственности.

С целью выяснения мнения персонала относительно системы управления охраной труда и социальных вопросов в коллективе проводится анкетирование. По результатам опроса разрабатываются мероприятия для улучшения условий труда и социальной работы на предприятии.

В прошлом году коллектив победил в республиканском конкурсе «Лучшая организация работ по охране труда». Автор статьи вошла в число ста лучших специалистов по охране труда России.



Стенд с образцами средств защиты

**КОЛЬЦОВА  
Елена Евгеньевна,**

ОАО «РЖД», Хабаровская дирекция связи, ведущий специалист по охране труда Хабаровского регионального центра связи

**В прошлом году в Хабаровском РЦС Хабаровской дирекции связи на выполнение мероприятий по охране труда затрачено 9,9 млн руб., что составило 0,99 % эксплуатационных расходов. Коллективу удалось выполнить все основные показатели в области охраны труда. Безусловно, кропотливая работа была выполнена не напрасно и средства затрачены не впустую – на предприятии не допущено ни одного случая травматизма.**

# ВОПРОСЫ ОХРАНЫ ТРУДА НА ОСОБОМ СЧЕТУ

■ В Хабаровском региональном центре связи одной из приоритетных задач является сохранение жизни и здоровья работников во время трудовой деятельности.

Основными мерами предупреждения травматизма является обучение персонала безопасным приемам работы – это инструктажи на рабочих местах, семинары, тренинги, противоаварийные и противопожарные тренировки, информационно-разъяснительная работа. Руководители центра различного уровня, уполномоченные по охране труда систематически обучаются на курсах повышения квалификации в Институте дополнительного образования Дальневосточного государственного университета путей сообщения по программам «Охрана труда на предприятии», «Организация безопасной эксплуатации электроустановок предприятий железнодорожного транспорта и оказание первой медицинской помощи пострадавшим». За последний год курсы закончили 27 руководителей и специалистов.

По статистике самая «травмоопасная» категория работников – это сотрудники со стажем менее года. Поэтому новичков к самостоятельной работе допускают не сразу. Молодые сотрудники проходят стажировку под руководством

опытных наставников, которые следят буквально за каждым шагом своих подопечных, помогают им адаптироваться. Один из наставников – опытный электромеханик электроизмерительной лаборатории С.И. Смоликов. Он помогает молодежи освоить безопасные приемы работы, доходчиво объясняет молодым связистам безопасные способы выполнения работы в электроустановках.

Как известно, основными причинами электротравматизма являются работа на неподготовленном рабочем месте, отсутствие средств защиты или спецодежды с защитными свойствами. На предприятии ежегодно проводятся семинары на тему «Организация безопасной работы в электроустановках», на которых главный инженер А.А. Ташлыков рассказывает о допущенных за прошедший год в ОАО «РЖД» случаях травматизма, обращая особое внимание на обстоятельства. Начальники участков и старшие электромеханики рассказывают об организационных и технических мерах по обеспечению безопасного проведения работ в электроустановках, демонстрируют, как правильно использовать средства защиты при работе в электроустановках.

Ежегодно в августе – октябре



Электромеханик электроизмерительной лаборатории С.И. Смоликов на семинаре «Организация безопасной работы в электроустановках»

сотрудники, впервые приступающие к работе на железнодорожном транспорте в зимних условиях, помимо технических занятий и инструктажей проходят двухнедельный курс «первозимников». Обучение проходит в кабинете охраны труда на базе дома связи станции Хабаровск-2. В кабинете установлен автоматизированный обучающий экзаменационный комплекс по охране труда, имеются необходимые инструкции и литература. Здесь также есть информационные стенды с образцами средств защиты, комплекс-тренажер КТНП-01-«ЭЛТЭК» для отработки навыков оказания первой помощи, компьютерная программа «ИСТОК» для самоподготовки персонала. Во время занятий специалисты по охране труда Е.Е. Кольцова и Ю.К. Попова демонстрируют видеофильмы, снятые на основе происшедших в отрасли несчастных случаев.

