

## Итоговое совещание»

Володина О.

СЦБисты подвели итоги ..... 2

Балуев Н.Н.

Надежность и безопасность прежде всего ..... 5

Перотина Г.

## ПРИОРИТЕТЫ СВЯЗИСТОВ: БЕЗОПАСНОСТЬ, ЭФФЕКТИВНОСТЬ, КАЧЕСТВО

СТР. 8

## Новая техника и технология

Растегаев С.Н., Воробей Н.Ю.

Автоматизация формирования схем замещения  
для расчета ТРЦ ..... 12

Митрохин В.Е., Гаранин А.Е., Бондаренко К.А.

Критерий выбора устройства защиты  
от перенапряжений ..... 14

Шухина Е.Е., Висков В.В., Гурьянов А.В.

Безопасный локомотивный объединенный  
комплекс БЛОК ..... 18

Василенко М.Н., Аксаментов Г.Н., Горбачев А.М.

Современные средства позиционирования  
кабельных сетей ..... 20

Алмазян К.К.,  
Кнышев И.П.,  
Тропкин С.И.,  
Коновалов Н.А.

## СИСТЕМЫ СВЯЗИ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО ПОЕЗДА «САПСАН»

СТР. 22

## Обмен опытом

Кравченко К.В.

Защита систем ЖАТ от грозовых и коммутационных  
перенапряжений ..... 25

Иваненко А.А., Зенкович Ю.И., Щербина Е.Г.

Защита рельсовых цепей от ложной занятости  
при гололедообразовании на контактном проводе ..... 29

Попов Д.А.

## КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ПРОБЛЕМАМ ЗАЩИТЫ

СТР. 32

Потехин М.Г.

Мониторинг для участков с малоразвитой  
инфраструктурой ..... 37

Двоеглазов А.В., Хоперский В.И.

Наглядно о структуре КТСМ-02 ..... 39

## В трудовых коллективах

Виндюрина И.Ф.

Полвека позади ..... 42

## Информация

Семенюта Н.Ф.

Золотое сечение служит человечеству ..... 46

Фото на 1-й стр. обложки А.В. Козлова

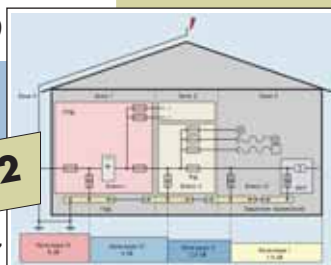
АВТОМАТИКА  
СВЯЗЬ  
ИНФОРМАТИКА

АСИ

4 (2011)  
АПРЕЛЬ

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

ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ  
С 1923 ГОДА



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»  
2011

# СЦБисты ПОДВЕЛИ ИТОГИ

В марте в Ярославле прошло сетевое совещание, где были подведены итоги работы хозяйства автоматики и телемеханики за 2010 г. и определены меры, направленные на повышение надежности технических средств, намечены конкретные планы на текущий год. В работе совещания приняли участие руководители Департамента автоматики и телемеханики, начальники служб, представители проектных и строительных организаций, производители продукции ЖАТ.

■ Во вступительном слове начальник Северной дороги **В.А. Билоха** отметил, что специалисты хозяйства играют важную роль в обеспечении безопасности движения поездов и выразил уверенность в том, что в условиях реформирования будет поддержан высокий статус хозяйства, обеспечивающего бесперебойность перевозок.

В основном докладе начальник Департамента автоматики и телемеханики **Н.Н. Балуев** сказал, что сегодня идет формирование дорожных дирекций инфраструктуры. Руководители служб автоматики и телемеханики приглашены в аппарат управления дорожных дирекций. Это высокая оценка их профессиональной деятельности и работы возглавляемых ими хозяйств.

Глава департамента остановился на наиболее важных моментах, которые следует учесть при реорганизации управления. Он озвучил основные показатели эксплуатационной и финансово-экономической работы хозяйства за прошедший год, остановился на вопросах охраны труда и реализации инвестиционных проектов. (Изложение доклада Н.Н. Балуева читайте на стр. 5).

В ОАО «РЖД» 2011 г. объявлен годом работы с персоналом, поэтому одним из главных вопросов совещания был кадровый вопрос, который сегодня, пожалуй, наиболее актуален для хозяйства. Успешная работа любого предприятия зависит от квалификации персонала, поэтому руководителям дистанций надо больше внимания уделять людям, учитывать личностные качества работников при решении производственных задач. Следует избегать авторитарного стиля управления, который подавляет личность и инициативу и заставляет работника думать не о качестве выполнения задания, а о том, как избежать наказания за невыполнение.

Хорошая возможность пообщаться с коллегами, обменяться мнениями, получить нужную информацию и даже задать вопрос начальнику департамента появилась у работников хозяйства в Интернете на форуме эсцбистов ([www.scbist.com](http://www.scbist.com)), который набирает все большую популярность.

Одним из ключевых был доклад заместителя начальника департамента **Г.Ф. Насонова**, поднявшего ряд проблем в эксплуатационной работе. Он напомнил, что в про-

шлом году допущены несколько случаев схода вагонов: на станции Ховрино Октябрьской дороги, Москва-Каланчевская Московской дороги и Аксарайская-2 Приволжской дороги. В ходе проверок, проведенных на сети, обнаружено много недостатков, в том числе и в организации работы хозяйства автоматики и телемеханики. В частности, не во всех дистанциях организованы комиссионные проверки пультов-табло, схематических и двухниточных планов станций с участием работников станций, дистанций СЦБ и пути. Много невыполненных работ по замечаниям в содержании устройств электрического обогрева стрелочных переводов. Остается большим количество несоответствий схематических планов станций путевому развитию. Докладчик отметил, что следует принять меры по устранению этих недостатков в кратчайшие сроки.

Еще один фактор, отрицательно влияющий на эксплуатационный процесс – низкое качество проектной документации. Достаточно часто при проектировании устройств ЖАТ применяются нетиповые технические решения, которые не согласованы с депар-



Выступление начальника Северной дороги В.А. Билохи



Во время работы совещания

таментом. Перед вводом в действие такие устройства не проверяют, поскольку это не прописано в соответствующей методике. В дальнейшем при эксплуатации это приводит к отказам устройств. Чтобы избежать подобного, проектным организациям необходимо в обязательном порядке обозначать нетиповые технические решения в проектах и совместно с ПКТБ ЦШ разрабатывать порядок их проверки. Целесообразно все ошибки, обнаруженные при регулировочных работах или в эксплуатации, не выявленные действующими методиками проверок, считать браком разработчиков, проектных или строительных организаций и оформлять соответствующие претензии.

Также при проверках предприятий обнаруживается невыполнение многих указаний департамента и ГТСС. Например, в таблице зависимостей стрелок, сигналов и маршрутов нет показаний предупредительных светофоров, на табло ДСП не выведена индикация наличия и исправности ключей-железлов и станционной батареи. Это также может стать причиной нарушений безопасности движения.

Г.Ф. Насонов обратил внимание, что промахи в работе происходят из-за пассивности и невнимательности эксплуатационного штата. Порой работники формально подходят к своим служебным обязанностям, сознательно не хотят замечать нарушения, напрямую их не касающиеся. В итоге бездействие приводит к различным ЧП. В частности, это касается сигнализаторов заземления. Работоспособность этих приборов должна постоянно контролироваться. Однако, нередко обслуживающий

персонал не обращает внимание на состояние сигнализатора, и даже при его срабатывании, не пытается выяснить причину. На каждом предприятии необходимо обеспечить постоянный контроль за состоянием СЗИ.

Как показывает анализ, причина более 10 % отказов – нарушение технологии обслуживания устройств. Например, перепутывание или демонтаж действующих проводов, неумение качественно паять и др. Руководителям следует позаботиться о повышении технического уровня эксплуатационного штата, обучении работников профессиональным навыкам.

На Южно-Уральской дороге, например, проблеме решают следующим образом. Руководители дистанций выезжают в те цеха, где участились отказы по вине персонала, проверяют знания и умения электромехаников, проводят с ними дополнительные технические занятия. Повышать профессиональный уровень электромехаников помогают и школы по обмену опытом, конкурсы мастерства, которые проводятся на дорогах.

На эксплуатацию устройств негативно влияют и отвлечения электромехаников на сопровождение «окон» и снегоборьбу. Например, на Октябрьской дороге в зимний период ежедневно на уборку снега привлекаются сотни человек, причем зачастую без острой необходимости. В конечном счете это приводит к формальному, некачественному выполнению графика технологического процесса и скрытым сверхурочным часам работы. На предприятиях необходимо учитывать время, которое затрачивают электромеханики на разного рода отвлечения, и

искать способы компенсации этих трудозатрат.

Большая часть времени в регламенте совещания была отведена выступлениям начальников служб, которые рассказывали об эксплуатационных, финансово-экономических показателях работы за отчетный год, делились опытом решения различных проблем.

В частности, представители дорог анализировали причины сбоев АЛСН, число которых по-прежнему остается высоким. Одна из них – позднее расследование. Как правило, информация о сбоях поступает в дистанции не от машинистов, а от расшифровщиков скоростемерных лент спустя двое-трое суток после сбоя. В итоге расследование осложняется, зачастую первопричина остается неустановленной и сбой повторяется. Много сбоев происходит в результате искажения временных параметров кодов. Причем иногда это является следствием неумения электромехаников правильно регулировать аппаратуру. Поэтому в дистанциях, где есть такие факты, руководителям РТУ надо принять меры для повышения качества регулировки приборов.

Способ устранить сбои от воздействия обратного тягового тока промышленной частоты на станции Владимир, где стыкуются различные роды тяги, нашли специалисты Горьковской дороги. По их предложению маршруты приема и отправления электропоездов «САПСАН» по главным путям переведены на кодирование частотой 75 Гц по тяге переменного тока.

Многие эксплуатационники говорили о ненадежной работе устройств УКСПС. Большинство необоснованных остановок поездов происходит из-за неисправностей датчиков. Чтобы повысить надежность этих устройств, на сети идет замена нетиповых датчиков. Для выявления скрытых дефектов путевых элементов разработан и в ближайшее время пройдет эксплуатационные испытания прибор для акустического контроля состояния датчиков, который так необходим электромеханикам.

Как рассказал начальник службы автоматики и телемеханики **В.Ю. Сердюк**, на Восточно-Сибирской дороге в этом году планируется внедрение технических решений для выявления кратков-



Представители дорог знакомятся с новой продукцией



Обсуждение проблем продолжается между заседаниями





После награждения руководителей служб – победителей 2010 г.

ременных ложных срабатываний УКСПС без перекрытия сигнала из-за потери электрического контакта в местах соединений.

Также на этой дороге создана группа технической диагностики и мониторинга устройств инфраструктуры. Мониторингом, который организован на базе действующих систем АПК-ДК и АСК-ПС, охвачено 64 станции и прилегающие перегоны в пределах девяти дистанций. А с помощью ДЦ «Сетунь», которой оборудовано более 70 % дороги, установлен контроль за работой станций, каналов, системы передачи данных и всего периферийного оборудования. В прошлом году выявлено более 2,5 тыс. неисправностей в устройствах СЦБ, КТСМ, пути и энергоснабжения. Подобный опыт было бы целесообразно перенять и хозяйствам других дорог для организации постоянного контроля за состоянием технических средств с использованием каналов действующих систем ДЦ, ДК, СПД ЛП.

Почти все начальники служб обращали внимание на низкое качество аппаратуры, поступающей на дороги. В прошлом году на Забайкальской, Северной, Южно-Уральской и Московской дорогах возросла доля отказов данной категории. Основные нарекания вызывает качество реле, трансформаторов, дроссель-трансформаторов.

Выступивший по этому вопросу заместитель директора ОАО «ЭЛТЕЗА» **А.А. Михеев** сообщил, что в прошлом году на заводы общества поступило более 500 рекламаций, однако вина изготовителей установлена только в 13 % случаев,

к остальной продукции претензии были отклонены. В частности, не принимались замечания на изделия с истекшим гарантийным сроком, не прошедшие межремонтное обслуживание, и в случаях, когда неисправную аппаратуру не возвращали производителю или не соблюдали условия хранения и транспортировки приборов.

Основными причинами выпуска некачественной продукции являются комплектующие, материалы, нарушение технологии изготовления изделий, устаревшее технологическое оборудование. По словам **А.А. Михеева**, заводчане внимательно анализируют причины неисправности аппаратуры, учитывают замечания эксплуатационников по качеству и надежности продукции. За минувший год было много сделано для улучшения качества продукции. Так, усовершенствована конструкция розеток реле, технология сборки релейных блоков ЭЦ, улучшена герметизация дроссель-трансформаторов ДТ1МГ1 и 2ДТ1МГ1. Для их заливки теперь используется термоморозоустойчивый состав. Чтобы предотвратить изломы, выводы трансформаторов изготавливают теперь из нержавеющей стали. На Камышловском заводе осваивается новое производство композиционных контактов, идет доработка конструкции релейных блоков, а также комбинированного ключа для напольных устройств. Благодаря изменению конструкции и технологии изготовления многих изделий, гарантийный срок полувини продукции ОАО «ЭЛТЕЗА» увеличен до трех лет.

В прошлом году акционером общества стала канадская компания «Бомбардье». В ближайшее время на Лосиноостровском ЭТЗ планируется освоить производство МПЦ EBILock-950 IPU, шпального электропривода EBISwitch-2000, аппаратуры тональных рельсовых цепей EBITrack 400 и микропроцессорной системы управления переездом EBIGate 2000.

Поскольку 40 % отказов аппаратуры происходит в приборах, эксплуатирующихся более 20 лет, на сети реализуется программа вывода из эксплуатации аппаратуры с истекшим сроком полезного использования. За прошедший год уже изъято 250 тыс. устаревших приборов, ежегодно из эксплуата-

ции должно выводиться не менее 15 % их общего объема. Однако такие темпы выдержать достаточно сложно.

Для активизации рекламационной работы, с марта этого года разработан и начал действовать новый стандарт, где этот процесс регламентирован. Согласно данному документу по каждому факту несоответствия качества жизненного цикла изделия должен оформляться рекламационный акт или информационное письмо. Эти документы станут основанием для предъявления претензий.

Одной из основных задач 2011 г. является повышение требований к качеству поставляемой продукции для нужд хозяйства. Поэтому приоритетное внимание теперь уделено качеству входного контроля. Основным звеном становится поставщик, который будет нести ответственность за качество продукции. О том, как будет организован комплексный мониторинг услуг и поставляемой продукции ЖАТ сообщил начальник отдела производства и комплектации **В.И. Солдатов**.

На совещании был затронут целый круг вопросов. Среди них – развитие и внедрение систем диагностики и мониторинга, организация централизованной системы сервисного обслуживания устройств и систем ЖАТ, реализация инвестиционных проектов 2011 г., обеспечение безопасного производства ремонтных и строительно-монтажных работ на действующей инфраструктуре и др. Специалистам удалось обменяться опытом, поговорить о перспективах развития хозяйства. В решениях, которые приняты по итогам работы сетевой школы, отражены конкретные меры для выполнения поставленных на текущий год задач, приоритетными из которых являются обеспечение надежности и безотказности работы технических средств ЖАТ.

В заключение были объявлены результаты рейтинговой оценки хозяйств дорог по итогам работы в прошлом году. Первыми на этот раз стали эсцбисты Восточно-Сибирской дороги, на втором и третьем месте, соответственно, Запдно-Сибирской и Свердловской дорог.

**О. ВОЛОДИНА**



**Н.Н. БАЛУЕВ,**  
начальник Департамента  
автоматики и телемеханики  
ОАО «РЖД»

## НАДЕЖНОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ ПРЕЖДЕ ВСЕГО

Наступил важный этап преобразования ОАО «РЖД» в холдинговую компанию – формирование дорожных дирекций инфраструктуры с единой системой управления. Первостепенное значение имеет обеспечение надежности и безопасности перевозочного процесса, которое возможно лишь при единой и четкой организации технического обслуживания объектов инфраструктуры, инновационном развитии технических средств и технологий их обслуживания.

■ Период реформ – очень непростое время, требующее повышенной ответственности. Это своего рода проверка всего, что происходит в целом в ОАО «РЖД», включая и хозяйство автоматики и телемеханики. Любая, самая малейшая оплошность, промашка, просчет отдельными структурами нередко истолковываются как результат проводимых реформ, но мы не должны давать повод для сомнения в успешности реформирования.

При формировании дорожных дирекций инфраструктуры следует обратить внимание на ряд принципиальных моментов.

Во-первых, нельзя забывать, что как существующие, так и вновь формируемые управленческие структуры – это надстройки, а базой, фундаментом являются структурные подразделения – линейные предприятия. Для успешной реорганизации структуры управления необходимо опираться на надежные, стабильно работающие коллективы линейных предприятий. Поэтому недопустимы предложения по объединению дистанций пути, СЦБ, электро-

снабжения в одну дистанцию инфраструктуры, пусть даже на малодеятельных участках. Существующие техническая и технологическая вертикали управления – это основа обеспечения безопасности движения и их нельзя разрушать. В то же время формирование комплексных бригад, гармонизация технологических операций, совместное использование транспортных средств, проведение единых технологических «окон» – нужные и своевременные меры.

Во-вторых, не следует допускать укрупнения и объединения дистанций. Границы управляемости структурных подразделений определены соответствующими нормативными документами, их вольная трактовка не приемлема, особенно на этапе реформирования.

В-третьих, целесообразно сохранить дистанции СЦБ в качестве структурных подразделений территориальной Дирекции инфраструктуры, не понижая их статус до уровня производственного участка.

В-четвертых, поскольку обеспечение безопасности движения

поездов, стабильность работы коллективов во многом зависит от первого руководителя, руководителям разного ранга, в том числе начальникам служб нужно бережнее относиться к кадровому потенциалу и в первую очередь – к начальникам дистанций СЦБ. Далеко не всегда их смена происходит по объективным причинам. Сегодня на отдельных дорогах любое новое назначение начальника дистанции иногда приводит не к усилению, а к ослаблению руководства предприятием, потому что в кадровом резерве не всегда есть специалисты, имеющие необходимый опыт работы с людьми. В 2010 г. среднесетевой процент сменяемости начальников дистанций СЦБ был достаточно высоким и составил 12,4 %, на Московской дороге – 23,8 %, на Горьковской – 20 %, Куйбышевской, Южно-Уральской и Забайкальской – по 18,2 %. Вряд ли на этих дорогах успевают подготовить резерв на замещение начальников дистанций.

Сегодня основная задача руководителей, как департамента, так и служб – постоянно контролировать работу каждой дистанции, каждо-



Сменяемость начальников дистанции СЦБ в 2010 г.



Отказы устройств СЦБ по вине работников хозяйства в 2010 г.

го коллектива, знать проблемные вопросы, и, не накапливая, решать их в упредительном порядке.

■ В прошлом году в хозяйстве не допущено крушений и аварий. Однако произошло два случая схода электропоездов – с пассажирами на Октябрьской дороге и при маневрах на Московской дороге. Существенно, на 175 %, возросло количество сходов подвижного состава при маневрах. Они допущены на Калининградской, Северной, Северо-Кавказской и Московской дорогах.

В целом по хозяйству общее количество нарушений безопасности (событий) снижено по сравнению с 2009 г. с 28 до 26, т.е. на 7 %. Однако на Горьковской, Северной, Юго-Восточной и Красноярской дорогах этот показатель увеличен, а на Калининградской, Северо-Кавказской, Приволжской, Свердловской, Западно-Сибирской дорогах – остался на уровне прошлого года. Наибольшее количество событий, по три на каждой, допустили Московская, Горьковская, Северная, Северо-Кавказская и Южно-Уральская дороги.

Ущерб от допущенных в прошлом году событий составил

2,7 млн. руб., что выше показателей 2009 г. более чем в 4 раза. При этом максимальные суммы ущерба – на Октябрьской, Калининградской, Южно-Уральской и Приволжской дорогах.

Анализ ситуации на железных дорогах показал, что из 204 дистанций СЦБ двадцать допустили по одному событию, а три дистанции – по два события. Это Троицкая дистанция Южно-Уральской дороги, Ростовская Северо-Кавказской дороги и Вологодская Северной дороги, где допущены в сумме шесть событий, т.е. почти четвертая часть всех событий 2010 г. Неблагополучных дистанций 23 из 204 – это 11 %.

Таким образом, напрашивается вывод: при одних и тех же технических средствах и равных условиях снабжения ресурсами 89 % дистанций обеспечивают безаварийную работу, у остальных нет никаких оснований работать хуже.

В связи с этим одна из задач, стоящих перед хозяйством в текущем году – разработать и реализовать комплекс дополнительных мер, направленных на исключение нарушений безопасности по каж-

дой из этих неблагополучных дистанций, обеспечить безаварийную работу всех предприятий.

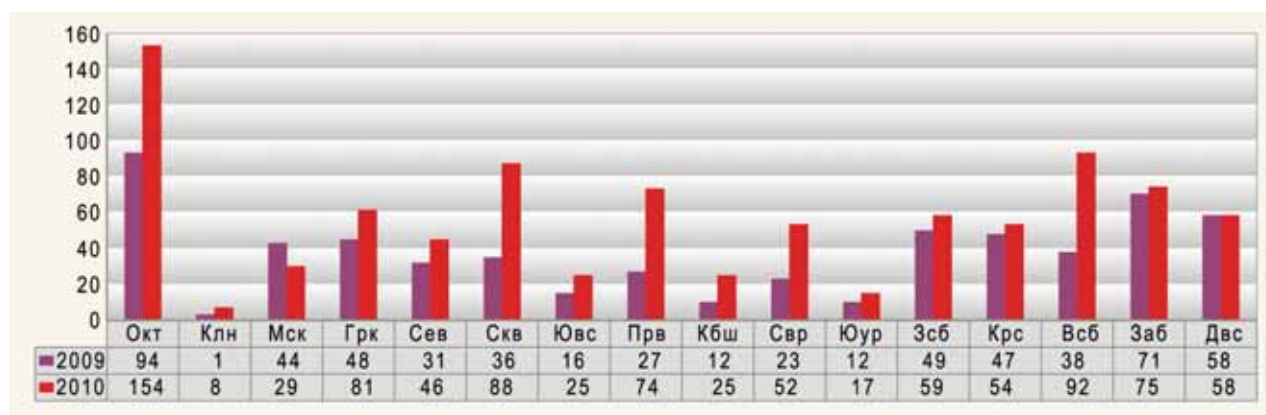
■ В результате мер, направленных на повышение надежности технических средств, в прошлом году на сети общее количество нарушений нормальной работы устройств СЦБ снижено на 1,1 %. Однако, на шести дорогах этот показатель увеличен: на Октябрьской – на 4,4 %, на Горьковской – на 6,2 %, на Юго-Восточной – на 5,1 %, на Приволжской – на 5,2 %, на Куйбышевской – на 6,9 % и на Южно-Уральской – на 13,4 %. Отказы по вине работников дистанций СЦБ сокращены в среднем на 9 % за исключением Южно-Уральской дороги, где они увеличены на 5 %.

По сравнению с 2009 г. положительной динамики удалось добиться в работе устройств АЛС и САУТ. Общее количество сбоев кодов АЛСН снижено на 1,7 %. При этом на Северо-Кавказской, Забайкальской, Приволжской, Свердловской, Южно-Уральской, Московской, Дальневосточной, Юго-Восточной и Октябрьской дорогах их количество увеличилось. Сбои, отнесенные за хозяйством,



Изменение количества сбоев АЛСН в 2010 г. по сравнению с 2009 г.





Распределение количества отказов устройств КТСМ по дорогам

сокращены на 12,8 %, однако на Северной, Южно-Уральской, Горьковской и Московской их число возросло.

Также уменьшено общее число сбоев САУТ. В среднем по сети этот показатель снижен на 20 %, а сбой по вине работников хозяйства на 13,3 %. Наибольшее их количество в абсолютном исчислении зафиксировано на Горьковской, Восточно-Сибирской, Северной и Московской дорогах. Руководителям служб этих дорог следует принять меры по исправлению ситуации.

Достигнуто сокращение количества необоснованно остановленных поездов по показаниям аппаратуры КТСМ. За счет приоритетного внедрения аппаратуры КТСМ-02 и перехода на измерение температуры в градусах Цельсия количество остановок по сравнению с 2009 г. снижено на 22,6 %. В первую очередь здесь заслуга работников вагонного хозяйства. Следует отметить, что практически на всех дорогах, за исключением Московской, надежность работы аппаратуры КТСМ снизилась. Хуже остальных этот показатель на Калининградской, Приволжской, Северо-Кавказской, Восточно-Сибирской и Свердловской дорогах.

По статистическим данным системы учета КАСАНТ количество отказов, отнесенных на хозяйство автоматики и телемеханики, снизилось в 2010 г. на 3 %. При этом его «доля» среди всех хозяйств компании осталась без изменений и составляет около 12 %. Наибольшее количество отказов первой и второй категорий зафиксировано на Октябрьской, Западно-Сибирской, Горьковской, Северной и Свердловской дорогах. Следует

отметить, что если в 2009 г. все отказы по вине работников дистанций СЦБ были расследованы, то в 2010 г. на Забайкальской не расследованы 15 отказов, на Красноярской – 5, на Горьковской – 3, на Дальневосточной – 2, на Московской, Юго-Восточной и Южно-Уральской дорогах – по одному.

■ По данным системы КАСАНТ из 192,6 тыс. задержанных поездов 28 тыс. отнесено на хозяйство автоматики и телемеханики. Это составляет 14,5 %, что на 5,5 % больше по сравнению с 2009 г. Наибольшее количество поездов задержано на Горьковской, Западно-Сибирской, Октябрьской, Свердловской, Северной и Восточно-Сибирской дорогах.

По данным Управления анализа и статистики ОАО «РЖД» более 80 % всех задержек приходится на четыре железные дороги – Московскую, Октябрьскую, Северо-Кавказскую и Горьковскую.

Настораживает тот факт, что на Московской железной дороге, начиная с 2006 г., количество задержанных пассажирских и пригородных поездов возросло в несколько раз.

■ Наиважнейшая тема, которая по-прежнему актуальна для хозяйства – пожарная безопасность. Уже в текущем году произошли пожары на четырех стационарных объектах ЖАТ на Южно-Уральской, Дальневосточной и дважды на Октябрьской дорогах.

В минувшем году на объектах ЖАТ было 12 случаев возгорания, причем большинство из них по прямой или косвенной вине работников хозяйства. К сожалению, во многих случаях причины возгорания обыденны. Как следствие – происходит пожар. На его

ликвидацию уходят огромные средства и силы.

