

**Спутниковые технологии**

*Ададунов С.Е., Розенберг Е.Н., Розенберг И.Н.*  
Оптимизация управления инфраструктурой на основе спутниковых технологий ..... 2

*Бройде В.М.*  
Технологии спутниковой навигации ..... 8

*Клепач А.П., Проскуряков А.В., Клепач С.А.*  
Инерциальные навигационные системы ..... 10

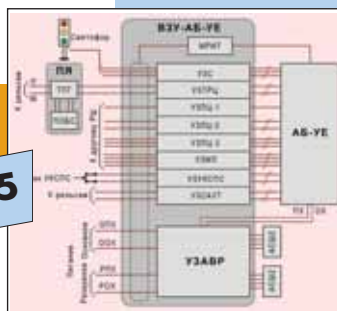
*Зорин В.И.*  
Системы обеспечения безопасности движения поездов .... 13

**Новая техника и технология**

*Сухоруков С.А., Горячевский В.В., Беляков И.В.*

**ВВОДНО-ЗАЩИТНЫЕ УСТРОЙСТВА  
ДЛЯ МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ  
АВТОБЛОКИРОВКИ**

**СТР. 15**



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

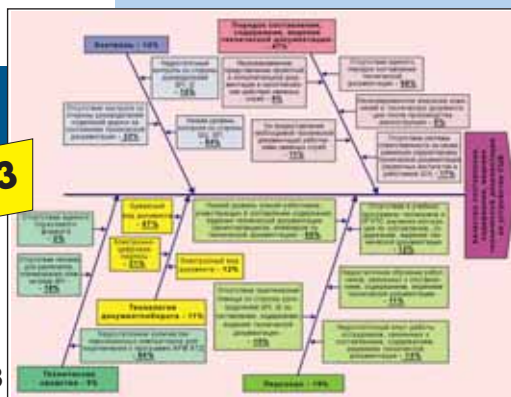
*Разгонов А.П., Дьяков В.А., Журавлев А.Ю., Разгонов С.А.*  
Защита рельсовых цепей в зоне стыкования систем электротяги ..... 19

**Электронный документооборот**

*Филюшкина Т.*

**ПЕРЕДОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ  
ВЕДЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ  
ДОКУМЕНТАЦИИ**

**СТР. 23**



ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ С 1923 ГОДА

*Василенко М.Н.*  
Интегрированная система автоматизации проектирования, ведения и проверки технической документации ..... 28

*Задорожный В.В.*  
Интеграция систем АСУ-Ш-2 и АРМ-ВТД ..... 30

**В трудовых коллективах**

*Шинкарев С.В.*  
Нашими людьми можно гордиться ..... 32

**Обмен опытом**

**МОНИТОРИНГ ПАРАМЕТРОВ  
КАБЕЛЕЙ СВЯЗИ**

**СТР. 37**



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

*Володина О.*  
Курс на развитие цифровых систем радиосвязи ..... 41

*Попов Д.А.*  
Еще раз об обеспечении пожарной безопасности ..... 44

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-21833 от 07.09.05

Фото на 1-й стр. обложки – памятник Савве Мамонтову (Ярославль), строителю железных дорог.  
Материалы по сетевой школе в Ярославле читайте на стр. 23.

© Москва «Автоматика, связь, информатика» 2009

# ОПТИМИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ИНФРАСТРУКТУРОЙ НА ОСНОВЕ СПУТНИКОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ



**С.Е. АДАДУРОВ**  
генеральный директор  
ОАО "НИИАС"



**Е.Н. РОЗЕНБЕРГ**  
первый заместитель  
генерального директора



**И.Н. РОЗЕНБЕРГ**  
заместитель генерального  
директора

Спутниковые технологии в ОАО «РЖД» внедряются в соответствии с программой «Стратегия развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 г.» (Стратегия-2030). Одно из инновационных направлений этой программы – внедрение систем комплексного управления движением поездов, динамического мониторинга состояния инфраструктуры и подвижного состава с

использованием спутниковых технологий. На их основе достигается значительное повышение безопасности перевозок и скорости продвижения пассажиров и грузов; увеличение доли отправок, доставленных «точно в срок»; внедрение технологий мультимодальных логистических систем. ОАО «НИИАС» является головной организацией ОАО «РЖД» в сфере внедрения спутниковых технологий.

■ За последние два года специалистами института разработан и возвращен на опытных полигонах комплекс технических решений, использующих спутниковые технологии. Среди них можно выделить следующие проекты.

*Система диспетчерского контроля за процессом лубрикации и эффективностью использования подвижных рельсосмазывателей на основе технологии ГЛОНАСС/GPS.* Созданы бортовые аппаратно-программные комплексы, установленные на подвижных рельсосмазывателях, обеспечивающие автоматическое управление работами по лубрикации и способствующие снижению износа колеса и рельса. Такие комплексы введены в опытную эксплуатацию на Свердловской дороге на 12 рельсосмазывателях, Куйбышевской – 10, Южно-Уральской – 13 рельсосмазывателях.

*Система диспетчерского контроля за специальными самоходными подвижными средствами (ССПС).* Завершено оснащение спутниковой

аппаратурой ССПС службы электрификации и энергоснабжения Куйбышевской, Южно-Уральской и Московской дорог.

*Система мониторинга дислокации и поддержки принятия решений по направлению восстановительных поездов (ВП) к местам возникновения чрезвычайных ситуаций.* Опытный пусковой комплекс в составе 17 ВП создан на Куйбышевской дороге с помощью ГЛОНАСС/GPS. Разработаны программно-аппаратные средства получения и передачи оперативной телерепортажной съемки с места чрезвычайной ситуации по каналам спутниковой связи «Инмарсат».

*Инновационная технология планирования, мониторинга и анализа работы специальной тяжелой техники при ремонте инфраструктуры железных дорог.* Спутниковая технология позволяет осуществлять оперативный и объективный контроль процессов подвода необходимой техники к участкам проведения ремонтных работ, контролировать в

режиме реального времени соблюдение технических регламентов ремонтных работ в «окне». Опытные образцы пусковых комплексов мониторинга дислокации путевой ремонтной техники уже введены в эксплуатацию на Куйбышевской и Приволжской дорогах, сейчас отрабатываются технические решения для центра управления ремонтной техникой в рамках всей отрасли.

*Система управления пригородными перевозками на базе спутниковых навигационных данных ГЛОНАСС/GPS.* Она дает возможность оперативно контролировать не только дислокацию, но и параметры движения электропоездов. Бортовыми навигационно-связными устройствами ГЛОНАСС/GPS, интегрированными с комплексными локомотивными устройствами безопасности КЛУБ-У оснащено 65 электропоездов на Московской и 31 электропоезд на Октябрьской дорогах.

*Система обеспечения безопасности движения при проведении маневровых операций и на сортиро-*

вочных станциях. Она действует на Красноярской, Свердловской, Московской и Октябрьской дорогах.

Созданный научно-технический задел обеспечивает возможность реализации следующего этапа инновационного развития ОАО «РЖД» в сфере применения спутниковых технологий. Его суть заключается в переходе от отдельных технологий применения спутниковых навигационных систем в интересах конкретных хозяйств и служб к созданию комплексных систем в сфере обеспечения безопасности и управления движением, управления перевозочным процессом и логистическими операциями, мониторинга состояния инфраструктуры, инженерно-геодезического обеспечения работ по проектированию, строительству и эксплуатации железных дорог.

Приоритетными направлениями создания таких систем на период до 2015 г. являются:

системы управления для интеллектуального железнодорожного транспорта, включая безопасность движения, интервальное регулирование движением поездов и управление перевозочным процессом на основе динамического контроля за перемещением подвижного состава, пассажиров и грузов в режиме реального времени;

интеллектуальные системы управления поездной и станционной работой нового поколения на основе информационно-управляющих систем моделирования и анализа перевозочного процесса;

системы мониторинга состояния инфраструктуры железных дорог,

включая аэрокосмические средства геотехнической диагностики участков пути и выявления потенциально опасных природно-техногенных процессов с целью снижения рисков при эксплуатации инфраструктуры железных дорог;

высокоточные координатные системы на основе применения наземных дифференциальных корректирующих станций ГЛОНАСС/GPS с целью формирования специальных реперных систем нового поколения для скоростных и высокоскоростных магистралей, инженерно-геодезических работ для проектирования, строительства, ремонта и содержания объектов железнодорожной инфраструктуры;

системы информационного обеспечения ситуационных центров, благодаря которым достигается синергетический эффект от внедрения инноваций в данной области.

Главная цель внедрения комплексных информационно-управляющих систем – достижение оптимального управления инфраструктурой и перевозочным процессом при соблюдении высокого уровня безопасности движения поездов.

Использование в решении этих задач космической триады: глобальных навигационных систем ГЛОНАСС/GPS, систем дистанционного зондирования Земли и систем подвижной спутниковой связи практически безальтернативно, поскольку осуществить мониторинг десятков тысяч единиц подвижного состава на всем протяжении российских железных дорог можно только с помощью спутниковых тех-

нологий и современных средств подвижной связи.

В ближайшей перспективе с их помощью можно будет получить в режиме реального времени объективную не зависящую от «человеческого фактора» информацию о том, где и на каком пути находится локомотив или иной подвижный объект, с какой скоростью и в каком направлении он движется и когда прибудет в пункт назначения, а также параметры работы его оборудования.

Наглядным примером эффективности применения комплексных систем управления с использованием спутниковых технологий может служить техническое решение задачи интервального регулирования. Последнее включает в себя движение поездов друг за другом, обеспечение безопасного интервала и интервала, который в графиках движения будет устойчивым. Это новое направление работы, поскольку до сего времени графики движения рассчитывались, исходя из устойчивого разграничения поездов тремя блок-участками. Это связано с тем, что оборудование локомотива «не видит» впереди идущий поезд.

При разделении попутно следующих поездов двумя блок-участками следующий сзади локомотив будет спонтанно встречать желтый сигнал светофора, что приведет к потерям энергии при лишнем торможении.

Если этому локомотиву обеспечить с помощью спутниковой системы ГЛОНАСС/GPS и канала подвижной связи РК (рис. 1) видение

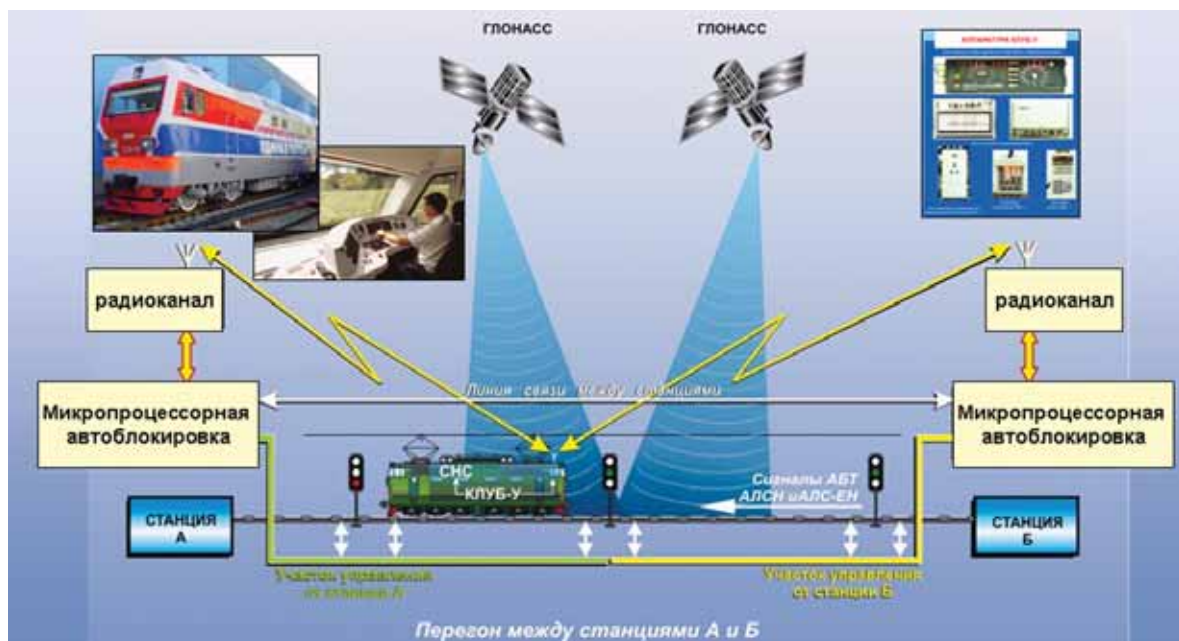


РИС. 1



координат и скорости движения впереди идущего поезда, можно оптимизировать режимы движения.

Эксперименты на Московской и Октябрьской дорогах показали, что эта технология работает при использовании открытых сетей связи и при организации собственной системы связи. Например, введенная недавно на Октябрьской дороге система цифровой радиосвязи TETRA создает надежную платформу для реализации технологии интервального регулирования.

Разрабатываемая технология крайне востребована и для организации движения в период проведения ремонтных работ в «окнах». Раньше из-за ограничения пропускной способности приходилось сближать поезда, что было достаточно сложно. С применением новой технологии появилась возможность устанавливать между поездами минимальный интервал, тем самым повысить пропускную способность как минимум на 20 % без существенных затрат на инфраструктуру.

Внедрение современных систем подвижной связи в интеграции со

спутниковыми навигационными технологиями позволяет приступить к решению задачи обеспечения энергооптимального движения поездов в потоке. Локомотивы можно заранее предупреждать через цифровой радиоканал о возникающих ограничениях скорости. В таком режиме автоведения можно экономить до 7–8 % электроэнергии. Кроме того, организация грузового движения по твердой «нитке» графика приведет к необходимости использования резервов пропускной способности для получения максимального эффекта от этой технологии.

Еще одна область применения – пригородные зоны. Как правило, на участках, где ведутся ремонтные работы, приходится сталкиваться с ограничениями пропускной способности. При правильной организации графика, основанного на интервальном регулировании, эту проблему можно будет решить.

Испытания новой технологии интервального регулирования планируются осуществить на Московской и Октябрьской дорогах до конца года. При этом в эксперименте бу-

дут задействованы не специально подобранные линии, а участки, где существует реальная потребность в новой технологии. В случае успеха будет заложен базис для внедрения современных технических средств на отечественных железных дорогах на ближайшие 10–15 лет.

Воплощением системного подхода к интеграции спутниковых технологий является проект «Интеллектуальная система комплексного управления движением поездов на скоростном направлении Москва – Санкт-Петербург» (рис. 2). Данная разработка должна стать прообразом будущей системы интеллектуального транспорта, интегрирующей в себе все имеющиеся инновационные технические решения.

Цель проекта – достижение существенного повышения эффективности перевозочного процесса и обеспечения безопасности движения поездов за счет реинжиниринга и синтеза нового поколения систем управления, в которых реализуется переход от автоматизации отдельных рутинных функ-

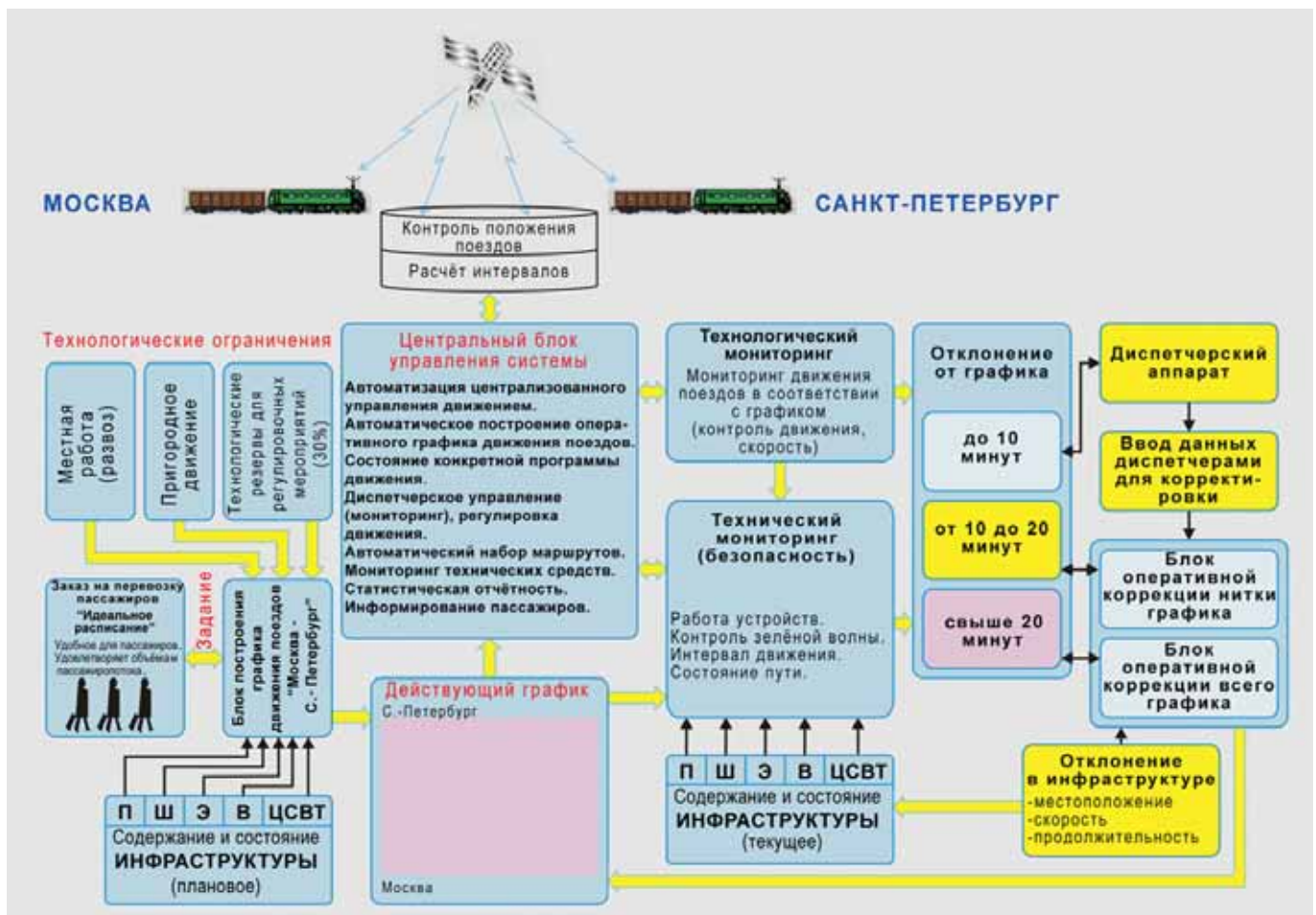


РИС. 2

ций к автоматизации функций интеллектуальных: анализу ситуации, выбору оптимального решения, расчетам с использованием динамических моделей сложных систем.

Отличительной особенностью создаваемой системы является наличие в ее структуре четырех системно увязанных ключевых блоков (рис. 3): диспетчерского управления движением поездов с применением спутниковых навигационных технологий и систем цифровой связи; безопасности движения; мониторинга инфраструктуры, диагностики подвижного состава; инструментальных средств.

Процесс создания блока «Диспетчерское управление движением» включает в себя разработку систем «Автодиспетчер» и «Автомашинист», а также автоматическое формирование вариантных графиков движения поездов для передачи их на локомотив на основе технологической связи с Центром управления скоростным движением через систему TETRA. В рамках этого блока реализуются также программно-аппаратные комплексы для обеспечения управления путевой техникой в период ремонтных «окон»; диспетчерский контроль работы восстановительных поездов и подвижного состава в пригородных зонах.

Во всех указанных разработках используется координатно-временная информация со спутников ГЛОНАСС/GPS как дополнительный информационный канал к действующим системам управления

поездной работой и обеспечения безопасности движения.

Для диспетчерского управления работой станции предусматривается создание модернизированных систем маневровой автоматической локомотивной сигнализации с применением локальных систем дифференциальной коррекции спутниковых навигационных данных и надежного цифрового канала связи.

В блоке «Безопасность движения» планируется расширение функций комплексной локомотивной системы безопасности КЛУБ-У с использованием спутниковых приемников ГЛОНАСС/GPS и электронных карт перегонов и путевого развития станций, формируемых на основе единой координатной базы данных. Для этого блока предполагается разработка системы гарантированной доставки предупреждений на борт локомотива, а также системы принудительной остановки поезда поездным диспетчером в чрезвычайных ситуациях.

Блок «Мониторинг инфраструктуры и диагностика подвижного состава» увязывает разработки в сфере дистанционного мониторинга состояния объектов инфраструктуры с использованием оборудования вагонов-путеизмерителей и дефектоскопов, а также дистанционную диагностику подвижного состава с передачей диагностической информации от локомотива в депо по радиоканалу.

В состав блока «Инструментальные средства» планируется включить моделирующие комплексы для

отработки взаимодействия перечисленных подсистем и анализа возникающих конфликтных ситуаций. Ключевое место в блоке займут инструментальные средства и моделирующие программные комплексы, подтверждающие безопасность каналов управления, а также сервисное оборудование для оценки надежности передачи информации в каналах радиосвязи.

Кроме того, предусматривается существенное расширение технических средств для грузового движения, включая систему идентификации технических средств на основе распределенной системы управления тормозами грузового поезда по радиоканалу RFID, видеосчитывание номеров вагонов.

Указанные технические решения в едином комплексе обеспечивают организацию централизованного автоматизированного управления движением поездов на сети ОАО «РЖД». При этом реализуются основные требования по обеспечению многоуровневой безопасности движения поездов, включая функциональную, информационную, экологическую и пожарную.

Другое важное направление применения комплексных технических решений, основанных на использовании спутниковых технологий и систем подвижной связи, – создание системы безопасности пассажиров, обслуживающего персонала и объектов пассажирского комплекса (СОБПК) ОАО «РЖД».

Главная цель создания СОБПК состоит в обеспечении устойчивости процессов перевозки и обслуживания пассажиров; предотвращении угроз их безопасности; охране жизни и здоровья пассажиров и персонала; недопущении хищения финансовых и материальных средств, уничтожения имущества и ценностей, нарушения работы технических средств.

Одной из подсистем, входящих в СОБПК, является подсистема контроля безопасности и связи пассажирского поезда, предназначенная для оповещения должностных лиц поездной бригады об аварийных ситуациях, а также для организации производственно-технологической связи в железнодорожных составах в интересах Федеральной пассажирской дирекции (ФПД) ОАО «РЖД». Функциональная схема подсистемы контроля безопасности и связи пассажирского поезда представлена на рис. 4.



РИС. 3



Она обеспечивает: прием аварийных сигналов от систем пожарной сигнализации вагона, сигнализации контроля нагрева букс, блокировки колес и др.; формирование речевых сообщений, соответствующих полученным аварийным сигналам; автоматическую передачу речевых сообщений на носимые терминалы должностным лицам поездной бригады, находящимся в любой точке движущегося состава (до 30 вагонов) или на стоянке на расстоянии до 300 м от штабного вагона; беспроводную телефонную связь должностным лицам поездной бригады и транспортной милиции; телефонную связь начальника поезда с абонентами сети общего пользования по спутниковому каналу; обмен данными между начальником поезда и диспетчером.

В последнее время особое значение приобретает комплексная технология для организации мониторинга перевозок опасных грузов с представлением оперативной информации в дорожные центры управления перевозками и ситуационный центр управления ОАО «РЖД».

Актуальность применения спутниковых технологий в данной сфере обусловлена такими факторами, как: растущая потребность органов государственной власти и местного самоуправления в заблаговремен-

ной и достоверной информации об угрозах для критически важных объектов и опасных грузов (КВО и ОГ), состоянии и динамике изменения критических параметров этих объектов (грузов);

возрастание угроз терроризма, в том числе международного;

усиление негативного воздействия антропогенных факторов;

недостаточный учет влияния опасных природных явлений на безопасность функционирования КВО и транспортировки ОГ.

Внедрение спутниковых технологий позиционирования КВО и ОГ и цифровых систем связи, в том числе и спутниковых, должно обеспечить:

оперативный контроль дислокации вагонов с опасными грузами в режиме реального времени, что позволит оценивать текущую ситуацию с распределением таких вагонов;

соблюдение требований безопасности поездной и маневровой работы при наличии вагонов с опасными грузами;

условия для быстрого и своевременного выявления нарушений правил перевозки опасных грузов и своевременного принятия мер по их предупреждению;

выдачу правил действий по локализации и ликвидации последствий аварийных ситуаций и происшествий с опасными грузами.

Система мониторинга перевозок КВО и ОГ на основе спутниковых технологий должна быть увязана с действующей автоматизированной системой оперативного управления грузовыми перевозками (АСОУП) и другими специализированными системами ОАО «РЖД». В качестве спутниковых средств возможно использование только отечественных систем связи.

Решение рассмотренных задач совершенствования управления движением поездов и организации перевозочного процесса невозможно без надежного функционирования инфраструктуры путевого хозяйства, электрификации и электроснабжения, связи, автоматики и телемеханики.

Спутниковые навигационные технологии и системы подвижной связи в области управления инфраструктурой позволяют создать единое координатное пространство для цифрового описания железнодорожных путей на перегонах и путевого развития станций; координатно-временное обеспечение подвижных средств для мониторинга состояния инфраструктуры – от наземных мобильных средств диагностики (вагоны-путеизмерители, дефектоскопы и лаборатории) до воздушных и космических средств дистанционного зондирования.