Необходимая информация, связанная с вопросами охраны труда, размещена и в уголках по охране труда, которые есть на всех объектах предприятия. Тут же расположены стенды комплексной системы оценки состояния охраны труда на производственном объекте, на которых визуально отражено состояние охраны труда в конкретной бригаде. По сравнению с ранее действующей системой трехступенчатого контроля КСОТ-П более совершенна. Эта система позволяет вовлекать в процесс управления охраной труда руководителей цехов и непосредственных исполнителей работ и эффективно контролировать безопасность в рабочей зоне. На сегодняшний момент состояние условий труда на всех 179 рабочих местах отнесено ко 2-му классу, т.е. признано допустимым.

В период с 2010 г. заметно улучшены производственные условия сотрудников лаборатории связи, домов связи станций Хабаровск-2, Вяземская, Амур и Биробиджан-1. В служебных помещениях появились комнаты приема пищи с бытовой техникой и удобной мебелью, раздевалками и душевыми комнатами.

С нетерпением ждут переезда в новое административное здание специалисты аппарата управления, где условия для людей, несомненно, будут более комфортными. Его строительство ведется в рамках ре-



Во время занятий в кабинете охраны труда

конструкции производственно-технологической базы на станции Хабаровск-2, которая сейчас идет полным ходом. Запланирована также реконструкция складских помещений, мест стоянки автотранспорта, благоустройство прилегающей территории.

Решать вопросы безопасности производственного процесса активно помогают уполномоченные по охране труда. В коллективе их 27. В прошлом году по их инициативе проведено более 50 проверок, обнаружено 127 замечаний. Самые активные уполномоченные по охране труда – это электромеханики Н.В. Казанцева, И.С. Курилова (ремонтно-восстановительной бригады станции Облучье) и Т.В. Маргелова (бригады станции Биробиджан). Общественники грамотно консультируют коллег по вопросам охраны труда, активно участвуют

в семинарах, месячниках, днях охраны труда.

В центре организована инженерно-врачебная бригада. Ее представители совместно с цеховым врачом-терапевтом осуществляют мониторинг заболеваемости работников, предпринимают профилактические меры. В частности, для защиты от клещевого энцефалита ежегодно проводится вакцинация линейных электромехаников.

Чтобы получить от работников обратную связь по вопросам охраны труда в коллективе проводится анкетирование. Благодаря критическим замечаниям сотрудников становится понятно, на что следует обратить внимание. Например, в прошлом году в анкетах чаще всего электромеханики высказывали претензии к специальной обуви – работники жаловались, что недостаточно теплые зимние сапоги.



Обучение «первозимников» на месте аварийно-восстановительных работ



Начальник РЦС Б.А. Румянцев и ведущий специалист по охране труда Е.Е. Кольцова с сертификатом, полученным за победу в городском конкурсе «Премия здоровья»

Специалисты по охране труда учили эти жалобы и в следующем квартале заказали более теплую модель.

Хорошо налажена профилактическая работа по предупреждению ДТП. Каждый год с лицами, допущенными к управлению автотранспортом, проводится обучение по программе «Правила дорожного движения». На занятиях водители, используя систему ЕСМА, учатся правильно заполнять путевые листы, узнают об изменениях в Правилах дорожного движения, разбирают основные причины на-

рушений и административные наказания, применяемые к виновным лицам. Ежегодно проводится конкурс профессионального мастерства водителей. В прошлом году победителем такого конкурса стал А.Г. Буйвол. Он был награжден грамотой предприятия и ценным подарком.

Большое внимание уделяется пропаганде здорового образа жизни. Так, правилами внутреннего трудового распорядка в рабочем графике хабаровчан предусмотрены технологические

перерывы. Многие электромеханики используют их для занятий на тренажерах, которые имеются в бригадах. Такие «пятиминутки» на рабочем месте повышают работоспособность.