■ Большое внимание в хозяйстве уделяется кадровым вопросам. В 2010 г. по сравнению с предыдущим годом среднесписочная численность работающих в хозяйстве увеличилась на 2,3 %. Укомплектованность кадрами к концу года составила более 90 %. Среднемесячная зарплата линейного работника выросла на 15,6 % – до 30 245 руб., электромеханика СЦБ (включая старшего) – на 16,3 %, а электромонтера – на 16,1 %.

На некоторых предприятиях сохраняется дефицит кадров. Проблемными в отношении укомплектованности являются Великолукская, Санкт-Петербург-Балтийская, Санкт-Петербург-Финляндская и Дновская дистанции Октябрьской дороги, Орловско-Курская, Рижско-Савёловская и Тульская дистанции Московской дороги, Туапсинская Северо-Кавказской дороги, Астраханская Приволжской дороги, Инская Западно-Сибирской дороги, Коршуниха-Ангарская Восточно-Сибирской дороги. Руководителям служб этих дорог нужно обратить на это внимание и продолжить системную работу по приведению численности к норме.

В целом показатели деятельности хозяйства автоматики и телемеханики в 2010 г. положительные, хотя имеются отдельные недостатки.

В 2011 г. в хозяйстве автоматики и телемеханики необходимо реализовать комплекс мер по снижению уровней рисков нарушений безопасности движения.

Все принимаемые меры должны быть направлены на повышение качества и надежности работы устройств ЖАТ, стабильности деятельности подразделений хозяйства.

# ПРИОРИТЕТЫ СВЯЗИСТОВ: БЕЗОПАСНОСТЬ, ЭФФЕКТИВНОСТЬ, КАЧЕСТВО

В конце февраля в Москве состоялось совещание, на котором подведены итоги деятельности Центральной станции связи ОАО «РЖД» за 2010 г. Приоритет был отдан анализу реализации задач Функциональной стратегии обеспечения гарантированной безопасности и надежности перевозочного процесса, а также выполнению мероприятий по повышению надежности работы объектов инфраструктуры, снижению количества нарушений безопасности движения и отказов технических средств.

■ – Отказы 1-й и 2-й категорий, связанные с задержкой поездов, являются мерилом нашей деятельности, – подчеркнул генеральный директор ЦСС П.Ю. Маневич. – И хотя в целом по хозяйству за отчетный период отмечена положительная динамика, тем не менее, в области эксплуатации наблюдались некоторые негативные явления. Так, из-за повреждения кабеля на перегоне Куйбышевской дороги произошла задержка пассажирского поезда сверх времени, установленного графиком движения, более чем на час.

Критике были подвергнуты некоторые начальники дирекций связи за инертность мышления, безынициативность, консервативность в отношении совершенствования структуры управления эксплуатацией сети связи.

В 2010 г. допущено 690 отказов технических средств связи, из них 38 – 1-й, 15 – 2-й и 637 – 3-й категорий. Несмотря на общее снижение на 33 %, отказы 1-й и 2-й категории возросли на 8 % (53/49).

В пути следования задержаны 175 поездов, из которых 44 пассажирских, 27 пригородных, 104 грузовых. К уровню 2009 г. их количество увеличилось в 1,9 раза. Худшие результаты показали Самарская, Красноярская и Хабаровская дирекции. Вместе они допустили 49 % отказов 1-й и 2-й категорий.

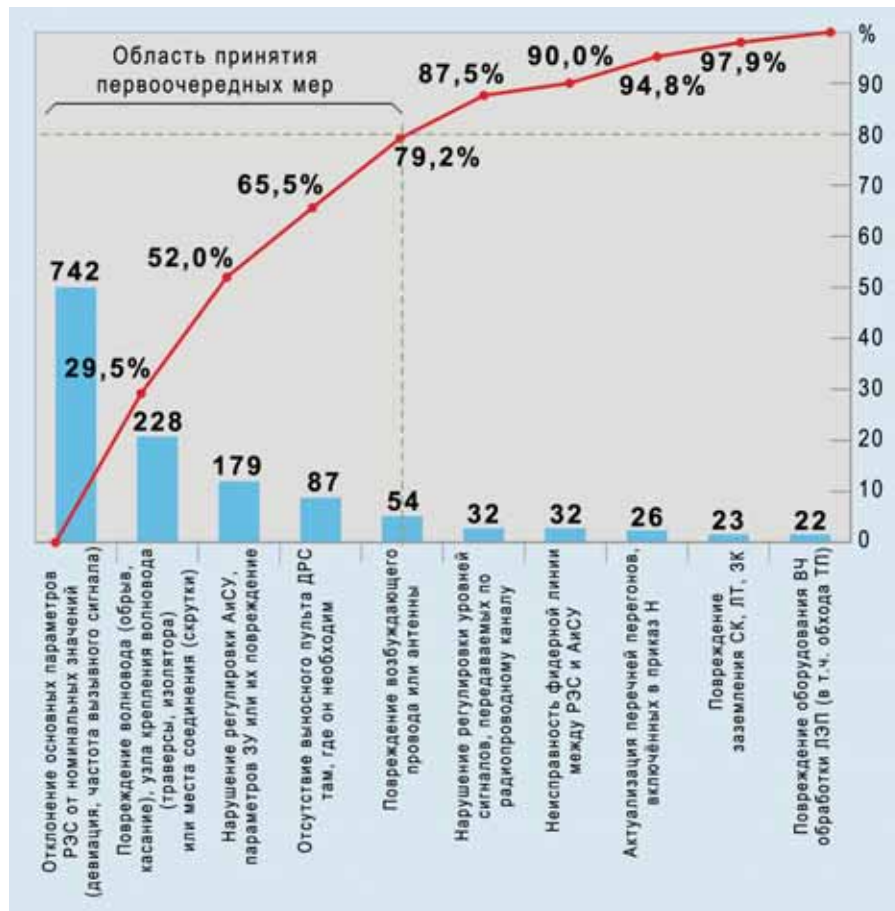
На совещании отмечалось улучшение положения дел с отказом кабельных линий связи на участках, где внедрена технология мониторинга медножильных кабелей с помощью модульных диагностических комплексов МДК-М1. Эти комплексы отслеживают состояние кабелей в режиме

реального времени и выявляют дефекты на ранних стадиях, помогают не допускать повреждений.

К устройствам дистанционного контроля было дополнительно подключено 3400 км магистрального медножильного кабеля. Постоянный контроль электрических характеристик в результате обеспечен более чем на 99 тыс. км кабеля, что составляет 52,8 % его протяженности. Модулями МДК-М1 выявлено 996

случаев занижения сопротивления изоляции кабеля и отказы предотвращены.

Известно, как велико значение средств радиосвязи для обеспечения безопасности движения. Сейчас на сети работает более 223 340 станционных, возимых и носимых радиостанций. Треть всех эксплуатируемых и находящихся в резерве стационарных радиостанций имеют истекший срок службы. Более половины возимых радиостанций также



Факторный анализ причин неисправности устройств поездной радиосвязи



выработали свой срок, их парк за год «состарился» на 3,9 %.

Для повышения качества поездной радиосвязи необходима оптимизация парка радиостанций с учетом вывода из эксплуатации устаревших моделей, сокращения числа резервных и перераспределения новых радиостанций, а также более широкое внедрение технологии их тестирования.

За отчетный период по вине хозяйства связи допущено 134 отказа устройств радиосвязи, что на 38 % ниже предыдущего показателя, а по вине других хозяйств ОАО «РЖД» и сторонних организаций произошло 489 отказов, что на 9,6 % выше, чем в 2009 г. Количество отказов средств радиосвязи, вызвавших задержку поездов, осталось прежним, а суммарное время их задержки наполовину снизилось (до 0,35 ч).

В худшем состоянии устройства радиосвязи содержатся в Красноярской, Воронежской и Иркутской дирекциях, а Калининградская, Ярославская, Новосибирская и Хабаровская значительно снизили количество отказов.

На сети дорог имеются перегоны протяженностью свыше 15 км, на которых разрешено осуществлять радиосвязь машинистов при следовании по перегону с дежурными ближайшей станции при условии устойчивой радиосвязи с поездным диспетчером. Перечень таких перегонов утверждает начальник дороги. Хотя их доля в 2010 г. снижена на 13,7 %, однако перегонов еще остается довольно много. Ситуация требует повышенного внимания начальников дирекций связи к улучшению качества поездной радиосвязи в закреплённых зонах ответственности.

Отмечено, что все еще есть так называемые совмещенные круги радиосвязи, где цепи поездной диспетчерской связи и поездной радиосвязи проходят по каналам одной и той же системы. При выходе из строя каналообразующей аппаратуры могут быть одновременно нарушены ПДС и ПРС. На совещании поставлена задача максимально снизить количество таких кругов.

При проверке состояния сети поездной радиосвязи вагонами-лабораториями выявлены несоответствия ПРС требованиям действующих нормативов. Их основными причинами явились:

отклонение девиации частоты вызывного сигнала от номинальных значений (50,7 %), повреждение волновода (15 %), нарушение регулировки антенно-согласующих устройств и параметров зарядных устройств (13,7 %). При этом лучшее состояние сети ПРС оказалось в зоне ответственности Саратовской, Новосибирской, Читинской дирекций связи, худшее – Сахалинской, Самарской и Хабаровской.

В ходе ревизий ЦРБ, проведённых в структурных подразделениях и аппарате управления ЦСС, установлено неудовлетворительное положение дел с внедрением технических средств, обеспечивающих надежную двустороннюю связь машинистов поездных локомотивов, моторвагонных поездов, специального самоходного подвижного состава с дежурными по станциям, ограничивающим перегон. При этом дирекциями не анализируется возможность организации типовых схем противофазного индуктивного возбуждения проводов и линий, проложенных вдоль путей, а также установки дополнительной радиостанции на перегонах большой протяженности с выносом пультов управления радиостанцией к обоим дежурным по станциям. Выявлено, что в Нижегородской, Самарской, Московской дирекциях нередко применяют нетиповые схемы высокочастотного возбуждения волноводно-направляющих линий. Это может привести к травмированию работников, пожару в помещении связевой, к выводу из строя технологического оборудования.

Кроме того, применено нетиповое техническое решение по взаимному обмену пультами управления радиостанциями, установленными у ДСП соседних станций, что снижает надёжность работы поездной радиосвязи, увеличивает уровень взаимного влияния РЭС на смежных перегонах, а также провоцирует конфликтные ситуации при необходимости использования одной радиостанции обоими ДСП. В совокупности это создаёт угрозу безопасности движения поездов.

На совещании были проанализированы результаты работы по переключению жил СЦБ из магистральных кабелей связи в сигнально-блокировочные кабели на участках, где выполнено переустройство линий СЦБ и имеется техническая возможность такого

переключения. К сожалению, из-за финансовых ограничений эта работа выполнена только на 74 % от запланированного объема, переключено 2597 км (168 участков) вместо 3510 км (228 участков).

С особым вниманием рассмотрено выполнение мероприятий по повышению уровня пожарной безопасности объектов связи. Для контроля их состояния к ЕСМА подключено 3025 узлов, оснащенных системами охранно-пожарной сигнализации. Однако в некоторых дирекциях несмотря на наличие технических возможностей процент подключения низкий (Ростовская – 13,5 %, Самарская – 14 %, Ярославская – 17,5 %), что говорит о слабой организации этого процесса.

На совещании отмечалось, что в хозяйстве связи для повышения оперативности и качества обслуживания устройств создано 2216 ремонтно-восстановительных бригад (РВБ) общей численностью 17 721 человек. В ЕСМА реализован механизм контроля их организации, учет данных о количестве и специализации РВБ, занятости этих бригад в работах. Поскольку деятельность всех членов РВБ фиксируется в ЕСМА, теперь легко выявить виновных в том или ином инциденте.

При этом основной задачей является создание совмещенных бригад, в которых нет деления на радистов и связистов и выполняются как ремонтные работы, так и техническое обслуживание. Ведь совмещение профессий – это один из путей решения целевой программы оптимизации штата. К сожалению, совмещенных бригад организовано недостаточно, низкий процент совмещенных бригад в Читинской (1,1 %), Челябинской (11 %), Саратовской (15,3 %) дирекциях связи.

На основе анализа в 2010 г. начаты работы по оптимизации структуры телеграфной сети связи путем вывода из эксплуатации аналогового оборудования, перехода на новую технологию работы, сокращения количества технических средств и разработки регламентов взаимодействия. Кроме того, намечены меры по оптимизации сети ОбТС за счет изменения технологии обслуживания и сокращения количества АТС на 15 %, соединительных линий – на 30 %.

Продолжалось развитие системы ЕСМА. В 2010 г. в базу данных были введены немногим менее 540 тыс. объектов. Общее количество оборудования, введенного в ЕСМА, достигло почти 1,1 млн. единиц.

Реализованы модули стыковки с системой ЕСМА следующих систем управления и мониторинга основных производителей оборудования:

первичной сети (SDH, PDH): ЭЗАН, Nateks, Новел-ИЛ, Морион, Пульсар, Интелеклектроника, Микролинк-связь;

вторичных сетей доступа, ОТС и ОбТС: Новел-ИЛ, Морион, Пульсар, Интелеклектроника, Информтехника и связь, Интелсет ТСС, Ericsson, Спецстрой-связь, Nortel;

IP сеть: оборудование Cisco, серверы систем управления HP;

компрессорные сигнальные установки: системы обработки данных контроля давления в магистральных кабелях связи ЗАО НПЛ «Пульсар»;

контрольно-измерительные системы компании Asterna для обработки данных мониторинга ВОЛС (Atlas) и компании Пульсар для обработки данных диагностики магистрального медножильного кабеля на базе модулей МДК;

системы идентификации подвижного состава САИ ПС производства ЗАО «ОЦВ»;

АРМ контроля состояния ПРС разработки Новосибирской и Екатеринбургской дирекций связи;

системы слежения за подвижными объектами (на базе терминалов MarziTrack, Fort-Telecom, Микчел-ТСК);

мобильный измерительный комплекс автоматизации и радиосвязи производства НПП «Уралжелдоравтоматика»;

оборудование аудиокофференцсвязи на основе СМК-30 производства ЗАО НПЛ «Пульсар»;

системы видеоконференцсвязи Polyscom;

оборудование ATC Definity производства Avaya;

системы технологической радиосвязи стандарта TETRA;

оборудование электроснабжения Elteko, APC, PowerWare.

Введены модули сопряжения с системами: документированной регистрации служебных переговоров (из ЦУТСС возможен удаленное прослушивание 60 регистраторов переговоров, установленных в ДЦУП и ЕДЦУ железных дорог);

охранно-пожарной сигнализации (почти 3,5 тыс. узлов связи, оснащенных контроллерами ОПС); системы видеонаблюдения на базе протокола IP (из ЦУТСС возможен удаленный доступ к просмотру 44 видеокamer на узлах связи).

В ЕСМА реализован учет деятельности оперативного персонала по видам и продолжительности работ, внесены дополнения в соответствии с Положением о ремонтно-восстановительных бригадах.

Интегральный рейтинг, составленный с учетом коэффициента готовности, порога доступности сети, подключения оборудования к ЕСМА, интенсивности неисправностей, уровня исполнительской дисциплины (выполнение ЛР «Руководящее обращение» в установленный срок), а также количества полученных по оперативной работе замечаний, определил, что лидерами стали Саратовская, Нижегородская и Челябинская дирекции, аутсайдерами – Самарская, Октябрьская и Читинская.

Активно обсуждались на совещании вопросы финансово-экономической деятельности и кадровой политики. Отмечено, что инвестиционная программа в 2010 г. состояла из шести подпрограмм: обеспечение безопасности перевозочного процесса, развитие и реконструкция средств связи технологического сегмента сети (III этап), обновление основных фондов ЦСС, строительство цифровой технологической радиосвязи GSM-R, улучшение условий охраны труда, разработка и внедрение системы оповещения работающих на путях и пассажиров о приближении поездов на участке Москва – Санкт-Петербург.

Были рассмотрены случаи нарушения регламента работ дирекциями связи в АСУ «Договоры ЦСС». Для исключения нарушений намечено установить регулярное (1 раз в полмесяца) информирование руководителей дирекций и РЦС о выполнении показателей договорной работы, а также реализовать автоматизированный персональный контроль за соблюдением сроков согласования договоров в соответствии с регламентом.

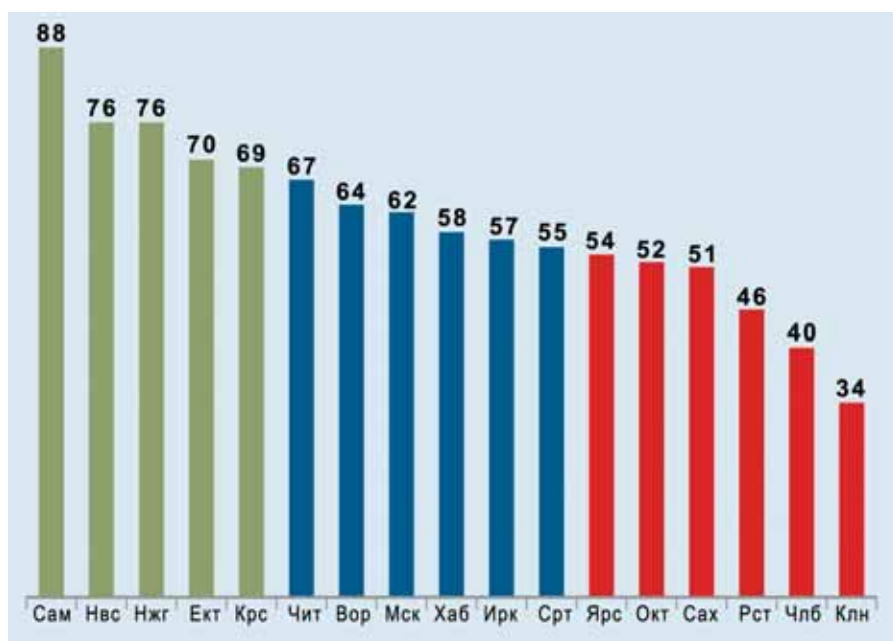
Отмечено, что структура доходов по видам услуг дирекций связи неоднородна, их основная доля приходится на местную телефонную связь. Тем не менее, в некоторых дирекциях большая часть доходов формируется за счет аренды каналов связи (Октябрьская, Екатеринбургская, Иркутская и Читинская) и услуг телеграфной связи (Калининградская, Московская и Новосибирская). Эти дирекции находятся в зоне риска, поскольку наблюдается тенденция к сокращению потребности в этих услугах. Рекомендовано увеличивать доходы за счет расширения услуг по техническому обслуживанию и предоставлению в аренду имущества.

В условиях реформирования отрасли в хозяйстве связи использованы методы взаимодействия с персоналом, позволившие сохранить кадровый потенциал. В результате за счет укомплектования по внутритранспортному перемещению, созданию рабочих мест, реализации программ обучения смежным профессиям и переподготовки сотрудников удалось сохранить занятость для 741 человека.

Таким образом, согласно ито-



Рейтинг дирекций по основным показателям договорной деятельности



Интегральный рейтинг дирекций связи по итогам работы в 2010 г.

говому рейтингу лучших показателей добились Саратовская, Челябинская, Калининградская дирекции, а худших – Воронежская, Нижегородская, Новосибирская. Эти дирекции при высоких эксплуатационных показателях, к сожалению, допустили случаи производственного травматизма.

Положительная динамика в обеспечении безопасности движения поездов достигнута Челябинской и Екатеринбургской дирекциями. Низкие показатели в итоговом рейтинге оказались у Октябрьской, Самарской и Красноярской дирекций. Начальники этих дирекций на совещании держали отчет за свою неэффективную работу.

Вторая часть совещания была посвящена обсуждению основных задач в работе хозяйства связи в 2011 г. К ним относятся:

- дальнейшее внедрение задач функциональной стратегии обеспечения гарантированной безопасности и надежности перевозочного процесса в ОАО «РЖД»;

- обеспечение транспортной безопасности, противодействие вандализму и охрана собственности ОАО «РЖД»;

- выполнение целевых бюджетных параметров и параметров по управлению персоналом;

- оптимизация договорной деятельности на базе АСУ «Договоры ЦСС»;

- повышение эффективности деятельности персонала за счет

внедрения информационных систем, их развитие и интеграция между собой, совершенствование механизмов оценки персонала и развитие системы мотивации труда;

- совершенствование технологии эксплуатации сети связи ремонтно-восстановительными бригадами;

- повышение качества работы поездной радиосвязи при условии обеспечения соответствия находящихся в эксплуатации схем типовым техническим решениям;

- сокращение количества перегонных, на которых приказом начальника дороги установлен особый порядок взаимодействия между ТЧМ, ДНЦ и ДСП;

- вывод физических цепей автоматики и телемеханики из магистральных кабелей связи в сигнально-блокировочные кабели СЦБ на участках, где имеется техническая возможность переключения;

- дальнейшее развитие системы удаленного мониторинга состояния медножильных кабелей связи;

- оптимизация сети телеграфной связи и ОбТС;

- снижение расходов на услуги спутниковой связи;

- оптимизация использования технологических помещений.

Для этого необходимо более активно реализовать основные задачи функциональной стратегии обеспечения гарантированной безопасности и надежности перевозочного процесса в ОАО

«РЖД»; снизить отказы 1-й и 2-й категорий не менее чем на 10 %. В соответствии с Рекомендациями по противопожарной безопасности разработать план мероприятий по оптимизации вводно-кабельных стоек.

Чтобы исключить высокочастотную эксплуатацию «воздушки» на участках, где имеется волоконно-оптический или медножильный кабель, нужно совместно со службами автоматики и телемеханики предусмотреть мероприятия по переводу цепей СЦБ из ВЛС в волоконно-оптический или медножильный кабель при наличии на участках только ВЛС и ВОК или ВЛС и КЛС, а также мероприятия по резервированию цепей диспетчерской централизации на участках с использованием существующих цепей и систем технологической связи ОАО «РЖД» или инфраструктуры связи сторонних операторов.

Кроме того, продолжить вывод цепей СЦБ из магистральных кабелей связи в сигнально-блокировочные кабели, где выполнено переустройство кабельных линий СЦБ и имеется техническая возможность.

Для сокращения протяженности участков автоматизированного контроля параметров состояния кабельных линий связи дополнительно подключить 600 модулей МДК-М1.

Для оптимизации первичной сети связи необходимо высвободить незагруженное цифровое и аналоговое оборудование для его последующего использования на других участках, а для оптимизации сети ОбТС – осуществить ее перевод на цифровые протоколы сигнализации и др. Предстоит провести работы и по оптимизации сети телеграфной связи с перераспределением телеграфной нагрузки между узлами связи, сокращением количества ТЧ каналов и использованием IP-сети, а также провести эксплуатационные испытания по использованию сети Интернет в качестве резерва сети передачи данных ОАО «РЖД».

Подводя итог, генеральный директор ЦСС П.Ю. Маневич нацелил руководителей дирекций связи на результативную работу. Думается, что они с поставленными задачами достойно справятся.

Г. ПЕРОТИНА



УДК 656.259.12.004

# АВТОМАТИЗАЦИЯ ФОРМИРОВАНИЯ СХЕМ ЗАМЕЩЕНИЯ ДЛЯ РАСЧЕТА ТРЦ



**С.Н. РАСТЕГАЕВ,**  
инженер лаборатории  
ЛАПРИМ ПГУПС



**Н.Ю. ВОРОБЕЙ,**  
аспирант кафедры  
«Автоматика и телемеханика  
на железных дорогах»

**Одной из функций систем железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ) является предоставление сведений о местоположении подвижных единиц в реальном режиме времени. Источником такой информации служат рельсовые цепи [1]. В настоящее время при проектировании, реконструкции и модернизации систем электрической централизации и автоблокировки рекомендуется использовать тональные рельсовые цепи (ТРЦ). Анализ их работоспособности является одним из важнейших этапов проектирования и обслуживания систем ЖАТ.**

**Ключевые слова:** тональная рельсовая цепь, схема замещения, модуль автоматизации формирования схем замещения.

■ Методика проверки работоспособности ТРЦ заключается в построении схем замещения рельсовых цепей, их расчете и анализе результатов [2]. Автоматизированное рабочее место для анализа работы и построения регулировочных таблиц тональных рельсовых цепей (АРМ ТРЦ), разработанное сотрудниками лаборатории автоматизации проектирования и моделирования (ЛАПРИМ) ПГУПС, позволяет выполнить расчет по сформированным схемам замещения, методика построения которых изложена в [3].

Для неавтоматизированного построения схем замещения требуются специалисты высокой квалификации и значительные затраты времени. При этом имеет место так называемый человеческий фактор – не исключаются ошибки, возникающие в процессе ввода исходных данных. Предлагаемый модуль позволяет сформировать схемы замещения в автоматизированном режиме.

На рисунке представлена структурная схема модуля автоматизации формирования схем замещения станционных и перегонных ТРЦ.

Исходными данными служит техническая документация в электронном или бумажном виде:

- двухниточный план станции или путевой план перегона;
- принципиальные электрические схемы рельсовых цепей;
- схема кабельной сети.

Автоматизированная обработка перечисленных документов возможна в случае их наличия в электронном виде, например в формате ОФ-ТД [4]. Утвержденный Департаментом автоматики и

телемеханики ОАО «РЖД» формат содержит описание динамических и статических элементов, их параметров с учетом особенности структуры самих документов.

Корректность технической документации в электронном виде контролируется модулем проверки исходных данных, в котором проверяются:

- наличие обязательных элементов и их необходимых параметров;
- корректность связей между элементами;
- соответствие исходных данных нормативно-справочной информации.

После этого пользователю выдается список обнаруженных ошибок и предупреждений.

Схемы замещения формируются по формализованному описанию тональной рельсовой цепи (ФО ТРЦ), которое строится модулями автоматизированной обработки исходных данных или ручного формирования. Оно представляет собой совокупность топологии РЦ, аппаратуры питающего (ПК) и релейных (РК) концов и может быть получено следующими тремя способами.

При отсутствии технической документации в электронном виде формализованное описание ТРЦ создается в *неавтоматизированном режиме* с использованием модуля ручного формирования. Для упрощения ввода исходных данных и контроля их корректности используются базы данных нормативно-справочной информации (БД НСИ), шаблонов топологий РЦ и аппаратуры ПК и РК.

Наличие документов в электронном виде позволяет формировать ФО ТРЦ в *автоматическом*

режиме с использованием модуля автоматизированной обработки исходных данных.

Для формирования исходных данных в этом случае необходим двухниточный план станции или путевой план перегона. Если нет принципиальной электрической схемы рельсовой цепи, аппаратура ПК и РК синтезируется с использованием базы данных шаблонов аппаратуры. При отсутствии схемы кабельной сети расчет длин кабеля до аппаратуры может быть выполнен по ординатам элементов двухниточного плана станции или пикетам элементов путевого плана перегона.