Для организации постоянного



РИС. 4

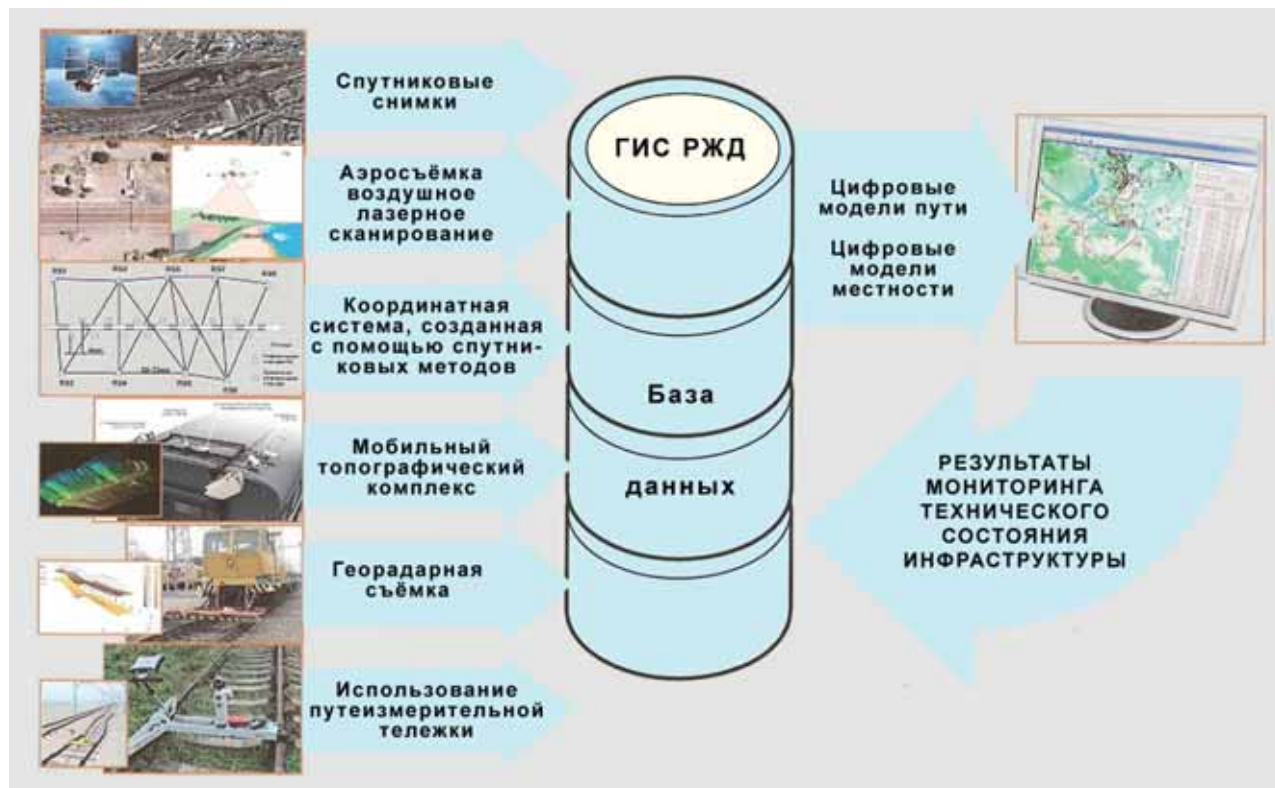


РИС. 5

контроля за состоянием скоростных и высокоскоростных магистралей предусматривается создание высокоточных координатных систем на основе ГЛОНАСС/GPS с дифференциальной корректирующей подсистемой в виде наземной сети спутниковых референчных станций.

На базе таких высокоточных систем будет сформирована инфраструктура пространственных данных Российских железных дорог, которая будет служить: обеспечению безопасности скоростного и высокоскоростного железнодорожного движения; высокоточной координатной поддержке инженерно-геодезических работ при строительстве, содержании, ремонте и реконструкции пути; сокращению трудовых, временных и материальных затрат на инженерные изыскания, проектирование, строительство и эксплуатацию железных дорог; действию непрерывного мониторинга пространственных параметров железнодорожных объектов.

В рамках реализации комплексных информационно-управляющих систем мониторинга состояния инфраструктуры железнодорожного транспорта предусмотрены:

разработка математической модели развития инфраструктуры железнодорожного транспорта на основе широкого применения пространственных данных о ее со-

стоянии и цифрового описания железнодорожного пути и иных объектов инфраструктуры;

комплексное использование современных технологий глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС/GPS, сопряженных с методами космического дистанционного зондирования, воздушного и наземного лазерного сканирования, цифровой аэрофото- и оптико-электронной съемки для контроля состояния инфраструктуры и мониторинга потенциально опасных природно-техногенных процессов, способных оказать на нее негативное воздействие (рис. 5).

На основании изложенного можно сделать следующие выводы.

В ОАО «РЖД» в последние годы развернуто массовое внедрение спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС/GPS. Причем ОАО «РЖД» – одна из немногих компаний транспортного комплекса, которая в соответствии с Федеральной программой «Глобальная навигационная система» широко применяет данные технологии за счет собственных ресурсов без государственного финансирования. Сейчас 12 тыс. локомотивов и различных самоходных подвижных единиц (36 % общего количества) уже оборудованы современными спутниковыми навигационными системами.

Темпы внедрения указанных тех-

нологий определяются степенью развития спутниковых группировок ГЛОНАСС/GPS, с одной стороны, и готовностью разработчиков комплексных многоуровневых систем управления железнодорожным транспортом использовать услуги спутниковой навигации и связи, с другой стороны. Критерий здесь один: стоимость/эффективность.

По уровню решений российская техника в этом направлении не отстает от мировых аналогов. Отечественные комплексные локомотивные устройства безопасности могут принимать информацию из рельсовых цепей и радиоканала, имеют спутниковые навигационно-связные устройства, а по критерию «цена – качество» превосходят зарубежные аналоги.

Сроки окупаемости практически всех проектов, использующих спутниковые технологии, не превышают двух лет, а в некоторых случаях, например при применении подвижных рельсосмазывателей – не более одного года.

Все это говорит о том, что отраслевая наука ОАО «РЖД» находится на уровне, способном конкурировать на международном транспортном рынке, создавать инновационные решения и тем самым обеспечивать высокую эффективность работы российских железных дорог.



**В.М. БРОЙДЕ,**  
заместитель руководителя  
отделения управления  
инфраструктурой  
ОАО "НИИАС"

# ТЕХНОЛОГИИ СПУТНИКОВОЙ НАВИГАЦИИ

**В статье рассматриваются преимущества спутниковой навигации для управления движением на железнодорожном транспорте с целью обеспечения безопасности движения поездов, своевременного и качественного выполнения перевозочного процесса.**

■ Важными преимуществами использования глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС/GPS, во многом определяющими возможность решения задач обеспечения безопасности перевозок, повышения интенсивности и эффективности использования железных дорог, роста объемов грузовых и пассажирских перевозок, повышения скорости и надежности доставки грузов, сокращения расходов топливно-энергетических ресурсов, являются:

непрерывный контроль параметров движения подвижного состава на станционных путях и перегонах в оперативном режиме с точностью до 1 м;

автоматический мониторинг прохождения контрольных точек объектов инфраструктуры (осей и границ станций, границ блок-участков, границ локомотивных депо и др.);

определение операций с подвижными объектами (прибытие, отправление, проследование и др.) на объектах инфраструктуры.

Эти факторы позволяют дополнить существующие системы управления движением и обеспечить переход на более высокий качественный уровень управления перевозками, повысить уровень безопасности и диспетчерского управления.

Существующие системы управления движением имеют ряд важных ограничений. Так, система АСОУП в качестве источника информации о положении объекта использует ручной ввод или данные системы ГИД-Урал, в которой в качестве источников информации о подвижных железнодорожных объектах используются данные систем СЦБ.

Подсистема формирования расписаний в ГИД-Урал имеет разре-

шающую способность, ограниченную составом сигналов СЦБ, снимаемых со станции, а именно: занятость блок-участков в пределах станции, в том числе приемо-отправочных путей, стрелочных и бесстрелочных секций; показания светофоров; положение стрелок или контроль установки маршрутов.

Операции прибытия, отправления или проследования определяются фактически по косвенным данным, которыми являются перечисленные показания устройств СЦБ. Сложность установления момента прибытия возникает в случае короткой остановки поезда при разрешающем показании выходного светофора, при следовании поезда по станции, имеющей несколько парков. Не просто зафиксировать точный момент отправления пригородного поезда по разрешающему показанию повторительного светофора при длинном приеме-отправочном пути или точное время проследования с невысокой скоростью оси станции коротким поездом. Не всегда обеспечивается однозначная идентификация подвижного состава.

В 2008 г. специалисты института в рамках комплексного научно-технического проекта «Создание современных систем управления движением поездов и обеспечения безопасности движения» разработали и испытали на опытных полигонах Московской, Октябрьской и Северо-Кавказской дорог технологию формирования операций с подвижными объектами для систем ГИД-Урал, АСОУП и ДЦ-Юг.

Полученные результаты продемонстрировали перспективность применения предложенных технологий. При этом обработка координатно-временной информации ГЛОНАСС/GPS осуществлялась по следующей схеме:

получение в бортовом навигационно-связном комплексе географической координаты подвижного объекта от спутниковых группировок ГЛОНАСС/GPS;

передача информации о подвижных объектах по каналам радиосвязи в центр сбора и обработки информации о подвижных объектах в ГИС РЖД;

расчет железнодорожной координаты подвижного объекта на основе географической координаты и пространственно-координатного описания цифровой модели пути в составе ГИС РЖД;

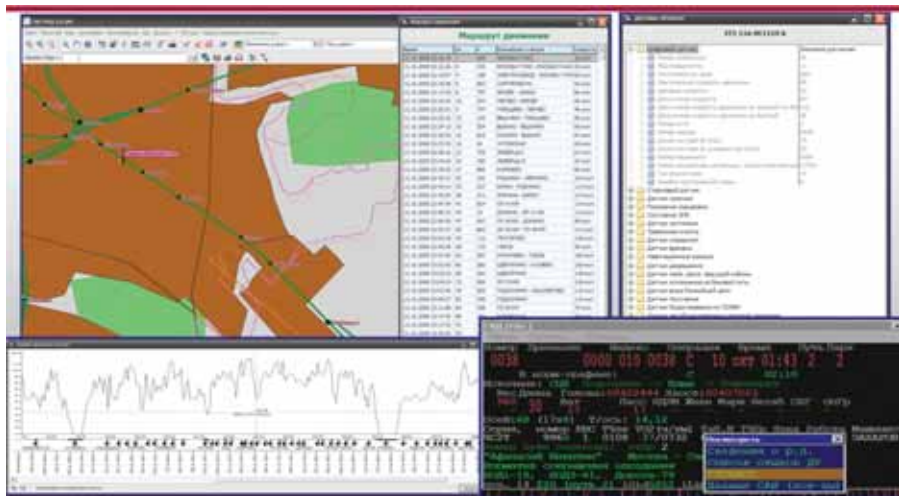
определение операции с подвижными объектами на объектах инфраструктуры;

формирование данных об операциях с подвижными объектами для систем управления поездной работой;

использование данных об операциях с подвижными объектами в специализированных АРМ систем управления поездной работой на клиентских рабочих местах.

В качестве примеров применения спутниковых технологий в системах управления и контроля движением можно привести следующие разработки: система автоматического определения местоположения маневровых локомотивов на сортировочных станциях; система контроля подвижного состава; подсистема формирования данных по операциям с пассажирскими поездами для сводной статистической отчетности электронного журнала контроля расписания ДУ-28; система мониторинга и контроля пассажирских поездов с использованием системы безопасности пассажирского поезда.





Формирование данных по операциям с подвижными объектами

Следует отметить, что эффективность применения спутниковой навигации в управлении движением в значительной степени зависит от надежности функционирования таких компонентов, как бортовые навигационно-связные терминалы; радиоканалы передачи данных; средства защиты информации, передаваемой по радиоканалам и сетям общего пользования; сеть референцных станций ДГНСС; цифровые модели пути и объектов инфраструктуры в составе ГИС; единый центр сбора и обработки координатно-временной информации о подвижных объектах в составе ГИС РЖД.

В настоящий момент для передачи данных используются каналы радиосвязи GSM, TETRA, канал спутниковой связи «Инмарсат».

Для надежного определения положения подвижного объекта его координаты должны гарантированно определяться с точностью до 1 м. Допустимая ошибка координатного описания пути не должна превышать 0,5 м.

Достичь такого уровня точности определения координат возможно за счет использования при навигационных измерениях дифференциальных поправок, формируемых временными или постоянно действующими референцными станциями в районе проведения измерений или широкозонными системами дифференциальной коррекции.

Автоматизированное построение цифровой модели пути целесообразно проводить с помощью аппаратуры, установленной на специализированном путеизмерительном вагоне. Непрерывное определение координат оси пути при движении вагона достигается путем комплексирования спутниковой навигационной аппаратуры

и инерциальной навигационной системы. Специальные датчики на путеизмерительном вагоне фиксируют момент проезда изолированных стыков и других объектов СЦБ, и их координаты регистрируются навигационным комплексом.

Координатное отслеживание головы и хвоста состава позволит реализовать интервальное регулирование движения поездов с подвижными блок-участками, обеспечивая возможность сближения поездов без нарушения требований безопасности, и, как следствие, повысить интенсивность движения и пропускную способность железнодорожных линий.

Бортовой навигационно-связной терминал представляет собой локомотивное вычислительное коммутирующее устройство (ЛВКУ), состоящее из бортового вычислителя, GSM / GPRS модема, блока питания и GPS приемника (ЛВКУ комплектуется собственным GPS приемником при отсутствии на борту аппаратуры КЛУБ-У/КЛУБ-УП), объединенных в единый блок «Шкипер», и антенны.

Данные от КЛУБ-У (КЛУБ-УП) принимаются по CAN-интерфейсу от блока «Шлюз CAN – ЛВКУ».

Для подключения других бортовых систем (контроля расхода топлива и электроэнергии, теплотехнических характеристик, диагностики мотор-вагонного состава) используются гальванически изолированные интерфейсы RS232. Аналоговые и двухпозиционные датчики, реле и устройства индикации подключаются к цифровым входам/выходам.

Внедряемая с 1996 г. на магистральных локомотивах в составе комплексного локомотивного устройства безопасности (КЛУБ) навигационная аппаратура дополняет существую-

щие бортовые устройства и позволяет определять местоположение состава на пути и скорость его движения. С 2003 г. применяются маневровая и горочная автоматические системы локомотивной сигнализации (МАЛС/ГАЛС) с интегрированными средствами спутниковой навигации, определяющими местоположение маневровых локомотивов на путевом развитии станции.

Важным вопросом является обеспечение защиты передаваемой с подвижных объектов информации по каналам радиосвязи и сетям общего пользования. В качестве средств защиты информации должны применяться защищенный канал связи и демилитаризованная зона на границе сетей общего пользования и передачи данных ОАО «РЖД», а также железнодорожная система координат.

Для сбора и обработки данных ГЛОНАСС/GPS необходимо создание единой информационно-коммуникационной инфраструктуры ОАО «РЖД». Важнейшее звено этой инфраструктуры составляет программно-технический комплекс (ПТК) центра сбора и обработки данных о подвижных объектах, входящий в состав геоинформационной системы железнодорожного транспорта (ГИС РЖД).

Основными компонентами центра являются: службы связи с коммуникационными серверами, типовые сервисы предоставления пространственно-координатной и параметрической информации о подвижных объектах, сервис расчета железнодорожной координаты, система администрирования подвижных объектов и система контроля работоспособности компонент программно-технического комплекса.

В настоящее время ПТК Центра сбора и обработки данных о подвижных объектах используется во многих системах управления движением и диспетчерского контроля с применением спутниковой навигации.

В заключение следует отметить, что проведенная за последние годы на сети дорог апробация навигационных приемников ГЛОНАСС/GPS в составе отдельных технических средств продемонстрировала высокую их эффективность. Дальнейшие работы по внедрению технологий спутниковой навигации направлены на системную интеграцию отдельных отработанных технических решений для перехода к новой инновационной технологии перевозочного процесса и обеспечения безопасности движения на всей сети железных дорог ОАО «РЖД».

Существенно повысить эффективность перевозочного процесса и при этом обеспечить безопасность движения поездов сегодня невозможно без реинжиниринга и синтеза нового поколения систем управления. В этих системах необходимо реализовать переход от автоматизации отдельных рутинных функций к автоматизации функций интеллектуальных: анализу ситуации, выбору оптимального решения, расчетам с использованием динамических моделей сложных систем. Для этих целей требуется использование самых современных технологий контроля местоположения и параметров движения подвижного состава на огромной сети железных дорог России.

# ИНЕРЦИАЛЬНЫЕ НАВИГАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ



**А.П. КЛЕПАЧ,**  
руководитель Центра  
инновационных технологий  
ОАО «НИИАС»



**А.В. ПРОСКУРЯКОВ,**  
заместитель руководителя  
Центра



**С.А. КЛЕПАЧ,**  
заместитель генерального  
директора ООО «ТСС»

■ В рамках решения Федеральной целевой программы «Модернизация транспортной системы России» создана система, обеспечивающая достоверную и точную информацию о местоположении (дислокации) подвижных единиц в реальном масштабе времени. Ее основой является комплекс, объединяющий информацию нескольких источников: бортовых навигационных систем, сети станций дифференциальных поправок, высокоточных цифровых моделей и др.

Спутниковые навигационные системы на основе координатно-временной информации ГЛОНАСС/GPS, в особенности при использовании дифференциальных поправок, с высокой точностью определяют местоположения объекта. Однако существенным недостатком этих систем является то, что они прекращают работу при их затенении мостами и тоннелями, а также выдают значительные и непредсказуемые ошибки при нахождении вблизи объектов инфраструктуры, отражающих радиосигналы.

Чтобы устранить эти недостатки, применяются инерциальные дат-

чики, которые не требуют взаимодействия с внешней средой и формируют непрерывный поток информации, обеспечивая тем самым предсказуемость данных. Инерциальные системы в свою очередь тоже имеют недостаток: постоянно накапливающаяся ошибка не позволяет использовать их как самостоятельные навигационные устройства.

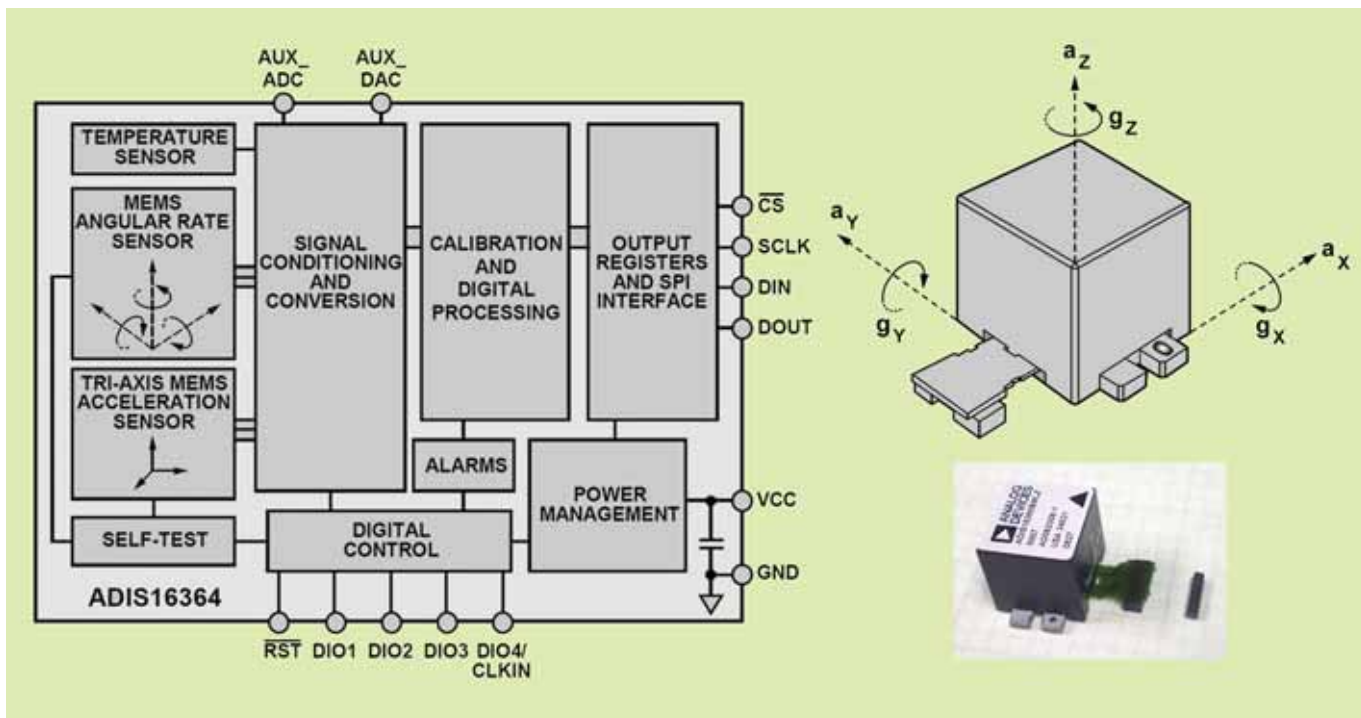
Оптимальное решение проблемы заключается в применении ин-

теграции спутниковых и инерциальных навигационных систем, что позволяет в значительной степени взаимно компенсировать их недостатки. Эффективность интеграции двух принципиально разных систем навигации обусловлена различным характером ошибок, присущих каждой из них. К тому же инерциальные датчики способны эффективно и с высокой точностью измерять такие параметры, как угловое положение, угловые скорости и ли-



Стенд для отладки комплексированной навигационной системы





Блок-схема и внешний вид инерциального блока

нейное ускорение подвижного объекта.

Для повышения достоверности и точности информации о местоположении (дислокации) подвижных единиц разработан бортовой вычислительный комплекс, оснащенный двумя навигационными системами, информация от которых обрабатывается непосредственно в бортовом устройстве.

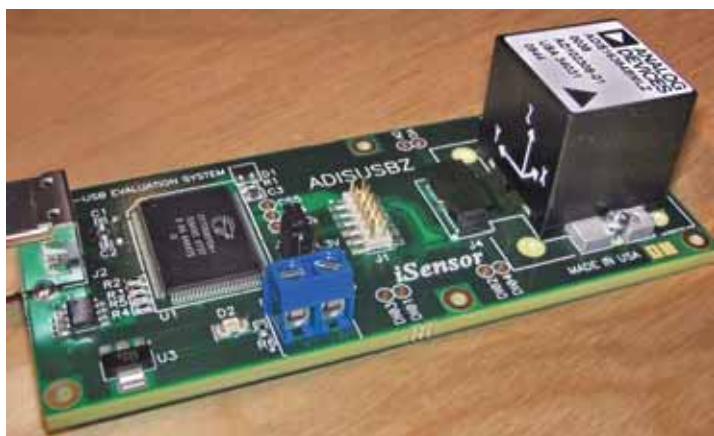
Информация о положении объекта в реальном масштабе времени передается по различным беспроводным каналам: GSM, TETRA, спутниковым, Wi-Fi и др. Комплекс позволяет также собирать с бортовых систем такую информацию, как расход топлива, параметры, харак-

теризующие работоспособность объекта. Для этого предусмотрено несколько типов интерфейсов сопряжения.

Базовым элементом инерциального компонента интегрированной навигационной системы является группа датчиков, определяющих линейное и угловое ускорение (гироскопы и акселерометры). В современных комплексах используются в основном не механические, а кольцевые лазерные волоконно-оптические гироскопы, которые вместе с преимуществами имеют и недостатки. В первую очередь это – высокая цена и практическая невозможность миниатюризации решений.

В разработанном устройстве применены гироскопы и акселерометры, выполненные по принципам микромеханики. Три гироскопа и три акселерометра собраны в единый миниатюрный блок с цифровым интерфейсом. Обладая достаточной точностью для решения поставленных задач, устройство имеет стоимость существенно ниже, чем у лазерных и традиционных механических приборов.

Современные решения на базе новейших комплексов позиционирования подвижных объектов с применением инерциальной навигационной компоненты предоставляют возможность определять местоположение подвижного состава с точностью до



Инерциальный сенсор, установленный на отладочной плате



Опытный образец бортового устройства





Пример работы бортового устройства в реальном времени

пути, контролировать параметры кривых, передавать телеметрические данные по защищенным радиоканалам для систем КЛУБ, САВГ, РПДА, РПРТ и т.д. Предлагаемое устройство за счет универсальности платформы с набором различных интерфейсов предоставляет техническую возможность взаимодействия с различными бортовыми устройствами. Его программное обеспечение позволяет определять параметры движения объекта, обработанные по следующему направлению: формирование несущей параметра, снижение мелкой шумовой составляющей,

отбрасывание ложных значений, определение промежутков времени «зависания» параметра и экстраполяция параметра при отсутствии спутниковых данных.

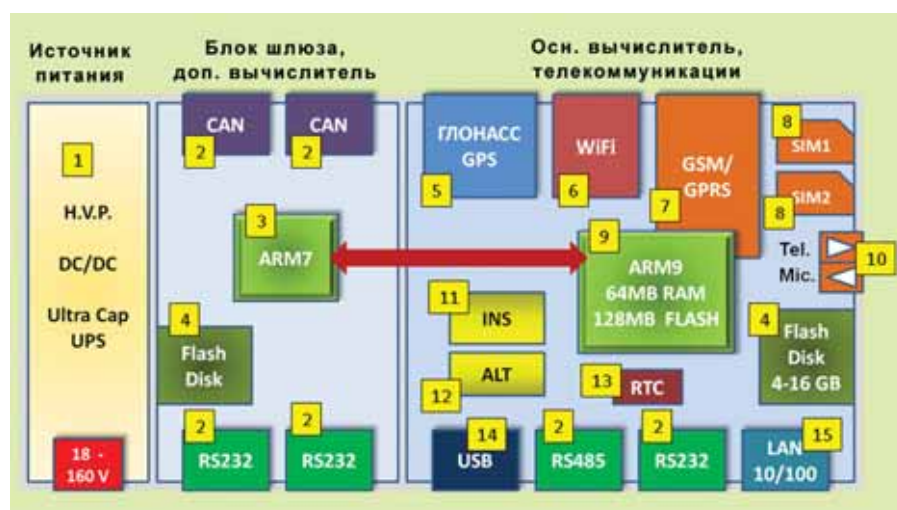
Комплексирование данных, полученных от спутникового навигационного приемника и инерциального блока, дает возможность получить «сглаженную» траекторию движения объекта даже при кратковременном отсутствии спутникового сигнала (проезд мостов, путепроводов, тоннелей и др.).

Длительные испытания рассмотренной системы показали возмож-

ность определения глобальных координат местоположения подвижного объекта с точностью до железнодорожного пути. В новом устройстве заложен значительный резерв вычислительных возможностей и ресурс встроенной памяти, предусмотрена максимальная универсальность применения за счет использования на различных подвижных объектах и интеграция в существующие информационно-управляющие системы ОАО «РЖД».

Важнейшей и неотъемлемой частью комплекса является центр обработки информации. Первый такой центр введен в эксплуатацию на Московской дороге. В его задачи входит: сбор первичной информации с подвижных объектов, контроль беспроводного канала, предварительная обработка и накопление информации в базе данных, авторизация пользователей и распределение по множественным группам, поддержка интерфейсов и логического взаимодействия с другими автоматизированными комплексами (ГИС РЖД, АСУ пригородных перевозок и т.д.).

Разработанный комплекс высоконадежного позиционирования подвижных объектов с учетом инерциальной навигационной компоненты, кроме контроля дислокации подвижного состава, позволит получить необходимую информацию для систем автоведения, прицельного торможения, экспресс-контроля состояния пути и др.



Блок-схема бортового устройства: 1 – блок бесперебойного питания на супер конденсаторах; 2 – последовательные интерфейсы; 3 – микропроцессор блока шлюза; 4 – запоминающие устройства; 5 – навигационный приемник; 6, 7 – радиомодули Wi-Fi, GSM; 8 – SIM карты модуля GSM; 9 – микропроцессор основного вычислителя; 10 – аудио интерфейс; 11 – блок инерциальных датчиков; 12 – альтиметр; 13 – часы реального времени; 14, 15 – интерфейсы USB, ЛВС



**В.И. ЗОРИН,**  
руководитель научно-технического комплекса ОАО "НИИАС"

## СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ

**Эффективность и конкурентоспособность железных дорог в значительной степени зависят от скорости и интенсивности движения поездов. Вместе с тем при их увеличении возрастают требования к безопасности движения.**

■ Для ее обеспечения на локомотивах и моторвагонных поездах устанавливаются программно-аппаратные комплексы, состоящие из унифицированного комплексного локомотивного устройства безопасности КЛУБ-У, системы автоматического управления торможением поезда САУТ-ЦМ/485 и телеметрические системы контроля бодрствования машиниста ТС КБМ. Эти системы в свое время разрабатывались как автономные, поэтому они слабо взаимодействуют друг с другом.