В прошлом году коллектив стал победителем городского конкурса среди организаций всех форм собственности «Премия здоровья» в номинации «Лучшие возможности, созданные для трудового коллектива, содействующие здоровому образу жизни». В качестве приза предприятие получило денежный сертификат на покупку спортивного инвентаря на сумму 90 тыс. руб. На эти средства были организованы спортивные уголки в домах связи на станциях Хабаровск-2 и Амур, приобретен теннисный стол для персонала самого дальнего цеха в поселке Тырма. Кроме того, купили подарки для воспитанников подшефных детских садов.

В прошлом году Хабаровский РЦС стал победителем смотр-конкурса на лучшую организацию в области охраны труда по итогам работы за 2015 г. среди организаций города Хабаровска. Получение диплома – это результат работы не только специалистов по охране труда, но и всего коллектива. Поэтому хочется поздравить каждого работника Хабаровского регионального центра связи с заслуженной наградой и поблагодарить за личный вклад в организацию безопасных условий труда!

Вопросы обеспечения безопасности производственной деятельности эффективно решаются во многом благодаря тому, что в этом направлении серьезно работают руководители предприятия. Никого не удивляет, что представители руководства могут внезапно появиться в линейной бригаде – побеседовать с электромеханиками, поинтересоваться знаниями сотрудников о причинах и обстоятельствах недавних несчастных случаев, проконтролировать применение специальной одежды и обуви. По мнению начальника центра связи Б.А. Румянцева, одними приказами заставить людей выполнять требования охраны труда невозможно. Главное, чтобы работники не пренебрегали соблюдением основных требований безопасности, чтобы поняли и осознали, что безопасность начинается с них самих.



Электромеханики учатся оказывать первую доврачебную помощь на обучающем тренажере



Во время технологического перерыва телефонист центра О.В. Городилова занимается на тренажере



ШМАКОВ  
Павел Николаевич,  
ОАО «РЖД», Главный вычисли-  
тельный центр, Красноярский  
ИВЦ, заместитель начальника  
отдела РИВО «Красноярск»

# УСТРОЙСТВО ДЛЯ МОНИТОРИНГА ИБП

В ГВЦ поставлена цель – охватить системами мониторинга все объекты информационной инфраструктуры. На данный момент почти 6 тыс. источников, обеспечивающих бесперебойное питание (ИБП) вычислительных систем, не включены в мониторинг. Их подключение к системе контроля требует значительных затрат на приобретение сетевых карт для каждого устройства. Красноярским ИВЦ предложено решение по подключению к мониторингу ИБП через микрокомпьютер Raspberry Pi, стоимость которого в четыре раза меньше стоимости сетевой карты.

Источники бесперебойного питания оснащены портами управления: com или usb. Данные интерфейсы позволяют считывать информацию и управлять ИБП посредством подключения его к компьютеру. Эти порты не подходят для удаленного мониторинга ИБП по протоколу управления сетевыми устройствами (SNMP). Для осуществления удаленного мониторинга производители ИБП выпускают специальные модули расширения (сетевые карты), подключаемые в сеть передачи данных, на которых реализована поддержка протокола SNMP. Минусом применения сетевых карт является их высокая стоимость (22 тыс. руб.).

Однако использование сетевых карт является не единственным ре-

шением, а удаленный мониторинг ИБП возможно осуществить через встроенные порты (com или usb). Для этого требуется установить на узле передачи данных компьютер с программным обеспечением, реализующим поддержку SNMP, способным считывать данные с ИБП и эмулирующим свое поведение для сервера мониторинга (Tivoli) подобно сетевой карте.

Задачу нами был взят микрокомпьютер Raspberry Pi под управлением свободно распространяемой операционной системы Linux. Он обладает высокой надежностью (отсутствуют механические детали), имеет достаточно низкую стоимость, оснащен функционалом и необходимым набором портов полноценного компьютера.