Такой режим не предусматривает в процессе синтеза корректировок пользователем.

**Автоматизированный режим** аналогичен автоматическому, но в процессе синтеза пользователь может вносить корректировки по своему усмотрению.

Модуль формирования схем замещения (см. рисунок) состоит из трех элементов.

Первый из них – модуль преобразования топологий – используется для разветвленных тональных рельсовых цепей. Он формирует список топологий, в котором каждый из путевых приемников представляется в качестве основного, а все остальные – в качестве ответвлений. Таким образом строятся схемы замещения для всех путевых приемников, входящих в разветвленную РЦ.

Генератор фрагментов аппа-

ратуры формирует фрагменты путевых приемников, рельсовых линий, аппаратуры питающих и релейных концов.

Генератор схем замещения строит схемы замещения нормального режима для каждой топологии из имеющегося списка. При этом используются сформированные ранее фрагменты аппаратуры, а также базовые четырехполюсники [5].

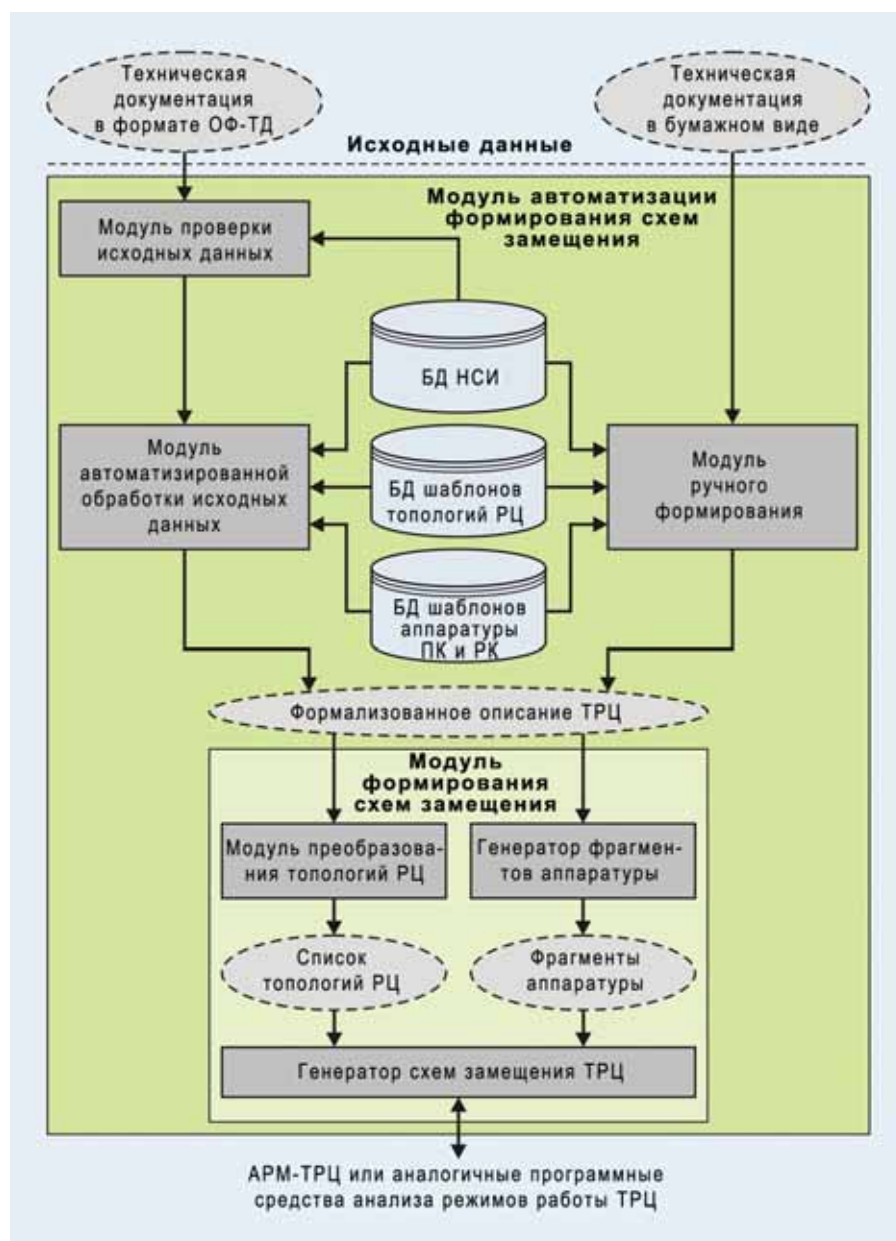
Созданные схемы замещения нормального режима передаются в АРМ-ТРЦ, которое автоматически формирует схемы замещения для остальных режимов (контрольного, шунтовых при шунте на питающем и релейных концах).

После формирования всех необходимых схем замещения производится их расчет, построение регулировочных таблиц ТРЦ и анализ результатов.

Предлагаемый модуль позволяет автоматизировать формирование схем замещения как перегонных, так и станционных тональных рельсовых цепей. Его применение значительно сокращает время, затрачиваемое на построение схем замещения. Модуль также фиксирует ошибки, возникающие в процессе ввода исходных данных, и может сопрягаться не только с АРМ-ТРЦ, но и с аналогичными программными средствами анализа режимов работы ТРЦ.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Эксплуатационные основы автоматики и телемеханики: Учебник для вузов ж.д. транспорта / Вл.В. Сапожников, И.М. Кокурин, В.А. Кононов, А.А. Лыков, А.Б. Никитин. – М.: Маршрут, 2006. – 247 с.
2. Б.П. Денисов, В.Б. Культин, С.Н. Растегаев, Н.Ю. Воробей. Методы контроля корректности построения схем замещения тональных рельсовых цепей в АРМ-ТРЦ. Известия Петербургского университета путей сообщения, 2010, вып. 4, с. 110–119.
3. Б.Ф. Безродный, Б.П. Денисов, В.Б. Культин, С.Н. Растегаев. Автоматизация расчета параметров и проверки ТРЦ // Автоматика, связь, информатика, 2010, № 1, с. 15–17.
4. М.Н. Василенко, В.Г. Трохов, П.Е. Булавский. Отраслевой формат технической документации на устройства СЦБ // Автоматика, связь, информатика, 2003, № 4, с. 9–11.
5. Руководство пользователя АРМ-ТРЦ. ПГУПС, СПб, 2009. – 79 с.



# КРИТЕРИЙ ВЫБОРА УСТРОЙСТВА ЗАЩИТЫ ОТ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ



**В.Е. МИТРОХИН,**  
профессор, заведующий кафедрой  
«Системы передачи информации»  
ОмГУПС, доктор техн. наук



**А.Е. ГАРИНИН,**  
преподаватель кафедры



**К.А. БОНДАРЕНКО,**  
инженер кафедры

**Ключевые слова:** устройство защиты, варистор, импульсное перенапряжение, классификационное напряжение, энергия волны тока.

**С целью защиты аппаратуры автоблокировки от грозовых и коммутационных перенапряжений со стороны рельсовых цепей (РЦ) на участках с электротягой постоянного тока применяются устройства защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП) на основе оксидно-цинковых варисторов ограничивающего типа [1]. Даже в пределах одной железнодорожной магистрали природно-климатические условия могут значительно отличаться, в том числе по интенсивности движения, рельефу местности и строению грунтов. Все это отражается на эффективности работы этих устройств.**

■ Согласно опыту эксплуатации принятая элементная база [2] оказалась недостаточно эффективной из-за несовместимости параметров УЗИП с характеристиками импульсных процессов, вызываемых током молнии и коммутационными воздействиями, образующими группу «мощных импульсных помех» (МИП) [3]. Подтверждением этому является высокая интенсивность отказов и разрушений устройств защиты, занимающая ведущие позиции среди общего числа отказов устройств ЖАТ.

Перед установкой УЗИП ограничивающего типа в действующие устройства они проверяются при нормальных климатических условиях в ремонтно-технологическом участке (РТУ) дистанции на соответствие классификационного напряжения  $U_{кл}$  и тока утечки  $I_y$  норме с регистрацией результатов в журнале.

Многообразие внедряемых в последнее время на сети дорог новых элементов и устройств защиты, по-разному зарекомендовавших себя в реальных условиях, вызывает затруднения при оптимальном выборе.

В соответствии с [2] на питающем и приемном концах рельсовой цепи устанавливаются выравниватели ВОЦШ-380 и ВОЦШ-220 соответственно. Но согласно нормам РЦК50-ИВГ-М-ЭТ00-93 все путевые приборы РЦ должны защищаться выравнивателями ВОЦШ-220 с варисторами СН2-2Б. Позднее стали

применяться ВОЦН-220 с варисторами СН2-2В, а также элементы защиты УЗП1-500, включающие в себя варистор ОПН 0,4/0,26/10/500.

Регламентные работы [2, 4] в условиях РТУ дистанций не всегда дают возможность своевременно выявить предотказное состояние УЗИП ограничивающего типа, к тому же дать объективное заключение об их эффективности на основании нормируемых характеристик (см. таблицу) тоже нельзя. На их основании можно сделать заключение только о целостности УЗИП.

Известно, что варисторы с высоким классификационным напряжением более надежны [5], поскольку с его ростом увеличивается рассеиваемая варистором при импульсных воздействиях энергия. Несмотря на более жесткие требования к характеристикам по

Таблица

Тип УЗИП	Классификационное напряжение $U_{кл}$ , кВ, не менее	Ток утечки $I_y$ , мА, не более
ВОЦН-220 (ВОЦШ-220)	0,47–0,56*	0,2
УЗП1-500	0,4	0,5

\* Зависит от типа варистора.



классификационному напряжению и току утечки у выравнивателей типа ВОЦН-220 (ВОЦШ-220), устройства защиты от перенапряжений типа УЗП1-500 зарекомендовали себя лучше: после их установки на участках наметилась тенденция снижения числа отказов в грозовой период.

Из этого можно сделать вывод, что периодически контролируемые параметры ( $U_{кл}$ ,  $I_y$ ,  $R_{из}$ ) не достаточно информативны в плане определения эффективности устройства защиты. Фиксируются случаи отказов в результате импульсных перенапряжений как аппаратуры ЖАТ, так и самих элементов защиты с соответствующими нормам на момент проверки в РТУ параметрами.

Анализ паспортных данных на устройства защиты также не позволяет в полной мере сделать заключение об эффективности каждого из них и объективно обосновать выбор.

Очевидно, что показатели эффективности на УЗИП должны закладываться на стадии их проектирования и основываться главным образом на совместимости параметров аппаратуры, защитных устройств и импульсных воздействий. В работе [3] введен термин «проектно-конструкторского норматива» (ПKN), при котором подлежат нормированию тепловые и динамические параметры. Для УЗИП на основе оксидно-цинковых варисторов, защищающих от перенапряжений питающий и релейные концы рельсовых цепей, одним из определяющих параметров ПKN является энергия, которую должен рассеять варистор.

По известной из паспортных данных величине классификационного напряжения  $U_{кл}$  можно определить энергию  $W_{рас}$ , рассеиваемую оксидно-цинковым варистором:

$$W_{рас} = U_{кл} \int_0^t i(t) dt, \quad (1)$$

где  $i(t)$  – волна тока с заданной амплитудой, фронтом и длительностью.

Для стандартного импульса тока 8/20 мкс с амплитудой 2 кА при аналитическом представлении биэкспоненциальной зависимостью вида

$$i(t) = I_{max} k (e^{-\alpha t} - e^{-\beta t}) \quad (2)$$

параметры волны составят  $\alpha = 3,5 \cdot 10^4 \text{ с}^{-1}$ ,  $\beta = 4,063 \cdot 10^5 \text{ с}^{-1}$ ,  $k = 1,379$ .

В случае воздействия такой волны на варистор СН2 с классификационным напряжением от 330 до 1000 В из линейки стандартных типов, энергия рассеивания увеличивается с ростом номинала классификационного напряжения. Результаты расчета энергии рассеивания по этой формуле подтверждают паспортные данные, представленные в РУ-90 [2] для линейки варисторов СН2 с классификационным напряжением 470, 510 и 560 В, которые устанавливаются в выравнивателях ВОЦН и ВОЦШ (нормаль РЦК50-ИВГ-М-ЭТ00-93). Стоит отметить, что после издания РУ-90 [2] для приведения уровня классификационного напряжения в соответствие с действующим значением рабочего напряжения ( $U_p = 0,6 U_{кл}$ ), выравниватели ВОЦШ-220 стали комплектоваться варисторами с классификационным напряжением 470 В несмотря на то что последние рассчитаны на напряжение 110 В и должны были применяться в ВОЦШ-110.

Для варисторов СН2 в составе выравнивателей ВОЦШ-220 с классификационным напряжением 470, 510, 560 и 620 В значение энергии рассеивания

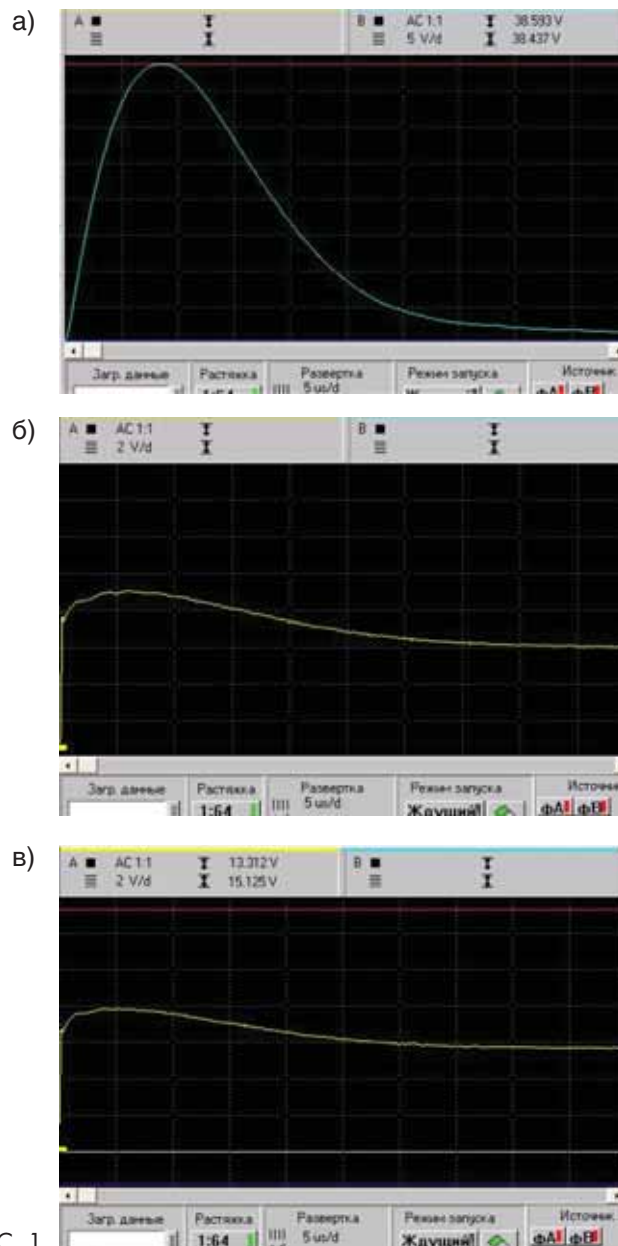


РИС. 1

составляет 34, 38, 42 и 46 Дж соответственно. При этом для УЗП1-500 (ОПН 0,4/0,26/10/500) с классификационным напряжением не менее 400 В в случае воздействия волны тока с теми же параметрами минимальное значение энергии рассеивания равно 28,8 Дж. Параметр энергии рассеивания достаточно информативен, тем не менее по нему нельзя однозначно определить эффективность варистора.

Для объективной оценки эффективности УЗИП на основе оксидно-цинковых варисторов целесообразно принять критерий, основанный на предельной энергетической пропускной способности по Джоулеву интегралу. За него следует принять изменение величины снижения классификационного напряжения от выделяемой на варисторе под воздействием волны тока удельной энергии. Эта зависимость должна гарантировать сохранение работоспособного состояния РЦ в штатных режимах:

$$U_{кл} \geq U_{p \max} \quad (3)$$

где  $U_{p \max}$  – максимально допустимое действующее значение напряжения в дополнительной обмотке дрос-

сель-трансформаторов обоих концов рельсовой цепи на участках с двухсторонней автоблокировкой.

При нестабильности напряжения питания в сети в пределах 10 % и максимально допустимом напряжении 248 В на вторичной обмотке путевого трансформатора ПОБС-3А [6] значение  $U_{p\max}$  составит 272,8 В без учета падения напряжения на реакторе РОБС-3А.

Для экспериментальных исследований элементов ВОЦН-220 и УЗП1-500 использовалась стандартная волна тока с временными характеристиками 8/20 мкс и амплитудой 2 кА. При ее воздействии по одному каналу цифрового осциллографа АСК-3152 регистрировалось остаточное напряжение на варисторе, а по другому – воздействующий ток на шунте, не имеющем индуктивного сопротивления.

На рис. 1 а, б, в представлены осциллограммы волны воздействующего тока, а также остаточного напряжения на варисторе СН2-2Б-470 и УЗП1-500-0,26 соответственно. На них дана развертка по времени (5 мкс/дел) и напряжению (200 В/дел).

Джоулев интеграл или приведенная энергия волны тока, воздействующего на УЗИП, составит:

$$(W/R)_1 = 2000^2 \cdot 1,379^2 \int_0^t (e^{-35000t} - e^{-406300t})^2 dt = 83,5 \text{ A}^2 \cdot \text{с}. \quad (3)$$

На элемент защиты с измеренным перед началом испытаний классификационным напряжением подавалась серия импульсов тока с периодичностью порядка 10 с, определяемой временем заряда емкостных накопителей генератора. Таким образом имитировались мощные воздействия с целью выявления изменений классификационного напряжения. Как показали предварительные исследования, за этот временной интервал варисторы не успевают восстановить свои исходные электрические и температурные характеристики.

Джоулев интеграл из серии  $n$  импульсов или общая приведенная энергия  $n$  воздействий определяется как:

$$(W/R)_n = \sum_{i=1}^n (W/R)_1. \quad (4)$$

Измерения проводились в интервале между воздействиями. Оказалось, что импульсный ток, проходя через УЗИП, вызывает снижение классификационного напряжения, что объясняется локальными пробоями переходных слоев микрокристаллов окиси цинка. По результатам испытаний партий элементов защиты по пять штук в каждой построены кривые усредненных зависимостей для СН2-2Б-470 и УЗП1-500 (рис. 2, а и б соответственно). Область недопустимых значений находится ниже штриховой линии.

Исследования выявили значительное снижение классификационного напряжения при увеличении удельной энергии, воздействующей на варистор СН2-2Б: при ее величине, равной  $7 \cdot 10^3 \text{ A}^2 \cdot \text{с}$ ,  $U_{кл}$  упало до критического значения по критерию (2) и продолжало снижаться в зоне рабочих напряжений.

При доверительном интервале значений  $9 \dots 10 \cdot 10^3 \text{ A}^2 \cdot \text{с}$  у всех испытуемых варисторов СН2-2Б наступил полный отказ – сквозной прожог варистора с потерей защитных функций нелинейным элементом. Внешние признаки такого отказа в результате испытаний показаны на рис. 3, где видимые черные точки – это следы сквозного прожога, характерные при частых случаях отказов в грозовой сезон.

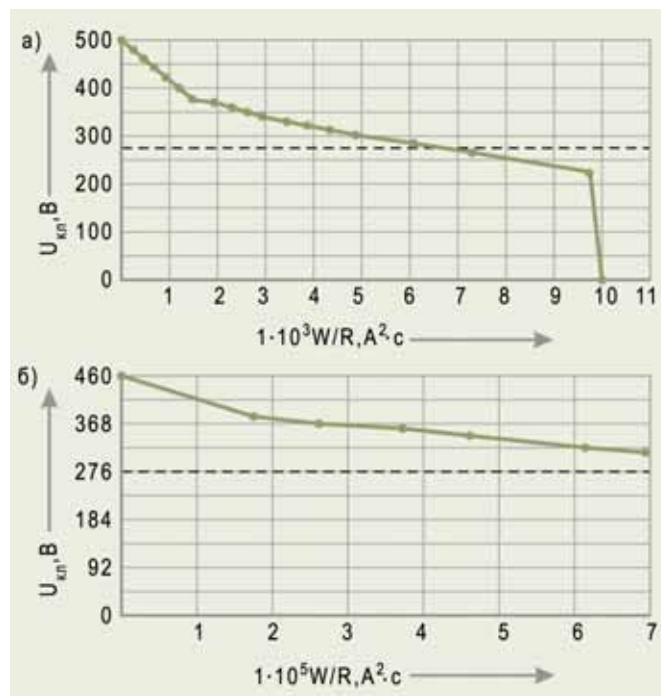


РИС. 2

Выявленная зависимость классификационного напряжения от величины удельной энергии воздействующего импульсного тока позволяет объяснить нестабильную работу аппаратуры автоблокировки при грозовых и коммутационных перенапряжениях со стороны рельсов. Невысокая надежность варистора СН2-2Б является причиной полного отказа выравнивателей ВОЦН-220 и ВОЦШ-220.

Падение классификационного напряжения с увеличением величины удельной энергии выявлено также и для элемента УЗП1-500. Однако эти изменения происходят при значительно большей удельной энергии. Ни один из исследуемых образцов не вышел полностью из строя и его классификационное напряжение не упало до уровня 320 В, определенного критерием (2). Даже при его снижении после импульсных воздействий более чем на 20 %, защитные функции элемента сохранились. Кроме того, в течение часа после прекращения импульсных ударов  $U_{кл}$  восстанавливалось до первоначального уровня.

Подводя итог, следует сказать, что элемент УЗП1-500-0,26 показал значительно более высокую эффективность в сравнении с выравнивателями ВОЦН и ВОЦШ на основе варисторов СН2-2Б и СН2-2Б соответственно. Полный отказ УЗП1-500 возможен



РИС. 3

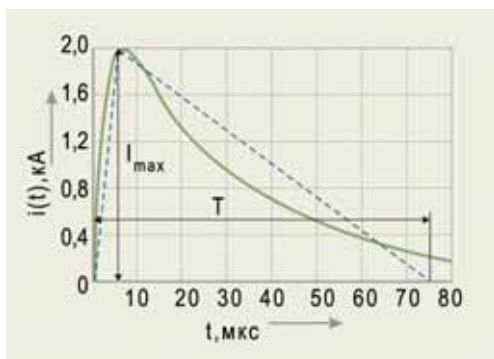


РИС. 4

при близких ударах молнии с максимальной амплитудой, удельная энергия которой может достигать  $1 \cdot 10^7 \text{ A}^2 \cdot \text{с}$ .

Одним из факторов, сдерживающих внедрение импульсных испытательных генераторных установок, является достаточно сложная обработка результатов, которые можно упростить. Наряду с Джоулевым интегралом, характеризующим импульсные воздействия, информативным параметром является также и заряд, определяемый выражением:

$$Q = \int_0^T i(t) dt. \quad (5)$$

Известно, что через интеграл вычисляется площадь фигуры, ограниченной графиками каких либо функций. Наиболее простой аппроксимацией импульса является треугольное представление, которое можно использовать в эксплуатационной практике (рис. 4, синий цвет).

Известно, что площадь треугольника равняется половине произведения его стороны на высоту, проведенную к ней. В качестве стороны треугольного импульса целесообразно взять значение времени  $T$ , откладываемое по оси абсцисс временной развертки осциллограммы. Высотой при этом является ампли-

туда тока  $I_{\max}$ . Величина заряда для косоугольного импульса тока будет определяться как:

$$Q = 1/2 T I_{\max}. \quad (6)$$

Таким образом, при использовании упрощенного способа расчета, возможен переход к некоторому эксплуатационному эквиваленту эффективности УЗИП, определяемому через заряд тока (5). Расчет величины заряда в одном импульсе тока по выражению (5) и (6) дал практически одинаковые результаты:  $70 \cdot 10^{-3}$  и  $72 \cdot 10^{-3}$  Кл соответственно.

Зависимости, эквивалентные представленным ранее и характеризующие изменение классификационного напряжения для СН2-2Б-470 и УЗП1-500 от величины заряда, изображены на рис. 5, а и б соответственно.

На кафедре «Системы передачи информации» ОмГУПСа разработаны программно-аппаратные средства, позволяющие учесть энергетику любых более сложных импульсных воздействий, включая все стадии грозовых разрядов, а также коммутационных перенапряжений в системах тягового электроснабжения.

Результаты проведенных исследований по критерию предельной энергетической пропускной способности необходимо учитывать с целью внесения поправок в схемные решения при разработке новых руководящих указаний по защите от перенапряжений устройств железнодорожной автоматики и телемеханики [2].

Из числа существующих УЗИП, устанавливаемых по концам рельсовых цепей, наибольшую эффективность по критерию предельной энергетической пропускной способности показал элемент УЗП1-500. Критерий предельной энергетической пропускной способности на стадии разработки устройств защиты от импульсных перенапряжений на основе оксидно-цинковых варисторов дает возможность закладывать более высокие показатели надежности, что будет способствовать снижению числа отказов и повышению безопасности движения поездов.

Перед установкой УЗИП необходимо проверять не только заявленные требования, но и соответствие предлагаемому критерию при сертификационных испытаниях. Кафедра «Системы передачи информации» ОмГУПСа имеет для этого большой научно-технический потенциал, а также весь комплекс генераторного и измерительного оборудования.

## ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р 51992-2002 (МЭК 61643-1-98) Устройства для защиты от импульсных перенапряжений в низковольтных силовых распределительных системах. Часть 1. Требования к работоспособности и методы испытаний». М.: Изд-во стандартов, 2003. 50 с.
2. Руководящие указания по защите от перенапряжений устройств СЦБ. М.: Транспорт, 1990. 60 с.
3. Костромин А. М. Защита устройств железнодорожной автоматики и телемеханики от помех. М.: Транспорт, 1997. 192 с.
4. Устройства СЦБ. Технология обслуживания. М.: Транспорт, 1999. 433 с.
5. Белоглазова Н. С. Оксидно-цинковые варисторы типа СН2. Автоматика, телемеханика и связь, 1984. № 1.
6. Сороко В. И., Розенберг Е. Н. Аппаратура железнодорожной автоматики и телемеханики: в 2 кн. Кн. 2 / М.: НПФ Планета, 2000. 1008 с.