Проводимая в последние годы работа по их объединению значительно повысила эффективность функционирования комплекса, уменьшила количество конфликтных ситуаций, но все проблемы не решила, так как они в существующей конфигурации неизбежны и неустраняемы.

Устройства обеспечения безопасности движения разрабатывались для эксплуатируемых локомотивов и моторвагонного подвижного состава, поэтому их конструкция — это автономные, невстраиваемые блоки с минимальным уровнем унификации и эргономики. При разработке комплексной системы безопасности для перспективных локомотивов и моторвагонного подвижного состава должны применяться другие принципы. В частности, конструктивная реализация должна быть ориентирована на эргономически обоснованную форму и расположение технических средств, для которых должны быть предусмотрены соответствующие места.

Эффективная система регулирования и обеспечения безопасности движения поездов организуется на базе комплекса систем железнодорожной автоматики, состоящего из стационарных и локомотивных устройств. Они должны непрерывно взаимодействовать друг с другом путем обмена информацией по различным каналам передачи данных, таким как рельсовые цепи, точечные приемопередатчики Eurobalise или индуктивные шлейфы напольных устройств САУТ, а также зоновые или непрерывные цифровые системы радиосвязи GSM-R.

При определении функций, реализуемых локомотивными системами управления и обеспечения безопасности движения поездов, учитывается, что они контролируют исполнение сигналов, формируемых диспетчерской и электрической централизациями, а также системами интервального регулирования, и при необходимости непосредственно их исполняют.

Также комплексная система должна быть интероперабельна, т. е. эксплуатационно совместима с путевыми устройствами европейской системы управления и обеспечения безопасности движения поездов ERTMS второго и третьего уровней. Это необходимо для обра-

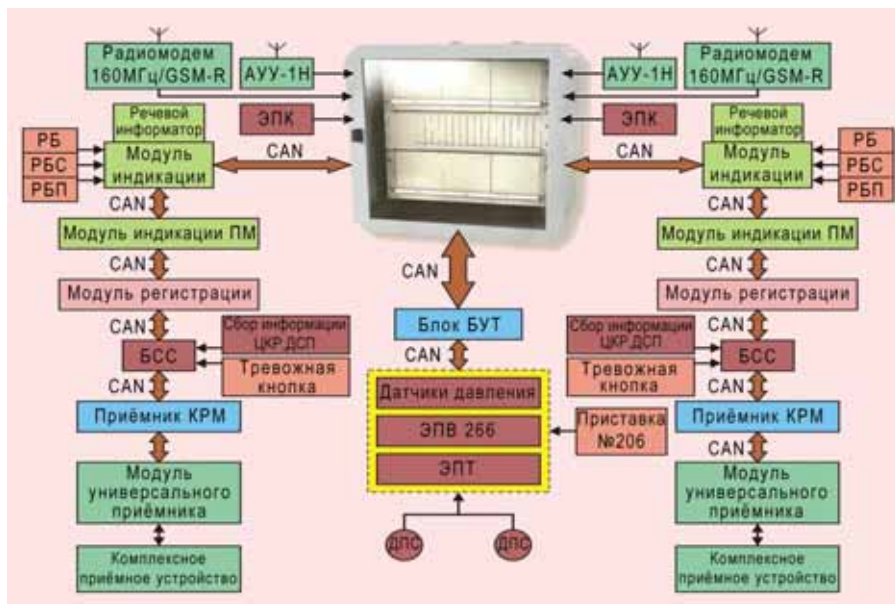
щения российских локомотивов и моторвагонного подвижного состава по международным транспортным коридорам. Большинство из них уже оборудованы путевыми устройствами ERTMS, остальные будут оснащены ими в ближайшие годы.

Комплексная система обеспечения безопасности движения поездов для локомотивов и моторвагонного подвижного состава нового поколения должна принимать и обрабатывать сигналы непрерывных рельсовых каналов автоматической локомотивной сигнализации АЛСН и многозначной автоматической локомотивной сигнализации АЛС-ЕН, индуктивных шлейфов напольных устройств САУТ, цифрового радиоканала, а также принимать сигналы от систем управления локомотива. При этом информацию необходимо записывать во внутреннюю энергонезависимую память, на съемный носитель, в базы данных участков обращения локомотивов или моторвагонного подвижного состава.

Параметры движения поезда (железнодорожные координаты, фактическая скорость, ускорение/замедление) определяются по информации от спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС/GPS, датчиков пути и скорости и базы данных. Текущее время отсчитывается с корректировкой по астрономическому времени спутниковой навигационной системы. Информация о целевой и допустимой скорости движения, количестве свободных впередилежащих блок-участков формируется с учетом данных, поступающих по каналам связи, и ограничений скорости, заложенных в электронную карту участка. При превышении фактической скорости движения над допустимой, в зависимости от поезда ситуации, применяется служебное или автостопное торможение. Непрерывно контролируется бодрствование машиниста по физиологическим параметрам и его действия при управлении подвижной единицей.

Комплексная система должна исключать самопроизвольный уход поезда, несанкционированный проезд светофора с запрещающим сигналом без предварительной остановки или получения по радиоканалу разрешения на проследование на участках железных дорог, оборудованных стационарными устройствами радиоканала. К функциям системы относятся обеспечение работы в поездам и маневровом режимах, режиме двойной тяги (в том числе по системе многих единиц) и регистрация оперативной информации о движении поезда, состоянии напольных генераторов САУТ, диагностике системы, локомотивных и поездам характеристиках на съемный носитель, чтобы в последующем дешифровать информацию.





Вариант оборудования односекционного двухкабинного локомотива: АУУ-1Н – антенно-усилительное устройство; ЭПК – электропневматический клапан; РБ – рукоятка бдительности; РБС – рукоятка бдительности специальная; РБП – рукоятка бдительности для помощника машиниста; ЦКР – центральная клеммная рейка; ДСП – дежурный по станции; БСС – блок сбора сигналов; КРМ – рейка монтажная; ЭПВ – электропневмомоventиль; ЭПТ – электропневматические тормоза; ДПС – датчик пути и скорости

Система также должна принимать и контролировать исполнение временных ограничений скорости на впередилежащих станциях и перегонах, переданных на локомотив по цифровому радиоканалу или записанных на съемный носитель информации перед началом поездки; контролировать выключение машинистом ключа автостопа, фиксировать отсутствие своевременных действий машиниста, направленных на торможение поезда; передавать информацию о положении ключа автостопа дежурному по ближайшей станции по цифровому радиоканалу. На блоке индикации должна отображаться оперативная информация о подходе к месту ограничения скорости и расстоянии до него. При этом объем данных формируется в электронной базе не менее чем на 100 путей для обеспечения безопасности движения по станциям.

Принудительная остановка локомотива или моторвагонного подвижного состава осуществляется по команде, переданной по цифровому радиоканалу.

Автоматически определяется эффективность тормозов и корректируется значение диаметра бандажа колесной пары в процессе движения поезда. Чтобы обеспечить точность остановки на станции  $\pm 5$  м и на перегоне  $\pm 15$  м при торможении поезда, учитываются профиль участка пути, реальная эффективность тормозов с поправкой на внешние условия. Маневровая автоматическая локомотивная сигнализация взаимодействует со станционными устройствами по радиоканалу.

Кроме того, создаваемая система должна обеспечивать взаимодействие с радиосетью передачи данных GSM-R в соответствии с протоколом Euroradio, контролировать целостность состава поезда и передавать соответствующую информацию центру радиоблокировки RBC по радиоканалу GSM-R.

В российских системах обеспечения безопасности движения поездов новыми функциями являются оперативный прием по цифровому радиоканалу временных ограничений скорости и запись этой информации во внутреннюю энергонезависимую память и на съемный

носитель: выбор вида торможения в зависимости от поездной обстановки; исключение применения любых видов торможения при выявлении боксования колесных пар путем обработки данных от спутниковой системы навигации, датчиков пути и скорости, сравнения их с данными системы управления. Впервые будут применены: расширенная диагностика, контроль наличия и исправности блоков и модулей системы, а также тех узлов и цепей, с которыми взаимодействуют системы; передача по цифровому радиоканалу информации о состоянии подвижной единицы, полученной от системы диагностики; запись сигналов АЛС в модуль регистрации служебной информации.

В случае выхода из строя модуля индикации комплексной локомотивной системы безопасности его функции передаются модулю индикации системы управления и наоборот.

Структурная схема комплексной системы обеспечения безопасности движения поездов реализуется на базе функциональных модулей, объединенных интерфейсом типа

CAN. Функции, реализуемые системой, можно менять с помощью различного количества модулей. С внешними системами управления система автоведения поезда взаимодействует через специальный шлюз.

В системе предусматривается использование современных технических средств радиосвязи. Большая часть компонентов размещается в системном блоке, имеющем габариты 600x600x400 мм. Разработку ведут специалисты ОАО «НИИАС», НПО «САУТ», ЗАО «НЕИРОКОМ», ОАО «Ижевский радиозавод», ПО «Старт», ЗАО «НПК ВИП». Первые экспериментальные образцы системы были представлены на выставке, проводившейся в рамках конференции «Космотранс». В дальнейшем планируется провести полный комплекс испытаний на опытных образцах вновь создаваемых локомотивов (электровозов и тепловозов). Предполагается, что система будет применяться на новых типах электровозов, тепловозов и моторвагонного подвижного состава.

В текущем году начинается активная фаза работы с итальянской компанией ANSALDO STS, дочерним предприятием компании FINMECCANICA. Специалисты ANSALDO STS и ОАО «НИИАС» будут разрабатывать совместную российско-итальянскую систему управления и обеспечения безопасности движения поездов ITARUS-ATC. В комплексной системе обеспечения безопасности движения локомотивов и моторвагонного подвижного состава нового поколения планируется предусмотреть взаимодействие со стационарными центрами радиоблокировки RBC через радиосеть GSM-R.

Система ITARUS-ATC по своим функциональным возможностям будет максимально соответствовать ERTMS второго уровня, а по технической реализации превосходить за счет использования спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС/GPS для определения местоположения подвижного состава. Это позволит в первую очередь эффективно обеспечивать безопасность движения поездов в международных транспортных коридорах.



# ВВОДНО-ЗАЩИТНЫЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ АВТОБЛОКИРОВКИ

**С.А. СУХОРУКОВ,**  
генеральный директор – главный  
конструктор ЗАО «ЭМСОТЕХ»  
**В.В. ГОРЯЧЕВСКИЙ,**  
ведущий инженер научно-  
исследовательской лаборатории  
**И.В. БЕЛЯКОВ,**  
профессор кафедры «Железно-  
дорожная автоматика, телемеха-  
ника и связь» РГОТУПС

**Вводно-защитные устройства (ВЗУ) предназначены для защиты кабельных и воздушных вводов в системах микропроцессорной автоблокировки АБ-УЕ, АБ-ЧКЕ и иных аналогичных систем, а также систем МПЦ от грозовых и коммутационных перенапряжений и помех. Устройства имеют модульную унифицированную конструкцию, позволяющую комплектовать защиту сигнальной установки или поста ЭЦ в различной конфигурации. Разработка ВЗУ велась с использованием принципиально новых технических решений, на которые получено три патента на изобретение.**

■ Структурная схема ВЗУ показана на рис. 1, а внешний вид модулей на посту ЭЦ, в сигнальной установке и путевом ящике с грозоупорным путевым трансформатором (ТПГ) – на рис. 2, а, б, в соответственно.

С помощью ВЗУ реализуется разработанная специалистами ЗАО «ЭМСОТЕХ» концепция одинаковой защищенности всех входных каскадов сигнальной установки при разряде молнии. В такой ситуации амплитуда тока разряда молнии по нормам [1] может достигать до 30 кА для импульса тока 10/350 мкс. Концепция равнопрочности (одинаковой защищенности) вводов по отношению к разрядам молнии позволяет без опасения повреждения защищаемого оборудования распределять ток разряда молнии на любые из кабельных вводов, не ранжируя их в соответствии с требованиями [1].

Такое техническое решение дает возможность использовать для отвода тока разряда молнии на землю системы заземления нескольких сигнальных установок и постов ЭЦ с относительно высоким сопротивлением заземления. С помощью сильноточных разрядников системы заземления объединяются и их общее сопротивление снижается, что приводит к снижению влияния на защищаемое оборудование разряда молнии. Принцип действия распределенной системы заземления (рис. 3) учитывает относительно невысокое

качество существующих систем заземления сигнальных установок.

Схемотехническое решение ВЗУ построено на основе помехоподавляющих трансформаторов, разрядников для отвода тока молнии на землю, многоступенчатых ограничителей перенапряжений и других узлов. В состав модулей ВЗУ-АБ-УЕ

и ВЗУ-АБ-ЧКЕ входят устройства защиты: тональных (УЗТРЦ) и кодовых (УЗКРЦ) рельсовых цепей, линейных цепей (УЗЛЦ-1, УЗЛЦ-2, УЗЛЦ-3), светофора в различной конфигурации сигналов (УЗС), устройств УКСПС (УЗУКСПС) и САУТ (УЗСАУТ), модемных линий (УЗМЛ), автоматического ввода резервной

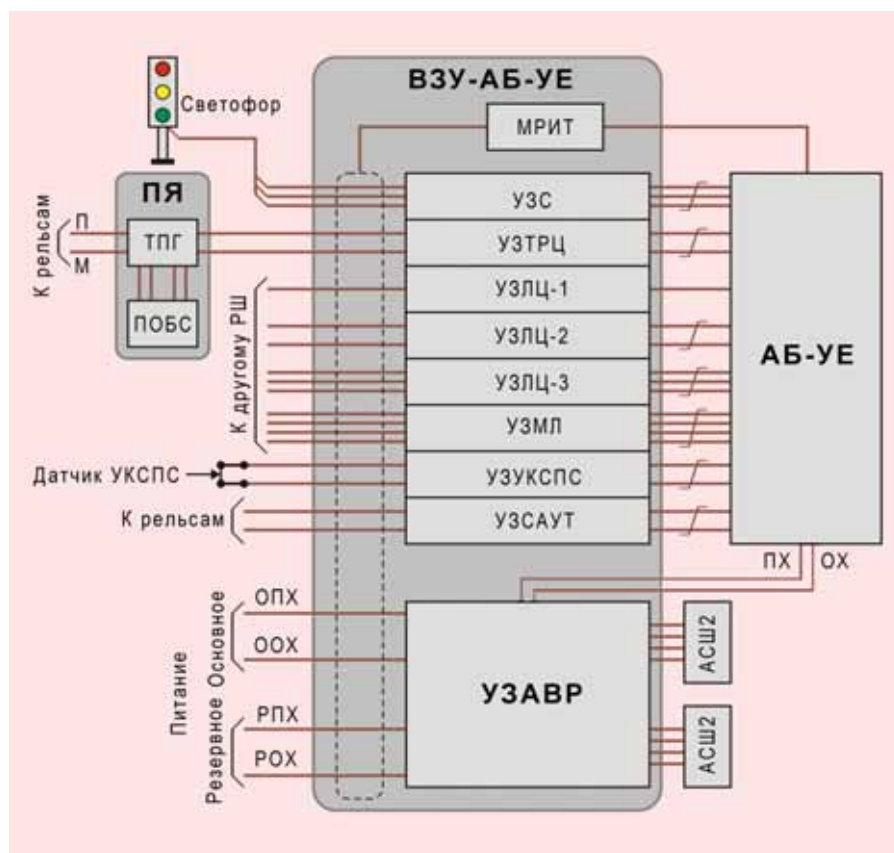


РИС. 1

сети электропитания с помехоподавляющим трансформатором (трансфильтром) для защиты напольного оборудования.

ВЗУ обеспечивает защиту различных узлов микропроцессорной АБ от перенапряжений при близких разрядах молнии, токов при прямых разрядах молнии и коммутационных перенапряжениях в условиях, определяемых нормами [1] для категории защищенности «В» в зонах электромагнитной обстановки (ЭМО) «О<sub>А</sub>» и «О<sub>В</sub>».

При воздействии на вход ВЗУ грозовых перенапряжений с амплитудой до 30 кВ (1/50 мкс) по цепи «провод-провод» или по цепи «провод-земля», а также импульсов тока с амплитудой до 30 кА (10/350 мкс) либо 100 кА (8/20 мкс) по любому из входов амплитуда выходного напряжения помехи не превышает уровней, которые могли бы вызвать сбой в работе или повреждение микропроцессорной АБ. Высокие характеристики защиты обеспечивают микропроцессорным АБ критерий качества функционирования «А» для большинства видов импульсных воздействий.

ВЗУ дополнительно защищает вводы электропитания от аварийных коммутационных перенапряжений длительностью до 1...5 мс с амплитудой до 4,5 кВ согласно п. 6 норм [1], а также вводы модема и РЦ при попадании в эти цепи напряжения 220–380 В, 50 Гц при токе не более 10 А (для ТРЦ) и тока не более 500 А (для кодовых РЦ), обусловленного асимметрией тягового тока.

Ресурс ВЗУ при грозовых и коммутационных перенапряжениях составляет не менее 1000 воздействий, при прямом попадании разряда молнии – не менее 10. Большой ресурс работы позволяет эксплуатировать систему грозозащиты без замены ее элементов на протяжении всего срока эксплуатации защищаемой микропроцессорной АБ в регионах с максимальной продолжительностью и интенсивностью грозового периода.

Модули ВЗУ размещаются в металлических корпусах и могут монтироваться непосредственно на полу и полках шкафов сигнальных установок. Подходящие к релейному шкафу кабели присоединяются к штыревым резьбовым клеммам на передних панелях модулей.

В состав ВЗУ входят устройства защиты различных цепей с идентичными входными каскадами и различ-

ными помехозащитными свойствами последующих каскадов защиты.

Каждая из входных клемм соединена с заземляющей шиной релейного шкафа с помощью разрядника с комбинированной воздушной и твердотельной изоляцией [2].

Твердотельная изоляция под действием сильноточных разрядов обеспечивает генерацию высокотемпературной плазмы, которая снижает остаточное напряжение, повышает временную стабильность характеристик разрядника, предотвращая его спекание и очищая разрядный промежуток от продуктов эрозии. Конструкция разрядника обеспечивает круговое перемещение пятна раз-

ряда, более равномерный износ электродов под действием сильных токов и, соответственно, больший ресурс работы.

Первая ступень ограничения перенапряжений выполнена по схеме последовательно включенных варистора и герметичного (капсулированного) разрядника. Она отделена от входного разрядника разделительным дросселем. Его параметры и параметры остальных узлов рассчитаны таким образом, чтобы при воздействии многочисленных перенапряжений с относительно малыми токами первым сработал капсулированный разрядник первой ступени. Если импульсный



РИС. 2, а



РИС. 2, б



РИС. 2, в

ток через него превышает определенное пороговое значение, то дроссель формирует пусковой импульс, запускающий разрядник защиты входных цепей от тока молнии.

Такая селективная схема обеспечивает защиту от основного числа импульсных перенапряжений с относительно небольшой энергией с помощью элементов, имеющих большой ресурс срабатываний. Только при воздействии токов разряда молнии срабатывает высоковольтный входной разрядник, способный переключить на землю ток с большой энергией разряда.

Значение амплитуды тока разряда молнии имеет вероятностный характер, поэтому нельзя полностью исключить прямой разряд молнии непосредственно в кабель поблизости от релейного шкафа и появление в кабеле токов с амплитудой, существенно превосходящей значение 30 кА по нормам [1].

Для минимизации последствий таких воздействий разделительные дроссели имеют оригинальную конструкцию, которая обеспечивает переход пораженной цепи в состояние «обрыв». При этом микропроцессорная автоблокировка остается в рабочем состоянии и обеспечивает блокировку сигнальной установки по сигналу «обрыв» в любой из входных цепей.

Последующие ступени ограничения перенапряжений построены на основе низковольтных герметичных разрядников, варисторов, емкостных

и резистивных энергопоглощающих устройств. Особенностью схемы этих ступеней ограничения перенапряжений является применение решения [3], позволяющего одновременно иметь низкий порог срабатывания при воздействии импульсных перенапряжений и высокий статический порог срабатывания схемы ограничения перенапряжений на уровне, превышающем измерительное напряжение мегаомметров или напряжение АЛСН. Благодаря такому решению сопротивление изоляции всех модулей ВЗУ может проверяться мегаомметрами с измерительным напряжением до 500 В, а работа АЛСН не оказывает влияния на работу защиты в РЦ.

Селективность срабатывания ступеней защиты от перенапряжений обеспечивается с помощью разделительных резисторов, включенных между ступенями. На выходе схем имеются низкочастотные фильтры и абсорберы для защиты от наносекундных импульсных помех.

Модем и система электропитания микропроцессорной АБ, работающие на переменном токе, защищены с помощью помехоподавляющих трансформаторов (трансфильтров типа ТФ500МПС-ЭЦ).

При воздействиях перенапряжений и помех на входы устройств защиты ВЗУ амплитуда выходного напряжения помехи не превышает уровней, вызывающих сбой в работе или повреждение микропроцессорной АБ. Допускается воздей-

ствии перенапряжений, тока разряда молнии и помех одновременно на все входы ВЗУ.

Помимо основных модулей для грозозащиты вводов микропроцессорной автоблокировки, ВЗУ дополнено модулем грозоупорного путевого трансформатора (ТПГ), обеспечивающим грозозащиту путевых трансформаторов, и модулем регистрации импульсных токов (МРИТ) с функцией блокировки работы сигнальной установки при критических параметрах импульсов тока.

ТПГ состоит из штатного путевого трансформатора со схемой грозозащиты, размещенной вместе с ним в путевом ящике. В состав схемы защиты [4] входят многоступенчатые разрядники для защиты межобмоточной изоляции катушек путевого трансформатора. При воздействии перенапряжений в цепи «рельс-земля» или возникновении в рельсовой цепи токов разряда молнии разрядники срабатывают, переключая опасное для изоляции перенапряжение или ток на грозозащитные разрядники входных цепей ВЗУ и заземление сигнальной установки.

При сильной асимметрии воздействующих на рельсовую цепь перенапряжений в первичной обмотке путевого трансформатора, а затем и во вторичной может индуцироваться перенапряжение, способное повредить межвитковую изоляцию и вызвать дефект в диапазоне от

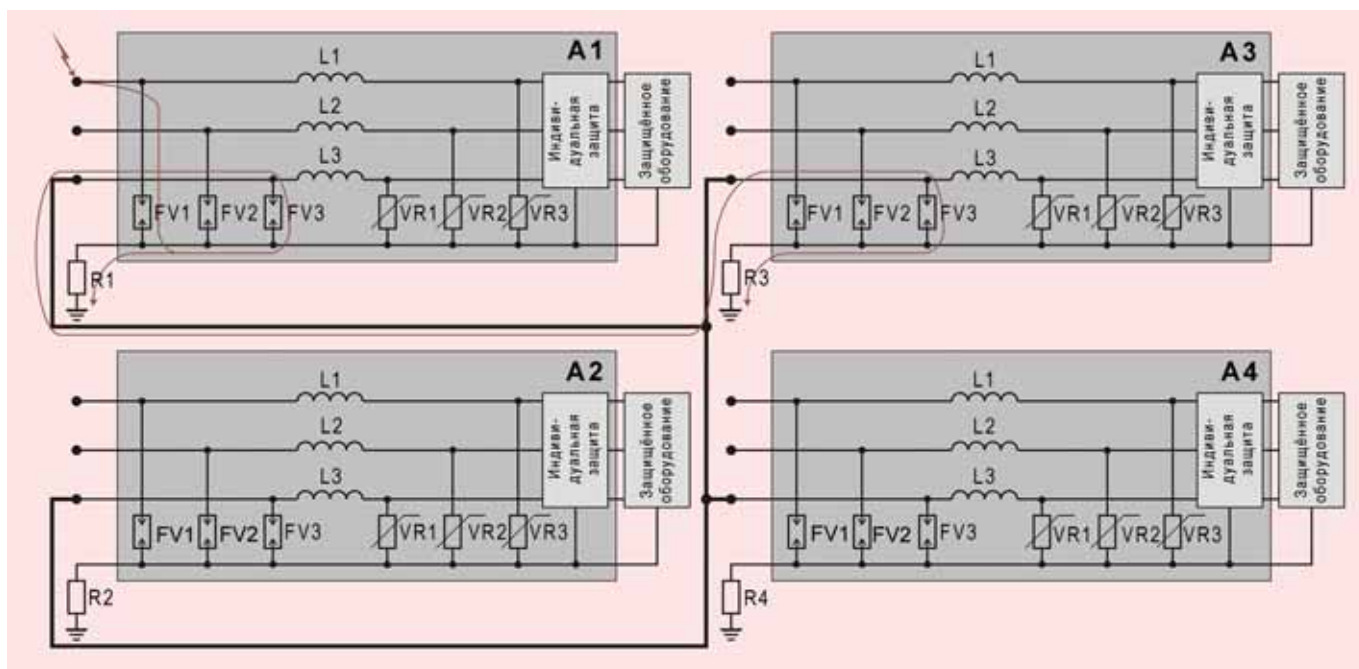


РИС. 3



явного поражения трансформатора до скрытого перемежающегося межвиткового замыкания.

Для предотвращения такой ситуации при возникновении асимметрии перенапряжений в схеме ТПГ срабатывают вспомогательные разрядники, которые шунтируют первичную и вторичную обмотки путевого трансформатора. Сопrotивление шунтирующих цепей выбрано ниже приведенного сопротивления контрольного шунта. В связи с этим в случае повреждения разрядников (замыкании электродов) рельсовая цепь обесточивается, формируя сигнал занятости пути.

Концептуально схемотехническое решение защиты ТПГ построено аналогично остальным модулям ВЗУ, когда для отвода больших токов разряда молнии используются специальные разрядники с относительно низким ресурсом, а защита от перенапряжений, сопровождаемых малыми токами, обеспечивается элементами с прогнозируемым и большим ресурсом.

Модуль регистрации содержит бесконтактный датчик тока с интегратором, анализатор параметров импульсов тока и электромеханический счетчик ресурса. Необходимую энергию для работы схемы обеспечивает регистрируемый импульс тока. Анализатор параметров импульсов тока выполнен двухпороговым, что позволяет не только подсчитывать импульсы тока разряда молнии, но и выдавать сигнал, блокирующий работу сигнальной

установки при недопустимом воздействии на схему грозозащиты. Информация об аварийном событии передается в микропроцессорную автоблокировку и записывается в память МРИТ.