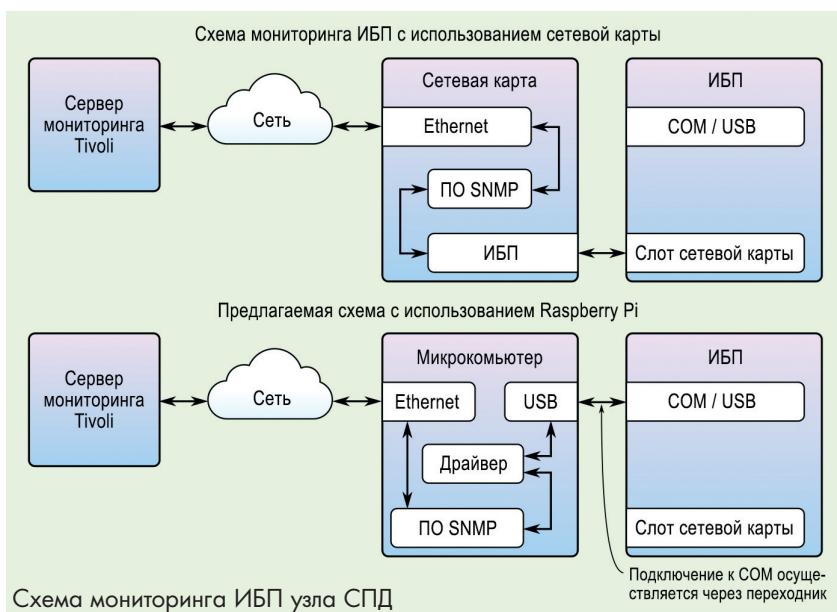
На микрокомпьютер специа-



Подключенный микрокомпьютер Raspberry Pi к ИБП

листы ИВЦ установили и сконфигурировали драйвер, с помощью которого можно считывать информацию с ИБП практически всех известных брендов. Также был разработан программный модуль SNMP, взаимодействующий с драйвером и эмулирующим поведение сетевой карты для сервера мониторинга Tivoli.

В результате получился полнофункциональный аналог сетевой карты ИБП, который позволяет организовать мониторинг электроснабжения узлов сети передачи данных. Затраты на подключение к мониторингу одного ИБП составляют 4 тыс. руб. (стоимость микрокомпьютера Raspberry Pi). Причем дополнительных расходов на приобретение операционной системы и программного обеспечения не требуется, т.к. используется свободно распространяемая операционная система Linux и программное обеспечение собственной разработки. Экономический эффект от внедрения предложенного решения составит 108 млн руб.



# НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ КРЕПЛЕНИЯ ПЕРЕМЫЧЕК



**ПЕТУХОВ**  
Иван Федорович,  
ОАО «РЖД», Горьковская  
дирекция инфраструктуры,  
главный инженер Влади-  
мирской дистанции СЦБ



**БУМАГИН**  
Сергей Михайлович,  
ОАО «РЖД», Горьковская  
дирекция инфраструктуры,  
старший электромеханик  
группы надежности Влади-  
мирской дистанции СЦБ

В соответствии с технологией дроссельные и путевые перемычки рельсовых цепей крепятся на деревянные бруски. Поскольку древесина – это недолговечный материал, который со временем покрывается плесенью и гниет, каждые 2–3 года эти бруски необходимо менять. С целью снижения эксплуатационных расходов, связанных с приобретением древесины, и повышения эксплуатационной надежности работы рельсовых цепей специалисты Владимирской дистанции СЦБ Горьковской ДИ предложили новый способ крепления дроссельных перемычек к железобетонным шпалам без использования деревянных брусков.

■ В границе обслуживания дистанции около тысячи рельсовых цепей. Ежегодно на изготовление деревянных брусков для крепления перемычек уходит около 20 м<sup>3</sup> древесины. Для снижения эксплуатационных расходов, уменьшения трудозатрат работников дистанции при демонтаже и установке перемычек во время сопровождения «окон» ПЧ и ПМС по инициативе начальника Владимирской дистанции СЦБ Горьковской ДИ А.Г. Кравцова на предприятии разработан новый способ крепления дроссельных перемычек (рис. 1, 2). Для монтажа перемычки требуются изоляционные трубы, металлические скобы толщиной 4 мм, саморезы 6х60, дюбели 12х70 мм, граверная шайба и втулка ПВХ.