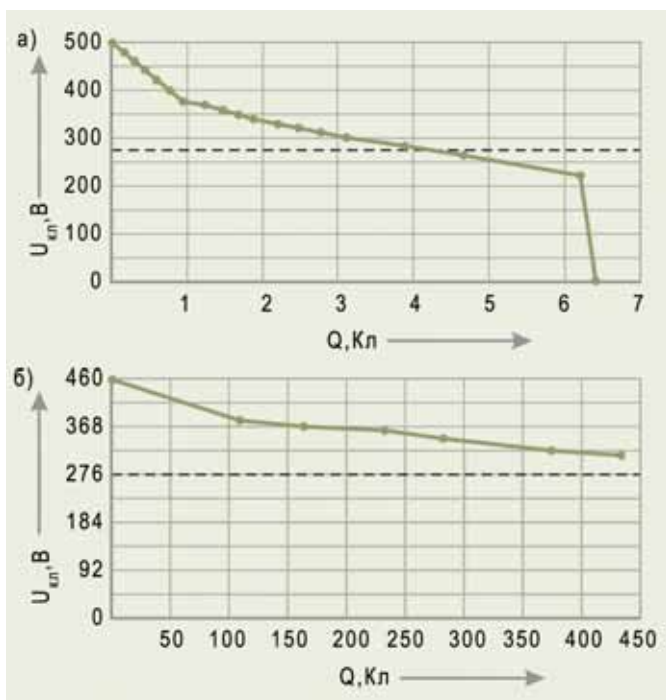


РИС. 5



УДК: 656.2.08

# БЕЗОПАСНЫЙ ЛОКОМОТИВНЫЙ ОБЪЕДИНЕННЫЙ КОМПЛЕКС **БЛОК**



**Е.Е. ШУХИНА,**  
начальник отделения автоматики  
и автоматической локомотивной  
сигнализации ОАО «НИИАС»



**В.В. ВИСКОВ,**  
начальник сектора



**А.В. ГУРЬЯНОВ,**  
главный специалист

**Ключевые слова:** безопасность, блок индикации, рельсовые цепи, контроль бдительности и бодрствования.

**При создании современной локомотивной системы безопасности необходим общий подход к формированию, обработке и отображению информации. Это предполагает переход на единые формат сообщений и способ отображения информации машинисту, а также на более компактную элементную базу, большую степень интеграции, использование технологий поверхностного монтажа для минимизации габаритных размеров оборудования.**

■ Все элементы аппаратуры требуется выполнять в виде унифицированных ячеек в соответствии с европейскими стандартами. Для каждого типа ячеек необходимо уникальное посадочное место. В системе кодирования данных должна быть заложена возможность расширения и дополнения существующих функций. Чтобы повысить помехоустойчивость, исполнительные блоки следует максимально приблизить к объектам контроля и управления, с которыми они взаимодействуют.

Все компоненты системы безопасности движения должны сохранять свои характеристики после длительного хранения при минимальной температуре  $-60^{\circ}\text{C}$ .

Потребительские свойства перспективных систем безопасности можно повысить за счет обеспечения эргономических требований, рационального расположения приборов. Необходимо значительно

увеличить межремонтные сроки за счет организации ремонта с учетом фактического технического состояния оборудования, оцениваемого по результатам диагностики.

Все эти требования учтены в безопасном локомотивном объеди-

ненном комплексе БЛОК, созданном по инициативе ОАО «РЖД».

В 2009 г. в соответствии с утвержденными ОАО «РЖД» техническими требованиями ОАО «НИИАС» совместно с ОАО «НПО САУТ», ЗАО «НЕЙРОКОМ» и ПО «СТАРТ» приступил к разработке



Локомотив 2ЭС10, оборудованный комплексом БЛОК, на выходе с завода ООО «Уральский локомотив»



Безопасный объединенный комплекс БЛОК

современного единого комплекса, объединившего в себе функции локомотивных приборов и систем обеспечения безопасности движения КЛУБ-У, САУТ-ЦМ/485, ТСКБМ.

В комплексе предусмотрены наращивание функций, возможность интеграции с европейской системой ERTMS. Новые устройства имеют модульную структуру. Разработаны новые технологические алгоритмы взаимодействия системы, исключены избыточность и дублирование информации. При взаимодействии с исполнительными устройствами и тормозными системами устранены противоречия. Разработан алгоритм работы комплекса с Единой электронной базой данных путей объектов и

ограничений скорости движения.

В целях соответствия объёма и качества информационного потока функциональным и психофизиологическим возможностям машинистов в блоках индикации БИЛ реализованы методы отображения информации, порядок, последовательность, скорость, длительность предоставления ее локомотивной бригаде. Система диагностики усовершенствована благодаря анализу записей регистраторов бортовых устройств, что позволит перейти от планово-предупредительного технического обслуживания комплекса к ремонту по фактическому состоянию.

В комплексе реализованы основные функции, с помощью которых можно решать многие вопросы обеспечения безопасности движения: определение параметров движения поезда, прием и обработка информации от рельсовых цепей, датчиков САУТ и цифрового радиоканала, а также информации о значениях целевой и допустимой скорости движения, количестве свободных лежащих впереди блок-участков, контроль превышения фактической скорости относительно допустимой, непрерывный контроль бдительности и бодрствования машиниста, регистрация оперативной информации о движении поезда, определение его местоположения.

С учетом проведенного анализа эксплуатации систем безопасности необходимо было расширить функциональные возможности комплекса. Так, в комплексе БЛОК теперь осуществляется оперативный прием и запись во внутреннюю память временных ограничений

скорости через съемный носитель и цифровой радиоканал, выбор вида торможения в зависимости от поездной обстановки, передача по цифровому радиоканалу информации о состоянии локомотива, расширенная самодиагностика и вывод на информационный блок индикации. При выходе из строя блока индикации отображение информации резервируется, и функции блока передаются информационному модулю системы управления и наоборот. Комплекс позволяет обмениваться информацией с локомотивными микропроцессорными и другими системами.

В мае прошлого года на производственной базе ОАО «НПО САУТ» при участии ПО «Старт» был разработан первый опытный образец комплекса БЛОК. Он успешно прошел необходимые заводские испытания и испытания на электромагнитную совместимость, предусмотренные отраслевыми стандартами. Эксплуатационные испытания проводились на новейшем грузовом локомотиве постоянного тока 2ЭС6 производства компании «СИНАРА». Их результаты признаны межведомственной комиссией ОАО «РЖД» успешными, и принято решение о вводе комплекса в постоянную эксплуатацию, а также о серийном производстве 100 локомотивных комплектов.

Теперь комплекс устанавливают на тепловозах 2ТЭ25А, электровозах ЭП20, 2ЭС6, 2ЭС10 и электропоездах «Ласточка».

В дальнейшем планируется интегрировать БЛОК с системами управления и диагностики локомотива, а также взаимно резервировать отображение информации. Предусматривается организация передачи данных по цифровому безопасному радиоканалу, обеспечивающему взаимодействие с существующими внутренними информационными ресурсами сегмента сети ОАО «РЖД». Чтобы улучшить логическую структуру комплекса, необходимо объединить несколько модулей системного шкафа в единый конструктив и сократить межмодульные связи, оптимизировать внутрисистемный трафик и уменьшить стоимость. Для перехода на бесконтактный интерфейс передачи данных планируется совершенствование кассеты регистрации.



Системный шкаф комплекса БЛОК (испытание опытного образца)

# СОВРЕМЕННЫЕ СРЕДСТВА ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ КАБЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ



**М.Н. ВАСИЛЕНКО,**  
руководитель научно-технического центра САПР ПГУПС,  
доктор техн. наук



**Г.Н. АКСАМЕНТОВ,**  
аспирант кафедры «Автоматика  
и телемеханика на железных  
дорогах»



**А.М. ГОРБАЧЕВ,**  
аспирант кафедры «Автоматика  
и телемеханика на железных  
дорогах»

**Ключевые слова:** железнодорожная автоматика, позиционирование кабельных сетей, подземные кабельные муфты.

**Кабельные сети (КС) – это важная составляющая средств железнодорожной автоматики и телемеханики. Недостаточная точность кабельных планов станций и перегонов значительно усложняет их техническое обслуживание и модернизацию. В рамках противодействия терроризму сейчас активно внедряется антивандальная технология прокладки кабеля с использованием подземных муфт. Но, как показал опыт, при такой технологии достаточно трудно определить точное местоположение трассы.**

■ На станции Листвянка, например, несколько специальных столбиков, отмечающих положение объектов, еще на этапе строительства были разрушены или смещены в сторону во время работ по обслуживанию пути. Кроме того, само использование визуальных наземных определителей (столбиков, знаков и др.) дискредитирует идею противодействия терроризму и вандализму путем применения подземных разветвительных муфт.

Для решения проблемы обнаружения подземных объектов можно использовать электронные карты станций и перегонов с нанесенными на них точными географическими координатами устройств или приближенными координатами объектов в сочетании с радиометками.

Рассмотрим каждый из подходов подробнее. В первом случае в качестве электронных карт могут быть использованы уточненные

двухниточные планы станций и перегонов. При этом необходимо доработать систему автоматизированного ведения документации по кабельным сетям для работы с электронными картами в векторном и, желательно, растровом форматах.

Для определения точных географических координат устройств ЖАТ может быть использована любая система спутниковой навигации достаточной точности или совокупность таких систем.

В настоящее время только система GPS, созданная в США, работает в полном объеме [1]. Результатом международного сотрудничества стран ЕС [2] стала система Galileo.

Существующая уже много лет отечественная система ГЛОНАСС до сих пор находится в стадии развёртывания. Ей только предстоит организация дифференциального сервиса или наземных мониторинговых сетей [3]. Однако уже сейчас

с ее помощью можно уточнять координаты, полученные из системы GPS с помощью ряда типов двухсистемных приемников.

Наземный сегмент каждой системы включает в себя сеть наземных станций, которые обеспечивают мониторинг работоспособности спутников и передают данные об их орбитах на главную управляющую станцию. По причине ограниченности наземного сегмента ГЛОНАСС только территорией России спутники навигационной системы некоторое время остаются без наблюдения, что приводит к снижению качества ее работы.

Сантиметровую точность положения подземной муфты могут обеспечить только приемники геодезического класса, имеющие в своем составе базовый приемник, который устанавливается в опорной точке, и ровер – переносной приемник, с помощью которого осуществляется непосредственный поиск объекта.



Для повышения точности определения положения объектов, особенно в сложных условиях рельефа, возможно применение двухсистемных приемников. Такие приемники получают сигнал одновременно из двух систем спутниковой навигации. Рассмотрим причины, по которым предпочтительнее использовать именно их.

Частота трансляции сигналов влияет на скорость их распространения в ионосфере. Зная значение псевдодальности, полученное по измерениям на двух частотах, передаваемых одним и тем же спутником, можно исключить ошибку при прохождении сигнала через ионосферу. Помимо этого, комбинируя длины волн на двух частотах, можно значительно быстрее вычислить значение псевдодальности, что ускорит инициализацию приемника.

Общая технология получения координат подземных объектов при помощи спутниковой системы показана на рисунке. На этапе закладки муфты с помощью модуля системы спутниковой навигации 1 определяются координаты муфты 8 и записываются в базу данных ноутбука 2.

Необходимо отметить, что в геодезических измерениях для картографии используются заранее определенные опорные пункты. Между тем, на железных дорогах такие точки могут отсутствовать изначально. В связи с этим следует трансформировать существующую технологию – при

прокладке кабеля опорные точки, которые должны быть неизменными, необходимо определить самостоятельно.

На расстоянии не более 2–3 км (использование более мощных радиомодемов позволяет его увеличить) произвольно выбирается опорная точка. Ее координаты определяются при помощи базового приемника из комплекта оборудования. Длительность этого процесса зависит от применяемого оборудования и занимает не более 10 мин.

Далее при помощи ровера определяется положение искомых объектов (подземных муфт, мест перехода трассы кабеля под путями, точек поворота кабелей и др.) относительно данного опорного пункта.

При помощи радиомодема ровер, входящий в комплект геодезического оборудования, связан с базовым приемником, расположенным в опорной точке. Их совместная работа позволяет свести к минимуму погрешность определения координат объектов.

Все сведения о координатах сохраняются в памяти приемников, а затем в автоматическом режиме загружаются в автоматизированное рабочее место технической документации (АРМ ВТД) с подключаемым модулем ведения документации по кабельным сетям. В результате на соответствующих чертежах (одноточные и двухточечные планы, исполненные кабельные сети) будет отражена информация о фактическом размещении объектов на местности.

Доступ к искомой подземной муфте 8 осуществляется в два этапа. Сначала с помощью модуля системы спутниковой навигации 1 и данных о координатах определяется ее область залегания 4. При этом базовый приемник устанавливается в опорной точке, а ровер используется для обнаружения объекта – точки на земной поверхности 5, под которой расположена кабельная муфта. В случае применения исключительно технологий спутниковой навигации требуется точное и дорогое геодезическое оборудование.

В качестве альтернативы этого способа можно предложить использование радиометок. При этом рядом с кабельной муфтой на этапе прокладки кабельной сети размещается радиометка 6,

связанная с муфтой гибкой сцепкой 7. Координата муфты сохраняется в базе данных. Когда возникнет необходимость доступа к подземной муфте, область ее залегания 4 определяется с помощью системы спутниковой навигации 1 и сведений о ее координатах в базе данных ноутбука.

Затем координаты залегания радиометки 5 уточняются с помощью специализированного маркероискателя 3. В процессе движения грунта гибкая связка обеспечивает совместное залегание радиометки с муфтой и исключает повреждение последней при откапывании.

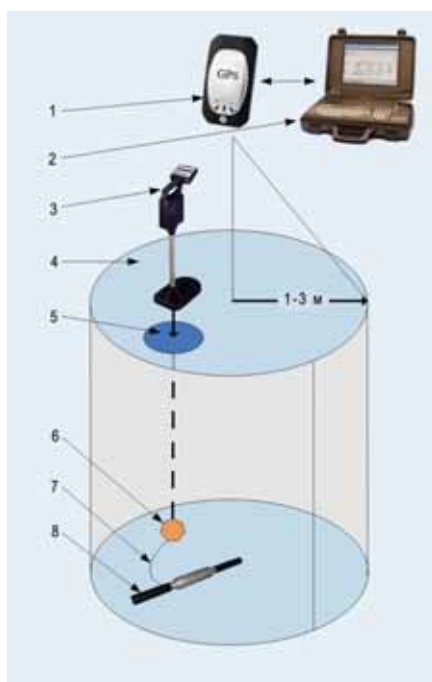
Радиометки позволяют использовать такую технологию даже при наличии помех в работе навигационных спутниковых систем и применять более дешевые стандартные приемники. Однако точность обнаружения подземных объектов при этом составляет уже десятки сантиметров, что увеличивает объем земляных работ при ремонте кабельных сетей.

Такой способ требует дополнительных затрат на приобретение радиометок на этапе строительства, но при этом экономятся средства на закупку дорогих навигационных приемников.

Рассмотренные технологии поиска кабельных муфт на основе спутниковых систем реализованы в опытно-режиме в модуле ведения технической документации по кабельным сетям в составе автоматизированных рабочих мест системы ведения технической документации (АРМ ВТД) и старшего электромеханика кабельной группы (АРМ ШНХ КГ), которые разработаны в научно-техническом центре «Системы автоматизированного проектирования» (НТЦ САПР) Петербургского государственного университета путей сообщения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. «Global Positioning System Standard Positioning Service Signal Specification». Вашингтон, 1995, 51 с.
2. J. Benedicto, S.E. Dinwiddie, G. Gatti, R. Lucas, M. Lugert «GALILEO: Satellite System Design and Technology Developments». European Space Agency, 2000, 21 с.
3. «ГЛОНАСС. Интерфейсный контрольный документ. Редакция 5.1», «Российский научно-исследовательский институт космического приборостроения», Москва, 2008, 74 с.



УДК 656.254.16

# СИСТЕМЫ СВЯЗИ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО ПОЕЗДА «САПСАН»



**К.К. АЛМАЗЯН**  
начальник отдела  
ОАО «НИИАС»



**И.П. КНЫШЕВ**  
главный научный сотрудник



**С.И. ТРОПКИН**  
старший научный сотрудник



**Н.А. КОНОВАЛОВ,**  
инженер-электроник

**Ключевые слова:** высокоскоростной поезд «Сапсан», цифровая система связи TETRA, поездная радиосвязь, радиостанция, снижение радиопомех.

Уже более года ОАО «РЖД» успешно эксплуатируются высокоскоростные поезда «Сапсан», обеспечивающие существенное повышение безопасности движения и качества обслуживания пассажиров. Улучшенные показатели достигнуты благодаря комплексному решению проблем, широкому использованию современных и эффективных технических решений, технологий и материалов, в том числе в системах радиосвязи и внутripоездной связи.

■ Для обеспечения высокой надежности поездной радиосвязи на магистрали Москва – Санкт-Петербург используется трехдиапазонная радиостанция РВС-1-08, работающая в традиционных диапазонах симплексной связи гектометровом (ГМВ) 2 МГц и метровом (МВ) 160 МГц, а также в дециметровом диапазоне дуплексной связи (ДМВ) 460 МГц. Радиостанции установлены в головных вагонах поезда, причем каждая имеет два пульта – машиниста и помощника.

Основным видом радиосвязи между поездным диспетчером, дежурными по станциям и машинистами является цифровая система стандарта TETRA диапазона ДМВ. С помощью радиостанции машинист и его помощник могут одновременно и независимо друг от друга вести переговоры в двух из трех имеющихся диапазонах.

На рис. 1 показано размещение радиостанции в отсеке шкафа, на рис. 2 – пульт машиниста, на рис. 3 – пульт помощника машиниста.

В купе начальника поезда

размещена двухдиапазонная (МВ и ДМВ) радиостанция РВС-1-08. Кроме соединения с дежурными по станциям и машинистом, начальник поезда может связываться с



РИС. 1



РИС. 2



РИС. 3

работниками поездной бригады и охраны, имеющими носимые радиостанции и находящимися на перроне при посадке (высадке) пассажиров.

В процессе испытаний при опытных поездках на Октябрьской и Горьковской дорогах была проверена работа радиостанций и качество радиосвязи в трех частотных диапазонах. Лучшее качество связи по уровню помех и разборчивости речи при скорости 200 км/ч, обеспечивалось в сети стандарта TETRA на Октябрьской дороге. На участке Москва – Нижний Новгород для поездной радиосвязи используются только два частотных диапазона: ГМВ и МВ.

Вместе с высоким качеством связи цифровая система TETRA обеспечивает реализацию новых функций, введенных отечественными разработчиками. Например машинисту предоставлена возможность, используя индивидуальный вызов, устанавливать связь с дежурным любой из трех ближайших станций. Кроме того, в процессе эксплуатации была выявлена необходимость и проведена доработка программного обеспечения системы TETRA, благодаря чему у машиниста появилась возможность вызова дежурного по локомотивному депо или дежурного по центру обслуживания компании «Сименс».

Для передачи данных и команд в состав Комплексного локомотивного устройства безопасности (КЛУБ-У) входят устройства радиоканала передачи данных и радиомодем «МОСТ-ММ1», работающий в диапазоне МВ. Применение дуплексного фильтра обеспечивает независимую работу на одну антенну двух

приемопередатчиков метрового диапазона: радиомодема «МОСТ-ММ1» и локомотивной радиостанции.

Для обмена данными в системе «Автодиспетчер» между поездом «Сапсан» и диспетчерским центром управления в головных вагонах установлены дополнительные радиостанции передачи данных стандарта TETRA.

В системе радиосвязи для диапазонов МВ и ДМВ используются антенны, снабженные радиопрозрачными обтекателями, а для ГМВ – типовая проволочная антенна длиной 8 м, применяемая в ОАО «РЖД» для оснащения локомотивов. Внешний вид и расположение антенн на крыше головного вагона показано на рис. 4.

Для предоставления пассажирам возможности пользования сотовыми телефонами в вагонах установлены репитеры (ретрансляторы) сигналов стандарта GSM. Необходимость их установки вызвана высокой степенью экранирования салонов вагонов алюминиевым корпусом и металлизированными стеклами.

Электропоезд «Сапсан» оснащен развитой системой диагностики оборудования, в том числе диагностики системы радиосвязи. При этом определяется состояние каждого приемопередатчика трех диапазонов, антенно-фидерных трактов ГМВ и МВ диапазонов, блока автоматики и управления, двух пультов управления и двух блоков питания. Все сообщения об отказах оборудования автоматически анализируются и сохраняются в памяти, а также передаются в сервисный центр «Сименс» по радиоканалу сотовой сети общего пользования стандарта GSM. При необходимости формируются соответствующие речевые сообщения машинисту.

С начала эксплуатации система диагностики выявила довольно много отказов антенно-фидерного тракта ГМВ диапазона. При этом установлено, что из-за ухудшения согласования передатчика с антенной коэффициент стоячей волны (КСВ) принимает значение более 4, вследствие чего фиксируется отказ антенно-фидерного тракта.



РИС. 4





РИС. 5

Основной причиной зависимости качества согласования от окружающих условий (наличия металлоконструкций, прохождения встречных поездов и др.) является высокая добротность антенны ГМВ, обусловленная низким сопротивлением алюминиевого корпуса вагона, по которому протекает обратный высокочастотный ток передатчика.

Электропоезд «Сапсан» относится к особому виду современного электроподвижного состава, в котором используется асинхронный тяговый привод и применяются импульсные методы регулирования в тяговом и вспомогательном оборудовании. Трехфазное напряжение, подаваемое на тяговые двигатели, формируется импульсными преобразователями с регулируемой частотой следования импульсов. Такие тяговые преобразователи являются интенсивными источниками радиопомех в широком диапазоне частот, поскольку вырабатываемые ими импульсы имеют постоянную амплитуду свыше 1000 В, а длительность фронтов составляет десятки наносекунд. Радиопомехи, возникающие при работе тяговых преобразователей, через токоприемник проникают в контактную сеть, создавая помехи вокруг электропоезда.

На обычном электроподвижном составе с реостатным или контактным регулированием тяги радиопомехи в основном происходят из-за нарушения токосъема (контакта между ползком токоприемника и контактным проводом). Их уровень невелик, причем он довольно быстро убывает с увеличением частоты.

Учитывая данное обстоятельство, изготовитель предпринял меры по снижению уровня радиопомех, излучаемых в пространство. Они сведены, в основном, к тщательному экранированию самих преобразователей (металлические контейнеры с обеспечением надежного гальванического контакта между крышками и корпусом), а также к экранированию цепей, по которым протекают импульсные токи.

Кроме того, учтены требования отечественных (ГОСТ 29205–91) и ведомственных (ЦШ/4783) норм на допускаемые уровни радиопомех. Для этого конденсаторами дополнительно блокированы помехи от главного ввода и других высоковольтных цепей. Для уменьшения радиопомех от межвагонных соединителей, по которым подается высокое напряжение от токоприемников на соседние вагоны, использованы специальные гибкие соединители, состоящие из двух соединенных параллельно катушек индуктивности, находящихся одна внутри другой. Намотка катушек выполнена в противоположные стороны с тем, чтобы магнитное поле одной компенсировало поле другой.

Внедрение более сложных устройств помехоподавления (индуктивно-емкостных фильтров) затруднительно, так как индуктивности фильтра должны пропускать полный ток, потребляемый электропоездом, и находиться под напряжением контактной сети.

На рис. 5 представлен график изменения напряженности поля радиопомех (частота измерений

1 МГц, тяга постоянного тока) при следовании электропоезда со скоростью около 70 км/ч мимо места установки измерительного прибора. Из графика видно, что наибольшие уровни помех наводятся, когда мимо приемной антенны проходят вагоны с токоприемниками. Всплески меньшего уровня наблюдаются на стыках вагонов, на крышах которых установлены межвагонные соединители, что свидетельствует об эффективности мер по снижению помехоэмиссии.

Внутри поезда имеются система информирования пассажиров и система внутрипоездной радиосвязи, позволяющие машинисту, его помощнику и начальнику поезда вести переговоры и передавать необходимую информацию пассажирам, а пассажирам — устанавливать связь с машинистом.

Для обеспечения безопасности пассажиров в поезде, а также при их посадке и высадке, для оперативного реагирования на чрезвычайные ситуации установлена система видеонаблюдения.

Итак, подводя итог, можно сказать, что высокоскоростной поезд «Сапсан» оснащен целым спектром систем радиосвязи различных частотных диапазонов, с различными принципами построения, системами внутрипоездной связи и информирования пассажиров. Это гарантирует высокую надежность поездной радиосвязи «диспетчер — машинист» и «дежурный по станции — машинист», надежный обмен данными со стационарными устройствами, а также высокое качество обслуживания пассажиров.



**К.В. КРАВЧЕНКО,**  
заместитель начальника  
службы автоматики  
и телемеханики  
Дальневосточной дороги

## ЗАЩИТА СИСТЕМ ЖАТ ОТ ГРОЗОВЫХ И КОММУТАЦИОННЫХ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ

**В последние годы на Дальневосточной дороге возросли отказы устройств ЖАТ, вызванные грозовыми и коммутационными перенапряжениями. В среднем ежегодно по хозяйству фиксируется 224 таких случая. Их доля составляет около 10 % всех отказов устройств ЖАТ и более 20 %, допущенных по вине работников дистанций СЦБ.**

■ В прошлом году по сравнению с 2009 г. на дороге зафиксированы более 200 нарушений нормальной работы устройств ЖАТ из-за воздействия перенапряжений. Непосредственно из-за грозовых перенапряжений они увеличились на 24 %, а из-за коммутационных – на 22 % (рис. 1).

Приведенные цифры, к сожалению, не учитывают уровень грозовой активности – это параметры, характеризующие прохождение грозового фронта, которые существенно различаются как по годам, так и по участкам.

Для объективной оценки ситуации на дороге ежегодно составляется карта грозовой активности. На ней отмечаются не только отказы, допущенные при грозе, но и все случаи грозовой деятельности, зафиксированные в районе же-

лезной дороги. Эту информацию собирает диспетчерский аппарат дистанций СЦБ, опрашивая дежурных и линейный персонал станций. Ежемесячно эти данные анализируют руководители предприятий и передают их в службу автоматики и телемеханики.

На карте грозовой активности за прошлый год зафиксировано более 20 гроз на участках Генерал Милько – Иса (Февральская дистанция), Хани – Бестужево (Тындинская дистанция) и Волочаевка – Комсомольск (Комсомольская дистанция). От 10 до 20 гроз произошло на участках Тутаул – Бестужево (Тындинская дистанция), Мустах – Новый Ургал (Ургальская дистанция), Пивань – Советская Гавань (Комсомольская и Высокогорная дистанции) и Рачи – Биробиджан (Биробиджанская дистан-

ция). До 10 случаев наблюдалось на участках Известковая – Адникан, Биробиджан – Хабаровск, Хабаровск – Дальнереченск.

Полностью в зоне повышенной грозовой активности находятся полигоны Февральской и Высокогорненской дистанций, на 90 % – полигон Биробиджанской, на 75 % Тындинской и Ургальской и на 60 % – Комсомольской дистанции СЦБ.