Необходимо отметить, что разработка ВЗУ велась специалистами ЗАО «ЭМСОТЕХ» за счет собственных средств. Разработчик АБ-УЕ и АБ-ЧКЕ обеспечил полное раскрытие схем АБ, предоставил необходимые для проведения исследований образцы АБ на испытательные полигоны ЗАО «ЭМСОТЕХ» и лабораторию испытаний грозозащиты Военного инженерно-технического университета (ВИТУ) города Санкт-Петербурга, а также оказывал постоянную оперативную информационную поддержку по всем возникающим вопросам. Благодаря совместным усилиям удалось построить корректную компьютерную модель поведения интерфейсных узлов АБ при импульсных воздействиях и методом компьютерного моделирования оптимизировать схему грозозащиты.

Попытка решить задачу комплексной грозозащиты микропроцессорной автоблокировки и иных аналогичных устройств предпринималась на протяжении нескольких последних лет разными отечественными и зарубежными разработчиками. Следует отметить, что в настоящее время испытания в ВИТУ без повреждений и сбоев в работе (критерий качества функционирования «А») про-

шли только АБ-УЕ (ОАО «ЭЛТЕЗА») и АБ-ЧКЕ (ОАО «Концерн АКЦИОН», г. Ижевск), оснащенные грозозащитой разработки ЗАО «ЭМСОТЕХ». Изготовлена партия ВЗУ-АБ-УЕ, которая находится в опытной эксплуатации на Московской дороге.

Аналогичные решения применялись в устройствах ВЗУ-СЦБ (разработка ЗАО «ЭМСОТЕХ» 2001 г.) для грозозащиты релейных шкафов с электронными устройствами ТРЦ в наиболее проблемных по статистике поражений от грозы местах на скоростном участке Октябрьской дороги – всего на восьми сигнальных установках. На протяжении пяти лет опытной эксплуатации не было зарегистрировано ни одного сбоя в их работе, в то время как в других сигнальных установках на участках, прилегающих к опытному перегону, электронное оборудование во время грозы выгорало неоднократно.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Временные нормы: «Характеристики импульсных воздействий на системы ЖАТ». 2007 г.
2. С у х о р у к о в С. А. Патент РФ № 2328066 на изобретение: «Разрядник грозозащитный». 2008 г.
3. С у х о р у к о в С. А. Патент РФ № 2337449 на изобретение: «Устройство защиты оборудования от перенапряжений». 2008 г.
4. С у х о р у к о в С. А. Патент РФ № 2352045 на изобретение: «Устройство защиты трансформатора от перенапряжений». 2009 г.

## СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

### АВТОБЛОКИРОВКА НА УЧАСТКЕ АДЖИКАБУЛ – ЕВЛАХ ЗАКАВКАЗСКИХ Ж.Д.

Ввиду систематических неполадок и повреждений на вновь открытой автоблокировке участка Аджикабул – Евлах автор этой заметки был командирован на указанный участок для осмотра и устранения причин перебоев в работе.

При осмотре автоблокировки выяснилось, что основными причинами неустойчивой ее работы являются:

1. *Небрежная разделка кабельных муфт.* В результате на станциях получалось самопроизвольное задание маршрута, прием на занятый путь, ложный контроль, произвольное открытие сигнала и пр.

2. *Повреждения и нарушения в проводке релейных шкафов.* Проводка выполнена алюминиевым проводом, который очень часто ломается.

3. *Повреждения аварийных реле* из-за саморазвинчивания винтов при вибрации реле от переменного тока.

4. *Неправильная регулировка рельсовых цепей,* объясняемая отсутствием соответствующих инструк-

ций, приборов, а также низкой квалификацией обслуживающего персонала, в большинстве молодняка, только что окончившего краткосрочные курсы.

5. *Неудовлетворительный уход за аккумуляторами и выпрямителями.*

6. *Отсутствие у механиков измерительных приборов и монтажных схем.*

7. *Деревянные бутлеги* являются причиной повреждений вследствие механической их непрочности. К тому же местное население растаскивает кабельную массу (для жевания).

8. *Плохой инструктаж эксплуатационного персонала.*

Для устранения отмеченных выше недостатков была создана бригада из электромехаников, с которой был проведен ряд бесед о порядке обслуживания и эксплуатации устройств автоблокировки, после чего с ней были целиком перерегулированы три перегона.

**М.П. КРАСНИКОВ**  
"Сигнализация и связь", № 9, 1934 г.

**А.П. РАЗГОНОВ**,  
 профессор кафедры АТС  
 Днепропетровского университета  
 железнодорожного транспорта,  
 доктор техн. наук  
**В.А. ДЬЯКОВ**,  
 доцент, канд. техн. наук  
**А.Ю. ЖУРАВЛЕВ**,  
 инженер  
**С.А. РАЗГОНОВ**,  
 инженер

# ЗАЩИТА РЕЛЬСОВЫХ ЦЕПЕЙ В ЗОНЕ СТЫКОВАНИЯ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОТЯГИ

Исследованиями специалистов ДУЖТ установлено, что в зоне стыкования систем тяги постоянные токи могут распространяться по рельсовой сети прилегающих участков переменного тока на расстоянии свыше 35 км. Постоянные токи утечки при асимметрии рельсовых линий насыщают магнитопроводы путевых дроссель-трансформаторов (ДТ.1.150) без воздушных зазоров и вызывают отказы устройств железнодорожной автоматики. В этой связи весьма актуальна проблема защиты от помех тягового тока рельсовых цепей участков, электрифицированных на переменном токе, прилегающих к зоне стыкования.

Оценим распределение постоянных токов утечки на участках электротяги переменного тока. Схема рассматриваемого участка приведена на рис. 1, распределение токов для нормального режима работы тяговых подстанций (ТП) – на рис. 2. Оценка постоянных токов утечки выполнена для нормального режима работы тяговых подстанций и вынужденного режима при отключении подстанции Пятихатки.

Принято, что средние значения токов нагрузки ТП

сах производился методом суперпозиции с учетом j-й равномерно распределенной нагрузки фидера тяговой подстанции.

Экспериментальные измерения токов в рельсах были выполнены с помощью магнитографа типа ТЕАС R-71, а компьютерная обработка – с применением АЦП типа L-CARD E14-140, входы которого подключены к шунтам ШС 100–75 мВ.

Установлено, что максимальное значение тягового постоянного тока утечки в одном рельсовом пути достигало 125 А, а тягового переменного тока 81...95 А.

Как известно, предельный постоянный ток насыщения магнитопроводов дроссель-трансформаторов ДТ.1.150 составляет 8...10 А и при продольной асимметрии рельсовой линии по постоянному току 28...33 % ток достигает 211 А, что может вызвать нарушение работы рельсовых цепей и отказ устройств СЦБ.

Результаты экспериментальных измерений токов утечки весьма близко совпадают с расчетными значениями. Из результатов расчетов и полевых измерений следует, что постоянные токи утечки от станции сты-



РИС. 1

на расчетных участках линии распределены равномерно. Основные параметры расчетов токов нагрузки тяговых подстанций получены по результатам статистики измерений (табл. 1).

Расчет токов в рельсах в нормальном режиме проведен при параллельной работе тяговых подстанций Железнякаво и Пятихатки. Принято, что начало координат соответствует расположению пункта группировки П–С на станции стыкования. Расчет токов в рель-

кования распространяются по рельсовому тракту в зону электрифицированного участка переменного тока достаточно далеко.

Были рассчитаны токи утечки при коротком замыкании контактной сети в рельсах. Расчет проведен при следующих исходных данных:

- продольное сопротивление постоянному току рельсовой сети двухпутного участка  $r_p=0,0077$  Ом/км;
- переходное сопротивление "рельсы–земля" двухпутного участка для трех состояний балласта  $r_{n1}=0,125$  Ом·км,  $r_{n2}=1$  Ом·км,  $r_{n3}=2,5$  Ом·км;
- напряжение на шинах подстанции  $U=27,5$  кВ;
- сопротивление питающих проводов А-185 току частотой 50 Гц  $Z_n=0,5$  Ом/км;
- индуктивное сопротивление рельсовой сети для Р65  $X_p=0,11$  Ом/км;

Таблица 1

Подстанция		Пятихатки	Железнякаво	Савро
$I_p, A$	Нормальный режим	488	1834	–
$I_{ч}, A$	Вынужденный режим	–	2170	–

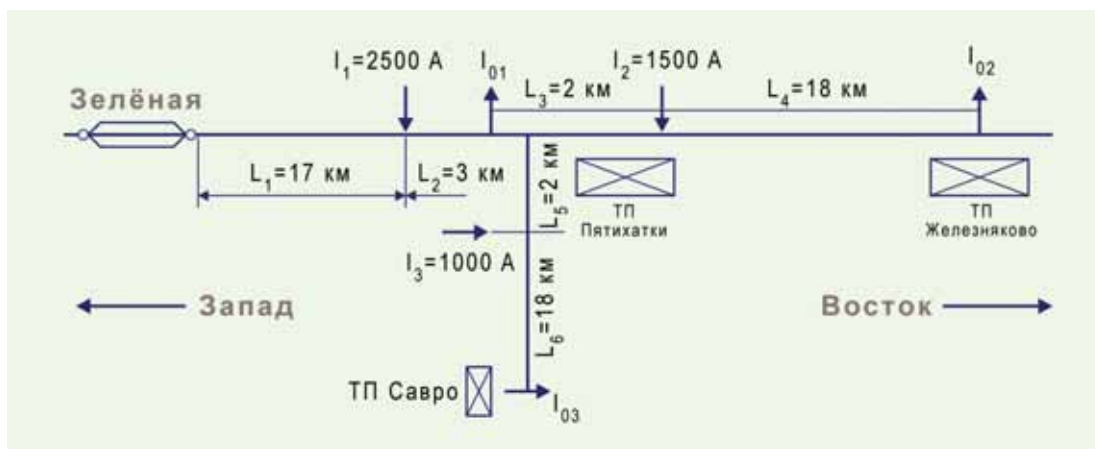


РИС. 2

активное сопротивление рельсовой сети  $r_p = 0,252 \text{ Ом/км}$ .

В расчетах принято, что напряжение на шинах тяговых подстанций не зависит от токов электровазов и места их расположения.

Определен ток утечки в рельсах горловины станции Зелёная, где аппаратура РЦ подвержена его влиянию. При этом влияние стационарного развития при  $r_{n1} = 0,125 \text{ Ом·км}$  (лето) и  $r_{n3} = 2,5 \text{ Ом·км}$  (зима) на ток утечки для нормальной и вынужденной схем питания не учитывалось.

Для нормального режима питания контактной сети уравнение для тока в рельсах имеет вид:

$$I_{pi}^H = 0,5 (I_1 e^{-k_1 \cdot 17} - I_{01} e^{-k_1 \cdot 20} + I_2 e^{-k_2 \cdot 22} + I_3 e^{-k_3 \cdot 22} - I_{02} e^{-k_1 \cdot 40} - I_{03} e^{-k_1 \cdot 40}), \quad (1)$$

где  $k_i = (r_n / r_p)$  – коэффициент распространения рельсовой сети для  $i$ -го сопротивления утечки,  $1/\text{км}$ , причем  $k_1 = 0,248 \text{ 1/км}$ , если  $r_n = 0,125 \text{ Ом·км}$ ;  $k_2 = 0,056 \text{ 1/км}$ , если  $r_n = 2,5 \text{ Ом·км}$ ; токи отсоса  $I_{01} = 4750 \text{ А}$  – ТП Пятихатки,  $I_{02} = 150 \text{ А}$  – ТП Железняково,  $I_{03} = 100 \text{ А}$  – ТП Савро. Величины токов электровазов  $I_1, I_2, I_3$  показаны на рис. 2.

Рельсовая сеть представлена длинной линией, расчеты выполнены по пяти зонам с использованием суперпозиции.

Оказалось, что ток в рельсах при низком сопротивлении утечки  $I_{p1}^H = 7,1 \text{ А}$ , а при высоком –  $I_{p2}^H = 59 \text{ А}$ . Результаты измерений вполне согласуются с расчетными величинами токов утечки.

Ток утечки в тяговых нитях путей на станции Зелёная, удаленных почти на 20 км, достигает значения  $I_{y,ka} I_{p1} = 0,32 \cdot 59 = 18,9 \text{ А}$ , что выше предельного тока намагничивания ДТ1.150.

В вынужденном режиме рассчитанные токи в рельсах оказались равными:  $I_{p1} = 23,6 \text{ А}$ ;  $I_{p2} = 583,7 \text{ А}$ .

Расчетные величины постоянных токов утечки на путях станции Зелёная, подмагничивающие при асимметрии рельсовой линии магнитопроводы ДТ.1.150, достигают  $I_y = k_a I_{p1} = 0,32 \cdot 23,6 = 7,5 \text{ А}$  летом и  $0,32 \cdot 583,7 = 186,8 \text{ А}$  – зимой. Величина коэффициента асимметрии для постоянного тока, как показали измерения и расчеты, 32 %. Поэтому возникновение вынужденного режима в зимний период неизбежно приведет к отказам устройств СЦБ.

Расчет токов в рельсах на участке, примыкающем к станции стыкования, с учетом стационарных путей выполнен при сопротивлении  $r_{n3} = 1 \text{ Ом·км}$  ( $\gamma = 0,0878$ ).

Расчеты выполнены по системе уравнений для токов "рельсы–земля" в нормальном режиме, по четырем зонам с оценкой токов в каждой зоне. Уравнения имеют вид, аналогичный уравнению (1). Результаты расчетов приведены в табл. 2.

Анализ полученных данных показывает, что обратные токи утечки по мере приближения к станции Зелёная возрастали, что в условиях асимметрии приводит к подмагничиванию путевых трансформаторов и дроссель-трансформаторов.

Остановимся на одной из причин нарушения нормальной работы рельсовых цепей – продольной асимметрии рельсовых линий.

Измерения показывают, что величина коэффициента асимметрии, как и следует ожидать, больше зимой, чем летом. Разброс сопротивлений достигает 1,8...15 м.ц.р. (метров целого рельса); коэффициент продольной асимметрии колеблется от 10...12 % летом до 18 % зимой [1, 2].

Таблица 2

х, км	Зона 1					Зона 2		Зона 3			Зона 4						
	0*	5	10	15	17	20	20,5	21	22,5	25	30	35	40	42,5			
Нормальный режим $I_p, \text{ А}$	-58,8	-91,1	-141,3	-219,1	-261,2	2238,8	2247,3	2263,8	-2486,2	-2470,0	2449,7	50,4	50	56,6	74,3	106,6	130,0
х, км	Зона 1					Зона 2		Зона 3			Зона 4						
	0	5	10	15	17	20	20,5	21	22,5	25	30	35	40	42,5			
Вынужденный режим $I_p, \text{ А}$	-394,8	-612,2	-949,4	-1472,2	-1754,7	745,3	304,0	233,3	163,1	-46,3	2453,7	2161,6	1881,5	1969,4	2442,8	2849,5	

\* Начало координат – в пункте группировки на станции Пятихатки-Стыковая.



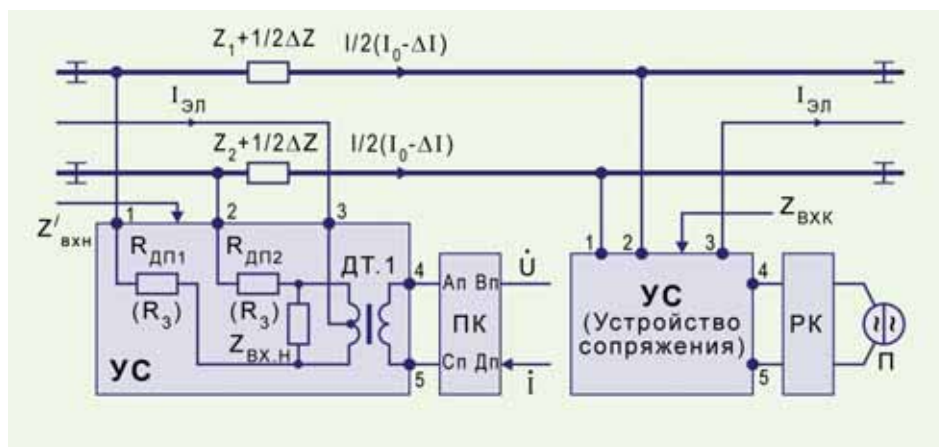


РИС. 3

Из уравнения для ЭДС по контуру схемы замещения рельсовой цепи (рис. 3), составленной из двух рельсов и дроссельных перемычек (сопротивлением аппаратуры  $Z'_{вхн}$  и  $Z_{вхк}$  можно пренебречь), для постоянного тока найдем коэффициент продольной асимметрии рельсовой линии:

$$K_a = \frac{\Delta R_{CC} + 2(R_{дп1} - R_{дп2})}{R_p + 2(R_{дп1} + R_{дп2}) + \Delta R_{DR}} \quad (2)$$

где  $\Delta R_{CC}$  – разность сопротивлений рельсов с учетом сопротивлений соединителей.

В коротких РЦ (менее 500 м) продольная асимметрия – главная причина асимметрии тягового тока.

Для используемого в практике соединителя из стали сечением 100 мм<sup>2</sup> средние величины  $R_{ТР}=295$  мкОм;  $R_M+R_{CB}=437$  мкОм;  $R_{CC}=232$  мкОм; для соединителя сечением 90 мм<sup>2</sup>  $R_{CC}=770$  мкОм [2], где  $R_M$  – сопротивление переходов "манжеты–трос";  $R_{ТР}$ ,  $R_{CB}$  – соответственно сопротивления стального троса и сварного шва.

Коэффициент асимметрии по постоянному току  $K_a=\Delta R/R_p=0,12$ . Приближенный расчет асимметрии для тягового переменного тока приведен при следующих допущениях [1, 3].

Сопротивления рельсов различаются между собой на величину сопротивления соединителей; потери в соединителях не зависят от частоты; сопротивления в местах приварки и переходов "трос–манжета–штепсель–рельс" зависят от частоты в такой же мере, как и внутреннее сопротивление рельсов.

При этом минимальный коэффициент продольной асимметрии

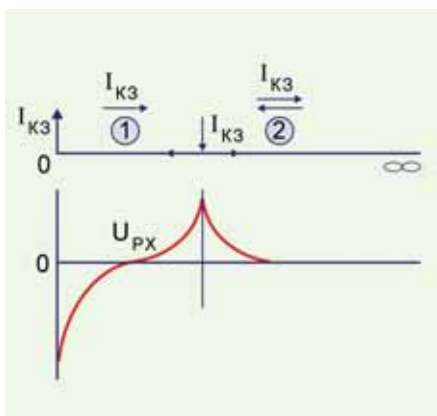


РИС. 4

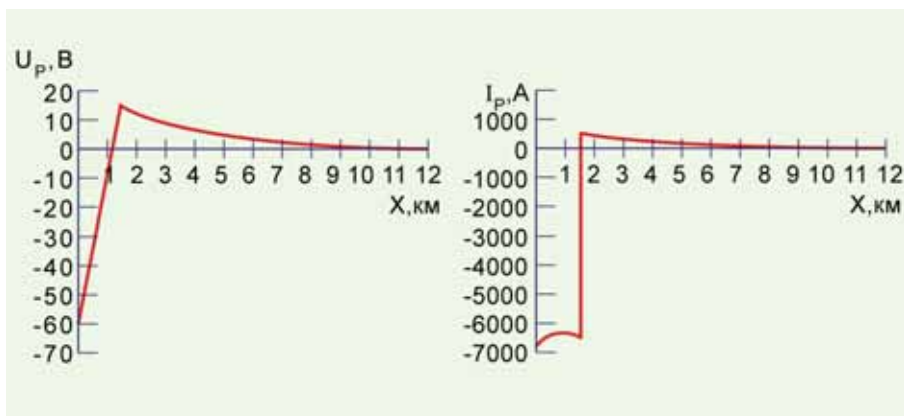


РИС. 5

$$|K_z| = K_a \left| \frac{R_{ТР} (R_M + R_{CB}) Z_i}{R_C Z R_C Z} \right| \leq 0,08,$$

где  $Z_i$  – внутреннее сопротивление рельсов,  $0,35e^{j35}$  Ом/км; сопротивление рельсовой петли  $R_p=0,1$  Ом;  $Z=0,8e^{j65}$  Ом/км – сопротивление рельсов току 50 Гц. Для более высоких частот коэффициент  $|K_z|$  понижается до 1,68 % при частоте 420 Гц и до 1,38 % при 780 Гц.

Оценим числитель дроби (2) для наиболее часто отказывающихся РЦ длиной 0,25...0,5 км. Примем, что  $R_{CC}=770 \cdot 10^{-6}$  Ом,  $R_{дп1}=8000 \cdot 10^{-6}$  Ом ( $l_{дп}=3,25$  м),  $R_{дп2}=3076 \cdot 10^{-6}$  Ом ( $l_{дп}=1,25$  м), длина рельсового звена 25 м, сопротивление рельсов 0,1 Ом/км,  $n_{СТ}=(l_{РЦ}/0,025) - 2$ . Оказалось, что  $\Delta R=0,026...0,056$  Ом, а величина коэффициента продольной асимметрии  $K_a$  находится в пределах 30,2...38,6 %. Заметим здесь, что сопротивление нити длиной 300 м току 50 Гц не превышает 0,1 Ом/км и соизмеримо с суммарным сопротивлением контактных соединений "трос–штепсель–шина ДТ" (норма 60...80 Ом).

Режим короткого замыкания в тяговой сети характеризуется, как известно, резким возрастанием тока и потенциала рельсовой сети. Максимальный потенциал "рельсы–земля" возникает в месте разрыва и пропорционален току короткого замыкания и волновому (входному) сопротивлению рельсов.

Ток короткого замыкания:  $I_{кз}=U/(Z_n L)$ , где  $Z_n$  – сопротивление питающих проводов А-185,  $Z_n=0,5$  Ом·км (сопротивление рельсов не учитывается);  $L$  – длина питающих проводов от тяговой подстанции до места

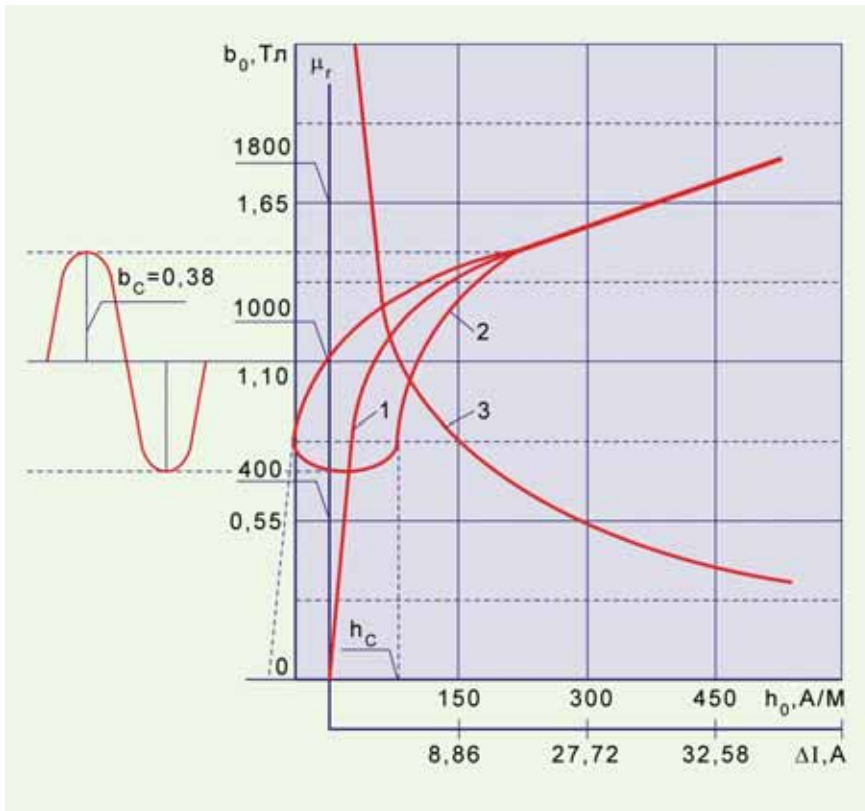


РИС. 6

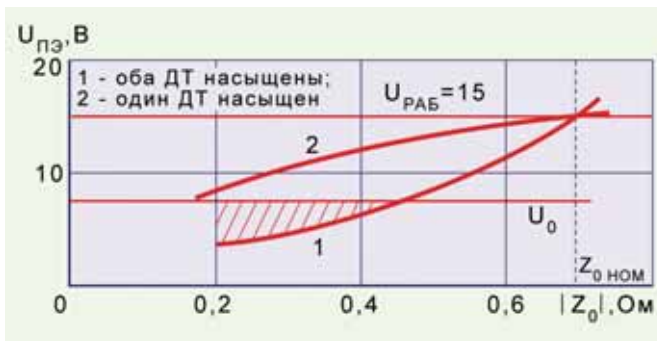


РИС. 7

короткого замыкания (положим  $L=8$  км). Тогда  $Z_k=0,5 \cdot 8=4$  Ом, а ток  $I_{кз}=27500/4=6875$  А.

На схеме, приведенной на рис. 4, показано распределение токов и потенциала в рельсах при коротком замыкании контактной сети. С учетом этого получены уравнения токов и потенциалов для двух зон, расположенных по обе стороны от места КЗ. Искомые величины представлены в виде графиков  $U_p=f(x)$ ,  $I_p=f(x)$  на рис. 5.

Из расчетов следует, что при коротком замыкании тяговой сети переменного тока разность потенциала рельсов на изолирующем стыке превышает допустимые значения. Поэтому при разработке заградительных блоков предусмотрено устройство, соединяющее в момент КЗ между собой нулевые точки ДТ дроссельного пункта. Стендовые испытания схемы РЦ и расчеты показали, что предельный ток намагничивания дросселей, при котором приемник переходит в нулевое состояние, достигает 8,4...9,25 А.

На рис. 6 показана основная кривая намагничивания 1 и частная петля гистерезиса 2 при индукции

постоянного поля (смещения)  $b_0=1,1$  Тл; там же представлена кривая 3 реверсивной магнитной проницаемости  $\mu_r(h_0)$ . Зная величину  $\mu_r$ , находим индуктивность обмотки по постоянному току:  $L_0=\mu_0\mu_r SW^2/l$ , где  $S=29,2 \cdot 10^{-4}$  м<sup>2</sup> – площадь сечения магнитопровода, охватываемая обмотками;  $l=0,58$  м – средняя длина магнитной линии для потоков и индуктивное сопротивление  $\omega L_0$  и ток ( $h_0$  напряженность магнитного поля) подмагничивания. Расчетом фазочувствительной РЦ 25 Гц с использованием этих данных построены зависимости (рис. 7) напряжения на приемнике от модуля сопротивления  $Z_0$ . Заштрихованная зона показывает, что при снижении входного сопротивления релейного и питающего концов РЦ до 0,2...0,42 Ом приемник РЦ отключается. При этом предельный ток намагничивания составляет 8,5...10 А, а ток асимметрии – 17...20 А.

Для обеспечения помехоустойчивости рельсовых цепей в условиях мощных помех тягового тока авторы предложили несколько путей. Первый из них классический – использование на станциях дроссель-трансформаторов с воздушным зазором типа ДТ.06.500С, применяемых на станциях стыкования.