Реализация проекта осуществлялась под руководством заместителя начальника дистанции Д.Е. Варабина на станциях Мстера

и Сарыево, где установлено 36 дроссель-трансформаторов. В ней совместно с электромеханиками дистанции СЦБ участвовали работники Дзержинской дистанции пути.

Замена брусков выполняется в следующем порядке. Предварительно длинную дроссельную перемычку очищают и, изолировав от рельсов, освобождают от скоб крепления. Бруск изымают из шпального ящика и очищают от балласта.

В железобетонной шпале делают разметку и сверлят отверстия, в которые вставляют дюбели. Чтобы избежать закорачивания (касания) дроссельных перемычек на арматуру шпалы на выступающие части дюбелей надевают поливинилхлоридные втулки диаметром 14 мм. Затем на предварительно обработанные смазкой дроссельные перемычки надевают защитный шланг длиной 60 мм и укладывают

между дюбелями. Проходящий под рельсами отрезок перемычки изолируют с помощью шланга длиной 500 мм.

При крепеже длинную перемычку пятью скобами крепят к одной шпале, короткую – с помощью скобы и шланга к другой. Крепление дроссельных перемычек на поперечный брусок около дроссель-трансформаторов остается без изменений.

В заключение, выполняя измерения с помощью вольтметра, убеждаются в отсутствии электрической цепи между дроссельными перемычками и арматурой железобетонной шпалы. Кроме того, измеряют параметры рельсовой цепи на питающем и релейном концах.

До внедрения проекта эксплуатационные расходы на демонтаж и установку дроссельных перемычек на деревянные бруски на станциях Мстера и Сарыево с учетом стоимости материала и самих работ составляли более 87 тыс. руб. При использовании нового способа эта сумма снижена до 56 тыс. руб.

Усовершенствованная технология крепления дроссельных перемычек позволяет повысить эксплуатационную надежность рельсовых цепей, уменьшить количество циклов демонтажа перемычек при работе ПЧ и ПМС, минимизировать риск их закорачивания посторонними металлическими предметами.



РИС. 1



РИС. 2

# ABSTRACTS

## Implementation of resource management, risks and reliability analysis methodology in automatic and telemechanics economy

**ANOSHKIN VALERY**, JSC "Russian Railways", head of automatic and telemechanics administration, anoshkinvv2@yandex.ru

**GORELIK ALEKSANDR**, Moscow State University of railway engineering of the Emperor Nicholas II, Head of the Department "Railway automatics, telemechanics and telecommunications", agorelik@yandex.ru

**POMENKOV DMITRY**, JSC "Russian Railways", automatic and telemechanics administration, head of the department of the development organization and new technical means implementation, pomenkovd@mail.ru

**SMAGIN SERGEY**, JSC "Russian Railways", Design bureau of infrastructure, the deputy director for safety – the head of the safety department, smagin-ipad@mail.ru

**Keywords:** resource management, risks and reliability analysis, risks, risk management, indices reliability rating, indices of structural and functional reliability, the ALARP model

**Summary:** The basic principles of resource management, risks and reliability analysis (URRAN) methodology application in economy of railway automatic and telemechanics are provided. Definite purposes and tasks of methodology, the concept of indices reliability rating and assessment of railway automatic and telemechanics objects which is based on the theory of a risk management is considered.