В прошлом году по сравнению с 2009 г. значительно активизировалась грозовая деятельность на участках Тындинской и Комсомольской дистанций, в границах Ургальской, Февральской и Высокогорненской дистанций она немного увеличилась, а на остальных снизилась. Примерно в соответствии с интенсивностью грозовой активности распреде-

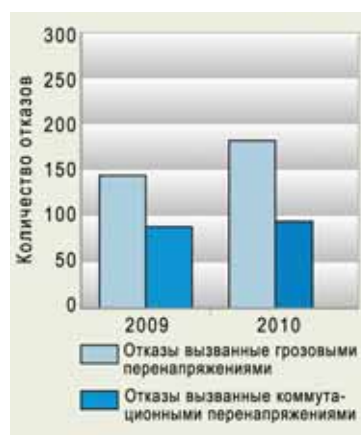


РИС. 1

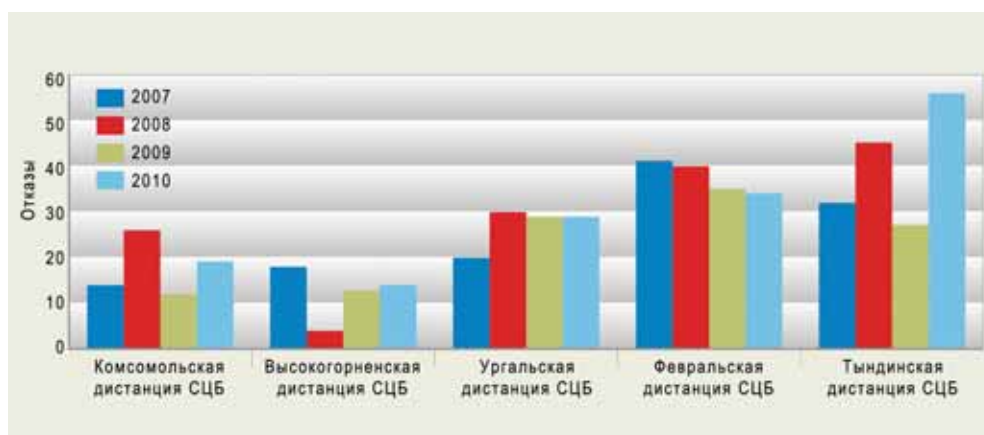


РИС. 2

лились и отказы этой категории (рис. 2).

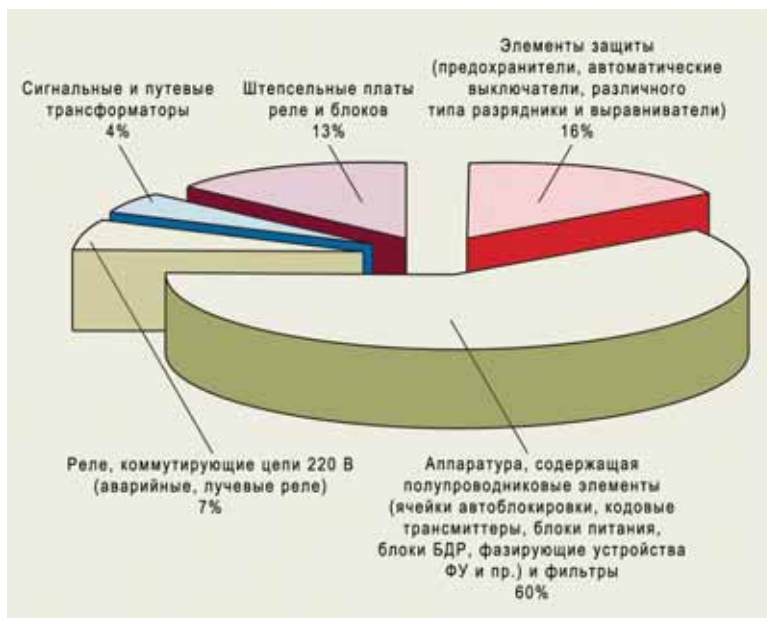
Согласно анализу, в основном воздействию грозовых и коммутационных перенапряжений подвергаются: линии и устройства электроснабжения (80 %), кабельные линии СЦБ и связи (10 %), рельсовые цепи (10 %).

На рис. 3 представлена диаграмма распределения отказов аппаратуры от воздействия перенапряжений.

Сегодня для защиты от перенапряжений на дороге принимается ряд мер. Однако схемы и элементы защиты аппаратуры АБЧК и ЭЦ недостаточно эффективны. Например, согласно анализу службы за прошлый год аппаратура ЖАТ (предохранители, низковольтные автоматические выключатели АВМ, выравниватели напряжений ВОЦН и ВОЦШ, вентильные разрядники РКН и РВН и различного типа ограничители перенапряжений) осталась работоспособной в 65 % случаях при коммутационных и только в 30 % при грозовых перенапряжениях. В остальных случаях, несмотря на срабатывание, элементы защиты не помогали. В результате выходили из строя полупроводниковые элементы приборов, происходили пробой изоляции обмоток трансформаторов, прожоги штепсельных плат реле и др. На рис. 4–6 представлены приборы, подвергшиеся грозовым перенапряжениям.

Иногда срабатывание выравнивателей и разрядников приводило к выходу из строя питающего кабеля, оплавлению монтажа и даже возгоранию релейных шкафов, что усугубляло ситуацию и увеличивало продолжительность отказа. Из-за отсутствия удален-

РИС. 3



ного мониторинга состояния этих устройств после воздействия грозовых перенапряжений приборы приходится менять, что требует дополнительных трудозатрат, особенно в условиях Северного широтного хода.

О недостатках указанных элементов защиты уже написано много (см. журнал АСИ 2010 г., № 3, 4, статья М.Б. Зингера «Возможности совершенствования защиты устройств от перенапряжений»). Специалисты службы полностью согласны с его выводами и предложениями. Однако из-за отсутствия надежных аналогов эти устройства приходится использовать в эксплуатации.

Для исключения возгорания релейных шкафов автоблокировки от элементов защиты на дороге с 2003 г. специалисты дистанций

СЦБ размещают выравниватели и разрядники в отдельно стоящем путевом ящике (рис. 7). В настоящее время эти работы выполняются по титулу капитального ремонта автоблокировки. Таким способом от пожара защищены в целом по дороге 375 сигнальных точек (15 %). На участках повышенной грозовой активности защищенность выше – 30 %. Полностью завершить работу на этих участках планируется к 2013 г.

По плану организационно-технических мероприятий последние четыре года на дороге внедряются защитные фильтры ЗФ-220 (ЗФ-220М). На сегодняшний день эксплуатируется 740 таких устройств. Ими оборудованы 485 сигнальных точек на перегонах и 60 входных сигналов на станциях. Эти устройства достаточно эффективны.



РИС. 4



РИС. 5



Так, в прошлом году по сравнению с 2009 г. в среднем в 2,7 раза сократились отказы перегонных сигнальных точек, оборудованных такими фильтрами. А, например, после установки фильтров на станции Кутыкан и четырех перегонах Тындинской дистанции в грозовой период прошлого года отказы сигнальных точек не зафиксировано. Существенно сократились они на перегонах Ургальской дистанции. При этом уровень грозовой активности практически не изменился.

Следует отметить, что задолго до появления фильтров ЗФ, еще в 90-х годах, на полигоне Байкало-Амурской дороги проходила опытные испытания аппарата защиты от импульсных перенапряжений, разработанная специалистами ДВГУПС: ключевое защитное устройство (КЗУ), защитный многофункциональный тиристорный ключ (ЗАМОК-Т) и сетевой фильтр ввода питания релейных шкафов (ФСРШ).

Эти устройства были установлены для защиты вводов питания автоблокировки на участках с высокой грозовой активностью. В устройствах СЦБ с защитой повреждений не наблюдалось.

По мнению работников дистанций СЦБ эти приборы имеют ряд достоинств: низкое остаточное напряжение при грозовом воздействии, стабильность характеристик во времени и по уровню срабатывания, возможность настройки устройств на любой уровень защиты. К их недостаткам можно отнести отсутствие информационных каналов о срабатывании устройств защиты для передачи в систему диспетчерского контроля.

В 2010 г. по запросу ООО ЭТЗ «ГЭКСАР» служба автоматики и телемеханики дала положительное заключение по работе устройства «ЗАМОК-Т». Хотелось бы, чтобы при организации их серийного производства они были дооснащены средствами удаленного мониторинга и имели приемлемую цену.

Другой разработкой специалистов кафедры стали фильтры сетевого ввода для питания релейных шкафов автоблокировки, которые внедрены на трех дистанциях дороги. Уже в первые грозовые сезоны устройства показали высокую эффективность и эксплуатируются до настоящего времени.

Наиболее частый отказ в схемах питания сигнальных точек АБ при перенапряжениях – пробой диодов выпрямительного моста в блоке счетчиков БС. В результате перенапряжений из строя выходит трансформатор СОБС. На участках с электротягой переменного тока, оборудованных числовой кодовой автоблокировкой с частотой 25 Гц, эту проблему удалось решить. В этом случае для питания счетчиков БС используются преобразователи частоты ПЧ-50/25. На двухпутных участках схема подключается к преобразователям, работающих только при движении в неправильном направлении, а на участках однопутной двухсторонней автоблокировки – к одному из преобразователей. Основным недостатком этой схемы – незащищенность дешифраторной ячейки ДЯ от попадания высокого напряжения из рельсовой цепи.

Для исключения этого на особо грозоопасных участках и

перегонах Северного широтного хода устанавливаются дополнительные преобразователи ПЧ-50/25, изолированные от рельсовых цепей. Это мероприятие достаточно затратно, поэтому в основном используется аппаратура, изъятая из эксплуатации при внедрении новых систем АБТЦ, после капитального ремонта или при реконструкции устройств ЖАТ. Ежегодно на такую схему питания блока БС-ДЯ переводится два-три перегона, и сегодня их, в общей сложности, уже более 20.

Еще один способ повышения живучести блоков БС-ДЯ – замена маломощных диодов в выпрямительных мостах на диоды типа КД105Г. В первую очередь диоды меняются на участках Комсомольской дистанции, где перегоны оборудованы АБЧК с частотой 50 Гц.

Также как и в блоках БС-ДЯ от воздействия перенапряжения происходят пробой диодов выпрямительного моста в блоках питания шлейфов УКСПС. В этом случае аналогично происходит закорачивание обмоток питающего трансформатора, что приводит к его отказу, а затем к замыканию цепи ПХ-ОХ и отключению питания всей сигнальной установки. Для исключения таких случаев по инициативе службы на дороге внедряется схема защиты УКСПС, предложенная специалистами Вяземской дистанции СЦБ.

Кроме этого, по указанию департамента на 35 сигнальных установках были смонтированы конденсаторные схемы защиты. Однако оценить эффективность этих работ пока не удалось, пос-



РИС. 6



РИС. 7

кольку они были выполнены только в июле 2010 г. уже во время спада грозовой активности.

Следует отметить, что повреждения от грозовых перенапряжений постовых и напольных устройств ЭЦ составляют около 10 % общего числа отказов от перенапряжений в цепях питания.

На дороге широко используются все типовые технические и схемные решения, а также рекомендации Департамента автоматики и телемеханики по защите устройств ЭЦ. Состояние и работоспособность устройств защиты проверяется ежегодно накануне грозового периода и после каждого воздействия перенапряжений.

Однако факты перегорания предохранителей на стативах и в панелях питания, случаи срабатывания автоматических выключателей, выхода из строя отдельных реле и блоков с полупроводниковыми элементами наблюдаются практически после прохождения каждого грозового фронта.

На участках Северного широтного хода специалисты службы неоднократно проводили такой эксперимент. При приближении грозового фронта и отсутствии поездов на участке по согласованию с поездным диспетчером электромеханики СЦБ полностью отключали ЭЦ на станции от фидеров питания или переводили ее на питание от дизель-генератора. При этом никаких последствий от воздействия грозы на данном участке не проявлялось. В то время как на прилегающих перегонах или соседних станциях фиксировалось отключение или переключение фидеров питания, отказы устройств защиты и перегорание предохранителей. Однако, эта мера далеко не всегда приемлема.

На сегодняшний день самым радикальным методом защиты является внедрение устройств бесперебойного питания. Например, на станциях, оборудованных МПЦ и устройствами бесперебойного питания, не было ни одного случая отказа элементов из-за грозовых или коммутационных перенапряжений. Сегодня разработаны проекты оборудования УБП для четырех станций, но, к сожалению, пока ни один из них не реализован.

В перспективе при рассмотрении и утверждении Программы бе-

зопасности следует учесть острую потребность хозяйства автоматики и телемеханики Дальневосточной дороги в этих устройствах.

На дороге также реализуются меры по грозозащищенности устройств ДЦ, которыми оснащено 2600 км (40 % Северного широтного хода) и рокадный участок Волочаевка-2 – Комсомольск-на-Амуре протяженностью 344 км. Это участки с наибольшей грозовой активностью.

Сегодня на дороге эксплуатируются три системы ДЦ: «Тракт», «Луч» и «Нева». Наиболее эффективными являются технические решения по защите линейного пункта ДЦ системы «Тракт», где используется оптронная развязка цепей в устройствах ввода и вывода. За последние пять лет эксплуатации устройств этой диспетчерской централизации на дороге зафиксировано всего два отказа аппаратуры. На станциях, оборудованных линейными пунктами систем «Луч» и «Нева», отказы линейных генераторов, блочных модулей и плат с полупроводниковыми элементами происходят достаточно часто.

Для решения проблемы специалисты Ургальской дистанции и дорожной лаборатории предложили применить оптронные развязки, аналогичные тем, что используются в линейных пунктах ДЦ «Тракт».

Комплексная защита полупроводниковых блоков статива ЛПЛ ДЦ «Луч» от атмосферных перенапряжений позволяет защитить линейные пункты ДЦ «Луч» от грозовых разрядов, исключить значительную долю отказов, вызываемых перенапряжениями.

На дороге также применяется ряд мер, предотвращающих попадание высокого напряжения на сигнальные точки и посты ЭЦ через металлические оболочки кабелей связи и СЦБ. Все кабели с алюминиевой оболочкой заводятся в отдельные муфты или соединительные шкафы, устанавливаемые рядом с постом ЭЦ, а затем уже небронированным кабелем в релейный шкаф или на пост ЭЦ. Аналогично выполняется ввод магистральных кабелей связи.

Специалисты дирекции связи по титулу капитального ремонта занимаются устройством на кабельных отпаях изолирующих

муфт, устанавливают отдельные кабельные стойки (шкафы) для монтажа боксов. К сожалению, эти работы ведутся недостаточно активно и выполнены только на 23 % сигнальных точек АБ. На остальных сигнальных установках проверку изоляции боксов и оболочки кабелей связи от корпуса РШ с измерением потенциала между ними выполняют специалисты дистанций совместно со связистами. За последние два года случаев попадания высоких потенциалов в релейные шкафы не допущено, тогда как ранее такие факты имели место.

Во время проверок предприятий, расследовании отказов, вызванных атмосферными и коммутационными перенапряжениями, руководители и специалисты службы выявляют неудовлетворительное содержание заземляющих устройств. Так, на сигнальных точках превышены нормы сопротивления изоляции контуров сечения заземляющих проводников, нарушен контакт в местах металlosвязи, отсутствует разделение низковольтных и высоковольтных заземлений на питающих опорах линий продольного электроснабжения. Поскольку заземляющие устройства стареют и изнашиваются, качественно устранить имеющиеся недостатки уже невозможно. В связи с этим мероприятия по защите включаются в титульный список капитального ремонта устройств ЖАТ и выполняются подрядчиками. Ежегодно на ремонт заземляющих устройств на пяти-восьми перегонах затрачивается 30–40 млн. руб.

Кроме этого, в дистанциях дополнительно выполняется целый комплекс организационно-технических мер. В марте-апреле проверяется состояние всех схем и устройств грозозащиты и заземляющих устройств. В период прохождения грозовых фронтов на станциях организуется сменное дежурство технического персонала. После грозы все устройства, подвергшиеся перенапряжению, осматриваются. При необходимости производится замена элементов защиты. Также проверяется состояние штепсельных колодок с целью выявления мест прогара изоляции, измеряется изоляция монтажа и электрических параметров схем.

# ЗАЩИТА РЕЛЬСОВЫХ ЦЕПЕЙ ОТ ЛОЖНОЙ ЗАНЯТОСТИ

## ПРИ ГОЛОЛЕДООБРАЗОВАНИИ НА КОНТАКТНОМ ПРОВОДЕ



**А.А. ИВАНЕНКО,**  
главный ревизор по безопасности  
движения поездов ОАО «РЖД»



**Ю.И. ЗЕНКОВИЧ,**  
доцент МИИТа,  
канд. техн. наук



**Е.Г. ЩЕРБИНА,**  
доцент МИИТа,  
канд. техн. наук

**Вследствие изменения климатических условий, а также уменьшения размеров движения поездов на железных дорогах России и стран СНГ возросло количество сбоев в работе рельсовых цепей при гололедообразовании на контактном проводе. Это происходит из-за коммутационных процессов между токоприемником электровоза и контактным проводом.**

■ При движении поезда по участку с наледью на контактном проводе образуется электрическая дуга, оплавливающая лед, в результате чего контакт восстанавливается, а затем после остывания токонесущих элементов вновь появляется электрическая дуга. Такой процесс носит периодический характер, причем его продолжительность зависит как от толщины льда на контактном проводе, так и мощности, потребляемой электровозом.

Известно, что при коммутации цепи переменного тока, содержащей накопителя энергии, в ней имеется постоянная составляющая во время переходного процесса. Для электрической цепи, содержащей в качестве накопителя энергии индуктивность, она определяется уравнением:

$$i = \frac{U_m}{Z} \sin(\omega t + \psi - \varphi) - \frac{U_m}{Z} \sin(\psi - \varphi) e^{-t/\tau},$$

где  $Z$  – полное сопротивление электрической цепи, вычисленное по формуле  $Z = \sqrt{r^2 + (\omega L)^2}$ ;

$L$  – индуктивность электрической цепи;

$r$  – активное сопротивление цепи;

$\omega$  – круговая частота;

$\tau$  – постоянная времени переходного процесса;

$\varphi$  – угол полного сопротивления электрической цепи, равный  $\tan \varphi = \omega L / r$ ;

$\psi$  – угол фазового сдвига питающего напряжения электрической цепи.

При появлении постоянной составляющей в обратной тяговой сети переменного тока насыщается магнитная система дроссель-трансформаторов, не имеющих зазора в магнитопроводе. Вследствие этого напряжение сигнального тока на дополнительной обмотке значительно снижается, достигая уровня, при котором сектор реле путевого фазочувствительного приемника оказывается в нижнем положении и фронтальные контакты реле разомкнуты.

Создается ложная занятость рельсовой цепи. Такой момент ложной занятости наступает, как правило, при подходе поезда к ложно занимаемому участку из-за увеличения в нем абсолютной величины тягового тока. В результате возрастает абсолютная асимметрия тягового тока по постоянной составляющей, протекающей через тяговые полуобмотки дроссель-трансформаторов. Поэтому наличие неконтролируемой асимметрии по постоянной составляющей тягового тока является одной из причин появления ложной занятости рельсовой цепи.

Сопротивление рельсов на участке с тяговым током 50 Гц в 8–10 раз превышает сопротивление рельсов при постоянном токе. При измерениях штатными приборами на переменном тяговом токе можно не обнаружить асимметрию по постоянной составляющей тягового тока.

Таким образом, причиной ложной занятости рельсовых цепей при гололедообразовании на контактном



проводе являются появление постоянной составляющей от коммутационных процессов и наличие асимметрии в рельсовой линии. Борьбу с такими явлениями можно, используя электровозы, имеющие вибротокоприемники, сбивающие наледь с контактного провода. Однако это эффективно в том случае, если на железнодорожном участке достаточно большие размеры движения, при которых наледь не будет успевать образовываться после прохода такого электровоза. Другим средством борьбы с наледью является плавка льда с помощью тяговых токов, величина которых близка к токам короткого замыкания, созданных работниками службы электроснабжения. Для выполнения этой операции необходимо выделять специальные окна.

Чтобы исключить подмагничивание дроссель-трансформаторов, используемых при электротяге переменного тока, необходимо заменить действующие ДТ-1-150, ДТ-1-250 на ДТ-06-500С, используемые для станций стыкования. В этом случае разностный намагничивающий ток, равный 120–160 А, перекрывает существующий диапазон среднего значения намагничивающего тока 20–40 А по постоянной составляющей при асимметрии.

Однако замена дроссель-трансформаторов достаточно дорогостоящее мероприятие, кроме того, потребуются изменить регулировочные таблицы рельсовых цепей и перерегулировать их. Неизвестны последствия такой замены при полной асимметрии рельсовой линии в случае нарушения целостности рельсов или сборного стыка, так как напряжение насыщения магнитной системы от тягового тока 50 Гц дроссель-трансформатора ДТ-06-500С значительно выше, чем ДТ-1-150 или ДТ-1-250.

В качестве одного из мероприятий по повышению надежности работы рельсовых цепей было предложено исключить влияние намагничивания дроссель-трансформаторов на работу рельсовой цепи. С этой целью отключали дополнительную обмотку дроссель-трансформатора от рельсовой цепи и использовали его как дроссель только для пропуска тягового тока в обход изолирующих стыков, а аппаратуру питающего и релейного концов с измененными значениями коэффициентов трансформации трансформаторов подключали к рельсам. Однако исследования, проведенные в МИИТе, показали неэффективность предложения.

Экспериментальные исследования влияния уровня подмагничивания постоянным током величиной от 0 до 17 А на входное сопротивление дроссель-трансформатора ДТ-1-150 со стороны тяговой обмотки на частоте 25 Гц в режимах холостого хода и нагрузки

на аппаратуру релейного конца (табл. 1) показали, что подмагничивание током 17 А приводит к пятнадцатикратному уменьшению входного сопротивления дроссель-трансформатора, не нагруженного на аппаратуру релейного конца, и примерно в 7 раз нагруженного.

Следовательно, отключение от дополнительной обмотки аппаратуры рельсовой цепи не решает проблему ее ложной занятости при гололедных явлениях на контактно-проводе.

Исключить продольную асим-

Т а б л и ц а 1

Входное сопротивление		Постоянный ток намагничиваний, А
с нагрузкой на дополнительной обмотке, Ом	в режиме холостого хода, Ом	
0,356	1,55	0
0,29	0,82	3
0,247	0,48	5
0,15	0,21	10
0,107	0,126	15
0,07	0,106	17

метрию рельсовой цепи по постоянной составляющей тягового тока, причиной которой, по мнению авторов статьи, являются переходные сопротивления между рельсом и забитым штепселем дроссельной перемычки, можно, выравнивая эти сопротивления по правому и левому рельсу на обоих концах рельсовой цепи. С этой целью подключают от одной «перчатки» дроссель-трансформатора к рельсу 3–4 дроссельные перемычки, которые снизят вероятность появления разных переходных сопротивлений по правому и левому рельсам. Но для этого требуется высверливать дополнительные отверстия в рельсах. Такое решение широко применяется в рельсовых цепях на метрополитене, так как там используются короткие рельсовые цепи, в которых наиболее вероятно появление асимметрии при электротяге постоянного тока.

Для исключения продольной асимметрии можно включить последовательно с тяговой обмоткой дроссель-трансформатора резисторные блоки, сопротивление по постоянному току которых превосходит переходное сопротивление между штепселем дроссельной перемычки и рельсом. Максимально допустимая разность величин пары сопротивлений этих блоков должна быть не более 2–3 %. Кроме того, дополнительные жесткие требования предъявляются к температурному коэффициенту изменения этих сопротивлений. В качестве таких резисторов можно использовать реостаты, выполненные из фехралевой ленты, которая широко применяется в пускаторных реостатах электросекций ЭР-2Р. Для определения температурного коэффициента изменения сопротивления в лаборатории МИИТа проведены измерения зависимости величины сопротивления пары реостатов от их температуры, увеличивающейся при длительном пропускании через них максимального тягового тока. Результаты измерения представлены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Время работы, мин	Величина тока в каждом реостате, А	Падение напряжения на первом реостате, В	Падение напряжения на втором реостате, В	Температура реостатов, °С
0	150	32	33	20
5	150	33,5	34,5	180
10	145,2	31,5	32	350
15	147	32	33	455
20	146,5	32	33	467
25	146,5	32	33	469
30	146,5	32	33	467

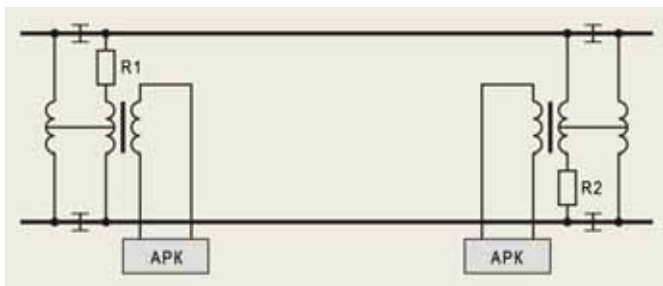


РИС. 1

Как видно из представленных результатов, изменение сопротивления одного из реостатов по отношению к другому остается практически постоянным в широком диапазоне температур. Благодаря двойной фехральной ленте в резисторных блоках создается пара сопротивлений для выравнивания продольной асимметрии, значения которых практически одинаковы. Следует отметить, что включать эти резисторные блоки нужно не во всех рельсовых цепях станции, а только в проблемных. Это, как правило, рельсовые цепи длиной менее 600 м. Чтобы уменьшить конструктивные размеры блоков, можно в неразветвленной рельсовой цепи включить их раздельно (рис. 1): на питающем конце R1, на релейном конце R2.

В разветвленной рельсовой цепи место включения резисторных блоков должно определяться месторасположением ближайшей тяговой подстанции. Блоки всегда устанавливаются по главному пути на том конце рельсовой линии, который ближе расположен к тяговой подстанции. Разнести резисторы по разным рельсовым нитям невозможно, если

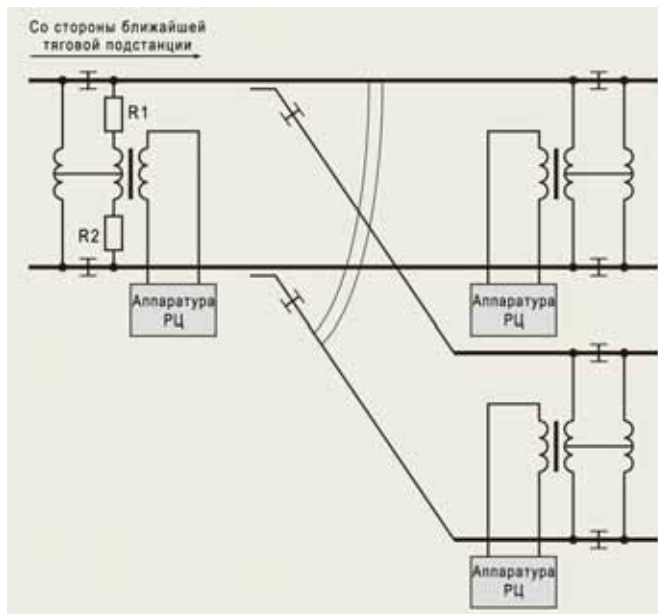


РИС. 2

тяговый ток течет по разветвленной рельсовой цепи (рис. 2).