Второй путь – применение защитных коммутирующих блоков, препятствующих растеканию тягового постоянного тока с рельсовой сети станции стыкования в сторону полигона электротяги переменного тока. Помимо устранения насыщения сердечника ДТ такие блоки исключают электрокоррозию опор и металлических элементов на расстоянии до 30 км от источника помехи. Устройство, испытанное в лаборатории ДУЖТ, а также на станции Пятихатки-Стыковая, показало положительный результат.

И, наконец, третий путь – установка симметрирующих резистивных блоков [4] в коротких рельсовых цепях при электротяге переменного тока. Величины сопротивлений резисторов должны существенно превосходить сумму всех сопротивлений в схеме моста рельсовой линии. Резисторы защитных блоков включаются последовательно с дроссельными перемычками на одном из концов рельсовой линии. Такое решение значительно дешевле, чем замена дросселей.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Брылеев А. М., Шишляков А. В., Кравцов Ю. А. Устройства и работа рельсовых цепей: Транспорт, 1966, 264 с.
2. Разгонов А. П., Ковригин М. А. "О надежности работы токопроводящих стыков с тарельчатыми пружинами и с соединителями"/Автоматика, телемеханика и связь. 1994, № 8, с. 32–34.
3. Вахнин М. И., Пенкин Н. Ф., Покровский М. А. и др. Устройства СЦБ при электрической тяге переменного тока. Труды ЦНИИ МПС, вып. 126, 1965. 217 с.
4. Разгонов А. П. и др. "Рейково коло для систем залізничної автоматики" UA.70491.7B61L 27/16. Патент України. 15.10.2004. БЮЛ. № 10.2004р.

# ПЕРЕДОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЕДЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Организация четкой и бесперебойной работы устройств автоматики и телемеханики, обслуживаемых дистанциями СЦБ, во многом зависит от правильного ведения и содержания технической и учетной документации, регламентирующей процесс эксплуатации устройств. Для повышения эффективности работы дистанций, экономии средств и рабочего времени необходимо перевести техническую документацию с бумажных носителей на электронные. Вопросам внедрения передовых технологий ведения технической документации в хозяйстве автоматики и телемеханики была посвящена сетевая школа в Ярославле.

■ Открыл работу школы главный инженер Северной дороги **Д.Л. Андреев**. Он отметил, что дорога обеспечивает пропуск вагонопотока с экспортно-импортными грузами как в порты Балтийского, Баренцева и Белого морей, так и в центральную часть Российской Федерации. Ее услугами пользуются 9,5 тысяч предприятий, расположенных на территории нескольких субъектов Федерации.

В системе компании ОАО «РЖД» – это одна из крупнейших магистралей. По итогам прошлого года по объему перевозок она вошла в серию крупнейших дорог России.

Сегодня дорога – не только транзитное звено в перевозке народно-хозяйственных грузов. Совместно с промышленными предприятиями региона формируется мощная грузовая база. Благодаря взаимной интеграции в Вологодской, Костромской и Ярославской областях стал возможен прирост производства.

Для проведения школы Северная дорога была выбрана неслучайно. Здесь еще в 2000 г. рабочие места по ведению технической документации были оснащены персональными компьютерами, объединенными в компьютерную сеть с единым адресным пространством, и программой АРМ-ВТД. В последующие годы при тесном сотрудниче-

стве со специалистами ПГУПС программа дорабатывалась и совершенствовалась. В настоящее время ведение и содержание технической документации с использованием компьютерных информационных технологий организовано во всех дистанциях СЦБ, где оборудовано 73 рабочих места.

Работу школы возглавил заместитель начальника Департамента автоматики и телемеханики **Н.Н. Балувев**. В своем докладе он остановился на современных принципах ведения и содержания технической документации как основе обеспечения безопасности движения поездов, а также роли работников групп технической документации. Было отмечено, что при снижении числа браков в хозяйстве автоматики и телемеханики на сети стали допускаться случаи нарушения безопасности движения поездов, связанные с ошибками в типовых проектах и технической документации (станции Лиски-Откос, Бобров, Карымская, Решоты, Рузаевка и др.). В последние годы с увеличением объемов проектирования качество проектов резко упало.

Докладчик отметил важность выпуска качественных проектов. В связи с этим необходимо повышать квалификацию руководителей групп технической документации, так как их роль в службе и дистанции сейчас очень важна. Экспертизу проектных решений на дорогах должны проводить специально подготовленные сотрудники лабораторий. Они должны вести проект начиная от технического задания и условий на проектирование до экспертизы технических решений, которые выдают проектные организации для реализации.

Если раньше на этапе пусконаладочных и регулировочных работ опытные регулировщики выявляли и устраняли ошибки и недостатки проектов, то в настоящее время надеяться на это нельзя. На сети ушло поколение опытных регулировщиков, специалистов по пусконаладочным работам не хватает, руководители дистанций часто тоже имеют небольшой опыт пуска но-



В президиуме совещания. Выступает главный инженер дороги Д.Л. Андреев



вых систем. На сети очень много устройств СЦБ с нормативным сроком службы 15–20 лет, которые фактически находятся в эксплуатации около 40 лет. Молодым специалистам неинтересно изучать устаревшие системы и схемы, поэтому при появлении проблем с этими системами возникают сложности с их решением.

При сложности современных систем и устройств СЦБ необходимо на дорогах создавать квалифицированные группы пусконаладчиков и регулировщиков, которые должны иметь тесную связь с группами технической документации.

Большой объем технической документации в хозяйстве автоматики и телемеханики и высокая трудоемкость выполнения работ по ведению технической документации требуют скорейшего внедрения системы электронного документооборота на основе АРМ-ВТД. Электронный документооборот – это высокоэффективная ресурсосберегающая технология, которую необходимо отработать параллельно с бумажной, а затем полностью перейти на безбумажную версию.

Н.Н. Балуев отметил, что на сети из эксплуатирующихся на сети дорог 4989 перегонов и 5387 станций переведена в электронный вид средствами АРМ-ВТД техническая документация СЦБ для 976 перегонов и 2126 станций, средствами других графических редакторов - для 996 перегонов и 1356 станций. Для перевода технической документации в электронный вид использовались различные программные продукты (Visio, AutoCad и др.). Необходимо уйти от дальнейшего использования этих приложений и перейти на

единый формат, однако при этом надо постараться сохранить уже наработанную базу данных.

С созданием электронного инструментария и базы данных технической документации появится возможность подключить к БДТД всех пользователей, включая электромехаников, руководителей разного уровня, бригад пусконаладочных работ, проектировщиков, производителей аппаратуры, строителей.

Новые технологические решения, введение электронного документооборота, БДТД и электронной подписи не только сократят сроки согласования и утверждения технической документации, но также позволят автоматизировать ее экспертизу и наладить учет всех видов документации (включая заказные спецификации) в процессе проектирования, заказа, изготовления и получения оборудования.

О применении отраслевого формата технической документации на устройства ЖАТ для интеграции приложений рассказал заместитель начальника отдела Департамента автоматики и телемеханики **В.В. Кудрявцев**. Он отметил, что в соответствии с утвержденным Департаментом техническим заданием на систему САПР-СЦБ разработано программное обеспечение двух комплексов задач для проектирования и ведения технической документации: комплекс задач автоматизированного проектирования (САПР-ГТСС) разработки ГТСС на базе AutoCad и автоматизированное рабочее место по ведению и сопровождению технической документации в службах и дистанциях СЦБ (АРМ-ВТД) разработки ПГУПС на базе отраслевого формата ОФ-ТД.

Кроме этого, существуют две наиболее крупные системы, непосредственно не связанные с процессом создания и сопровождения технической документации: комплексная система управления хозяйством СЦБ (АСУ-Ш-2) и геоинформационная система (ГИС). Для интеграции данных задач ПГУПС разработан отраслевой формат технической документации на устройства ЖАТ (ОФ-ТД СЦБ). Он содержит в себе не только информацию об изображении чертежа, но и модель изображенных на ней элементов или схем. При этом приложение может извлекать необходимую информацию по требованию (только графику, только модель или и то и другое).

В настоящее время ОФ-ТД уже используется в разработанных ПГУПС АРМ-ВТД и АРМ-ПТД (проектировщика) для обмена информацией между соответствующими модулями, а также для обмена данными с другими системами. Предусмотренные в техническом задании на САПР-СЦБ работы по интеграции САПР-ГТСС и АРМ-ВТД на базе отраслевого формата пока не завершены.

В связи с этим требуется ручное преобразование данных, которое приводит к значительным трудозатратам, потерям времени, увеличению ошибок при вводе, дублированию информационных потоков в сетях передачи данных.

Так, анализ задач АСУ-Ш-2 показывает, что наибольшая часть исходных данных – это техническая документация на устройства ЖАТ, формируемая в процессе проектирования и эксплуатации. По этой документации автоматически можно получить сведения об осна-



Участники школы обсуждают новые функциональные возможности АРМ-ВТД

ценности (например, форму государственной отчетности АГО-5, которая сейчас обычно формируется вручную). Данная операция становится возможной, если обеспечить сквозной обмен данными между АСУ-Ш-2 и САПР СЦБ.

Установка и поддержание лицензий программы AutoCad на дорогах дорогостоящий и трудоемкий процесс, требующий работы квалифицированных администраторов системы. В связи с этим предложено ГТСС и ПГУПС разработать конвертеры, позволяющие преобразовывать схемную документацию из формата AutoCad в отраслевой формат, применяемый в АРМ-ВТД.

Об интеграции АСУ-Ш-2 и АРМ-ВТД для загрузки данных об устройствах СЦБ из технической документации доложил главный инженер проекта ГТСС **В.В. Задорожный** (его статью читайте на стр. 30).

Переработка Инструкции по содержанию технической документации на устройства сигнализации, централизации и блокировки, проблемы и пути их решения – эти темы были затронуты в выступлении начальника отдела ПКТБ ЦШ **А.В. Кузьмичева**. Он обратил внимание присутствующих на то, что перед тем как приступить к переработке Инструкции ЦШ-617 необходимо определить статус нового документа. В настоящее время все документы МПС находятся под юрисдикцией Министерства транспорта России, т. е. являются документами федерального уровня.

Было предложено два варианта решения этой проблемы. В первом варианте изменения вносятся в действующую инструкцию. При этом требования инструкции будут обязательны не только для ОАО «РЖД», но и других компаний – владельцев инфраструктуры железнодорожного транспорта. Однако в этом случае резко увеличивается время, необходимое для согласования документа со всеми заинтересованными сторонами и его утверждения.

Во втором варианте документ разрабатывается только для ОАО «РЖД». При этом нормы документа будут ориентированы на компанию, а сроки согласования и утверждения регламентируются исключительно требованиями компании. Однако требования документа в этом случае не должны противоречить требованиям действующей инструкции, утвержденной Министерством путей сообщения.

А.В. Кузьмичев познакомил присутствующих со стандартом «Техническая документация в ОАО «РЖД». Правила учета, хранения, обращения и внесения изменений», введенным в действие с 01.06.09. Стандарт устанавливает эти правила независимо от того, являются ли субъекты хозяйственной деятельности (заказчик, разработчик, изготовитель и потребитель) держателями подлинников, владельцами копий или их совокупности, а также независимо от статуса технической документации (подлинник, копия) и формы (аналоговая, дискретная, электронная) представления информации.

В соответствии с областью применения стандарта его положения необходимо применять в работе с субъектами хозяйственной деятельности, участвующими по заказам ОАО «РЖД» в разработке технической документации или обеспечивающими реализацию и информационную поддержку процессов изготовления, эксплуатации, ремонта и утилизации продукции.

В соответствии со стандартом техническая документация рассматривается как совокупность конструкторских и технологических документов, а проектная документация выведена за рамки документа. В связи с этим разработку нового документа, регламентирующего порядок содержания технической документации в хозяйстве автоматики и телемеханики, необходимо будет выстраивать так, чтобы его требования не противоречили требованиям утвержденного стандарта.

Интегрированную систему автоматизированного проектирования, ведения и проверки технической документации на устройства ЖАТ (ИСПВТД) представил профессор ПГУПС **М.Н. Василенко**. Он рассказал о возможностях этой системы и проблемах ее внедрения на дорогах (статью читайте на стр. 28).

Руководитель группы отдела САПР ГТСС **А.В. Макаров** представил корпоративную автоматизированную систему проектирования устройств СЦБ (КАСПР). Его выступление вызвало отклики участников школы, в которых отмечалось, что многие проектные институты выдают электронную версию проектной документации на базе AutoCad или Visio. Они не стыкуются с АРМ-ВТД, поэтому схемы нельзя корректировать и их приходится перерисовывать заново. Установка лицензионной программы AutoCad на

дорогах – дорогостоящий и очень долгий процесс, который надо повторять ежегодно. В связи с этим предложено ГТСС разработать конвертер, позволяющий преобразовывать схемную документацию из формата AutoCad в отраслевой формат, применяемый в АРМ-ВТД.

В выступлениях представителей дорог, непосредственных пользователей АРМ-ВТД, было высказано одобрение этой системы. Выступающие отметили, что система обеспечивает доступ к документу с удаленных рабочих мест благодаря развитой сети СПД на дорогах, позволяет создать базу технической документации, в ней можно хранить документы, созданные в других программах и форматах. АРМ-ВТД позволяет формировать базы инструкций, указаний, телеграмм, вводить принципиальные и монтажные схемы, схематические планы станций, кабельные планы, распечатывать их, вносить изменения в чертежи и утверждать их.

Большое внимание присутствующих вызвало выступление начальника сектора технической документации Дорожной лаборатории Октябрьской дороги **Л.Ю. Пахомовой**. Она представила анализ причин низкого качества составления, содержания и ведения технической документации (рис. 1). Диаграмма состоит из пяти основных сегментов, влияющих на качество содержания технической документации: порядок составления, содержания, ведения технической документации; персонал; контроль; технология документооборота; технические средства. За счет выявления и последовательного устранения причин их воздействия можно минимизировать проблемы:

путем создания единого порядка составления, содержания, ведения технической документации;

повышением уровня знаний работников, участвующих в составлении, содержании, ведении технической документации (проектировщиков, инженеров по технической документации);

повышением уровня контроля со стороны руководителей службы и дистанции;

созданием системы ответственности за своевременное согласование, корректировку технической документации.

Например, применяя передовые методы ведения технической документации можно устранить сегмент технологии документооборота, ко-



торый занимает 11 % от общей проблемы. Кроме этого, выступающая поделилась положительными результатами внедрения АРМ-ВТД и опытной эксплуатации электронной цифровой подписи.

Основные цели создания ЭЦП – повышение качества и ускорение процессов информационного обмена, ускорение процессов согласования и утверждения технической документации, исключение непроизводительных затрат времени сотрудников на командировки и возможности несанкционированного изменения согласованной и утвержденной технической документации, контроль сроков согласования и утверждения и др.

На рис. 2 представлена схема полигона тестирования процесса утверждения принципиальных схем с использованием ЭЦП на Октябрьской дороге. Основными пользователями ЭЦП являются работники групп технической документации и руководство дистанций СЦБ, работники сек-

тора технической документации Дорожной лаборатории, работники отдела эксплуатации и руководство службы автоматики и телемеханики.

Л.Ю. Пахомова отметила, что в соответствии с новой технологией организации разделение процесса утверждения технической документации, что позволяет значительно сократить его общее время. Кроме этого, автоматически отслеживается график утверждения документа. При этом работник, контролирующий внесение изменений в техническую документацию, в любой момент получает оперативную информацию – на каком этапе утверждения находится документ, когда и к кому он поступил, сколько времени находился на подписи. Это также косвенным образом влияет на скорость утверждения документа.

Недостатком электронного согласования является то, что для анализа и проверки схем их необходимо распечатывать в бумажном виде, так как на мониторе схему

проверить трудно. Для устранения этого недостатка необходимо дополнить АРМ-ВТД функцией проверки и анализа проектной документации.

В адрес проектных организаций были высказаны замечания о выдаче проектов дорогам в электронном виде в различных форматах, не состыкованных друг с другом и с АРМ-ВТД. Многие институты сканируют или ксерят действующие схемы, вносят в них изменения и размножают. В результате заведенная дистанциями СЦБ база в АРМ-ВТД требует исправления силами работников групп технической документации. Необходим утвержденный единый отраслевой формат, чтобы конечный продукт, выданный проектной организацией, можно было конвертировать в АРМ-ВТД.

Выступающие также отмечали, что на качество проверки проектно-сметной документации влияет отсутствие единой информационной базы, в которой бы размещалась самая свежая нормативная документация

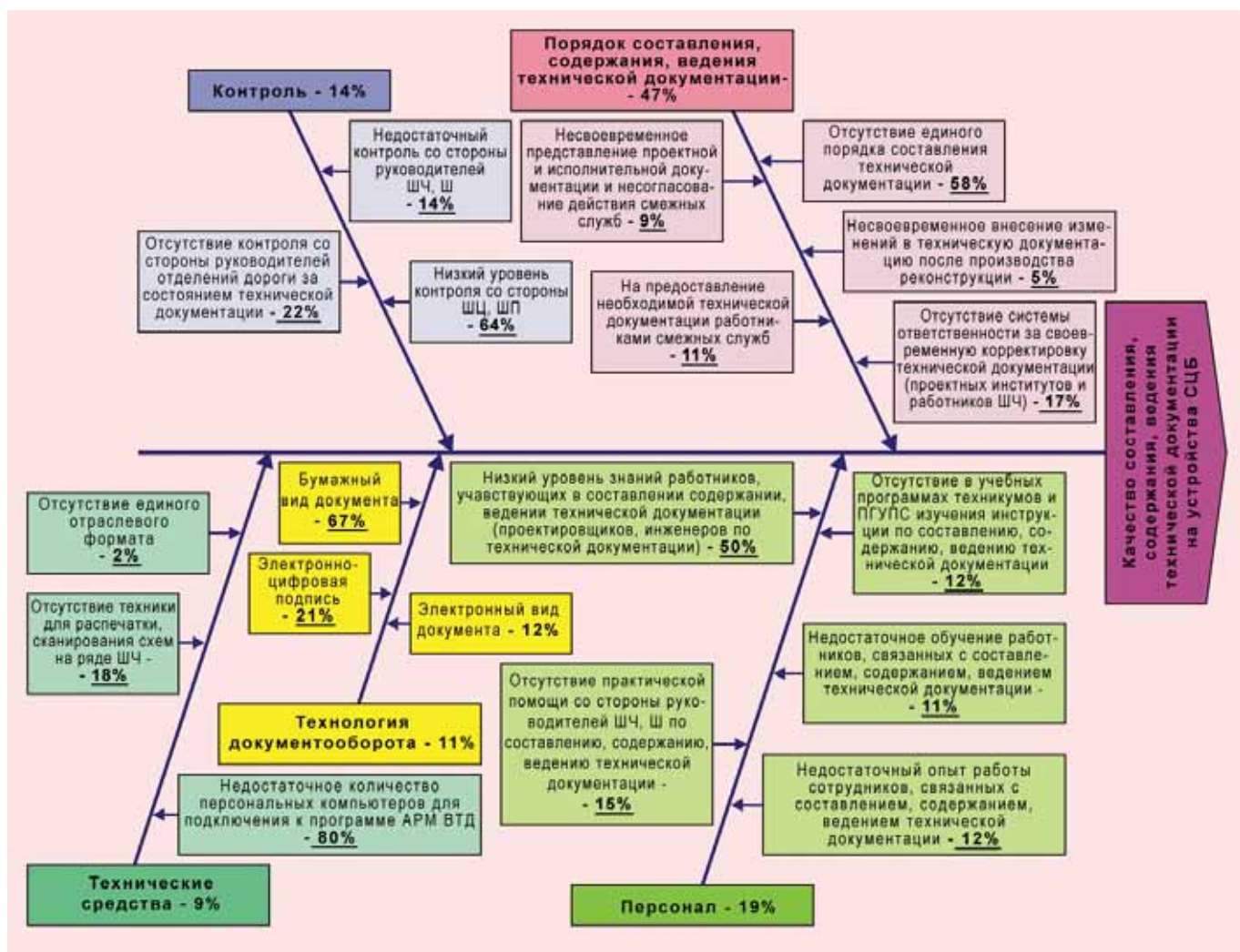


РИС. 1



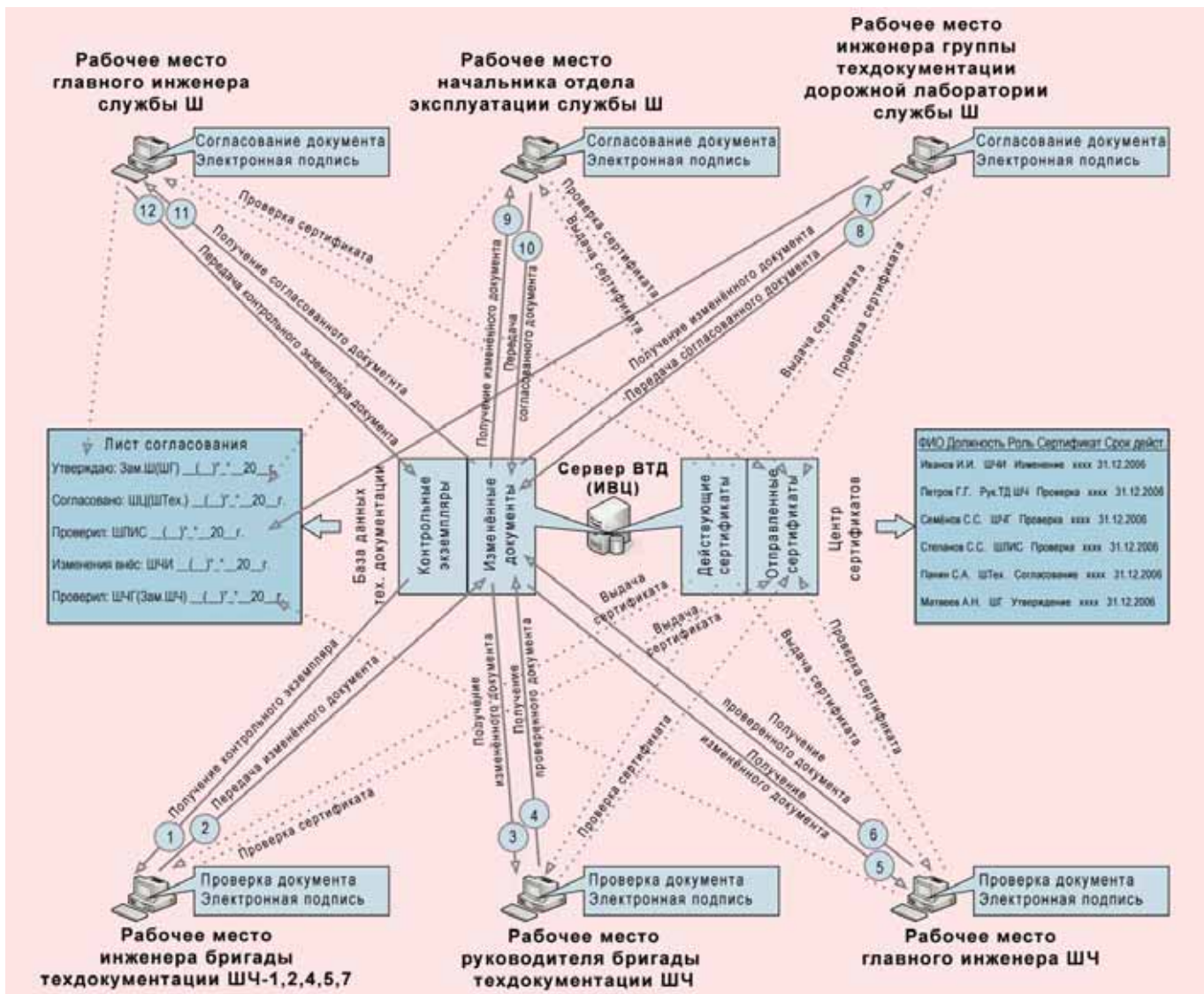


РИС. 2

по проектированию. Сегодня каждая дорога вынуждена самостоятельно заключать договоры на информационное сопровождение.

Был поднят вопрос и о статусе групп технической документации в дистанциях и дорожных лабораториях. В дистанциях большая текучесть кадров из-за низкой заработной платы при большой загруженности. Грамотные, высококвалифицированные специалисты уходят в проектные институты на более оплачиваемую работу. Не решен вопрос о расчете норматива численности групп технической документации. В связи с внедрением на дорогах новых систем ЖАТ (АБТЦ, ЭЦ-МПК, АПК-ДК, КТСМ, СПД ЛП, ДЦ и др.) значительно увеличился объем проектной документации. Не учитывается работа, затрачиваемая на составление инструкций по пользованию устройствами СЦБ на станциях, по исправлению проектных схем. Необходимо

вести расчет норматива численности от объема документации, а не по техническим единицам.

Разработчики АРМ-ВТД познакомили участников школы со своими последними достижениями и продемонстрировали автоматизированную систему экспертизы схемных решений систем ЖАТ, АРМ по расчету тональных рельсовых цепей, АРМ ведения заказных спецификаций, автоматизированный расчет поездов.

По итогам работы школы было рекомендовано в 2009 г. по всем дорогам завершить сетевое внедрение АРМ-ВТД как основы организации электронного документооборота с сохранением бумажной версии ТД.

До конца 2010 г. обеспечить плановый переход к единому формату ведения технической документации по всем железным дорогам.

В технических заданиях на вы-

полнение проектных работ предусматривать обязательное предоставление всей проектной документации в едином отраслевом формате и включать электронную версию схем в отраслевом формате в комплект проектной документации.

Специалистам ПГУПС и ГТСС поручено разработать единый стандарт обозначений всех устройств СЦБ для ввода данных в автоматизированные системы хозяйства автоматики и телемеханики.

Ежегодно проводить обучение специалистов групп технической документации дистанций и лабораторий работе с системами АРМ-ВТД.

К 2011 г. необходимо завершить работы по созданию базы данных технической документации. С целью ускорения заполнения БДТД (переноса схем с бумажного носителя на электронный) привлечь к этой работе дополнительных исполнителей.

Т. ФИЛОШКИНА



**М.Н. ВАСИЛЕНКО,**  
руководитель НТЦ САПР  
ПГУПС, доктор техн. наук,  
профессор

# ИНТЕГРИРОВАННАЯ СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, ВЕДЕНИЯ И ПРОВЕРКИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

**Задачи хозяйства автоматики и телемеханики могут быть успешно решены при активном внедрении разработанной специалистами НТЦ САПР ПГУПС совместно с фирмой ООО "ИМСАТ" интегрированной системы автоматизированного проектирования, ведения и проверки технической документации на устройства ЖАТ (ИСПВТД).**

■ ИСПВТД-ЖАТ представляет собой совокупность автоматизированных рабочих мест (см. рисунок). Система обеспечивает автоматизацию интеллектуальной деятельности пользователей ОАО "РЖД" по проектированию, ведению, сопровождению, проверке, контролю качества, организации электронного документооборота и электронной цифровой подписи при работе с технической документацией на устройства ЖАТ.