## Problems and prospects of low-intensity railway lines

**VAKULENKO SERGEY**, Ph.D. (Tech.), professor, director of Institute of Management and Information Technologies of Moscow State University of Railway Engineering (MIIT), Moscow, Russia, post-iuit@bk.ru

**KOLIN ALEKSEY**, director of SEC «Independent integrated transport research» of Moscow State University of Railway Engineering (MIIT), Moscow, Russia, alex5959@yandex.ru

**EVREENOVA NADEZDA**, Ph.D. (Tech.), associate professor at the department of Transport Business of Moscow State University of Railway Engineering (MIIT), Moscow, Russia, nevrenova@mail.ru

**ROMENSKIY DMITRIY**, Deputy chief of SEC «Independent integrated transport research» of Moscow State University of Railway Engineering (MIIT), Moscow, Russia, Romensky@miit.ru

**Keywords:** low-intensity railway lines, cost-effective operation, freight and passenger transportation.

**Summary:** Low-intensity lines (LIL) of the Russian railways are located mainly in the European part of Russia, and their topology does not coincide with cargo flows along latitudinal directions. At the same time, the LIL provides connectivity and maneuverability of the network, increasing the reliability of its operation in the conditions of possible technological failures, natural disasters, in case of a shortage of capacity due to reconstruction, modernization of the mainlines, etc.

## Microprocessor auto block system with voice-frequency track circuits ABTC-I

**KOVALEV IGOR**, Chief Designer in Moscow office of R&P Centre "Promelectronica", Kovalev\_I@nprocprmu

**Keywords:** microprocessor auto block system with voice-frequency track circuits ABTC-I, block sections, coding, logic of train passing, internal diagnostics.

**Summary:** This article describes composition, operation principle, technical features and benefits of the microprocessor auto block system with voice-frequency track circuits ABTC-I.

## Electromagnetic influence must be taken into account

**NAUMOV ANATOLY**, Jchief specialist of «Transelectroproject» – branch of JSC «Roszhelodorprojekt», Ph.D. (Tech.), telp@rzpp.ru.

**NAUMOV ALEXEY**, lead engineer, Ph.D. (Tech.), telp@rzpp.ru.

**Keywords:** contact network, traction rail network, sources of electromagnetic fields, levels of electrical and magnetic influences

**Summary:** Questions of an estimation of electromagnetic influence on people and means near to railways are considered. The necessity of development of complex technical solutions and means reducing the influence of electromagnetic fields to permissible levels is substantiated.

## Synchronization of the transport network on the basis of packet technology

**KANAEV ANDREY**, Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University, Dr.Engineering Sciences, associate Professor, head of the Department "Electrical Communication", kanaev@pgups.ru

**TOSHCHEV ALEXANDER**, Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University, graduate student, toschev@pgups.ru

**Keywords:** telecommunication transport network, packet technologies, clock transmission, development of synchronization subsystems.

**Summary:** The main tendencies of development of synchronization subsystems in modern optical transport systems are considered in the article. The organization of the transmission of clock signals in packet networks is important, as more and more services need timely and stable delivery of clock signals, fixing the moments of events and linking to a single time scale.

## Improve the immunity of railway radio communication

**VOLKOV ANATOLY**, Moscow state university of railway engineering (MIIT), Department of automation, telemechanics and communication on railway transport, prof., Dr.Engineering Sciences, aavolkov2009@rambler.ru.

**MOROZOV MAXIM**, Moscow state university of railway engineering (MIIT), Department of automation, telemechanics and communication on railway transport, postgraduate student. Raconteurs.mm@gmail.com.

**Keywords:** frequency divider, noise immunity, frequency modulation, frequency band, peak factor, clipping.

**Summary:** A significant increase in the noise immunity of railway radio communication using frequency modulation is proposed, by dividing the frequency band of the modulating signal. The scheme of the simplest device intended for restoration of a frequency band of a speech signal on a reception side is presented.

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, 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. Струев (Челябинск)  
В.И. Талалаев (Москва)  
А.С. Ушакова (Калининград)  
А.В. Черномазов (Ростов-на-Дону)  
А.Н. Шабельников (Ростов-на-Дону)  
Д.В. Шалягин (Москва)  
В.И. Шаманов (Москва)

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

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

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

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

Подписано в печать 31.05.2017  
Формат 60x88 1/8.  
Усл. печ. л. 6,84. Усл. кр.-отт. 8,00  
Уч.-изд. л. 10,1

Зак. 1162  
Тираж 1900 экз.

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