В весенне-летний период необходимо резисторные блоки отключать, так как температура нагрева резисторов, особенно в летний период, может достигать 300 °С. Из-за этого потребляется дополнительная активная мощность. В то же время при включении симметрирующих резисторов уменьшается реактивная мощность дроссель-трансформаторов, работающих в несимметричной рельсовой цепи.



## ПОЧЕТНЫЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНИКИ ОАО «РОССИЙСКИЕ ЖЕЛЕЗНЫЕ ДОРОГИ»

*За добросовестный труд на железнодорожном транспорте, большой вклад в обеспечение устойчивой его работы приказом президента ОАО «РЖД» награждены знаком «Почетный железнодорожник ОАО «Российские железные дороги»:*

**Георгиев Сергей Петрович** – электромеханик Тимашевской дистанции сигнализации, централизации и блокировки Северо-Кавказской дороги.

**Герашенко Виктор Борисович** – электромеханик Хабаровской дистанции сигнализации, централизации и блокировки Дальневосточной дороги.

**Дегтярь Сергей Александрович** – ведущий электроник Хабаровского ИВЦ Главного вычислительного центра.

**Долгошеенко Галина Ивановна** – заместитель начальника службы эксплуатации – начальник отдела Центральной станции связи.

**Зеленин Владимир Ильич** – старший электромеханик Лиховской дистанции сигнализации, централизации и блокировки Северо-Кавказской дороги.

**Луковенко Юрий Афанасьевич** – заместитель начальника Хилокской дистанции сигнализации, централизации и блокировки Забайкальской дороги.

**Николаева Ольга Михайловна** – заместитель начальника отдела Ростовского ИВЦ Главного вычислительного центра.

**Прохорова Ирина Валентиновна** – электромеханик технического центра автоматики и телемеханики Московской дороги.

**Пухова Ольга Владимировна** – диспетчер Ишимской дистанции сигнализации, централизации и блокировки Свердловской дороги.

**Стоцкий Сергей Петрович** – начальник участка производства Кавказской дистанции сигнализации, централизации и блокировки Северо-Кавказской дороги.

**Чупрынин Виктор Иванович** – старший электромеханик Котельниковской дистанции сигнализации, централизации и блокировки Приволжской дороги.

**Поздравляем с высокой наградой!**



**Д.А. ПОПОВ,**  
ведущий специалист ГТСС –  
филиала ОАО «Росжелдорпроект»

## КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ПРОБЛЕМАМ ЗАЩИТЫ

**Несмотря на применение современных технических средств для обеспечения устойчивой и бесперебойной работы телекоммуникаций, устройств автоматики и телемеханики, проблема их защиты от перенапряжений остается актуальной.**

■ **Общие положения.** Основными поражающими факторами являются атмосферные перенапряжения, изменения режимов в системах электроснабжения и тяговой сети. На сегодняшний день можно выделить три основных направления защиты:

кабельных линий от грозовых и коммутационных перенапряжений, возникающих на электрифицированных железных дорогах;

служебно-технических зданий, в том числе домов связи и постов ЭЦ с использованием систем молниезащиты, защитного заземления и уравнивания потенциалов;

аппаратуры от перенапряжений, возникающих в линейных цепях и в системе электроснабжения устройств.

Как известно, перенапряжением называются незапланированные повышения напряжения до значений, опасных для изоляции кабелей, электроустановок, оборудования. По своей природе перенапряжения бывают двух видов: атмосферные и коммутационные.

Атмосферные перенапряжения возникают при прямых ударах молнии в электроустановку, кабель или наводятся (индуцируются) в инженерных сетях, подводимых к служебно-техническому зданию, таких как кабели связи, СЦБ, электроснабжения, трубопроводы. Коммутационные перенапряжения являются следствием резких изменений режима работы электросетей, например, при коротком замыкании на линиях продольного электроснабжения и автоблокировки, в тяговой сети, на подвижном составе, а также при вынужденном режиме работы тяговой сети.

Основную опасность представляют атмосферные перенапряжения. При прямых ударах молнии они могут достигать 1000 кВ при токе молнии 200 кА. Разряд молнии обычно состоит из серии отдельных импульсов (до 40 шт.) и продолжается не более долей секунды. Длительность отдельного импульса составляет десятки микросекунд. Индуцированные перенапряжения достигают 100 кВ и распространяются по проводам линий электропередачи и кабельным сетям.

Весьма опасны их последствия. Пробив изоляцию, они могут вызывать короткие замыкания, пожары, угрожающие жизни и здоровью обслуживающего персонала.

Учитывая эти факторы, особое внимание при проектировании следует уделять защите кабельных линий связи, автоматики и телемеханики. Наиболее подвержены влиянию кабели, проложенные на участках с электротягой переменного тока, особенно

при работе в вынужденном режиме и при коротком замыкании.

■ **Кабельные линии.** Для их прокладки применяют бронированные кабели с высоким идеальным коэффициентом защитного действия (КЗД) металлопокроов (0,1), а также магистральные кабели с испытательным напряжением по переменному току между жилами и оболочкой для магистральных кабелей от 4000 В.

При прокладке необходимо обеспечивать целостность защитных покровов оболочек, контроль их сопротивления. По ГОСТ 7006–72 (п. 2.14) сопротивление покровов Бл, в зависимости от наружного диаметра кабеля, должно находиться в пределах от 0,015 до 0,06 МОм/км, а покровов шлангового типа 2,5–10,0 МОм/км. Сопротивление заземления металлопокроов по концам кабельной линии на низкоомные заземляющие устройства должно составлять не менее 4 Ом.

Трассы кабелей следует выбирать в непосредственной близости от зоны защитного действия рельсов. Наибольший эффект защитного действия рельсов проявляется при прокладке кабеля в зоне до 5–10 м.

Необходимо соблюдать габариты сближения с опорами и их заземлителями в ненаселенной местности и обеспечивать защиту кабелей в стесненных условиях на участках сближения с опорами ЛЭП с помощью швеллера, троса или путем окураторки опор ВЛ на участке сближения с кабелем.

Кабели можно защищать тросами, прокладываемыми по трассе кабеля на глубине 0,4 м от поверхности земли. Для защиты аппаратуры на линейных цепях устанавливают разрядники и изолирующие трансформаторы.

Рассмотрим зависимости коэффициента защитного действия (КЗД) металлопокроов кабеля от количества линейных заземлителей и их сопротивления. Этот вопрос не совсем правильно трактуется при разработке проектных решений по заземлению оболочек и брони магистральных кабелей и, в частности, кабелей СЦБ.

При монтаже кабелей связи и СЦБ необходимо создавать непрерывность металлопокроов магистральных кабелей на всем протяжении перегона или усилительного участка. Не следует устраивать неконтролируемые и не подлежащие визуальному осмотру заземления на оболочке и броне кабелей, на кабелях ответвлений и на каждой сигнальной



точке. Промежуточные заземлители не оказывают существенного влияния на величину КЗД кабеля. При устройстве заземлителей на каждой соединительной муфте и сигнальной точке, по проложенному в непосредственной близости параллельно с рельсами кабеля, как показала практика, по его металлопокровам растекается тяговый ток.

Для исключения подобных явлений при монтаже магистральных кабелей связи устанавливаются газонепроницаемые изолирующие муфты на кабелях ответвления. Этот способ надежно защищает магистраль от прожогов при попадании высокого потенциала на оболочку кабеля ответвления.

На рис. 1 представлен график зависимости КЗД металлических покровов кабеля от величины сопротивления заземлителей:

1 – при сопротивлении оконечных заземлений  $R_{3,н} = R_{3,к} = 2 \text{ Ом}$ , сопротивлении промежуточных заземлителей  $R_{3,л} = 5 \text{ Ом}$ , расстоянии между промежуточными заземлениями  $l_3 = 2 \text{ км}$ ;

2 – при  $R_{3,н} = R_{3,к} = R_{3,л} = 2 \text{ Ом}$ ,  $R_{3,л} = \infty$ ;

3 –  $R_{3,н} = R_{3,к} = 5 \text{ Ом}$ ,  $R_{3,л} = \infty$ ;

4 –  $R_{3,н} = R_{3,к} = 10 \text{ Ом}$ ,  $R_{3,л} = \infty$ ;

$S_{ид}$  – идеальный КЗД при нулевом сопротивлении оконечных заземлителей;

$E_{об}$  – индуцируемая ЭДС.

Как видно из графика, промежуточные заземлители оказывают незначительное влияние на величину КЗД (кривые 1 и 2). Величина сопротивления заземления на концах кабеля напротив существенно влияет на КЗД (кривые 3 и 4). Следовательно, добиться наиболее эффективной защиты кабелей можно путем снижения сопротивления заземляющих устройств по концам участка.

Для защиты от высокого потенциала кабелей связи и СЦБ при вводе в служебно-техническое здание на металлических оболочках устанавливают изолирующие муфты, а непосредственно в помещениях ввода заземляют их металлопокровы. Требование об установке изолирующих муфт содержится в «Рекомендациях по обеспечению противопожарной безопасности служебно-технических зданий и сооружений с кабельными коммуникациями связи» и в Правилах по прокладке и монтажу кабелей устройств СЦБ, ПР 32 ЦШ 10.01-95 (п.21.16).

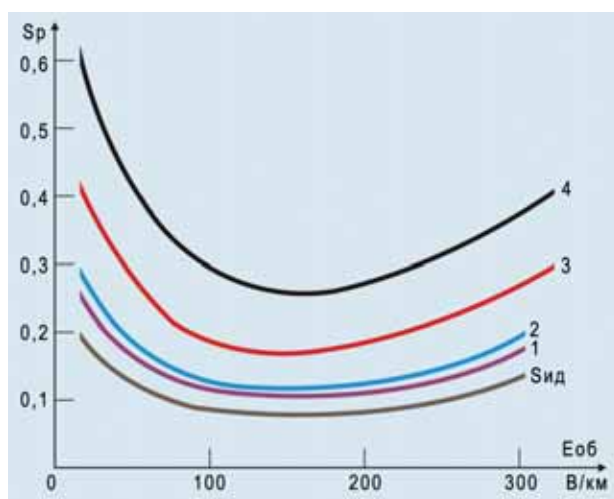


РИС. 1

Проектные решения из рекомендаций по вводу кабелей связи в служебно-технические здания представлены на рис. 2. На рисунке приняты следующие обозначения: 1 – вводный блок из асбоцементных и бетонных труб; 2 – заземляющие провода; 3, 5 – места заземления оболочки кабеля (пайка); 4 – огнестойкий состав; 6 – места заземления брони (пайка); 7 – место среза брони.

**■ Здания и сооружения.** Международной электротехнической комиссией (МЭК) разработаны стандарты 62305, в которых изложены принципы защиты зданий и сооружений любого назначения от перенапряжений. Они позволяют правильно проектировать строительные конструкции и системы молниезащиты объекта, рационально размещать оборудование и коммуникации. Эти требования формируют зонную концепцию защиты, основанную на следующих принципах:

применение строительных конструкций с металлическими элементами (арматурой, каркасами, несущими элементами и др.), электрически связанными между собой и с системой заземления для формирования экранирующей среды для уменьшения воздействия внешних электромагнитных влияний внутри объекта («клетка Фарадея»);

наличие правильно выполненной системы заземления и выравнивания потенциалов;

деление объекта на условные защитные зоны и применение специальных устройств защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП);

соблюдение правил размещения защищаемого оборудования и подключенных к нему проводников относительно другого оборудования и проводников, способных оказывать опасное воздействие или вызывать наводки.

Наиболее сложная схема системы защиты должна выстраиваться для объектов, которые находятся на открытой местности и имеют высоко расположенные элементы конструкции. На железнодорожном транспорте это станции с антенно-мачтовыми сооружениями, в которые с большой степенью вероятности может ударить молния.

Зоны молниезащиты здания от прямого и непрямого воздействия молнии (рис. 3) определены в стандарте МЭК 62305-1 «Защита от молнии. Часть 1. Основные принципы».

Все точки зоны  $0_A$  внешней среды объекта, могут

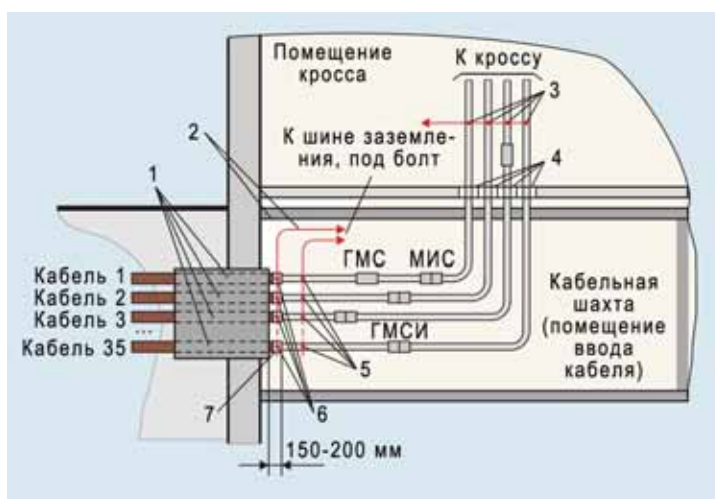


РИС. 2

подвергаться воздействию прямого удара молнии (иметь непосредственный контакт с каналом молнии) и возникающего при этом электромагнитного поля.

Точки зоны  $O_B$  внешней среды объекта не подвергаются воздействию прямого удара молнии, а внутренней зоны 1 воздействию прямого удара молнии. Электромагнитное поле и токи во всех токопроводящих частях этой зоны снижены за счет экранирующих свойств строительных конструкций.

Для дальнейшего снижения разрядных токов или электромагнитного поля необходимо проектировать последующие зоны – 2 и 3. Вводы кабелей связи, СЦБ, электропитания и другие металлические коммуникации следует располагать в одной точке защитной зоны 1. Экраны, броня и оболочки кабелей, металлические трубы коммуникаций, входящие в здание, должны подключаться к главной заземляющей шине.

При разнесенных вводах кабелей, расположенных в разных точках здания, для заземления их металлопокрывов должны оборудоваться отдельные (обособленные) заземляющие шины непосредственно в местах ввода кабелей в здание (в приемках, вводных шахтах), которые соединяются с главной заземляющей шиной.

К сожалению, до настоящего времени требования о вводах подземных коммуникаций в служебно-технические здания в одной точке, вопросы использования металлической арматуры фундаментов и конструкций служебно-технических зданий в качестве элементов молниезащиты и системы уравнивания потенциалов и многие другие рекомендации стандарта МЭК 62305 не регламентированы отечественными документами и не выполняются при проектировании.

■ **Электропитающие линии.** Зоной концепцией защиты предусмотрена трехступенчатая схема включения защитных устройств электропитающих линий. Устройства защиты от перенапряжений, в зависимости от места установки и способности пропускать через себя различные импульсные токи, делятся на три класса. Устройства УЗИП на базе варисторов обеспечивают качественную защиту на первой ступени при амплитудах величиной  $I_{imp} = 20 \text{ кА}$ , что в большинстве случаев достаточно даже для воздушного ввода электропитающей линии в объект.

Взаимосвязь между зонами молниезащиты, классами защитных устройств и категориями стойкости изоляции оборудования к импульсным перенапряжениям для оборудования показана на рис. 4. При выборе оборудования необходимо, чтобы импульсное номинальное напряжение, которое выдерживает аппаратура, было не ниже требуемого. Требования к устройствам защиты от перенапряжений на электропитающих линиях изложены в документах МЭК 60364-4-443-95; ГОСТ Р 50571.19–2000.

**Электроустановки зданий.** Величину номинального импульсного выдерживаемого напряжения для оборудования или его составляющих устанавливает изготовитель. Этот параметр характеризует способность изоляции к сопротивлению при пере-

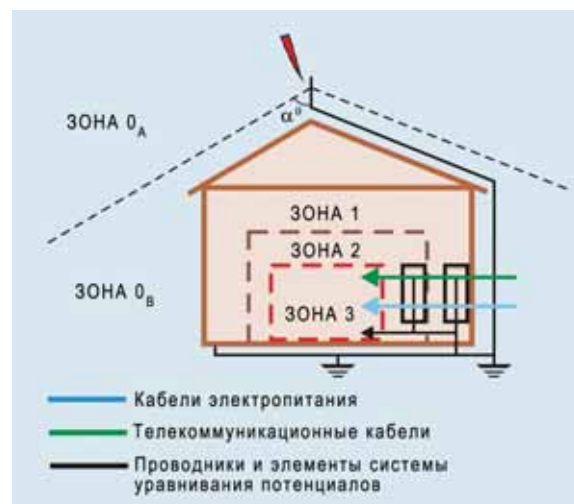


РИС. 3

напряжениях (в соответствии с 1.3.9.2 МЭК 60664-1). Эксплуатирующиеся сегодня электроустановки не оборудованы устройствами защиты от импульсных перенапряжений.

Защита линейных цепей в действующих магистральных кабелях связи, например МКПнАБпШп 7х4х1,05+5х2х0,7+1х0,7, где для организации цепей автоматики и телемеханики использовались сигнальные пары, строилась, в первую очередь, с учетом требований «Правил защиты устройств проводной связи и проводного вещания от влияния тяговой сети электрифицированных железных дорог переменного тока» и ГОСТ 5238–81, «Установки проводной связи. Схемы защиты от опасных напряжений и токов, возникающих на линиях. Технические требования». Для защиты цепей связи используются вводно-защитные устройства ВЗУ-Е производства НПО «Стальэнерго». Они обеспечивают ввод магистральных кабелей связи, кабелей местной и оперативно-технологической связи, защиту обслуживающего персонала и аппаратуры аналоговой и цифровой связи от

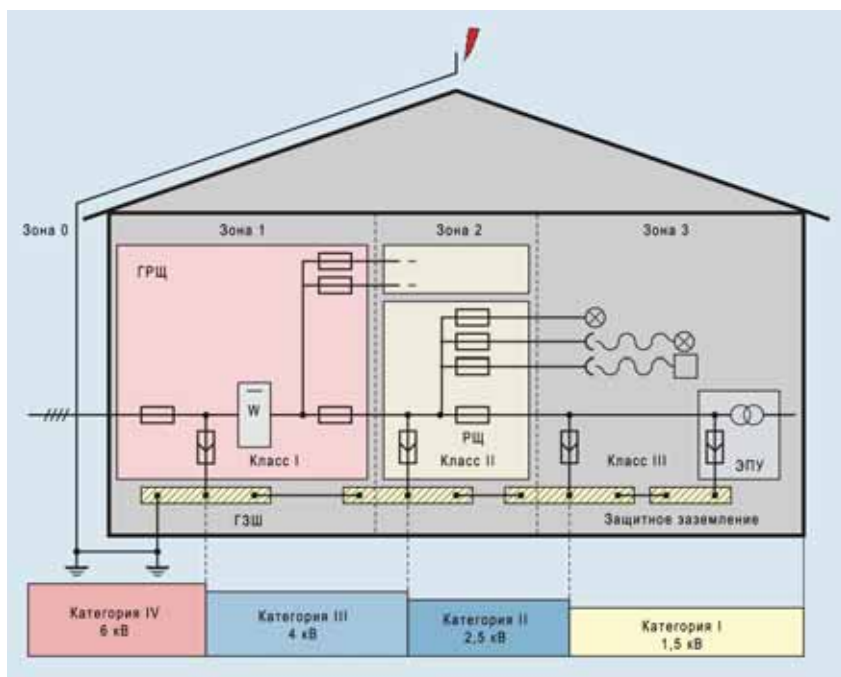


РИС. 4

опасных напряжений и токов, возникающих в цепях местной, избирательной связи, а также в цепях межстанционной и перегонной связи. С помощью ВЗУ-Е осуществляются временная коммутация цепей кроссировочными шнурами, испытания физических цепей, подключенных к устройству с линии и со станции. Эти устройства устанавливаются на постах ЭЦ, в помещениях дежурных по станции, а также на усилительных пунктах.

На участках с электротягой переменного тока для ввода линейных телефонных цепей и защиты от грозовых разрядов и опасных перенапряжений аппаратуры промежуточных пунктов поездной диспетчерской и постанционной связи устанавливают вводно-изолирующие щиты ЩВИ-Е.

Для защиты линий местной связи, обслуживающего персонала и абонентов от токов и напряжений разряда молнии, влияния высоковольтных линий электропередачи и контактной сети применяются абонентские защитные устройства АЗУ. Их схемы выполнены в соответствии с рекомендациями МСЭ-Т серии К и ГОСТ 5238–81 «Схемы защиты от опасных напряжений и токов, возникающих на линиях. Технические требования».

На сегодняшний день для защиты кабелей и вводного оборудования устройств СЦБ от перенапряжений единые требования не разработаны. Следует отметить, что элементная база устройств защиты от перенапряжений, рекомендованная Инструкцией И-247-97, устарела. Принципиально новые решения по защите высоковольтных линий и устройств СЦБ от перенапряжений при проектировании внесены в Руководящие указания по защите устройств СЦБ от перенапряжений (ПУ – 90), но этот документ пока не выпущен.

Защитный комплекс от перенапряжений устройств СЦБ разработки SIEMENS применили специалисты ЗАО «Форатек АТ» при проектировании МПЦ на разных станциях: Айдырля Южно-Уральской дороги на участке с электротягой переменного тока; Никулино Куйбышевской дороги на участке с электротягой постоянного тока и Турмасово Юго-Восточной дороги на участке с автономной тягой.

Фрагмент схемы защиты от перенапряжений линейных цепей для участков с электротягой переменного тока с центральным блок-варистором показан на рис. 5. Представленные на рисунке модули уста-

навливаются на всех линейных цепях в кабельном кроссе поста ЭЦ.

Технические характеристики модуля защиты  
Эксплуатационное напряжение относительно земли, В, не более ..... AC 250  
Эксплуатационное напряжение жил между собой, В, не более ..... AC 400  
Напряжение влияния:

при длительном влиянии, В, не более ..... AC 250  
при кратковременном влиянии, В, не более ... AC 1500  
Защитный уровень от импульса перенапряжения (1,2/50 мкс):

жила/жила, В, не более ..... 1400  
жила/земля, В, не более ..... 2900

Ток утечки (отвода), кА, не более ..... 8

Температурный диапазон ..... от –40°С до +85°С

Поперечные сечения для подключения, мм<sup>2</sup>, не более ..... 2,5

Вид защиты ..... IP 20

На этих же станциях для защиты рельсовых цепей используются ограничители напряжения SDS, имеющие устойчивость к токам короткого замыкания 25 кА RMS / 100 мс; 35 кА RMS / 75 мс, что позволяет отводить импульсные токи без образования цепей короткого замыкания. Такой ограничитель состоит из искрового промежутка и оконечного комплекта для прямого соединения с рельсом или анкерной опорой контактной сети. Ограничитель напряжения отечественного производства – искровой промежуток типа ИПМ в сочетании с узлом крепления заземления (УКЗ-1, К758.00.000 ПС 2007) менее технологичны по конструкции и имеют менее эффективные характеристики и уступают ограничителям напряжения SDS по устойчивости к импульсным токам (10 кА).

В настоящее время адаптированы и прошли испытания устройства защиты от перенапряжений рельсовых и линейных цепей для кодовой автоблокировки (КЭБ). По своим параметрам они не уступают устройствам защиты, предлагаемым фирмой SIEMENS.

■ **Заземляющие устройства.** Нормы сопротивления заземлений принимаются на основании требований ПУЭ и ГОСТ 464–79. Согласно ПУЭ (п.1.7.55) в расположенных вблизи друг от друга электроустановках с разным назначением и напряжением, как правило, применяют общее заземляющее устройство. «Территориальноно сближенными» считаются заземляющие устройства, между которыми отсутствует зона нулевого потенциала, т.е. расстояние около 20–25 м.

Следовательно, защитные контуры заземлений служебно-технических зданий постов ЭЦ, связи, сооружений (транспортабельных модулей, НУП, ОУП и др.) и молниезащитные контуры антенно-мачтовых сооружений, которые расположены друг от друга на расстоянии менее 40 м, должны быть объединены в общий контур заземления вне здания.

Строительство индивидуальных заземляющих устройств для систем СЦБ и связи, размещенных в разных зданиях, может привести к нежелательным последствиям. В этом случае функцию шины уравнивания потенциалов выполняет кабель, металлопокрытия которого заземляются с двух сторон и не рассчитаны на длительные токовые нагрузки.

■ **Система уравнивания потенциалов.** Следующей задачей по защите объекта от перенапряжений является построение системы уравнивания потенциалов,

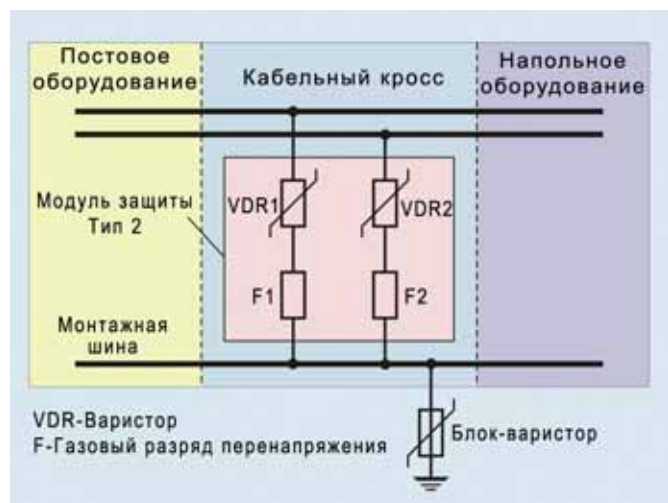


РИС. 5



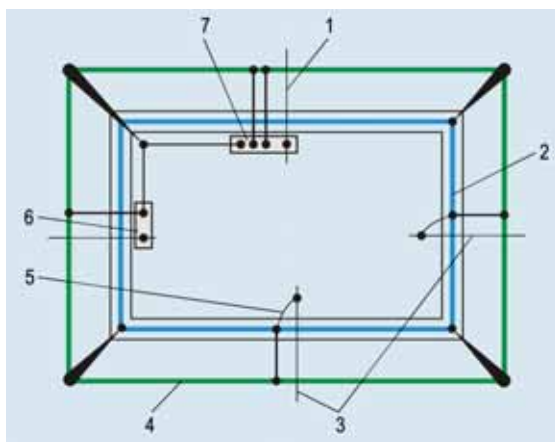


РИС. 6

основным элементом которой являются кольцевые потенциалоуравнивающие проводники (КПУП). Они формируют основную систему уравнивания потенциалов, а также систему защиты технического здания объекта связи от вторичного воздействия грозовых разрядов и заноса высокого потенциала по металлическим коммуникациям.