ИСПВТД-ЖАТ включает в себя АРМ-ПТД, АРМ-ВТД, АРМ-ТЕСТ и ряд других АРМов, работающих в едином отраслевом формате технической документации и реализующих современные ресурсосберегающие технологии обработки технической документации в электронном виде.

Данная система обеспечивает решение следующих актуальных задач. Прежде всего, это комплекс программных средств создания и ведения баз данных технической документации (БДТД) ЖАТ. Техническое обеспечение БДТД включает базовые АРМы проектирования технической документации (АРМ-ПТД). В настоящее время на всех 17 железных дорогах России внедрено более 1000 АРМ ВТД.

Создание электронных баз данных закладывает возможность применения принципиально новых технологий внедрения и эксплуатации устройств и систем ЖАТ. Так как технические и программные средства в виде АРМ-ПТД и АРМ-ВТД уже созданы, их надо внедрить и на сети, и в ПКТБ ЦШ. Кроме того,

необходимо утвердить отраслевой формат на основные типы технической документации, чтобы была возможна компьютерная обработка баз и банков технической документации. Так же, как инженер понимает чертеж, потому что знает ЕСКД, так и компьютер будет понимать техническую документацию в электронном виде на основе отраслевого формата. Вопрос о создании электронных баз данных технической документации поднимается уже неоднократно. На настоящий момент существуют технические и программные средства для заполнения таких баз (АРМ-ВТД, АРМ-ПТД), проектные институты, которые должны поставлять техническую документацию в электронном виде в отраслевом формате, группы технической документации на дорогах. В ПГУПС есть опыт создания научно-производственных учебных центров по переносу технической документации на электронные носители.

В технической документации есть вся необходимая информация для строительства и производства пусконаладочных работ и диагностики, профилактического обслуживания, ремонта и контроля качества ЖАТ. Но взяв эту информацию и автоматически обработать можно только из электронных баз технической документации. Решение этой проблемы обеспечивает внедрение ИСПВТД.

При наличии ИСПВТД появляется возможность организации электронного документооборота на базе СПД ОАО "РЖД". Система пред-

назначена для всех участников процесса разработки, проектирования, изготовления, пусконаладочных работ и эксплуатации ЖАТ. Она не имеет аналогов в отрасли и базируется на сетевых версиях АРМ-ВТД, АРМ-ПТД и отраслевых форматах технической документации.

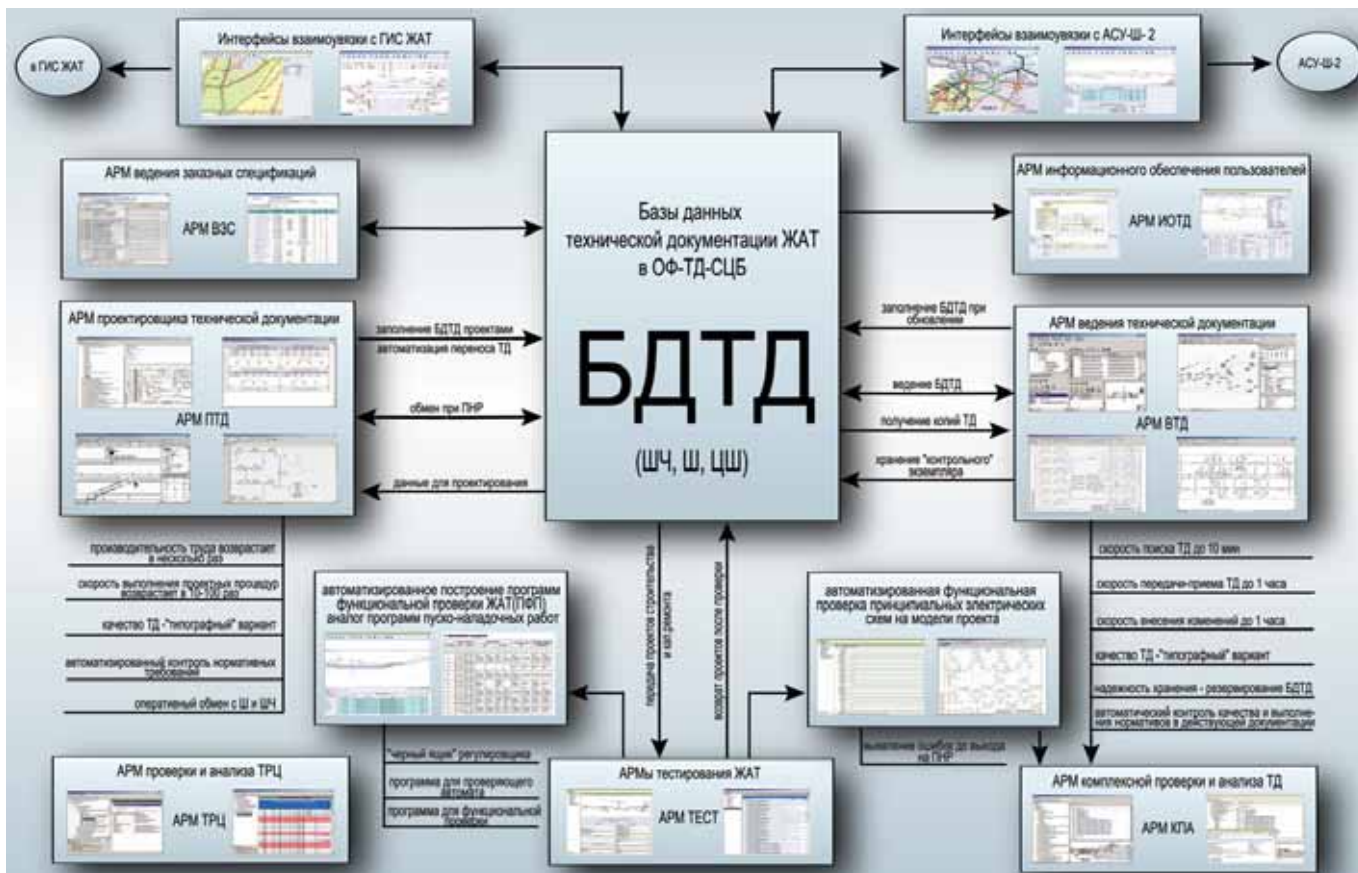
Данная система обеспечивает высокую скорость обращения технической документации (передача, прием) от нескольких минут до 1 ч; высокую скорость согласования и утверждения технической документации (до нескольких часов); применение электронной цифровой подписи. По сравнению с бумажными технологиями эффективность электронной технологии на несколько порядков выше.

ИСПВТД – универсальная система автоматизированного проектирования средств ЖАТ (на базе АРМ-ПТД новой версии), которая обеспечивает значительное повышение производительности труда проектировщиков и качества проектов, позволяет не только создавать новые проекты ЖАТ, но и проекты реконструкции и модернизации действующих систем. Такой возможности другие известные САПР не представляют.

Следующее принципиально новое решение, которое создает ИСПВТД, – это комплексная система контроля качества технической документации ЖАТ (а значит, и самих систем автоматики).

ИСПВТД обеспечивает: контроль качества действующей технической документации (находящейся в эксплуатации) на соответствие утвер-





жденным нормативам, типовым проектным решениям, нормам и др. (специализированный АРМ контроля качества документации в электронном виде); контроль качества технической документации в процессе автоматизированного проектирования (заложен в модуле АРМ-ПТД); автоматизированный синтез программ полной функциональной проверки (ПФП) систем (АРМ-ТЕСТ); автоматизированную проверку проектов принципиальных схем методом моделирования на стадии приемки проектов (АРМ-ТЕСТ); автоматизированный расчет тональных рельсовых цепей (АРМ-ТРЦ).

Все задачи находятся в стадии опытной эксплуатации.

Существующие системы контроля качества проектов визуальным просмотром опытными специалистами, на наш взгляд, практически бесперспективны. Задачи выборочного контроля качества проектно-сметной документации, экспертизы технических решений, разработки средств контроля ЖАТ при вводе в эксплуатацию можно успешно решать комплексом АРМ-ПТД, АРМ-ТЕСТ, АРМ-КПА.

Принципиально новые решения

и технологические возможности возникают на основе компьютерной обработки электронных баз данных технической документации. Это оперативный доступ любых пользователей к внутреннему содержанию баз технической документации (элементы, марки, параметры, структура соединений, паспорта устройств и др.). Все эти данные получают автоматически из АРМ-ИОТД и могут быть эффективно использованы в системах АПК-ДК, АСУ-Ш-2, ГИС ЖАТ и др. Эффективность этих систем значительно возрастает при стыковке с БДТД. Необходимые интерфейсы специалистами ПГУПС уже разрабатываются.

Еще одно важное направление – разработка и внедрение автоматизированной системы контроля работ по проектированию, производству, строительству и пусконаладке (АСК-ППСП) на основе АРМ-ВЗС. При этом по каждому титулу проекта капитального ремонта автоматизируется ведение следующей информации:

привязка титула к составу и срокам получения всех видов проектной документации (включая техническое задание в электронном виде,

перечень утверждаемой документации и др.);

привязка к конкретным объектам проектирования (дорога, отделение, станция, перегон, переезд); автоматическое формирование на основе БДТД или получение в готовом виде заказных сертификатов по всему титулу;

автоматизированное ведение базы данных титулов проектов (БДТП) с подключением всех участников внедрения титула (проектировщики, ДКСС, ДКРС, заводы-изготовители, строители, пусконаладочные бригады);

автоматическая обработка БДТП, размещенных на серверах служб автоматики и телемеханики, с выдачей текущей информации о степени готовности титула к внедрению.

АСК-ППСП находилась в опытной эксплуатации на Октябрьской дороге в 2008 г. Область применения АСК-ППСП гораздо шире хозяйства ЖАТ. Система может эффективно применяться любыми крупными организациями и фирмами, ведущими строительство и капитальный ремонт в большом числе подразделений.

Эффективность предлагаемых технологий очевидна (слайд № 2).





**В.В. ЗАДОРЖНЫЙ,**  
главный инженер проекта  
института «Гипротранс-  
сигналсвязь»

Для эффективного функционирования всех подсистем комплексной автоматизированной системы управления хозяйством автоматики и телемеханики АСУ-Ш-2 требуется достоверная информация об устройствах и объектах ЖАТ, которая традиционно ведется с использованием входящего в нее комплекса задач «Учет и анализ технической оснащенности железных дорог устройствами ЖАТ» (КЗ ТехОс-Ц). Все данные вводятся в АСУ из бумажной технической документации вручную, что требует значительных временных ресурсов.

Интеграция АСУ-Ш-2 с комплексом задач по ведению технической документации (КЗ АРМ-ВТД) позволит сократить время на ввод, внесение изменений и сверку данных об оснащении дистанций в КЗ ТехОс-Ц за счет загрузки информации из технической документации в электронном виде. Кроме этого, интеграция двух систем повысит достоверность сведений об устройствах СЦБ в АСУ-Ш-2 и в электронных схемах, а также обеспечит возможность просмотра, печати и анализа схем на всех рабочих местах системы.

# ИНТЕГРАЦИЯ СИСТЕМ АСУ-Ш-2 И АРМ-ВТД

■ Интеграция АСУ-Ш-2 и АРМ-ВТД основана на электронном представлении схем в отраслевом формате технической документации по СЦБ (ОФТД СЦБ) и единстве классификации устройств ЖАТ в двух системах. Отраслевой формат основных видов технических документов – схематического и двухниточного плана станции, путевого плана перегона, планов кабельной сети станции и перегона – разработан и утвержден Департаментом автоматики и телемеханики в 2007 г.

В 2008 г. специалистами Гипротрансигналсвязи и ПГУПС разработана первая очередь программного обеспечения (ПО) интеграции АСУ-Ш-2 и КЗ АРМ-ВТД, реализующая обработку схематического и двухниточного планов станции, а также плана кабельной сети станции.

В состав ПО интеграции АСУ-Ш-2 и АРМ-ВТД (см. рисунок) входят модули «Синхронизация баз данных АСУ-Ш-2» («Почта/Репликация») и «Работа со схемами» (М-Док), задачами в составе КЗ ТехОс-Ц – «Загрузка данных об оснащении СЦБ» и «Сверка схем и данных по технической оснащенности СЦБ» КЗ ТехОс-Ц, а также АРМ информационного обеспечения на основе технической документации (АРМ-ИОТД).

Информационный обмен данными между АРМ-ВТД и АСУ-Ш-2 обеспечивает модуль «Почта/Репликация», который функционирует в ИВЦ дорог на серверах обеих систем и обеспечивает обмен нормативно-справочной информацией и контрольными экземплярами технических документов.

Модуль «Почта/Репликация» передает из АСУ-Ш-2 в АРМ-ВТД

классификаторы станции, межстанционных перегонов, дистанций, а также номенклатуру оборудования ЖАТ в автоматическом режиме. После утверждения схемы и перевода в АРМ-ВТД из рабочего в контрольный экземпляр схема автоматически копируется модулем «Почта/Репликация» в АСУ-Ш-2 и становится доступной для обработки в этой системе. Работу со схемами в АСУ обеспечивают новый модуль М-Док, АРМ-ИОТД и две новые задачи в КЗ ТехОс-Ц.

Первая из них – «Загрузка данных об оснащении СЦБ» – предназначена для первичной загрузки в АСУ-Ш-2 информации по путям, объектам и устройствам на станциях из схем в ОФТД СЦБ. При корректном формировании схемы в АРМ-ВТД в АСУ-Ш-2 загружаются все данные из схемы, что составляет 80–85 % общей трудоемкости ввода данных. В КЗ ТехОс-Ц остается заполнить несколько строительных параметров по каждому загруженному устройству – «завод-изготовитель», «год выпуска», «год ввода» и др.

Вторая задача – «Сверка схем и данных по технической оснащенности СЦБ» – служит для выявления и отображения всех несоответствий электронной схемы и данных об оснащении в КЗ ТехОс-Ц и последующего приведения сведений в АСУ-Ш-2 в соответствие схеме.

На первом этапе обработки автоматически выявляются и визуализируются несоответствия данных на схеме и в АСУ с выделением следующих групп:

- объект/устройство полностью идентичны на схеме и в АСУ;
- есть различия в заполнении параметров объекта/устройства;
- объекта/устройства нет в АСУ;

объекта/устройства нет на схеме. Изменения в АСУ-Ш-2 вносятся при помощи специальных кнопок.

При корректном формировании схемы в АРМ-ВТД и правильном вводе данных в АСУ в результате сверки существующие объекты и устройства АСУ связываются с элементами из схемы. Новые и измененные элементы схемы автоматически выделяются в окнах устройств и объектов схемы, а в АСУ выделяются объекты и устройства, изъятые из схемы.

На практике не все элементы автоматически связываются. Про-

явление действительных расхождений и уменьшение трудоемкости анализа расхождений сведений из двух источников при дальнейших изменениях в схеме и последующих сверках в АСУ.

Модуль «Работа со схемами» предназначен для просмотра, анализа, поиска и печати схем в ОФТД. М-Док установлен на всех рабочих местах АСУ-Ш-2 и обеспечивает базовый набор функций работы со схемами в электронном виде (просмотр, анализ, поиск, печать) всем специалистам хозяйства

переходе на автоматизированную отчетность АГО-5.

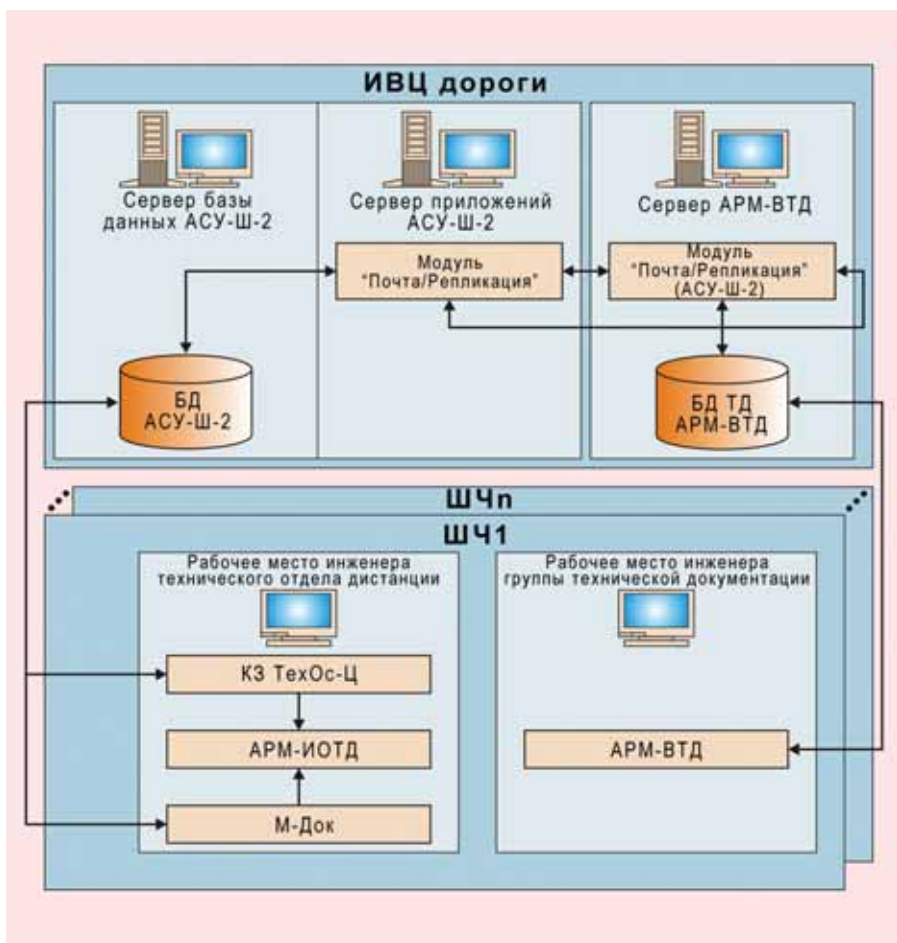
По ряду причин данное ПО пока эксплуатируется лишь в некоторых дистанциях. В первую очередь из-за того, что еще не во всех дистанциях организована полноценная эксплуатация АРМ-ВТД и, как следствие, на ряде станций отсутствуют актуальные схемы (в первую очередь двухточечные планы станций). Помимо этого, не на всех дорогах применяются технологии «электронного» рассмотрения, согласования и утверждения схем с использованием программного обеспечения АРМ-ВТД. Но ведь схема становится доступной для обработки в АСУ-Ш-2 только после утверждения и переноса схемы в контрольный экземпляр службы.

Недостаточная информированность специалистов на дорогах о новых возможностях переданных для эксплуатации программ, в том числе и ПО первой очереди интеграции АСУ-Ш-2 и АРМ-ВТД, отсутствие полноценного обучения специалистов на дистанциях работе с ПО и навыков работы с программами пока не позволяют дорогам достичь ожидаемого эффекта от их применения.

Автоматизация ручного ввода в АСУ-Ш-2 информации об объектах и устройствах ЖАТ на перегонах значительно сократит время, затрачиваемое инженерами технических отделов на эту работу, повысит достоверность сведений в АСУ и правильность статистической отчетности в хозяйстве. В рамках разработки программного обеспечения второй очереди интеграции в АСУ-Ш-2 планируется автоматизировать актуализацию данных на перегонах на основе сведений из путевых планов и планов кабельной сети перегонов, выполненных в отраслевом формате. Планируется также автоматизировать в АСУ-Ш-2 анализ нарушений в работе устройств СЦБ, АЛС и САУТ с выделением проблемных устройств на схеме.

Еще одно направление работы – обеспечение показа схем на карманных персональных компьютерах электромехаников СЦБ и передача в АРМ-ВТД из АСУ-Ш-2 параметров устройств СЦБ, не указанных в схеме (марка, ордината, путь и др.).

К сожалению, реализация этих задач планируется только в 2010–2011 гг.



исходит это из-за того, что при вводе информации в АСУ часто вносятся изменения в схемные обозначения устройств (например, светофор «Н» на схеме вводится в АСУ как «вх.св.Н»). Кроме того, при формировании схем не всегда указываются ордината, марка, обозначение объекта/устройства. В связи с этим часть элементов схемы необходимо связывать с объектами и устройствами в АСУ вручную. Цель «связывания» объектов и устройств в

автоматики и телемеханики. В его составе работает АРМ Информационного обеспечения на основе технической документации (АРМ-ИОТД), обеспечивающий работу с конкретной схемой.

Применение первой очереди программного обеспечения интеграции АСУ-Ш-2 и АРМ-ВТД во всех дистанциях СЦБ значительно повысит эффективность работы технических отделов. Это особенно важно для решения задачи актуализации данных об оснащенности в АСУ-Ш-2 и





**С.В. ШИНКАРЕВ,**  
заместитель начальника  
Тайгинской дистанции  
Западно-Сибирской дороги

**Станция Тайга появилась в 1896 г. при строительстве Транссиба от станции Обь в восточном направлении. В деревянном здании вокзала размещались два телеграфных аппарата Морзе. Движение в западном и восточном направлениях осуществлялось с помощью телеграфной связи. Все линейные станции были оснащены телеграфными аппаратами того же типа.**

# НАШИМИ ЛЮДЬМИ МОЖНО ГОРДИТЬСЯ



■ В 1923 г. на станции Тайга было организовано Второе тайгинское отделение службы движения, в состав которого входил отдел связи. Через четыре года участок связи был переименован в Первую дистанцию сигнализации и связи.

В те годы станционные устройства, поддерживающие безопасность движения поездов, были весьма примитивны. Они открывали семафоры только при запираании стрелок, находящихся в соответствующем положении согласно устанавливаемому маршруту. Эти устройства обеспечивали ключевую зависимость стрелок и сигналов, запираемых специальными замками.

Для организации движения на перегонах главного хода действовала полуавтоматическая блокировка, а на Томском направлении – жезловая система. В 1952 г. на участке Болотная – Мариинск построили ав-

томатическую блокировку постоянного тока, которая увеличила пропускную способность этого направления. Впоследствии при электрификации главного хода ее заменили на числовую кодовую автоблокировку. В 1955 г. на участке Тайга – Томск жезловая система была заменена полуавтоматикой, а в 1976 г. на этом участке вводятся устройства автоблокировки.

В 1960 – 1970-е гг. интенсивно обновляются устройства ЭЦ на станциях Литвиново, Юрга-1, Яя, Судженка, Тутальская, Томск-1.

В 2002 г. Тайгинскую дистанцию укрепили, присоединив к ней Томскую, и ее оснащенность составила 701,5 техн. ед. В 2006 г. подразделения связи были выделены в отдельную структуру – региональный центр связи. Предприятие было переименовано в Тайгинскую дистанцию сигнализации, централизации и блокировки.



Начальник дистанции Ю.И. Маточкин рассматривает состояние охраны труда с председателем профкома Т.Ю. Седельниковой и инженером В.Н. Никоновой



Братья Игорь и Владимир Вячистые заменяют стрелочный электропривод на станции Тайга



Сейчас она обслуживает устройства СЦБ по Транссибу от Мариинска до Болотной и на Томском направлении от Тайги до Белого Яра. Ее эксплуатационная длина составляет 658 км.

Дистанция оснащена современными системами железнодорожной автоматики. Техническая оснащенность 307,7 ед. Автоматической блокировкой оборудовано 373,6 км, полуавтоматической блокировкой – 284,3 км. На 34 станциях в электрическую централизацию включены 654 стрелки, действуют современные системы электрической централизации.

Дистанция содержит устройства СЦБ в отличном состоянии, балльная оценка за полугодие составила 3,32, что на 8,5 % выше плана. Себестоимость содержания устройств 294,6 тыс. руб. Капитальный ремонт хозяйственным способом выполнен в полном объеме и составил 3 млн. 202 тыс. руб.

Производительность труда выше плановой на 2,1 %. Среднемесячная заработная плата 25,2 тыс. руб. По сравнению с аналогичным периодом прошлого года рост составил 12,9 %.

За 7 месяцев текущего года допущено 66 отказов, что на 5 меньше, чем за аналогичный период прошлого года. За прошедший год и за 7 месяцев этого года случаев брака не было.

По вине технического штата дистанции произошло 38 отказов, что на 10 отказов меньше по сравнению с прошлым годом. Среднее время восстановления работы устройств СЦБ уменьшилось с 54 до 37 мин. Было задержано 25 поездов (из них 21 грузовой, два пассажирских и два

пригородных), что на 9 поездов меньше, чем в прошлом году. Время задержки уменьшилось почти на 17 часов и составило 24 ч 36 мин.

Для повышения безопасности движения поездов 387,2 км пути оборудовано устройствами АЛСН, 373,6 км – путевыми устройствами систем автоматического управления торможением поездов (САУТ).

На полигоне дистанции эксплуатируется релейная электрическая централизация блочного типа в основном со стрелочными электроприводами постоянного тока. В последние годы централизация строится только с электроприводами переменного тока, более надежными в эксплуатации. Такими системами оборудованы пять станций.

Устройства электрической централизации станций включены в Единый диспетчерский центр управления дороги.

На станциях Антибесский, Судженка и Литвиново при модернизации ЭЦ применены тональные рельсовые цепи, которые повышают надежность работы автоблокировки. Использование длинных плетей позволяет снизить на 20 % затраты на обслуживание пути.

Подходы к станциям и искусственным сооружениям оснащены устройствами контроля схода подвижного состава (УКСПС). При их срабатывании входной сигнал перекрывается с разрешающего на запрещающее показание, и информация о срабатывании передается через речевой информатор по поездной радиосвязи машинисту поезда.

Контроль за качеством выполнения графика технологического процесса осуществляет диспетчер-

ский аппарат дистанции. Рабочее место диспетчеров оборудовано современными АРМами.

В дистанции внедряются новые средства автоматики, существующие устройства модернизируются для повышения их надежности. Так, в соответствии с плановым заданием отремонтировано 65 стрелочных электроприводов с заменой фрикционных дисков. В действующих стрелочных электроприводах типа СП-6М заменены 25 устаревших фрикционных дисков на металлокерамические. Установлено 54 новых аккумуляторов взамен старых с пониженной емкостью. Выполняются плановые работы, направленные на улучшение действия рельсовых цепей: приварены 325 рельсовых соединителей, заменены 270 физически изношенных штепсельных соединителей, 125 дроссельных переключателей, переключки к путевым коробкам, 20 джемперов, изоляция 84 фундаментных угольников.

Большой объем работ выполнен на станциях Судженка (включен новый пост МПЦ-2), Яшкино (переключен пульт-табло), Тутальская (установлена сбрасывающая стрелка). На станциях Судженка, Яшкино включены дополнительные датчики УКСПС в соответствии с типовыми решениями 419716-СЦБ ТР и дополнениями, а также 29 дополнительных датчиков на других станциях.