Если здание имеет несколько обособленных разнесенных вводов кабелей связи, СЦБ и электроснабжения, для каждого из них должна быть выполнена отдельная заземляющая шина, а все вводы объединены системой уравнивания потенциалов (рис. 6). Здесь представлена схема организации защиты от заноса высокого потенциала по подземным, наземным и надземным коммуникациям для цокольного этажа здания с кольцевым контуром защитного заземляющего устройства. На рисунке приняты следующие обозначения: 1 – кабели электроснабжения; 2 – арматура железобетонной стены здания; 3 – металлические коммуникации; 4 – кольцевой контур заземляющего устройства; 5 – заземляющий проводник; 6 – шина заземления кабелей; 7 – главная заземляющая шина.

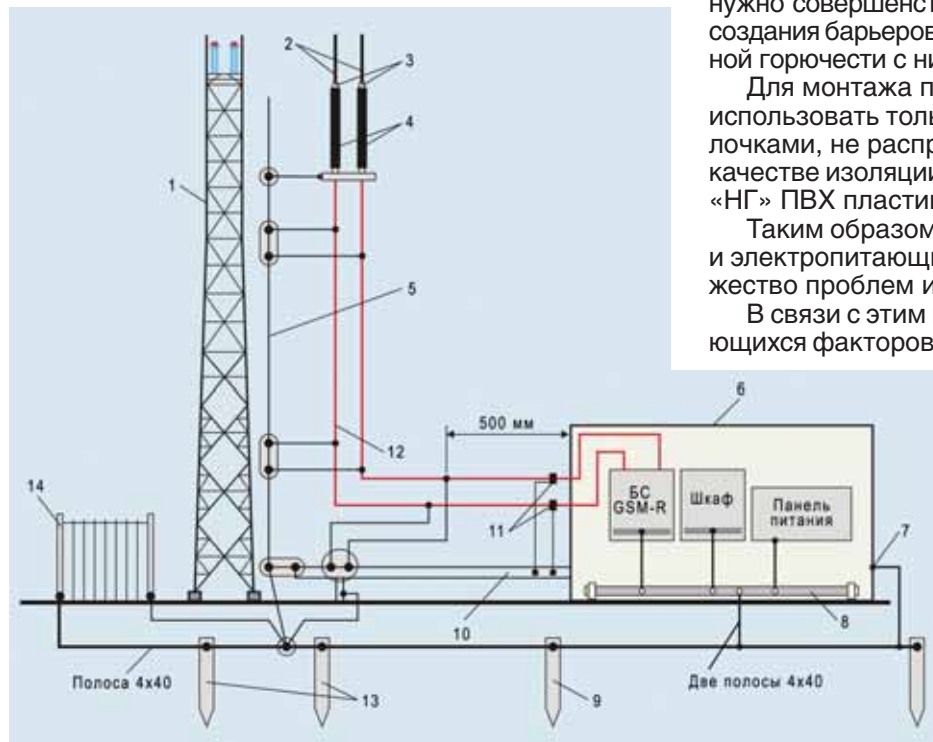


РИС. 7

Уравнивание потенциалов между главной заземляющей шиной здания и отдельными шинами заземления кабельных вводов выполняется медными проводниками. Для объектов с кольцевым контуром защитного заземляющего устройства уравнивания потенциалов цокольного этажа не требуется.

В этом случае обязательно устройство потенциалоуравнивающего соединения между главной заземляющей шиной объекта и отдельной заземляющей шиной кабельного ввода (кабельным щитком КИП). Эта шина предназначена для заземления металлопокрывов кабелей и устанавливается в помещении ввода (приямке).

Устройство заземления и молниезащиты на площадке с антенно-мачтовыми сооружениями (АМС) показано на рис. 7. На рисунке приняты следующие обозначения: 1 – проектируемая башня; 2 – молниеприемники; 3 – трубостойки; 4 – панельные антенны; 5 – проектируемый молниеотвод; 6 – контейнер связи; 7 – корпус контейнера; 8 – главная заземляющая шина контейнера; 9 – контур защитного заземления контейнера; 10 – кабельный мост; 11 – грозоразрядники; 12 – высокочастотные фидеры; 13 – контур молниезащитного заземления; 14 – ограждение.

**■ Пожарная опасность.** Согласно исследованиям ВНИИКП электротехнические изделия, бытовые приборы, кабели и провода являются наиболее пожароопасными. Они занимают первое место по количеству пожаров, размеру ущерба и имеют самый высокий коэффициент значимости пожарной опасности.

При горении кабелей наиболее опасными являются следующие факторы: пламя; тепловыделение; скорость распространения горения; выделение дыма, токсичных газообразных продуктов горения; коррозионная активность продуктов дыма- и газовыделения.

Для снижения горючести в кабелях следует применять металлические оболочки, ограничивать массу горючих материалов, термические барьеры. Также нужно совершенствовать технологию герметизации и создания барьеров, использовать материалы пониженной горючести с низкой теплотой сгорания.

Для монтажа постовых устройств целесообразно использовать только кабели исполнения «НГ» с оболочками, не распространяющими горения. Однако в качестве изоляции для жил кабелей СЦБ исполнения «НГ» ПВХ пластикат (типа ТСВнг) не применяется.

Таким образом, при защите кабелей, аппаратуры и электропитающих устройств СЦБ существует множество проблем и актуальных вопросов.

В связи с этим необходим системный анализ имеющихся факторов, которые приводят к повреждению

и выходу из строя кабелей аппаратуры, а также к пожарам в служебно-технических зданиях. Должен быть выработан единый и комплексный подход к созданию нормативных правовых актов, стандартов, правил и мероприятий, регламентирующих взаимодействие всех структур ОАО «РЖД» при выполнении требований по защите устройств СЦБ, связи и электроснабжения от перенапряжений, молниезащите, пожарной безопасности зданий и сооружений.



**М.Г. ПОТЕХИН,**  
начальник центра техни-  
ческого управления Сара-  
товской дирекции связи

# МОНИТОРИНГ ДЛЯ УЧАСТКОВ С МАЛОРАЗВИТОЙ ИНФРАСТРУКТУРОЙ

**Согласно «Инструкции по техническому обслуживанию и ремонту объектов железнодорожной электросвязи ОАО «РЖД» предусмотрены три вида обслуживания устройств: регламентированное, с периодическим контролем и неплановое. Причем, регламентированное является наиболее трудоемким. В статье предлагается один из возможных вариантов автоматизированного контроля состояния линий связи на участках с малоразвитой инфраструктурой связи.**

■ При регламентированном техническом обслуживании измеряются и диагностируются параметры устройств с целью определения их предотказного состояния и приведения их к установленным нормам. Осуществляется плановая замена элементов на новые или отремонтированные и проверенные. Выполняются осмотр, регулировка, чистка, смазывание, крепление болтовых соединений, покраска, проверка исправности, а также плановые работы, направленные на повышение надежности функционирования.

Этот вид обслуживания применяется, как правило, для устройств, отказ которых может вызвать угрозу безопасности движения. Он касается как современных устройств, наделенных функцией мониторинга, так и устаревших.

Работы при регламентированном обслуживании условно можно разделить на две группы: первая включает различные измерения и диагностику режимов работы оборудования, вторая – операции, производимые непосредственно на оборудовании (осмотр, чистка, регулировка и др.).

На участке Аткарск – Калининск – Бурасы протяженностью около 200 км с малоразвитой инфраструктурой был проанализирован опыт выполнения графика технологического процесса устройств связи ремонтно-восстановительной бригадой. Этот участок оснащен воздушной линией связи, уплотненной 12- и 3-канальной аппаратурой, в качестве станционных коммутаторов использовано

оборудование КАСС различных модификаций.

Анализ работ, выполняемых по графику технологического процесса, показал, что 20 % времени согласно нормировочным картам приходится на измерения напряжения на различных источниках питания и параметров линий связи, а также на проверку автоматического переключения резерва.

Изучив ситуацию, специалисты дирекции предложили эти процессы автоматизировать и проводить с помощью удаленных средств доступа подобно тому, как посредством модулей МДК осуществляется контроль изоляции и шлейфа кабельных линий, измерение напряжения питающей сети, а с помощью блоков мониторинга компрессорных установок – давление и расход воздуха в кабеле.

Реализация этого предложения наиболее важна для участков с малоразвитой инфраструктурой, оборудованных воздушными и кабельными линиями связи, уплотненными малокабельными системами передачи. Использовать для них модули МДК практически невозможно из-за того, что невозможна организация «транспорта» для передачи информации с измерительных и контрольных устройств.

А ведь большая часть отказов по хозяйству связи, приводящих к задержкам грузовых и пассажирских поездов, происходит из-за повреждения кабельных линий. Удаленный контроль за состоянием давления в кабельной линии позволит и на участках с малоразвитой инфраструктурой

оперативно определять предаварийную ситуацию и своевременно ее устранять.

Актуальной проблемой является отсутствие контроля состояния служебных помещений и различного оборудования, не имеющего средств удаленного мониторинга. Это препятствует быстрому реагированию на незаконное проникновение посторонних лиц в служебные помещения, хищения, возникновение пожара или затопление. Проблема, как правило, решается подключением компрессорных установок в систему мониторинга МДК, а для контроля состояния помещений применяются охранно-пожарные сигнализации (ОПС), задействованные через «сухие контакты» мультиплексоров SDH (PDH). Однако далеко не на всех станциях такой контроль возможен.

На полигоне Саратовской дирекции узлы связи, контролируемые с помощью ОПС, составляют около 70 %.

Для организации дистанционного контроля и автоматизации измерений по графику технологического процесса на опытном участке Саратовского РЦС были применены устройства, позволяющие передавать информацию с использованием ресурсов сотовых операторов связи – GSM-терминалы сотовой связи FORT-300 и FORT-200 (рис. 1). Следует отметить, что терминал FORT-200 отличается от FORT-300 отсутствием GPS-модуля. Эти GSM-терминалы поставлены в РЦС по программе оснащения автотранспорта при-



РИС. 1

борами контроля местоположения машин.

Кроме определения координат объекта, терминалы FORT-300 (200) ориентированы на применение в системах пожарной и охранной сигнализации, в системах телеметрии, управления удаленными устройствами на промышленных объектах, которые взаимодействуют с объектами через сеть GSM 900/1800.

Терминалы FORT-300 (200) имеют цифровые и аналого-цифровые входы, команды, пять таймеров, семь счетчиков, пять отметок времени, внутренние сигналы, блок электропитания. Они обеспечивают прием голосовых и SMS-сообщений.

В процессе эксплуатации терминал может контролировать датчики различного типа: закрытия/открытия дверей, объема (дви-

жения), разбития стекла, расхода электроэнергии, топлива и воды, температуры, задымления, давления и наклона.

Возможно управление исполнительными устройствами разного назначения, например, уровнем жидкости в резервуаре, состоянием освещения, отключением электропитания, открыванием электрозамка, состоянием теплоснабжения (рис. 2).

В процессе опытной эксплуатации были отработаны основные приемы по отображению и классификации информации, полученной от объектов, и посылка управляющих команд посредством голосовых и SMS-сообщений или через каналы GPRS для воздействия на исполнительные устройства. Реализованы прием и передача голосовой информации, позволившей осуществлять прослушивание объекта управления или вести переговоры с находящимся на нем персоналом.

С помощью небольших доработок по сопряжению устройства с объектом были решены следующие задачи: контроль срабатывания охранно-пожарной сигнализации и наличия первичного электропитания, измерение напряжения источников вторичного электропитания и учет расхода электроэнергии, прослушивание объекта управления и поддержание связи с персоналом, переключения линий связи на резерв, проверки перехода электропитания на резервный фидер и др.

Работники Саратовской дирекции предложили еще одно перспективное направление использования возможностей GSM-терминалов, установленных на автомобилях. Это – нереализованный до сих пор процесс автоматического контроля мобильных генераторов. С учетом того, что в большинстве случаев мобильные генераторы используют на небольшом расстоянии от автомобиля, появляется возможность подключить (через дополнительный кабель и исполнительное реле) выход генератора к контакту GSM-терминала. При включении генератора контакт терминала срабатывает, в ЕСМА посылается информация о событии. Выключение генератора происходит при завершении события.

На основании периодичности и длительности событий возможно сформировать автоматическую отчетность об использовании генераторов: время и продолжительность работы, расход топлива, общее время наработки генератора. На основании показаний установленного в автомобиле GSM-терминала можно регистрировать географические координаты места использования мобильного генератора.

Опытная эксплуатация показала, что реализация проекта позволит в полном объеме дистанционно контролировать состояние узлов связи с выводом информации в систему ЕСМА (после доработки модуля обработчика событий), измерять напряжение и ток первичных и вторичных источников питания, температурный режим помещения в диапазоне от  $-10^{\circ}\text{C}$  до  $+50^{\circ}\text{C}$  и влажность в нем, обеспечивать функции переключения сигнальных цепей с посылкой контроля об их выполнении, измерять постоянным током сопротивление воздушной линии связи. Информация будет передаваться на производственные участки мониторинга и администрирования региональных центров связи.

Этот проект имеет перспективу развития и может быть востребован в других службах. Ведь современные тенденции в организации эксплуатационной работы служб пути, автоматики и телемеханики, движения и других направлены на отказ от круглосуточного и постоянного присутствия персонала на рабочих местах и обслуживание по состоянию.

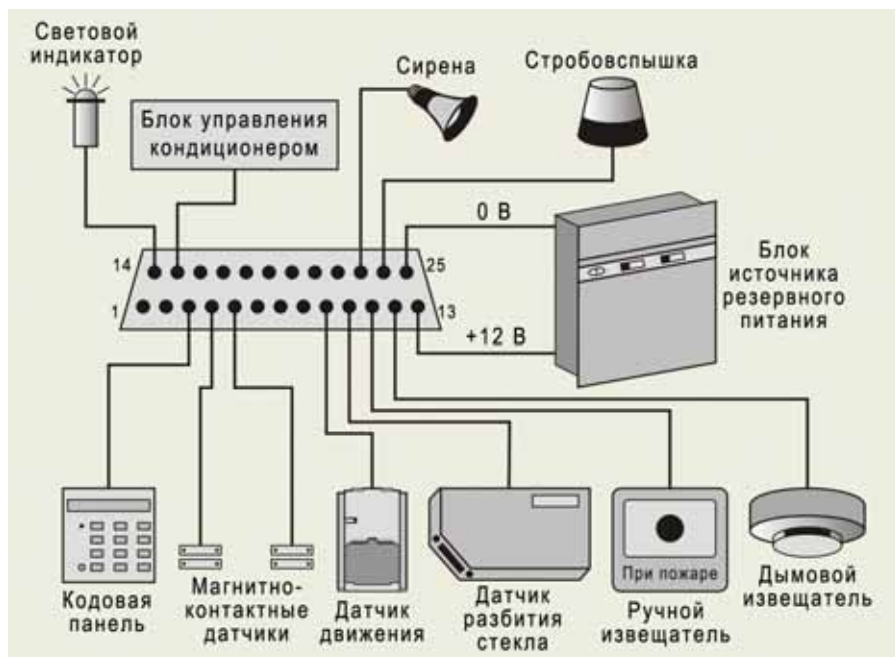


РИС. 2





**А.В. ДВОЕГЛАЗОВ,**  
старший электромеханик  
Свердловск-Сортировочной  
дистанции Свердловской дороги



**В.И. ХОПЕРСКИЙ,**  
старший электромеханик

**Продолжая начатую тему (см. журнал «АСИ», 2010 г., № 11), авторы предлагают читателям в качестве дополнительного обучающего материала наглядные и простые схемы построения подсистем контроля колес (КТСМ-К) и дискретных сигналов (КТСМ-02ДС) в составе КТСМ-02. Они используются совместно с техническими и программными средствами автоматизированной системы контроля подвижного состава АСК-ПС. Вся информация отображается на автоматизированных рабочих местах операторов линейных и центрального пунктов контроля (АРМ ЛПК и АРМ ЦПК).**

## НАГЛЯДНО О СТРУКТУРЕ КТСМ-02

■ В нормальном режиме подсистема КТСМ-К отслеживает уровень виброускорений рельсов в процессе движения поезда и обнаруживает вагоны с дефектами поверхности качения колес в виде ползунов, выщербин, наваров и неравномерного проката. Ее целесообразно устанавливать на постах КТСМ перед пунктами технического обслуживания вагонов (ПТО) и опробования тормозов (ПОТ). Для надежного выявления дефектов колес с ползунами и наварами скорость движения поезда перед местом установки КТСМ-К должна быть не ниже 30 км/ч, а для выявления неравномерного проката колес – не ниже 60 км/ч.

Конструктивно подсистема КТСМ-К состоит из одного модуля управления (МУПК) и шести вибродатчиков (измерителей ускорений) К1 – К6.

При ее монтаже используются две соединительные коробки КС-К и комплект штатных кабелей. Вибродатчики устанавливаются между датчиками счета осей и вагонов симметрично по три на левый и правый рельс с интервалом 1 м.

Модуль МУПК дискретизирует и обрабатывает сигналы датчиков ускорений, а также обеспечивает информационный обмен с базовой подсистемой комплекса КТСМ-02. На его структурной схеме (рис. 1) аналоговый канал выделен красным цветом, а система питания – оранжевым.

Всеми узлами модуля МУПК управляет submodule процессора и памяти МПП, аналогичный МПП блока периферийного контроллера ПК-05. Для связи с базовой подсистемой КТСМ-К в модуле имеется узел интерфейса CAN. Он подключается к модулю через

преобразователь постоянного напряжения ППН и блок гальванической развязки ГР.

Технологический интерфейс RS-232 предназначен для проверки и регулировки подсистемы при монтаже.

Система питания модуля построена следующим образом. Преобразователь ПН преобразует переменное напряжение 220 В частотой 50 Гц в постоянное величиной 15 В для питания шести вибродатчиков и трех источников питания. Источники ИП +5,0 В и ИП +3,3 В служат для питания МПП и аналоговой части соответственно, а ИП +3,0 В выдает опорное напряжение для аналогово-цифрового преобразователя (АЦП).

На рис. 1 в качестве примера показана схема подключения канала Л1 первого левого вибродатчика К1 – одного из шести идентичных каналов.

Сигнал от вибродатчика поступает через схему защиты от перенапряжений (R19 и газонаполненный разрядник FV1) на фильтр низкой частоты, построенный на основе резистора R25, конденсатора C23 и стабилизатора VD9, служащего для ограничения напряжения (не более 6,2 В). Резисторы R35 и R25 образуют делитель, уменьшающий уровень сигнала от датчика с 5 до 3 В, необходимых для работы АЦП в submodule МПП, а резистор R41 и сборка диодов Шоттки VD15 защищают этот преобразователь от перенапряжений.

Ключ на базе транзистора VT подает напряжение +15 В на линейный стабилизатор ИП +3,3 В, источник опорного напряжения ИП +3,0 В и вибродатчики. Схема контроля напряжения питания вибродатчиков (СКП) ограничивает величину напряжения (не выше

Первая из них – ввод и пере-

режим работы в соответствии с положением контакта, при переключении в которое подсистема передает сообщение о срабатывании датчика (например: режим «ОТКЛ»; «К» – контроль напряжения питания; «З», «Р» и «П» – ожидание замыкания, размыкания и переключения внешнего контакта).

Подсистема состоит из модуля дискретных сигналов (МДС) и клеммного модуля для подключения кабелей от датчиков (рис. 2). К локальной сети КТСМ-02 она









**И.Ф. ВИНДЮРИНА,**  
электромеханик Карасукской  
дистанции Западно-Сибирской  
дороги

## ПОЛВЕКА ПОЗАДИ

**В прошлом году Карасукская дистанция сигнализации, централизации и блокировки отметила пятидесятилетие. Она образована для обслуживания устройств СЦБ и связи на участке Карасук – Омск. Дистанцию неоднократно переименовывали, подвергали реорганизации, изменяли границы обслуживания.**

■ На сегодняшний день оснащённость дистанции 169 техн. ед. Протяжённость обслуживаемого полигона 476 км, из них 271 км оборудован числовой кодовой автоблокировкой и 205 км – полуавтоматической. Электрической централизацией оснащены 13 станций. Все участки подключены к Единому диспетчерскому центру управления. Участки Карасук – Иртышское и Карасук – Зубково оборудованы диспетчерской централизацией «Сетунь». Для автоматического обнаружения деталей, выступающих за пределы нижнего габарита подвижного состава, установлены 40 комплектов УКСПС. Нагрев буксовых узлов вагонов и локомотивов контролируют 35 установок КТСМ. Тональными рельсовыми цепями оснащены 30 переездов из 51. Автоматические шлагбаумы ПАШ и устройства заграждения переезда УЗП повышают безопасность движения поездов. Современная автотриса АСГ-30 и 11 автомобилей удовлетворяют транспортные потребности дистанции.

Ремонтно-технологический участок СЦБ с метрологической группой поверки измерительных приборов, а также контрольно-испытательный пункт КТСМ обеспечивают проверку приборов.

В коллективе трудится 143 человека, из них 5 руководителей, 95 инженерно-технических работников и 43 рабочих. Балловая оценка содержания устройств за последние пять лет составляет 106–109, что соответствует оценке «хорошо» и «отлично». Производительность труда увеличилась за этот же период в 1,8 раза, заработная плата – в 2,5 раза. Браков особого учета в работе не допущено.

В дистанции приоритет отдаётся работникам, непосредственно занятым обслуживанием и ремонтом технических средств СЦБ. Благодаря их созидательному и плодотворному труду стабильно работают наши устройства, обеспечивая безопасность движения и безостановочный пропуск поездов. Помимо них на страже безопасности движения также стоят грамотные, ответственные специалисты, обслуживающие устройства КТСМ и ДЦ, опытные и требовательные работники административно-управленческого аппарата, квалифицированные специалисты ремонтно-технологического участка СЦБ, технического отдела, группы технической документации и диспетчерского аппарата.

Возглавляет дистанцию Николай Николаевич Костюков. Пройдя практически по всем ступеням служебной лестницы, он приобрёл опыт в эксплуатации устройств, сумел стать хорошим организатором, хозяйственником и администратором. Сейчас Костюков умело и гибко руководит работой коллектива.

Заместитель начальника дистанции Виктор Моисеевич Зеленин – его поддержка и опора. Высококласный специалист, имея за плечами многолетний и разносторонний опыт, успешно справляется с поставленными производственными задачами и уверенно ведёт за собой коллектив. Много сил он отдаёт усовершенствованию работы устройств, модернизации и внедрению новой техники, передовых технологий и методов труда. За достигнутые успехи в 2006 г. В.М. Зеленин награждён Почётной грамотой начальника Омского отделения, а спустя год поощрён

денежной премией начальника дороги. Дважды ему объявляли благодарность приказом начальника Омского отделения. Коллеги к Зеленину относятся с большим уважением. Виктор Моисеевич – человек уравновешенный. Его трудно представить раздражительным или ворчливым. Он без излишних эмоций может урегулировать «накалённую» обстановку и направить энергию работников в нужное русло.

Главный инженер предприятия, правая рука руководителя – молодой специалист, потомственный эсцэбист Сергей Викторович Патин за короткий срок показал себя грамотным, целеустремлённым, ответственным работником.

Велика роль начальников производственных участков в обеспечении безопасности перевозочного процесса, которые непосредственно занимаются организацией работ на линии. С.Н. Каличенко – человек по натуре требовательный и коммуникабельный, не опускающий руки перед трудностями. После двадцати лет работы в КРП АЛСН он сменил поле деятельности, с головой ушёл в СЦБ.

Молодой специалист Д.А. Гинкельман приобретённые за годы обучения в ОмГУПС знания успешно применяет в работе. Он легко ориентируется и в схемах, и в действующих устройствах. Оба специалиста непосредственно участвуют в разработке годового и четырёхнедельного плана-графика технологического процесса, разрабатывают перспективные планы повышения надёжности устройств. Именно начальники участков оказывают теоретическую и практическую помощь в обслуживании устройств и устранении отказов.

Немало внимания они уделяют техническому обучению и охране труда на закреплённых участках.

Студия диспетчера – именно то место, с посещения которого начинается и заканчивается рабочий день руководителей высшего и среднего звена и инженерно-технических работников предприятия. Всем известно, студия диспетчера является центром сбора и обработки поступающей из различных источников информации о состоянии устройств. Работа диспетчера сложна и ответственна. В процессе её выполнения необходимы хорошая память, умение сосредоточиться, максимально быстро сориентироваться и принять единственно правильное решение в нестандартной ситуации, а если надо, своевременно дать грамотную подсказку электромеханику во время поиска причины неисправности и её устранения. В течение смены диспетчер следит за выполнением графика технологического процесса в строго установленные сроки и соблюдением требований безопасного производства работ, за своевременным выполнением распоряжений и устранением неполадок. Работать приходится в условиях психо-эмоциональных перегрузок. Более 30 лет трудится диспетчером Т.И. Оробец и более 20 лет – Л.В. Дудко. Обязательные, организованные, дисциплинированные, требовательные к себе и другим, они пользуются заслуженным уважением у работников дистанции.

За добросовестный труд, проявленную инициативу, выполнение служебных обязанностей и профессионализм нашим работникам

ежегодно присваиваются высокие звания «Электромеханик 1-го класса». По итогам прошлого года этого звания удостоены старший электромеханик А.В. Конопля и электромеханик А.Н. Куликов.

В 2009 г. приказом президента ОАО «РЖД» В.И. Якунина награждён знаком «За безупречный труд на железнодорожном транспорте 20 лет» старший электромеханик СЦБ Андрей Владимирович Задорожный. Как большинство специалистов, свою трудовую деятельность он начинал электромонтером. Последние семь лет, работая старшим электромехаником, проявил творческие и организаторские способности. В зону обслуживания его участка входит узловая станция Карасук I и прилегающие к ней перегоны. Ни одна проверка, ни один осмотр не обходит стороной его участок. На Андрее Владимировиче и его подчиненных лежит высокая ответственность за содержание устройств узла в образцовом состоянии. Требовательный к себе и подчинённым, А.В. Задорожный чётко распределил обязанности в коллективе и грамотно организовал выполнение графика технологического процесса обслуживания устройств, а также работы по улучшению содержания устройств, повышению их надёжности и обеспечению безопасности движения поездов. При этом большое внимание уделяется вопросам технического обучения эксплуатационного штата. Благодаря ответственному отношению к служебным обязанностям коллектив его участка добился не

только содержания устройств СЦБ в образцовом эстетическом состоянии, но и повысил устойчивость их работы. На протяжении ряда лет на участке трудятся электромеханики А.В. Бицкий, К.Ю. Обедяев, Г.В. Кривошта, самоотверженный труд которых заслуживает высокой оценки и слов благодарности.

Бытует мнение: за что ни возьмётся талантливый человек – всё у него получится. Этими словами можно целиком и полностью охарактеризовать молодого, исполнительного, дисциплинированного старшего электромеханика поста диспетчерской централизации М.Н. Наганова. Максим Николаевич трудится в дистанции немногим более 10 лет. Благодаря технической эрудиции, знаниям и личностным качествам он снискал уважение практически всех работников нашего коллектива. Помимо исполнения основных должностных обязанностей, он обслуживает компьютеры. Вряд ли найдётся такой вопрос у пользователей компьютеров нашей дистанции, на который Наганов не сможет ответить. Этот аккуратный, доброжелательный, деликатный человек всегда готов прийти на помощь по первому зову. Добросовестно обслуживаемые им устройства работают практически безотказно.

В числе тех, кто силы и опыт вкладывают в модернизацию устройств и внедрение новой техники, методов труда можно назвать таких профессионалов, как старшие электромеханики СЦБ В.А. Мерц, В.И. Смоляков, электромеханики В.И. Придатко, В.И. Кислов, П.Ф. Вьюн. Большинство из них не один десяток лет отдали любимому делу на родном предприятии.

Для развития кадрового потенциала в дистанции делают ставку на молодёжь. Самый молодой руководитель среднего звена в нашем коллективе – двадцатипятилетний старший электромеханик Юрий Викторович Головатов. Это добросовестный, болеющий душой за производство работник. В его ведении находятся пять станций Татарского направления, и на каждую из них ему приходится неоднократно выезжать в течение месяца, чтобы проверить вверенные устройства. Из-за того, что поезда на этом направлении ходят редко, его рабочий день начинается рано утром и заканчивается поздним вечером. Многие подчинённые Головатова по



Начальник участка Д.А. Гинкельман, главный инженер С.В. Патин, начальник дистанции Н.Н. Костюков и заместитель начальника дистанции В.М. Зеленин планируют предстоящие работы

возрасту почти вдвое старше его. Они имеют за плечами большой производственный опыт. Чтобы заслужить авторитет в таком коллективе, кроме хороших знаний необходимо иметь твердость характера, умение организовать работу. Не считаясь со временем, Головатов прилагает много усилий к тому, чтобы вывести участок в число лучших. Приказом начальника дистанции в прошлом году ему

дужа, Н.В. Зайцева, Т.И. Стручкова, старший электромеханик О.И. Сутула работают на участке многие годы. Ответственные, грамотные специалисты качественно выполняют свою работу, за что снискали уважение сотрудников и признательность руководства дистанции.

Под руководством А.Н. Осовицкого профессионально и слаженно трудится коллектив дистанционных

ловия производства работ. Только за последние 10 лет было внедрено и оформлено 284 рационализаторских предложения с экономическим эффектом 1,6 млн. рублей.

Схема включения АРМ ЛПК автоматизированной системы контроля подвижного состава на закрытых станциях, разработанная электромехаником А.Е. Инкелесом, принесла экономии дистанции 142,6 тыс. руб., а из-



Электромеханики-приемщики РТУ СЦБ Г.Н. Зеленина и Т.А. Байдужа



Диспетчер М.Б. Орешкина, старший диспетчер Е.В. Гинкельман, диспетчеры О.О. Левина, Л.В. Дудко, Г.Г. Пашкова и Т.И. Оробец

была объявлена благодарность. Помимо работы Юрий Викторович принимает активное участие в слётах молодых специалистов, спортивных соревнованиях. Сейчас он пополняет теоретические знания, учится в ОмГУПС без отрыва от производства.

Эксплуатационный штат систематически участвует в модернизации устройств КТСМ, своевременно выполняет рекомендации по повышению их надёжности. Чтобы безотказно функционировала аппаратура с более широким диапазоном контроля, электромеханикам приходилось быстро осваивать новую технику. Большой вклад в эту работу внесли старшие электромеханики КТСМ В.Д. Дегтяренко, А.Н. Игонин, А.В. Муха, электромеханики М.М. Деревянченко, Е.В. Шопин, С.И. Браницкий, П.А. Голенков, А.Е. Инкелес. Благодаря богатому практическому опыту и высокому уровню знаний коллектив, обслуживающий устройства КТСМ, а также работники КИПа обеспечивают качественный контроль буксовых узлов.

В коллективе РТУ трудятся 30 человек. Электромеханики Н.П. Косолапов, Ю.П. Рахимжанов, Г.Н. Зеленина, Н.А. Шаповал, Т.А. Бай-

мастерских – водители, слесарь, токарь, электрогазосварщик, кладовщики, бригада, обслуживающая специализированный самоходный подвижной состав. Много лет проработал водителем А.И. Луцко. Благодаря добросовестному и ответственному отношению к должностным обязанностям закреплённый за ним автомобиль всегда содержится в отличном состоянии. Профессиональные навыки вождения Александра Ивановича являются образцом для подражания.

В нашей дистанции трудятся талантливые и образованные люди. В ней когда-то работали бывший начальник службы автоматики и телемеханики Западно-Сибирской дороги В.Н. Бочарников, заместитель начальника службы А.В. Лохматов, главный инженер службы А.В. Нирман, который в этом году назначен на должность начальника Омского отдела Западно-Сибирской дирекции инфраструктуры.

Изобретательская деятельность работников предприятия отражает их творческий потенциал. Изобретатели повышают качество и надёжность работы обслуживаемых устройств, продляют их срок службы, улучшают технологию и ус-

менение схем ЕДЦУ на закрытых станциях, предложенное старшим электромехаником М.Н. Нагановым, – 78,2 тыс. руб.

Более 30 лет работает в дистанции Н.И. Люлюкин. Первое рационализаторское предложение он подал 23 года назад. Всего у него 36 разработок, суммарный экономический эффект составляет 17,6 млн. руб. Как главный инженер дистанции, он организовывал работы по новому строительству, капитальному ремонту, курировал технический отдел, группу технической документации. В 2007 г. начальник дороги наградил Люлюкина именными часами. Совсем недавно Николая Ивановича назначили на должность ведущего электроника. Нет никакого сомнения, что работать в новом качестве ему вполне по силам.

Немалая роль на предприятии отводится техническому обучению, поскольку железнодорожному транспорту нужны грамотные специалисты. На базе дистанции оборудован технический класс с 13 тренажёрами, где постоянно проводятся технические занятия согласно утверждённому графику. Кроме этого, имеется компьютерный класс с обучающими и



экзаменуемыми программами. Такие программы установлены на компьютеры линейных участков, вследствие этого можно повышать свой технический уровень и профессиональное мастерство непосредственно на рабочих местах. Традиционными стали ежегодные конкурсы мастерства среди электромехаников СЦБ, КТСМ. Цель этих конкурсов – приобретение углублённых профессиональных

устройств. Сейчас по участкам, входящим в зону обслуживания, проходит в среднем 70 пар поездов в сутки. В прошлом году по вине работников дистанции допущен 51 случай отказов устройств СЦБ, что на 15,6 % меньше, чем в предшествующий. За последние 10 лет введена в эксплуатацию диспетчерская централизация на участке Иртышское – Среднесибирская, смонтированы и включены уст-

На переездах вводятся в действие тональные рельсовые цепи. Устройствами АЛСН оборудованы участки главных путей при отправлении по неправильному пути со станции Районная и Зубково. Для обеспечения движения при капитальном ремонте пути ежегодно включаются 2–3 временных блок-поста.

В монтажных, регулировочных и



Начальник участка Д.А. Гинкельман и заместитель начальника дистанции В.М. Зеленин делятся опытом работы



Электромеханики станции Карасук К.Ю. Обедяев, А.В. Бицкий, Г.В. Кривошта в релейном помещении

знаний и навыков людей, непосредственно обеспечивающих безопасность движения поездов.

Работает в нашей дистанции совет общественных инспекторов по безопасности движения. Общественный инспектор – человек особенный. Он не пройдёт мимо, если заметит хоть малейшую погрешность в работе, содержании устройств, которая может быть потенциальной угрозой безопасности движения. Вот такие люди не только беспристрастно и педантично выполняют свою работу, но и оказывают практическую помощь в устранении обнаруженных недостатков. Один из них – старший электромеханик СЦБ В.И. Смоляков. За добросовестный труд, проявленную инициативу, образцовое выполнение служебных обязанностей и профессионализм Виктор Илларионович неоднократно награждён именными часами, а в прошлом году ему присвоено звание «Лучший общественный инспектор по безопасности движения на Западно-Сибирской железной дороге».

Все силы специалистов дистанции направлены на обеспечение безопасности движения поездов, повышение надёжности работы

роЙства автоматического контроля изоляции кабелей АКК. На пульт-табло дежурных по станциям выведен контроль напряжения аккумуляторных батарей переездов, введены в действие устройства схода подвижного состава. Все датчики УКСПС заменены на типовые датчики Брянского завода. На ряде устройств УКСПС смонтированы вторые датчики. На участках Иртышского и Каменского направления включена в работу постоянно действующая двухсторонняя автоблокировка, реконструирована станция Карасук III. Закончилось строительство и сданы в эксплуатацию посты ЭЦ на станциях Шипицино, Купино, Табулга. Для пропуска тяжеловесных поездов дроссель-трансформаторы 2ДТ-1-150 заменены на 2ДТ-1-300, а на станции Карасук III установлен новый пульт-табло. На участке Табулга – Осолодино включена электронная система счёта осей ЭССО, введены в работу комплекты аппаратуры КТСМ-01Д и КТСМ-02. Устройствами заграждения переезда УЗП оборудованы четыре переезда, включены сбрасывающие стрелки, смонтированы новые виды релейных шкафов светофоров по Среднесибирскому ходу.

пусконаладочных работах, во внедрении новой техники и прогрессивных технологий, в обслуживании устройств, их реконструкции и модернизации наряду с опытными работниками участвуют наши молодые специалисты. Первые щедро передают свои знания и умения новичкам. Таким образом шлифуются мастерство новичков. Молодость и поспешность уравниваются размеренностью и аккуратностью опытных работников. Объединяет же всех одно – желание качественно обслуживать устройства СЦБ. И есть успехи, заслуженные награды, гордость за свой труд. Коллектив дистанции – пятикратный победитель Дорожного соревнования 2007–2009 г., двукратный победитель среди коллективов ОАО «РЖД» 2007, 2009 г., призер по хозяйству автоматики и телемеханики в 2008 г. По итогам работы в прошлом году дистанция занесена на районную Доску почёта.

Сегодня дистанция – это успешное, состоявшееся предприятие, пережившее все светлые и тёмные полосы, годы активного процветания и жёсткого выживания. И наши специалисты, которые имеют богатый опыт за плечами, могут уверенно смотреть в будущее.



**Н.Ф. СЕМЕНЮТА,**  
почетный профессор Бело-  
русского государственного  
университета транспорта

**Трудно найти человека, который сегодня не слышал об уникальном соотношении, называемом «золотое сечение» («золотое деление»). Считается, что это понятие ввел Пифагор, однако предполагается, что он свое знание заимствовал у египтян и вавилонян. В советское время о золотом сечении практически не упоминалось. Основной причиной явилось то, что его удивительному свойству приписывали божественное начало и поэтому материалистическая наука того времени всячески его замалчивала и даже отвергала. Таким образом, золотое сечение постигла та же участь, что и кибернетику. Тем не менее соотношение золотого сечения широко использовано не только в архитектуре и изобразительном искусстве, но и в строительстве, науке и технике, в том числе теории электрических цепей, в экономике, биологии и др.**

## ЗОЛОТОЕ СЕЧЕНИЕ СЛУЖИТ ЧЕЛОВЕЧЕСТВУ

■ Пропорции золотого сечения неукоснительно действуют везде: в природе, искусстве, науке и технике. Причем золотое сечение связано с гармонией соединения в единое целое неравных частей. К примеру, в правильной пятиконечной звезде деление каждого сегмента пересекающим его сегментом осуществляется в пропорции золотого сечения с отношением 1,618.

Золотое сечение как фундаментальный критерий гармонии показывает, при каких условиях система может функционировать с минимальными затратами и наибольшей эффективностью. Поэтому определение «золотое сечение» можно считать определением оптимального соотношения частей с целым и частей целого между собой.

**В искусстве и архитектуре** многие художники и скульпторы, начиная с Леонардо да Винчи, сознательно использовали пропорции золотого сечения. Примером

может служить статуя Аполлона Бельведерского, высота которого делится пупочной линией в золотой пропорции.

Одним из красивейших произведений древнегреческой архитектуры является храм Афины, построенный в честь победы эллинов над персами, – Парфенон. При создании композиции храма на священном холме строители использовали пропорции золотого сечения. Они даже увеличили холм в южной части, соорудив для этого мощную насыпь. Протяженность холма перед Парфеноном, длина самого храма и участка Акрополя за Парфеноном соотносятся как отрезки золотой пропорции.

Русский архитектор М.Ф. Казаков также применял в своем творчестве золотое сечение. Они заложены в архитектуре зданий бывшего сената в Кремле, Голицинской больницы в Москве (Первая клиническая больница имени Н.И. Пирогова).

### ИНФОРМАЦИОННАЯ СПРАВКА

Золотое сечение – это пропорциональная связь целого и составляющих это целое частей. Классическим примером золотого сечения может служить деление отрезка на две неравные части, при котором больший отрезок так относится к меньшему, как весь отрезок к большему. Коэффициент золотого сечения  $\Phi = (1 + \sqrt{5})/2$  представляет собой иррациональное золотое число, равное 1,618... При этом сам отрезок в относительных единицах делится на две неравные части, связанные с золотым сечением соотношением  $0,618 : 0,382 = 1,618$ . Величина обратного отношения  $1/\Phi$  составляет 0,618.

С золотым сечением связана последовательность чисел 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, ..., получившая название последовательности чисел Фибоначчи. Ее особенностью является то, что первые два числа равны 1, а последующие образуются путем суммирования двух предыдущих чисел. Отношение двух соседних чисел, равное  $1/1 = 1$ ,  $1/2 = 0,5$ ,  $2/3 = 0,66$ ,  $3/5 = 0,60$ ,  $5/8 = 0,62$ ,  $8/13 = 0,615$ ,  $13/21 = 0,619$  и т. д., постепенно приближается к 0,618.

Число 1,618 и обратное ему 0,618 играют важную роль во многих разделах математики, в природе, мире искусств, науке и технике.

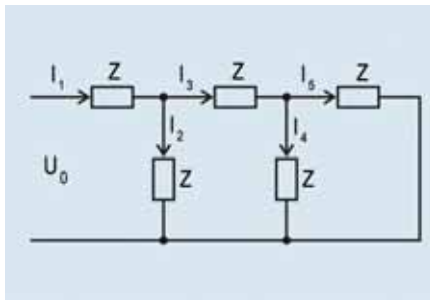


РИС. 1

**В теории электрических цепей** применение последовательности чисел Фибоначчи было использовано профессором М. А. Бонч-Бруевичем в 1938 г. [1] при расчете однородной лестничной цепи, состоящей из пяти элементов, каждый из которых имеет полное сопротивление  $Z$  (рис. 1). Он доказал, что для однородных электрических цепей, где  $Z$  каждого элемента равно 1, токи в продольных и поперечных ветвях цепи протекают соответственно:

$$I_1 = \frac{5U_0}{8Z}, \quad I_2 = \frac{3U_0}{8Z}, \quad I_3 = \frac{2U_0}{8Z},$$

$$I_4 = \frac{1U_0}{8Z}, \quad I_5 = \frac{1U_0}{8Z},$$

т. е. токи пропорциональны отношениям чисел последовательности Фибоначчи. Это способствовало значительно упрощению расчетов однородных электрических цепей.

**В теории электрической связи** на проявление пропорции золотого сечения обратил внимание основоположник и первый заведующий кафедрой «Электрическая связь» Ленинградского института инженеров железнодорожного транспорта профессор В.Н. Листов. Являясь образованной и творческой личностью, пионером радиотехники и электросвязи в СССР, В.Н. Листов увлекался

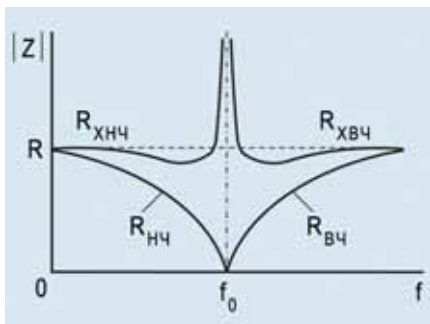


РИС. 2

архитектурой С.-Петербурга (Ленинграда), знал о применении золотого сечения в архитектуре Древней Греции, эпохи Возрождения и др. Следует отметить тот факт, что он провел исследования архитектуры дворца Юсупова на Фонтанке, где в то время располагался электротехнический факультет ЛИИЖТа, а также написал книгу о петербургском архитекторе итальянского происхождения Ипполите Монигетти. На основе своих исследований профессор читал лекции студентам о золотом сечении. Среди его студентов был и автор этой статьи.

В.Н. Листов показал [2], что для оптимизации условий передачи сигналов при параллельной работе фильтров нижних (ФНЧ) и верхних (ФВЧ) частот необходимо ввести в схему корректирующую цепь с индуктивностью и емкостью, величина которых определена в соответствии с пропорцией золотого сечения:

$$L_K = \frac{R}{1,618\omega_s} = \frac{XR}{\Phi\omega_s},$$

$$C_K = \frac{1,618}{R\omega_s} = \frac{\Phi}{R\omega_s},$$

где  $\omega_s$  – частота среза фильтра,  $\Phi$  – коэффициент золотого сечения равный 1,618.

Кроме того, он решил задачу согласования параллельной работы ФНЧ и ФВЧ с помощью так называемого х-образного окончания [3]. Для согласования параллельной работы фильтров необходимо выбрать такое значение коэффициента  $x$ , чтобы характеристические сопротивления  $R_{ХНЧ}$  и  $R_{ХВЧ}$  незначительно влияли друг на друга и минимально отклонялись от постоянного значения  $R$  (рис. 2).

В результате было получено, что  $x = 0,809 = \Phi/2$ , а коэффициент  $m$ , определяющий характеристические параметры фильтров НЧ и ВЧ, равен  $m = (2x - 1) = 0,618$ . При этом характеристические сопротивления фильтров НЧ и ВЧ оптимально согласованы на параллельную работу по отношению к общей нагрузке.

Со значением  $m = 0,618$  связаны оптимальные условия передачи энергии через лестничные электрические фильтры. Для оптимального согласования характеристического сопротивления

электрических фильтров с нагрузкой требуется, чтобы сопротивление в полосе пропускания фильтров было активным и не зависящим от частоты сигнала. Для выполнения этого требования на практике используют так называемые  $m$ -производные фильтры. Их особенностью является то, что характеристические параметры фильтров определяются коэффициентом  $m$ . Меняя его величину от нуля до единицы можно изменять как частотную зависимость характеристического сопротивления в полосе пропускания фильтра, так и затухание в полосе непропускания с характерным для них бесконечным затуханием.

Из анализа схем фильтров можно установить значение коэффициента  $m$ , при котором выполняются оптимальные условия согласования характеристического сопротивления и сопротивления нагрузки фильтра. При  $m = 0,618$  кривая характеристического сопротивления наименее отклоняется от постоянного значения относительного сопротивления нагрузки  $R_n = 1,0$ , как показано на рис. 3 для фильтра НЧ.

О том, что характеристики фильтров оптимально согласованы при условии, которое греки именовали «золотым делением», В.Н. Листов отметил в книге «Элементарная теория синтеза фильтров» и учебнике «Дальняя связь».

О проявлении золотого сечения в электрической связи писал также петербургский ученый С. А. Ясин-

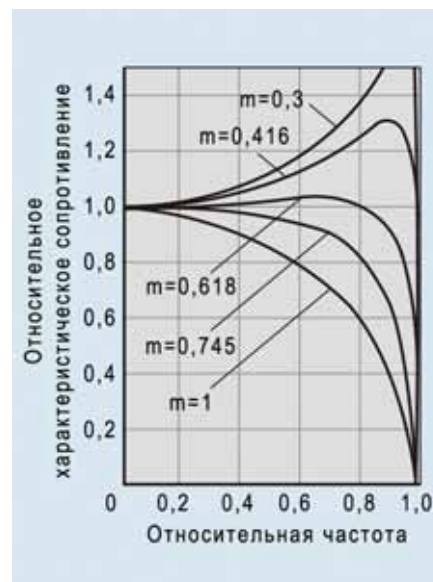


РИС. 3



**Главный редактор:**  
Т.А. Филюшкина

**Редакционная коллегия:**  
С.Е. Ададуров, Н.Н. Балувев,  
Б.Ф. Безродный, В.Ф. Вишняков,  
В.М. Кайнов, Г.Д. Казиев,  
В.А. Ключко, А.А. Кочетков,  
В.М. Лисенков, П.Ю. Маневич,  
В.Б. Мехов, В.А. Мишенин,  
А.Б. Никитин, А.Н. Слюняев,  
М.И. Смирнов (заместитель  
главного редактора)

**Редакционный совет:**  
С.А. Алпатов (Челябинск)  
Д.В. Андронов (Иркутск)  
В.А. Бочков (Челябинск)  
А.М. Вериги (Москва)  
А.В. Горбань (Свердловск)  
В.А. Дашутин (Хабаровск)  
В.И. Зиннер (С.-Петербург)  
А.И. Каменев (Москва)  
В.С. Лялин (Воронеж)  
Г.Ф. Насонов (Москва)  
В.Н. Новиков (Москва)  
В.Э. Сасин (Чита)  
С.Б. Смагин (Ярославль)  
В.И. Талалаев (Москва)  
С.В. Филиппов (Новосибирск)  
А.Н. Шабельников (Ростов-на-Дону)  
Д.В. Шалягин (Москва)  
В.И. Шаманов (Москва)

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

**E-mail:** asi@css.rzd.ru, 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 – (499) 262-16-44

Корректор В.А. Луценко  
Компьютерная верстка Е.И. Блиндер

Подписано в печать 31.03.2011  
Формат 60х88 1/8.  
Усл. печ. л. 6,84 Усл. кр.-отт. 8,00  
Уч.-изд. л. 10,1

Зак. 691  
Тираж 3655 экз.

**Синергия** Отпечатано  
в типографии  
«СИНЕРГИЯ»

125008, Москва,  
3-й Новомихалковский проезд, д. 3А  
Тел.: (495) 921-35-63  
Тел./факс: (499) 153-00-51  
e-mail: info@synergy-press.ru  
www.synergy-company.ru

ский. Он показал [4], что формулу оптимального расстояния между сигналами кодовых комбинаций  $d$  и энергией сигнала  $E_c$  можно значительно упростить

$$\frac{d}{\sqrt{E}} = \frac{\sqrt{4\sin^2\beta - 1}}{\sin 36^\circ} = \frac{\sqrt{4\beta^2 - 1}}{\beta} = \frac{1}{\Phi\beta}.$$

И если в исходной формуле нужно выполнять пять вычислительных действий, то в преобразованной – только одно. Некоторые примеры проявления золотого сечения в теории электрической связи приведены и в работе автора этой статьи [5].

**Теория принятия решений.** На золотом сечении базируется также один из простейших методов принятия решений. В нашей жизни мы часто принимаем решение по правилу деления целого пополам (ни тебе ни мне, баш на баш и др.) и ошибочно называем такое деление «золотым». Однако такое деление формирует неустойчивое состояние и в большинстве случаев создает неопределенность, двусмысленность. Примером неопределенности может быть суждение о стакане, наполовину наполненном водой. В одном случае верно утверждение, что стакан наполнен наполовину, а во втором, что он наполовину пуст. Такой же ситуации соответствует случай с уборкой помещения: при уборке помещения мы наводим порядок или устраняем беспорядок. Здесь для устранения неопределенности целесообразно применять соотношение золотого сечения: 0,618 и 0,382.

В заключение следует сказать, что золотое сечение (золотая пропорция) является фундаментальной постоянной мироздания, на которой базируется живая и неживая природа.

Выдающийся философ и исследователь античной космологии А.Ф. Лосев писал: «С точки зрения Платона, да и вообще с точки зрения всей античной космологии мир представляет собой некое пропорциональное целое, подчиняющееся закону гармонического деления — Золотого Сечения». На основе золотого сечения началось формирование новой прикладной «математики гармонии», «золотой математики».

Объективным и всеобщим свойством живой и неживой природы в целом и любой ее части в

отдельности является гармония. Все структуры природы стремятся к гармонии, т.е. к оптимальному состоянию. К нему должно стремиться и общество.

Пропорции золотого сечения должны использовать специалисты и ученые, продвигающие науку по пути улучшения и совершенствования. Золотое сечение – основа гармонии и оптимума. При принятии решений также нужно стремиться к пропорции золотого сечения.

В настоящее время законы золотого сечения стали объектом интенсивного исследования во многих странах. В подавляющем большинстве в информационных, финансовых и экономических технологиях США, Великобритании, Франции и других стран, используются свойства золотого сечения.

В России при Академии Тринитаризма создан Институт Золотого Сечения. Его главной целью является проведение «ликбеза» о золотом сечении среди широкого круга населения, включая школьников, студентов, ученых, а также осуществление фундаментальных исследований, касающихся теории золотого сечения и его приложения в природе, науке и технике.

В октябре 2010 года в Одесском национальном университете состоялся первый Международный Конгресс, посвященный золотому сечению: «Современные аспекты гармонии и ее применение в экономике, естествознании, технологии, социуме и образовании».

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бонч-Бруевич М. А. Элементы радиотехники. – М.: Связьтехиздат. 1938. – 264 с.
2. Листов В.Н. Элементарная теория синтеза фильтров. – М.: Трансжелдориздат. 1963. – 170 с.
3. Листов В. Н. Тюрин В. Л. Дальняя связь. – М.: Транспорт, 1964. – 472 с.
4. Ясинский С.А. Прикладная «золотая» математика и ее приложения в электросвязи. – М.: Горячая линия – Телеком. 2004. – 239 с.
5. Семенюта Н.Ф. Золотое сечение в теории связи. 25 лет инфокоммуникационной революции. Под ред. Л. Е. Варакина. – М.: Международная академия связи, 2006. – с. 231-262 с.