Впервые на дистанции в феврале 2009 г. на станции Судженка внедрена электронная система МПЦ-2. Новая микропроцессорная централизация обеспечивает контроль за движением поездов, а также логическое и безопасное взаимодействие между сигналами и стрелка-



Электромеханик КИПа СЦБ Н.А. Бакланова



Старший электромеханик А.К. Куминов проверяет постовое оборудование

ми. Она обладает высокой гибкостью. В МПЦ предусмотрены АРМы дежурного по станции и электромеханика. Центральный компьютер каждую минуту проверяет состояние устройств, исправность светофорных ламп, стрелок и их положение. На АРМе дежурного по станции отображается поездная обстановка, фиксируется неисправность устройств, вводятся управляющие команды, автоматически регистрируются ответственные действия дежурного по станции. С АРМа электромеханика контроли-

рует состояние напольных устройств, выводят на печать информацию о сбоях и неисправностях в работе, просматривают электронную версию журнала событий.

главный инженер Денис Юрьевич Корчагин. Обучение максимально приближено к производственным условиям. В дистанции имеется технический кабинет для проведения теоретических и практических занятий.

Компьютерный класс оснащен обучающими программами для водителей автомобилей, изучения ПТЭ, Инструкции по обеспечению безопасности движения поездов при производстве путевых работ; автоматизированной обучающей программой МАОС-ШЧ (версия

тренажеры управления стрелкой, рельсовой цепи, электрической централизации, сигнальных установок автоблокировки, автоматической переездной сигнализации, КТСМ, аппаратуры АЛСН и САУТ, а также тренажер, состоящий из отдельных узлов питающей установки.

В 2007 г. для распространения опыта по организации технической учебы у нас проходила дорожная школа. Технический кабинет дистанции признан лучшим на дороге и за это нам выделили 10 новейших компьютеров.



Электромеханик В.А. Андреев (слева) и слесарь А.Х. Вальтер в цехе ремонта электроприводов



Старший электромеханик П.И. Калинович у стенда проверки электроприводов

руют состояние напольных устройств, выводят на печать информацию о сбоях и неисправностях в работе, просматривают электронную версию журнала событий.

Важные функции в обеспечении устойчивой работы дистанции выполняет РТУ. Организационная структура РТУ, применение новых технологий ремонта приборов способствуют росту производительности труда и улучшению качества работ и тем самым повышению безопасности движения поездов.

В цехе РТУ создано рабочее место для изготовления коммутационных жгутов в электроприводах. Это позволяет готовить электроприводы для адресных стрелок на конкретных станциях, что исключает ошибки при включении и сокращает время на замену. В целях повышения уровня профессиональных знаний и практических навыков работников, освоения ими новых технологий, улучшения качества обслуживания и ремонта устройств, сокращения поиска отказов и создания безопасных условий труда в дистанции организована техническая учеба. Руководит обучением

3.32). Последняя помогает электромеханикам и электромонтерам осваивать теорию, находить ответы на контрольные тесты, отыскивать отказы устройств на тренажере. Использовать программу можно не покидая своего участка. Благодаря оснащению рабочих мест старших электромехаников ПЭВМ в дистанцию надо приезжать только для сдачи зачета по пройденной теме согласно утвержденному главным инженером отделения дороги графику.

Для качественного изучения и закрепления учебного материала по методам обслуживания устройств, а также первой доврачебной помощи в дистанции создана видеотека. В ней можно просматривать обучающие фильмы через видеоплеер и телевизор «PHILIPS», который приобретен дистанцией.

Технический кабинет для практических занятий оснащен макетами, плакатами, образцами аппаратуры, наглядными пособиями. Для получения профессиональных навыков, совершенствования материально-технической базы учебного процесса в дистанции установлены

За успешную организацию рационализаторской работы коллектив неоднократно занимал призовые места в смотрах технического творчества, проводившихся Кузбасским отделением дороги.

Для приобретения углубленных профессиональных знаний, внедрения в практику новых технических и экономических идей специалисты и работники массовых профессий дистанции, непосредственно обеспечивающие безопасность движения поездов, повышают квалификацию с отрывом от производства один раз в три года в Российской академии путей сообщения, Омском и Новосибирском государственных университетах путей сообщения, Томском техникуме железнодорожного транспорта, Новокузнецкой технической школе. Так, за первое полугодие текущего года повысили квалификацию 32 человека, в прошлом году – 59 человек. Таким образом готовится резерв кадров в дистанции.

Доброй традицией является проведение школ передового опыта. На них лучшие специалисты делятся опытом, приемами и методами об-



служивания устройств. Руководителями и консультантами школ назначают начальников участков, старших электромехаников, имеющих большой опыт обслуживания устройств и пуска их в эксплуатацию. Общение работников разных линейных участков приносит хорошие результаты, так как им всегда есть, что обсудить.

Наш коллектив работоспособный и дисциплинированный. В дистанции трудятся 78 специалистов с высшим образованием, 160 со средне-специальным. Заочно в

инженер отдела технической документации О.С. Зыбко, электромонтер А.Д. Ковалев, благодарность ОАО «РЖД» – электромеханик П.И. Шило. Электромеханик Т.Н. Клепцова награждена знаком «Почетный работник Западно-Сибирской дороги».

За высокие достижения в труде, умелое руководство коллективом, обеспечение устойчивой и безаварийной работы устройств СЦБ старшему электромеханику станции Томск-2 С. И. Ворожцову пять лет подряд присваивают звание «Старший элек-

стами КТСМ полностью соответствует их подтверждаемости.

За 7 месяцев текущего года с помощью установок КТСМ проконтролировано 345,6 тыс. поездов и остановлено 713 по показаниям КТСМ – все обоснованно, при этом были отцеплены 524 вагона.

За этот период введены и модернизированы новые посты КТСМ. Вновь построены посты на нечетных сторонах станций Судженка и Яшкино, четных и нечетных сторонах станций Копылово, Асино, Итатка. Заменены 22 устройства КТСМ-01,



Электромонтер А.Д. Ковалев на монтаже сигнальной точки



Старший электромеханик А.Н. Фотин

вузах обучаются 24 человека, в техникумах 14. Опыт работы лучшие специалисты передают молодежи, пополняющей коллектив после обучения по целевым направлениям в Омском государственном университете путей сообщения и Томском техникуме железнодорожного транспорта. На должностях электромехаников и электромонтеров трудится 21 молодой специалист. От дистанции по целевому направлению на очном отделении в ОмГУПСе обучается 21 студент и столько же в Томском техникуме.

За обеспечение движения поездов, безупречное выполнение должностных обязанностей и проявленную инициативу награждены знаком «Почетный железнодорожник» начальник дистанции Ю.И. Маточкин, заместитель начальника дистанции по СЦБ Н.И. Телин, начальник производственного участка О.Н. Фетилов, старший электромеханик СЦБ А.К. Куминов, электромеханик В.Б. Тихомиров.

Именные часы президента ОАО «РЖД» получили старший электромеханик П.П. Тимофеев, ведущий

электромеханик 1-го класса». Ежегодно 4–5 электромехаников СЦБ получают звание «Электромеханик 1-го класса». В прошлом году такое звание получили электромеханики М.И. Минаев, В.Л. Гужеля, В.В. Таран. Кстати, электромеханик М.И. Минаев в составе дорожной группы был делегирован в июле этого года на встречу с руководством ОАО «РЖД» в Москве.

Ежегодно работников нашего предприятия поощряет наградами руководство ОАО «РЖД», дороги, Кузбасского отделения, администрации Кемеровской и Томской областей.

Кроме этого, по итогам работы за прошлый год цех КТСМ из 24 человек, которым руководит начальник участка А.В. Баяджиев, победил в сетевом соревновании. Коллективу вручен диплом и денежная премия в размере 600 тыс. руб. Цех обслуживает 34 поста КТСМ, 25 из которых установлены по главному ходу на участке Болотная – Мариинск. За последние три года отказов технических средств по вине работников СЦБ не допущено. Выявляемость отказов устрой-

КТСМ-01Д на КТСМ-02, из которых на пяти установлены сдвоенные КТСМ-01+02.

В цехе работают рационализаторы. Они разработали ряд рацпредложений, нашедших применение не только на нашей дороге, но и на других. Экономический эффект от модернизации малогабаритных напольных камер КНМ-05 в 2008 г. составил 829 тыс. руб.

Специалисты участка активно сотрудничают с ведущими инженерами-разработчиками устройств КТСМ.

Большая заслуга в успешной работе цеха КТСМ принадлежит А.В. Баяджиеву. В прошлом году он признан лучшим командиром среднего звена на дороге.

Железнодорожный транспорт является зоной повышенной опасности для работников, обслуживающих устройства на путях или вблизи них. В таких условиях от каждого работника, обслуживающего устройства электрической централизации и автоблокировки, требуется предельная собранность и внимательность, строжайшая трудовая и технологическая дисциплина, повышенная ответ-



ственность за соблюдение правил техники безопасности.

В дистанции строго соблюдается законодательство по охране труда, выполнению требований техники безопасности и улучшению условий труда.

В годовые планы технической учебы внесены темы по охране труда, так как соблюдение правил техники безопасности находится в прямой зависимости от уровня знаний и трудовой дисциплины. Особое внимание в дистанции уделяется вновь поступающим работ-

дицинской помощи и проведения сердечно-легочной реанимации «Илюша».

Повседневная работа по охране труда, направленная на создание безопасных условий, дает положительный результат. С 2003 г. в дистанции не было случаев производственного травматизма, исключены и профессиональные заболевания. Заболеваемость работников по сравнению с прошлым годом снизилась на 9,5 %. На заседаниях инженерно-врачебных бригад детально рассматривают случаи за-

дуальной защиты составили 380,7 тыс. руб.

В 2004 г. своими силами проведена аттестация рабочих мест по условиям труда. Получено положительное заключение Департамента труда по Кемеровской области. На начало 2005 г. было условно аттестовано 12 рабочих мест с численностью 18 человек, в том числе пять женщин. Условно аттестованные рабочие места составляют 7,6 % общей численности рабочих мест, количество работников, занятых на условно аттестованных местах, 6,6 % общей



В процессе технической учебы широко применяются компьютерные технологии



Старший диспетчер дистанции В.И. Переволоцкий в классе технической подготовки

никам. Не допускаются к работе лица, не прошедшие специальной подготовки, плохо знающие технологию производства, ПТЭ, правила и инструкции по технике безопасности.

Для первозимников организованы курсы целевого назначения объемом 40 часов. Занятия проводятся в учебном классе дистанции, где изучают обслуживание устройств СЦБ и организацию безопасного производства работ в зимний период. Работники обеспечиваются зимней спецодеждой. Профилактика простудных заболеваний, предупреждение обморожений, оказание доврачебной помощи при обморожениях – всем этим вопросам уделяется повышенное внимание.

В дистанции оборудован кабинет, в котором имеется нормативная документация, полный комплект инструкций для всех профессий и видов работ, учебные пособия, плакаты, технические средства обучения, компьютер с обучающими программами, видеофильмы и компьютерный тренажер для обучения методам оказания первой ме-

болеваний работников. Чтобы укрепить их здоровье, выделяют путевки для санаторно-курортного лечения, отдыха в экологически чистых районах Сибири и Алтая. Работает санаторий-профилакторий «Железнодорожник» на станции Тайга, который пользуется большой популярностью у работников дистанции.

Для создания нормальных условий труда установлены две сплит-системы кондиционирования воздуха в КИПе. Приобретены 35 гардеробных шкафов для линейных цехов и цеха КТСМ, установки для сушки спецодежды на постах ЭЦ станции Анжерская.

В дистанции выполнена программа мероприятий ОАО «РЖД» по обеспечению промышленной безопасности. В этом году выделено 290 тыс. руб. для улучшения условий труда 38 работников, в том числе 13 женщин.

На мероприятия по непосредственному снижению травматизма и выводу работников из опасных зон выделено 306,4 тыс. руб. Кроме этого, расходы на приобретение спецодежды, спецобуви и средств индиви-

численности работающих. Все рабочие места не подлежат оптимизации.

В дистанции уделяют большое внимание пенсионерам. Всего в дистанции состоит на учете 157 пенсионеров, из них 38 получают отраслевую пенсию, восемь человек награждены знаком «Почетный железнодорожник», двое – «Заслуженный работник транспорта», один – «Почетный ветеран дороги».

В этом году к 64-летию Победы в Великой Отечественной войне оказана материальная помощь пенсионерам, в том числе ветеранам войны и труженикам тыла. В числе пенсионеров дистанции четыре участника Великой Отечественной войны и 17 тружеников тыла.

В нашей дистанции работают добросовестные и болеющие душой за результаты своего труда люди. Только благодаря их совместным усилиям мы достигли таких успехов. По итогам сетевого соревнования за первые кварталы прошлого и текущего годов нашей дистанции присуждались первые места. Награду за I квартал 2008 г. коллективу вручал первый вице-президент ОАО «РЖД» В.Н. Морозов.



**С.О. БОГУШЕВИЧ,**  
начальник лаборатории  
Челябинской дирекции связи

# МОНИТОРИНГ ПАРАМЕТРОВ КАБЕЛЕЙ СВЯЗИ

Для контроля параметров медножильных кабелей в дирекциях связи ЦСС активно внедряется модуль МДК М1 производства ООО «Пульсар-Телеком». Челябинская дирекция связи одной из первых начала внедрение этого модуля. Сейчас уже введено в действие 164 модуля, благодаря чему удалось охватить мониторингом все магистральные кабельные линии связи.

## КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ

■ Модуль МДК М1 представляет собой изделие, устанавливаемое на Din-рейке. Он автоматически контролирует состояние кабеля путем измерения таких параметров, как сопротивление изоляции, наведенное напряжение и сопротивление шлейфа. В модуле программно устанавливаются пороговые значения для всех измеряемых параметров. Когда последние выходят за пороговые значения, автоматически выдается аварийное сообщение.

Модули МДК М1 имеют интерфейс RS-485, посредством которого они соединяются с АРМом СМК-30 и ЕСМА. Для подключения МДК М1 к сети передачи данных предусмотрено несколько технических решений. В частности, в Челябинской дирекции связи они подключаются к сети СПД ОТН через платы СМЦС-4, устанавливаемые в мультиплексоре СМК-30. Питание МДК М1 предусмотрено от источника напряжением 48 или 60 В (36–72 В). В нашем хозяйстве оно организовано в основном от существующих источников, а где они отсутствуют или имеют недостаточную мощность – от устанавливаемых модулей питания МДК М8.

## СХЕМА ПОДКЛЮЧЕНИЯ МОДУЛЯ К КАБЕЛЮ

■ Основным режимом мониторинга магистральных кабельных линий является измерение сопротивления изоляции и наведенного напряжения. Для этого в контролируемом кабеле выделяется измерительная пара, которая включается в один из каналов модуля МДК М1. На дальнем конце пара ставится «на изоляцию». Измерения производятся между каждой жилой пары и «землей» и между жилами пары.

При этом достаточно точно можно диагностировать причину занижения сопротивления изоляции или появления высокого напряжения.

Поскольку каждый МДК М1 имеет два канала измерений, то при использовании в качестве измерительной пары проводов возможен контроль сразу двух кабелей. Именно в таком режиме работают модули у нас.

При нехватке модулей МДК М1 следует применять режим, при котором в качестве измерительной используется одна жила кабеля и к одному модулю подключается до четырех кабелей. Однако в этом случае возможны измерения только между каждой жилой и «землей», а измерения между жилами не осуществляются. При этом режиме в ЦТО (ЦТУ) должна быть составлена информационная справка о том, какая из жил какого канала включена в тот или иной кабель, так как программное обеспечение модуля не позволяет при выходе аварийного сообщения указывать назначение каждой жилы отдельно, а только канала в целом.

На линиях, где нарушение целостности кабеля (обрыв жил) не является работающей по кабелю аппаратурой, используется режим измерения сопротивления шлейфа. В этом случае применяется дополнительная измерительная пара, на дальнем конце которой шлейф замыкается. Большой диапазон измерений сопротивления шлейфа (до 100 кОм) позволяет держать под контролем достаточно протяженные участки.

Для исключения взаимных влияний не рекомендуется включать в один кабель каналы разных модулей МДК М1. Если необходимо в один кабель включить две измерительные пары, их нужно подать на

один модуль. При монтаже также не рекомендуется подключение каналов разных МДК М1 к контролируемому кабелю с помощью одного станционного кабеля, например с помощью одного кабеля типа «витая пара». Каналы одного модуля могут подключаться к контролируемому кабелю одним станционным кабелем.

Длина контролируемого участка ограничивается, в первую очередь, наводимым на жилы измерительной пары напряжением, а также емкостью кабеля. Поэтому для неэлектрифицированных участков рекомендуется принимать длину контролируемого участка 40–50 км, с электротягой постоянного тока – 20–30 км, а для переменного тока она должна выбираться минимально возможной с учетом расстановки оборудования связи, к которому подключается МДК М1, но не более 25 км.

Для наиболее полного контроля за сопротивлением изоляции кабеля с отпаями допускается включение МДК М1 в пары кабеля, переходящие в отпай (при наличии свободных пар в отпае). Наибольшая необходимость такого включения возникает при наличии в кабеле цепей СЦБ, выходящих в отпай к сигнальным точкам. При этом должны быть выполнены следующие предупредительные мероприятия:

для исключения случайного касания работником цепей, находящихся под измерительным напряжением в релейном шкафу, шкафу СКП-С, все цепи должны быть подписаны, а дужки окрашены;

исключено нарушение целостности измерительных жил при работах на боксах путем опломбирования дужек МДК М1 в релейных шкафах;

проведен инструктаж работников

РЦС и ШЧ о порядке работы на кабеле и кабельных боксах, в которых включены модули МДК М1.

### НАСТРОЙКА МОДУЛЯ

■ Чтобы обеспечить своевременность поступления информации об отклонении контролируемых параметров от нормируемых значений, целесообразно проводить измерения не реже, чем через 20–30 мин. Мы установили периодичность 20 мин.

Следует отметить, что в режиме измерения сопротивления изоляции рекомендуется [1] соблюдать длительность каждого измерения не более 30 с, длительность разряда линии – не менее 10 с (при длинной линии – не менее 20 с), задержку начала измерений – 60 с.

При установке верхнего (предупредительного) порога сопротивления изоляции необходимо, с одной стороны, обеспечить своевременную реакцию на реальное понижение сопротивления изоляции, с другой, – исключить появление ложных аварийных сообщений, возникающих, как правило, из-за наводки напряжения на измерительные цепи. Поэтому верхний порог сопротивления изоляции следует устанавливать, исходя из нормы 10 000 МОм·км для измерительных цепей кабелей без отпаев и 1500 МОм·км – при наличии отпаев. Для исключения ложных срабатываний верхний порог сопротивления изоляции в любом случае не должен быть более 100 МОм, а на участках с электротягой переменного тока – более 75 МОм.

При установке нижнего (аварийного) порога сопротивления изоляции нужно исходить, с одной стороны, из требований работающей по кабелю аппаратуры, с другой, – из возможности определения места повреждения кабеля измерительными приборами. В связи с этим нижний порог сопротивления изоляции должен быть 10–15 МОм для всех участков кабелей. У нас нижний порог составляет 15 МОм.

Для всех измерительных цепей (жила А – «земля», жила Б – «земля», жилы А–Б) одной кабельной пары (при включении по схеме с измерительной парой) устанавливаются одинаковые пороговые значения сопротивления изоляции.

В случае включения МДК М1 в цепи кабеля, выходящие в отпаи к сигнальным установкам, верхний порог сопротивления изоляции устанавливается исходя из нормы изоляции 50 МОм·км, указанной в нормативном документе [2] для такого рода цепей. При этом на большин-

Тип тяги поездов на участке	Порог напряжения	
	между измерительной жилой и «землей», В	между измерительными жилами (при использовании схемы с измерительной парой), В
Автономная	20–30	15–20
Электротяга постоянного тока	30–40	15–20
Электротяга переменного тока	40–50	20–25

стве участков верхний порог окажется в пределах 1–5 МОм. Увеличение верхнего порога будет приводить к большому количеству срабатываний МДК, вызванных появлением конденсата на боксах, установленных в малогерметичных релейных шкафах.

Учитывая изложенное, можно сказать, что верхний порог сопротивления изоляции для жил, переходящих в отпаи к сигнальным точкам, в зависимости от длины участка следует устанавливать, исходя из нормы 50 МОм·км, но не менее 3 МОм. Нижний порог в этом случае будет 1 МОм.

Итак, на практике, помимо включения модуля в безотпайные цепи кабеля с установкой достаточно высоких порогов, необходимо также его включение в пары, заходящие в отпаи на сигнальные установки с относительно низкими порогами. При этом используются либо две измерительные пары (оба канала модуля МДК М1), либо две жилы (жила А – без отпаев, жила Б – заходящая в отпай на сигнальные установки) и один канал МДК М1.

При установке пороговых значений напряжения нужно исходить, с одной стороны, из необходимости выявления участков кабеля с высоким наведенным напряжением, с другой, – из минимизации случаев появления ложных аварийных сообщений, вызванных естественным наведенным напряжением, не приводящим к опасным последствиям. Это особенно актуально для участков, электрифицированных на переменном токе.

Необходимо также учитывать, что МДК М1 в каждом такте сначала измеряет напряжение, а затем сопротивление изоляции. И если напряжение выходит за пороговое значение, сопротивление не измеряется, так как точность его будет невысока. Поэтому при сильно завышенном пороге напряжения будут фиксироваться ложные аварийные ситуации.

Следует отметить, что напряжение между каждой измерительной жилой и «землей», как правило,

выше, чем между жилами, и оно менее опасно для включенной в кабель аппаратуры. Поэтому пороговое значение напряжения между каждой жилой и «землей» устанавливается выше, чем между жилами. Рекомендуемые пороговые значения напряжения приведены в таблице.

### ПОРЯДОК ДЕЙСТВИЙ ПЕРСОНАЛА

■ При возникновении аварийной ситуации вследствие понижения сопротивления изоляции работник ЦТО обязан немедленно известить об этом старшего смены с указанием номера кабеля и участка занижения сопротивления изоляции. После этого работник ЦТО в минимально короткий срок повторяет измерение путем включения поля «Ручной запуск» в окне мониторинга соответствующего канала модуля МДК М1 в АРМе ЦСПД (СМК-30).

По окончании ручных измерений, используя базу данных результатов предыдущих измерений, работник ЦТО анализирует динамику параметров аварийного канала. О результатах анализа он информирует старшего смены ЦТО и, кроме того, сообщает ему о том, что авария возникла только на одной или на всех жилах кабеля, о динамике изменений параметров кабеля по данной жиле (жилам) канала за последнее время. Старший смены ЦТО информирует об аварии руководителя РЦС, после чего принимается решение о дальнейших действиях.

Если аварийное сообщение об отклонении сопротивления изоляции как от верхнего, так и от нижнего порогов было однократным, не повторялось при повторном измерении, не сопровождалось общим снижением сопротивления изоляции, а сопровождалось повышенным напряжением на кабеле более 25 В, аварийное сообщение по сопротивлению изоляции считается ложным, и принимаются меры по выявлению причин завышенного напряжения.

Если при таких же условиях напряжение на кабеле не поднима-



лось выше 25 В, необходимо выяснить, не проводились ли работы на кабеле или вблизи кабельных боксов, которые могли привести к случайному закорачиванию измерительных цепей. Если работы не проводились, следует проверить монтаж модуля МДК М1 и кабельной арматуры, уделив внимание возможным касаниям контактов плитов Krone, направляющих для их установки (особенно, если измерительная пара является крайней на плите).

В случае если аварийное сообщение о занижении изоляции по нижнему порогу было многократным и повторилось при повторном измерении, выполняются следующие действия. Старший смены ЦТО в максимально короткий срок организует измерение цепей кабеля с помощью приборов. При подтверждении занижения сопротивления изоляции принимает меры для аварийного восстановления кабеля. При обнаружении хотя бы одной пары с сопротивлением изоляции ниже 15 МОм кабель принимается на контроль старшими смены в ЦТО и ЦТУ с записью в специальном журнале.

Во время восстановления кабеля работники РЦС имеют право исключить поврежденный участок из схемы измерений снятием дужек в цепи МДК. Проведение работ, связанных со вскрытием кабеля при включенном в него модуле МДК М1, не допускается. После ремонта кабель снимается с контроля старшего смены ЦТУ по письменному докладу руководителя РЦС о завершении работ, включении модуля МДК в постоянную схему и соответствии параметров кабеля

установленным нормам. Если ручные измерения жил кабеля не показывают занижения сопротивления изоляции, проверяется монтаж измерительной цепи и модуля МДК, а также работоспособность и правильность его показаний.

При многократных аварийных сообщениях о занижении изоляции по верхнему порогу и при сведениях из базы данных о том, что изоляция кабеля находится постоянно ниже или в районе верхнего порога, но выше нижнего порога, выполняются следующие действия. Старший смены ЦТО организует (без вызова электромехаников на повреждение вне рабочего времени) проведение ручных измерений всех жил кабеля за исключением измерений, требующих большого объема работ по отключению действующего оборудования (цепей ТУ, ТС, ЛПС и т.д.). Измерения выполняются на участке понижения изоляции, ограниченном боксами с полной разделкой кабеля. При наличии хотя бы одной жилы с сопротивлением изоляции ниже 15 МОм (за исключением жил, у которых изоляция составляет менее 15 МОм в соответствии с нормой) осуществляется аварийное восстановление кабеля.

В случае если сопротивление изоляции всех жил кабеля выше 15 МОм, выполняются следующие действия. Кабель передается на контроль старшему смены ЦТО. На участке понижения сопротивления изоляции локализуется место повреждения, измеряется сопротивление изоляции между точками подключения перегонной связи, осматривается трасса с целью выявления мест негерметичности, не-

санкционированных раскопок, сдвигов грунта, которые могли привести к повреждению кабеля и др. В обязательном порядке проверяется качество осушки воздуха, подаваемого в кабель установками для содержания кабеля под избыточным воздушным давлением.

Если визуальный осмотр трассы и кабельной арматуры не выявил неисправностей, а поиск места повреждения приборами из-за высокого сопротивления изоляции невозможен, кабель эксплуатируется с пониженным сопротивлением изоляции. При этом предлагается занижать верхний порог сопротивления изоляции для возможности оперативного контроля за динамической изменением изоляции кабеля. Однако такой кабель требует постоянного контроля, который может быть организован, например открытием в ЕСМА листа регистрации (ЛР) «Проблема». Срок действия ЛР «Проблема» в этом случае определяется состоянием кабеля и не требует от службы эксплуатации дополнительных действий, за исключением организации периодического контроля сопротивления изоляции кабеля.

Не реже, чем один раз в месяц должно производиться измерение сопротивления изоляции всех жил этого кабеля (за исключением измерений, требующих большого объема работ по отключению действующего оборудования), результаты измерений должны передаваться старшему смены ЦТО и заноситься в журнал контроля. Отдел эксплуатации дирекции связи получает от РЦС результаты данных измерений и отмечает в ЛР «Проблема» значение сопротивления изоляции. Если оно становится ниже 15 МОм, производится аварийное восстановление кабеля.

При появлении аварийного сообщения о превышении «порога» наведенного напряжения сменный инженер (электромеханик) ЦТО выясняет возможную причину возникновения повышенного наведенного напряжения: аварийная ситуация в электросетях, грозовые явления, работа по кабелю генератора трассоискателя и др.

Если повышенное напряжение сформировалось вследствие аварийной ситуации в электросетях (короткое замыкание, обрыв высоковольтных проводов, авария на тяговой подстанции) либо грозовых явлений, ситуация считается нормальной (безынцидентной).

Если повышенное напряжение



Модуль МДК М1 для мониторинга кабелей связи

вызвали другие внешние факторы, определяется причина возникновения повышенного наведенного напряжения. Такими причинами могут являться:

нарушение заземления брони или оболочки кабеля как защитного стационарного, так и линейно-защитного;

наличие электрической связи между броней или оболочкой кабеля и конструкциями, заземленными на рельсы электрифицированных железных дорог (контакт с корпусами релейных шкафов, металлическими частями мостов, другими заземленными на рельс конструкциями), что вызывает протекание по броне и оболочке кабеля обратных тяговых токов;

нарушения в системе канализации обратного тягового тока (обрыв или повышенное сопротивление отсосов тяговых подстанций, неисправность путевых дроссель-трансформаторов, отсутствие рельсовых перемычек), что также приводит к протеканию по кабелю обратного тягового тока.

Когда повышенное напряжение вызвано работой трассоискателя, необходимо применить обязательное заземление цепей, по которым работает генератор на дальнем конце. Эта мера существенно снижает наводимое от генератора на другие жилы напряжение. Если это заземление не может быть установлено по условиям работ, например производится поиск места повреждения шлангового изолирующего покрова кабеля контактным методом, то до начала работ должно быть оформлено установленным порядком «окно». В случае если заземление жил для работы генератора трассоискателя выполняется, а при этом на цепи МДК наводилось повышенное напряжение, необходимо проверять переходные влияния между парой МДК М1 и парой, куда включается генератор трассоискателя.

В случае если причина возникновения повышенного наведенного напряжения не установлена, но напряжение на кабеле появляется периодически, возможны следующие причины:

неисправна цепь заземления модуля МДК М1 (не выполняется в полной мере разряд жил кабеля перед началом измерений);

на цепь МДК М1 оказывает влияние работающая по другим цепям кабеля аппаратура (цепи SHDSL или аналоговых систем связи с дистанционным питанием, цепи СЦБ, дру-

гие цепи с повышенным напряжением), а защищенность цепи МДК М1 от переходных влияний ниже установленных норм;

одна из жил, по которым работает МДК М1, имеет заниженное сопротивление изоляции по отношению к другой жиле данного кабеля, при этом сопротивление изоляции между каждой из жил МДК М1 и «землей» и жил между собой в норме. В этом случае появление на жиле с низкой изоляцией по отношению к жиле МДК М1 высокого потенциала, например при измерении этой жилы кабельными приборами, будет происходить попадание высокого напряжения на жилу МДК М1 и появится аварийное сообщение.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ МОДУЛЯ

■ В течение четырехмесячной эксплуатации модулей МДК М1 от них поступило 1472 аварийных сообщения, в том числе 568 о занижении сопротивления изоляции, 904 – о повышении наведенного напряжения.

Следует отметить, что реальное событие на кабеле, как правило, фиксируется появлением нескольких сообщений. Так, сопротивление изоляции занижается обычно сразу в обеих жилах контрольной пары и между ними; сразу в обеих жилах также возникает наведенное напряжение. При занижении изоляции в районе «порога» из-за имеющихся колебаний изоляции и погрешности МДК возможно появление нескольких аварийных сообщений об одном случае понижения изоляции.

Аварийные сообщения в ЕСМА группируются и привязываются к одному листу регистрации (ЛР). С начала эксплуатации модулей МДК М1 по ним открыто 457 ЛР. В 33 случаях на кабелях происходило реальное понижение сопротивления изоляции. Необходимо отметить, что около половины случаев оказалось связано с появлением конденсата на боксах, установленных в уличных шкафах. Характерным проявлением такой неисправности является занижение сопротивления изоляции в утренние часы с последующим повышением и возвратом к норме в дневное время. В 71 случае отмечалось понижение сопротивления изоляции из-за дефектов монтажа, неотключения модулей при работе на кабеле, несоблюдения технологии маркировки измерительных жил, но при повторных измерениях оно было в норме. В 20 случаях зафиксировано ложное срабатывание МДК М1, связанное с наличием

на жилах кабеля наведенного напряжения (25 В и выше). В 296 случаях аварийное сообщение было вызвано превышением порога наведенного напряжения.

С введением мониторинга параметров кабелей связи в Челябинской дирекции выявлено 12 участков, где часто возникало повышенное наведенное напряжение, причинами которого были: в двух случаях – касание оболочки кабеля заземленных на рельс конструкций, в одном – неисправность в муфте, в остальных – недостаточное линейно-защитное заземление.

В настоящее время наметилась тенденция к значительному снижению количества срабатываний МДК М1 за сутки. Так, если в начале их эксплуатации отмечалось до 15 срабатываний, то сейчас регистрируется 2–3. Этого удалось добиться за счет устранения выявленных с помощью МДК М1 нарушений в содержании кабеля, устранения дефектов монтажа, соблюдения технологии работы на кабелях с включенными модулями, а также благодаря замене программного обеспечения модуля МДК М1 для устранения случаев ложных срабатываний.

Внедрение модуля позволило существенно уменьшить количество случаев отказа кабельных линий связи по причине занижения изоляции. Для сравнения приведу цифры: за январь – май прошлого года в дирекции зарегистрировано пять отказов, связанных с занижением сопротивления изоляции магистральных кабелей; за этот же период 2009 г. зарегистрировано два таких отказа. Случаев понижения сопротивления изоляции ниже 15 МОм, не вызвавших отказа, но потребовавших их постановки на контроль в дирекции связи, за пять месяцев 2008 г. произошло 36, в этом году – вдвое меньше. Среднее время устранения такого повреждения уменьшилось почти в два раза. При этом значительно повысилась информированность руководителей и специалистов дирекции связи о состоянии кабельных линий. Внедрение модулей МДК М1 также позволило отказаться от проведения ежедневных ручных измерений сопротивления изоляции.

### ЛИТЕРАТУРА

1. МДК М1. Руководство по эксплуатации. ДЕКШ.411182.001 РЭ.
2. «Магистральные кабельные линии связи железных дорог. Технологический процесс обслуживания». М., «Транспорт», 1977.

# КУРС НА РАЗВИТИЕ ЦИФРОВЫХ СИСТЕМ РАДИОСВЯЗИ

Перед ОАО «РЖД» стоит задача создания сетей цифровой железнодорожной радиосвязи. Вместе с «классической» задачей организации радиотелефонной связи необходима радиосвязь для передачи управляющих команд, получения информации о состоянии и местоположении подвижного состава, контроля и управления объектами инф-

раструктуры, оповещения работающих на путях и др. Применение беспроводных систем связи позволит решить целый комплекс технологических задач, повысить эффективность работы железнодорожного транспорта. Крайне важно при этом определить возможность применения различных систем и стандартов радиосвязи.

■ Вопросам развития цифровых систем железнодорожной радиосвязи была посвящена сетевая школа, состоявшаяся в Перми в июле этого года. В ней приняли участие представители дирекций связи, специалисты ОАО «НИИАС», компаний-производителей и поставщиков оборудования, а также главный инженер Свердловской дороги И.О. Набойченко. Возглавил работу школы главный инженер ЦСС А.Н. Слюняев.

Совещание проводилось на Свердловской дороге. Именно здесь впервые на сети дорог ОАО «РЖД» были испытаны цифровые системы радиосвязи стандартов GSM-R и TETRA, определены их эксплуатационно-технические показатели и функциональные возможности.

На Свердловской дороге эксплуатируется 5600 км волоконно-оптических кабелей, что составляет 70 % ее эксплуатационной длины, 4300 км медножильных кабелей, 1800 км воздушных линий связи. Функционируют более 1200 мультиплексов цифровых систем пе-

редачи, 257 АТС общей емкостью свыше 82 тыс. номеров, 96 % из которых цифровые. Активно идет процесс интеграции цифровой сети связи с единой системой мониторинга и администрирования (ЕСМА), к которой подключено около 1650 единиц оборудования. Это позволило повысить оперативность устранения повреждений, прогнозировать отказы в работе устройств связи и радио. Только за первую половину текущего года отказы технических средств связи снижены более чем на 70 %. Основная их часть приходится на воздушные линии связи.

На участке Северка – Свердловск – Камышлов построена и функционирует цифровая система радиосвязи стандарта TETRA, с помощью которой организована подвижная радиосвязь между специалистами разных служб. К ней подключено более 500 абонентов, в эксплуатации находятся более 400 возимых и носимых терминалов.

Открывая совещание, **И.О. Набойченко** отметил, что работники

дороги смогли убедиться во всех преимуществах цифровой радиосвязи. При ее внедрении у эксплуатационников появилась возможность, находясь в любой точке станции или перегона, связаться с необходимыми абонентами.

Сегодня специалисты «мобильны» и не привязаны к конкретному адресу, что позволяет повысить эффективность использования рабочего времени, машинных комплексов и проведения «окон» по ремонту и строительству инфраструктуры.

Основным задачам и проблемам, которые предстоит решать при организации сети ЦТР, было посвящено выступление **А.Н. Слюняева**. Он отметил, что на этапе развития необходимо определить возможность применения существующих цифровых систем и стандартов радиосвязи, правильно рассчитать требуемую емкость проектируемой сети. Также, с учетом развития систем и технологий управления перевозками, обеспечения безопасности движения, управления подвижным составом и



Главный инженер дороги И.О.Набойченко отвечает на вопросы участников совещания





объектами инфраструктуры, надо решить вопросы, касающиеся использования частотных ресурсов. Исходя из критерия «функциональность – цена – качество» должен быть выбран оптимальный состав оборудования.

Анализ нормативно-технической документации и опыт эксплуатации европейских железных дорог, результаты испытаний GSM-R, проведенные на Калининградской дороге и на базе сетей коммерческих операторов стандарта GSM (компаний «МТС», «Мегафон»), показывают, что в основном по функциональности, надежности и безопасности GSM-R отвечает требованиям ОАО «РЖД». Внедрение систем на базе этого стандарта создает реальную возможность повышения безопасности движения поездов, увеличения пропускной способности железных дорог. Переход на GSM-R, имеющий в отличие от других стандартов все необходимые для работы железнодорожного транспорта приложения и сервисы, обеспечивает совместимость технологических сетей радиосвязи различных государств (интероперабельность перевозок), дает возможность развития информационно-управляющих систем и применения единых подходов к управлению и обеспечению безопасности перевозочного процесса. Его применение позволит осуще-

ствлять мониторинг местоположения грузов и подвижного состава, контролировать техническое состояние объектов инфраструктуры, внедрять режимы автоведения поездов. К сожалению, частотного спектра и ресурсов GSM-R не хватает для решения всего комплекса задач, стоящих перед ОАО «РЖД». Поэтому другие стандарты должны гармонично восполнить эту нехватку, не нарушая принципов унификации и совместимости.

Стандарты TETRA, Wi-Fi и DECT на железных дорогах развиты значительно меньше, но и они могут и должны применяться в качестве зонных (станционных) сетей радиосвязи для работы в системах и технологиях управления сортировочными станциями, системах диагностики и контроля подвижного состава и объектов инфраструктуры.

Развитие цифровых систем радиосвязи и спутниковой связи включено в «Стратегические направления научно-технического развития ОАО «Российские железные дороги» на период до 2015 г. («БЕЛАЯ КНИГА» ОАО «РЖД»).

Использование стандартов TETRA и GSM-R предусмотрено в комплексной научно-технической программе (КНП), направленной на повышение безопасности движения, которую выполняет ОАО «НИИАС».

Начальник отделения связи ин-

ститута **А.М. Вериго** рассказал об основных характеристиках, возможностях системы TETRA и технологических задачах, которые планируется решать на ее базе. Сегодня основное применение этого стандарта – передача данных в информационно-управляющих системах в однослотовом и многослотовом режимах. Система может работать в режимах передачи коммутационных каналов, пакетов и служебных сообщений.

Система TETRA уже действует на высокоскоростном направлении Москва – Санкт-Петербург, где установлены 51 базовая станция, два коммутатора, 10 пультов у диспетчеров и 61 – у дежурных по станциям. На ее основе внедряется система «автодиспетчер», планируется контролировать выполнение графика движения поездов, их местоположение на участке, осуществлять управление маневровыми локомотивами на станции, объектами инфраструктуры, остановку поезда в чрезвычайных ситуациях, оповещение ремонтных бригад и пассажиров, передачу информации об ограничении скорости. Она используется для поездной, станционной, ремонтно-оперативной, маневровой связи и организации канала передачи данных. В режиме поездной радиосвязи передаются речевые сообщения с различными

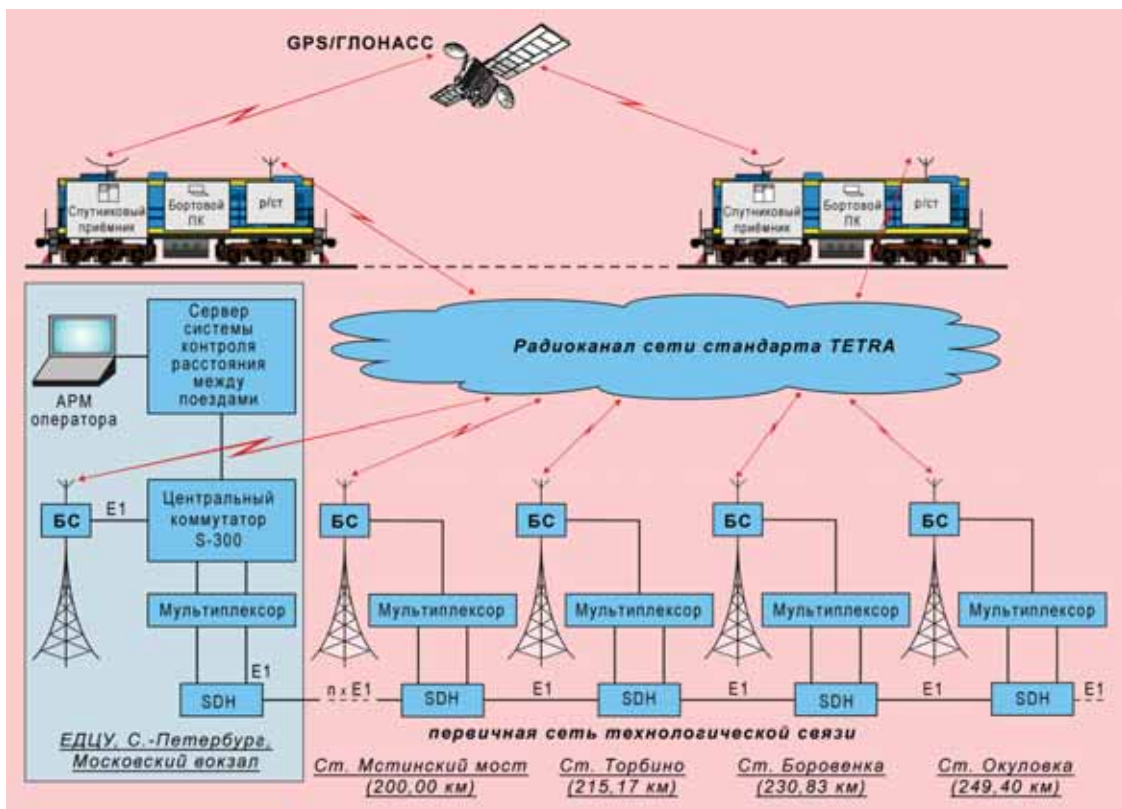


Схема организации каналов передачи данных в стандарте TETRA



Участники школы знакомятся с оборудованием радиосвязи стандарт TETRA и GSM-R на посту станции Пермь



голосовыми вызовами. К ней подключено около 2,5 тыс. абонентов, среди которых линейные работники разных служб.

В перспективе возможно внедрение стандарта TETRA на крупных сортировочных станциях. На станции Челябинск-Главный идет монтаж двух базовых станций и коммутационного оборудования. На базе TETRA предполагается организовать: беспроводные сети передачи данных для систем МАЛС и ГАЛС-Р, станционную радиосвязь, контроль местоположения и управление 20 маневровыми локомотивами, оповещение эксплуатационного персонала и ремонтных бригад о приближении подвижного состава.

Докладчик также рассказал о системах широкополосного доступа MESH, Wi-Fi, DECT. Попытки применения этих систем с целью организации каналов передачи данных для управления маневровыми локомотивами в системе МАЛС делаются на станциях Солнечная Московской и Окуловка Октябрьской дорог.

В ходе совещания представители дирекций связи рассказали о сложностях, с которыми приходится сталкиваться при эксплуатации TETRA и GSM-R.

При эксплуатации систем требуется техническая поддержка изготовителя, необходимы дальнейшее развитие систем мониторинга и их интеграция с ЕСМА, автоматизация процессов контроля и диагностики.

Нужно четко определить необходимость расчета цифровых сетей радиосвязи для использования с мобильными (носимыми) терминалами в качестве РОПС. При этом

следует учесть, что увеличение количества базовых станций для обеспечения устойчивости связи носимых терминалов на перегоне приведет к значительному удорожанию систем.

Один из путей решения этой проблемы – создание и использование ремонтно-оперативной радиосвязи с применением сетей подвижной связи общего пользования стандарта GSM (РОПС GSM). Такие сети уже успешно функционируют на Московской дороге, идет их создание на Приволжской, Горьковской, Западно-Сибирской, Сахалинской дорогах.

Еще один вопрос, который требует решения, – шумоизоляция диспетчерских центров. Крайне важно для помещений центров управления движением поездов провести правильные акустические расчеты и применять звукопоглощающие материалы. В противном случае при одновременном ведении переговоров несколькими диспетчерами создаются взаимные помехи.

Для решения различных задач на сети успешно используются спутниковые системы связи. О применении спутниковых каналов для организации связи с местом аварийно-восстановительных работ и организации связи на малодеятельных направлениях рассказал заместитель начальника отделения связи ОАО «НИИАС» **А.А. Черников**.

Основными достоинствами этих систем являются возможность связи с любыми видами подвижного состава, неограниченная дальность и высокое качество связи, простота подключения абонента.

На Свердловской дороге стан-

ции спутниковой связи были установлены в дорожном передвижном пункте управления (ДДПУ) и дорожном центре управления (ДЦУП). С помощью средств подвижной спутниковой связи обеспечивается двухсторонняя голосовая связь персонала внутри фронта работ с абонентами сети ОБТС ОАО «РЖД», телефонной сети общего пользования и сети GSM. Кроме этого, из ДДПУ можно передавать любую информацию, в том числе и видео, что крайне важно при производстве аварийно-восстановительных работ.

Испытания мобильных комплексов спутниковой связи проводились также и на Куйбышевской дороге.

Спутниковая связь может быть использована на участках со сложным рельефом и слаборазвитой наземной инфраструктурой, на малодеятельных направлениях. Например, на Сахалинской дороге организована сеть поездной радиосвязи, позволяющая обеспечить управление подвижным составом и безопасность перевозок. Эта связь применяется на участке Верхнекондинская – Агириш Свердловской дороги для связи с АРМ ЭТРАН удаленных грузоотправителей. Однако наряду с плюсами существуют и проблемы, одна из которых – перерывы связи из-за выработки ресурса некоторыми космическими аппаратами, отсутствие «спутникового хендвера» и др.

С докладами также выступали и представители компаний-изготовителей оборудования радиосвязи: В.Г. Константинов («Хуавей»), Е.А. Перевезенцев (ЗАО «Аэрокосмические технологии»), Е.Ю. Конякин (ОАО «Гвардия-Плюс»), Р.В. Маркин (НПЛ «Пульсар»), А.Н. Лощенов (ООО «Комтелеком-Т»).

В рамках школы для участников было организовано посещение объединенного поста станции Пермь, где размещено оборудование цифровых систем технологической радиосвязи стандарта TETRA. Кроме этого, они ознакомились с аппаратурой ДДПУ и побывали в КИПе Пермского регионального центра связи.

По общему мнению участников, проведение этой школы и принятые по итогам ее работы рекомендации – очередной шаг на пути к созданию цифровой радиосвязи, отвечающей всем современным требованиям.

**О. ВОЛОДИНА**



**Д.А. ПОПОВ,**  
ведущий специалист института  
«Гипротрансигнальсвязь»

В статье С.О. Богушевича, опубликованной в июньском номере журнала, рассмотрена актуальная проблема технологии монтажа и ввода кабелей в служебно-технические здания с позиции соблюдения условий пожарной безопасности служебных помещений.

Статистика случаев возгораний, вызванных перенапряжениями, возникающими в броне и оболочке кабелей, к сожалению, отсутствует. Она была бы полезна для выявления наиболее подверженных возгоранию марок кабелей и их функциональной принадлежности (СЦБ, связь, электроснабжение), а также для оценки правильности соблюдения технологии монтажа и обеспечения требуемого сопротивления заземления металлических покровов кабелей. Для оптимального разрешения проблемы предлагаю вниманию читателей некоторые пояснения и дополнения к упомянутой статье.

# ЕЩЕ РАЗ ОБ ОБЕСПЕЧЕНИИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

## ЗАЩИТА КАБЕЛЕЙ НА ВВОДАХ В ЗДАНИЕ

■ Анализируя нормы и требования ПУЭ относительно вводов в здание кабелей электроснабжения, можно отметить, что там не предусмотрено никаких превентивных мер по их изоляции на вводах, как это предусмотрено для кабелей связи. Однако в документах, разъясняющих положения ПУЭ, дано определение «ввод в электроустановку», что означает участок кабеля от точки его входа в здание до зажимов вводного устройства. Согласно действующим требованиям и рекомендациям нормативных документов ввод в здание металлических труб, а также кабелей необходимо выполнять в одном и том же месте. Перечисленные коммуникации должны быть присоединены к главной заземляющей шине при помощи проводников уравнивания потенциалов, имеющих кратчайшую длину и малое сопротивление.

Технология выполнения заземления брони и оболочки кабелей связи изложена в нормативных документах Минкомсвязи. При проектировании должны предусматриваться помещения ввода кабелей или вводные шахты, где устанавливаются разветвительные изолирующие газопроницаемые и газонепроницаемые муфты и заземляются на главную заземляющую шину металлические покровы вводимых в здание кабелей. В дорожных узлах связи, как правило, для разделки кабелей предусмотрены вводные шахты.

В «Руководстве по строительству линейных сооружений магистральных и внутризоновых кабельных линий связи», в пункте 7 раздела 15 указано: «...внутри помещений бро-

нированные кабели с наружным джутовым покровом на расстоянии 150–200 мм от вводного блока должны быть освобождены от кабельной пряжи и брони. В отдельных случаях, по согласованию с заказчиком, для защиты кабеля от механических повреждений броню можно не удалять; при этом джут во всех случаях подлежит снятию. Заделку концов защитных покровов следует выполнять проволочными бандажами так же, как при монтаже муфт». Такие же рекомендации содержатся и в пункте 6.7 ведомственного документа [1]. Требование о снятии брони внутри помещений распространяется и на волоконно-оптические бронированные кабели.

Для защиты служебно-технических зданий от свертхоков, возникающих на вводимых в здание кабелях при грозовых разрядах, коротком замыкании в тяговой сети, у вводимых в помещение (шахту) кабелей должна быть снята броня и устроен диэлектрический разрыв металлической оболочки кабелей. Из-за малых строительных объемов служебно-технических зданий на станциях выделить такие помещения в отдельный объект не всегда удается, поэтому и предложено предусматривать для ввода кабелей устройство приямков или установку шкафов [2].

Физический разрыв металлической оболочки и заземление линейной стороны кабелей должны предотвратить попадание высоких потенциалов в здание по оболочке кабелей. Однако норм сопротивления диэлектрического разрыва на изолирующей муфте (оболочке) при вводе кабелей в служебно-технические здания нет.

Конструктивные характеристики и размеры рекомендуемых к приме-



нению газонепроницаемых изолирующих муфт типа ГМСИ и изолирующих соединительных типа МИС приведены в Типовых материалах для проектирования (ТМП) [3].

Для монтажа газонепроницаемых изолирующих муфт на ответвлениях от магистрального кабеля рекомендуются к использованию ГМВИ-4, ГМВИ-7, ГМВИ-40. Их монтируют на кабеле без перерезания токопроводящих жил [4].

В начале года по просьбе ГТСС на газонепроницаемой изолирующей муфте ГМСИ-4 фирмой «Связьстройдеталь» были выполнены испытания стойкости изолирующего промежутка 10 мм к воздействию напряжения постоянного тока 2 кВ. В процессе испытаний изолирующий промежуток успешно выдержал без пробоя в течение двух минут напряжение постоянного тока 2 кВ, приложенное к поверхности между цилиндрами муфты. Более того, изолирующий промежуток выдержал повышение испытательного напряжения до 10 кВ. Изолирующие соединительные муфты с такими же параметрами по испытательному напряжению (2 кВ) рекомендованы для применения при монтаже кабелей связи без разрезания оболочки [2]. Для справки: испытательное напряжение в течение 2 мин между группой всех жил и оболочкой магистрального кабеля марки МКП, МКС составляет 2000 В.

Заземление магистрального кабеля и промежуточные заземления брони и оболочки регламентированы нормами [5]. В пункте 5.1 этого документа указано, что металлические оболочки кабеля должны быть заземлены в местах ввода их в оконечные и усилительные пункты, по концам участка сближения с электрифицированной железной дорогой и внутри усилительного участка. Как правило, сопротивление заземления не должно превышать 5 Ом. Других дополнительных промежуточных заземлителей брони и оболочки магистральных кабелей, не оказывающих существенного влияния на коэффициент защитного действия кабеля, как правило, не требуется.

Технология монтажа магистральных кабелей с устройством газонепроницаемых изолирующих муфт на ответвлениях во избежание растекания тяговых токов по кабелям от ответвления и их прожогов была при-

нята в 1986 г. и подробно изложена в ТМП [3]. Требования по изоляции кабелей ответвлений от магистрали содержатся также в пунктах 3.96 и 3.97 ведомственных норм [6].

Никаких заземлений разветвительных муфт на магистральном кабеле не требуется, кроме как в середине усилительного участка. Требование об устройстве заземлений брони волоконно-оптического кабеля вызвано тем, что при строительной длине 4 км нецелесообразно на трассе делать дополнительный разрез брони в середине усилительного участка. Более технологично это выполнить при монтаже муфт.

### УСТРОЙСТВО ЗАЗЕМЛЕНИЙ

■ В действующих нормативных документах Минэнерго и Минкомсвязи по устройству заземлений прописаны нормы сопротивления заземляющих устройств, заземляющих проводок, а также требования к устройству молниезащиты (молниеприемников и тоководов). Подобные нормы к заземляющим проводникам приняты и в нормативных документах ОАО «РЖД», но ввиду наличия электротряса они устоячены.

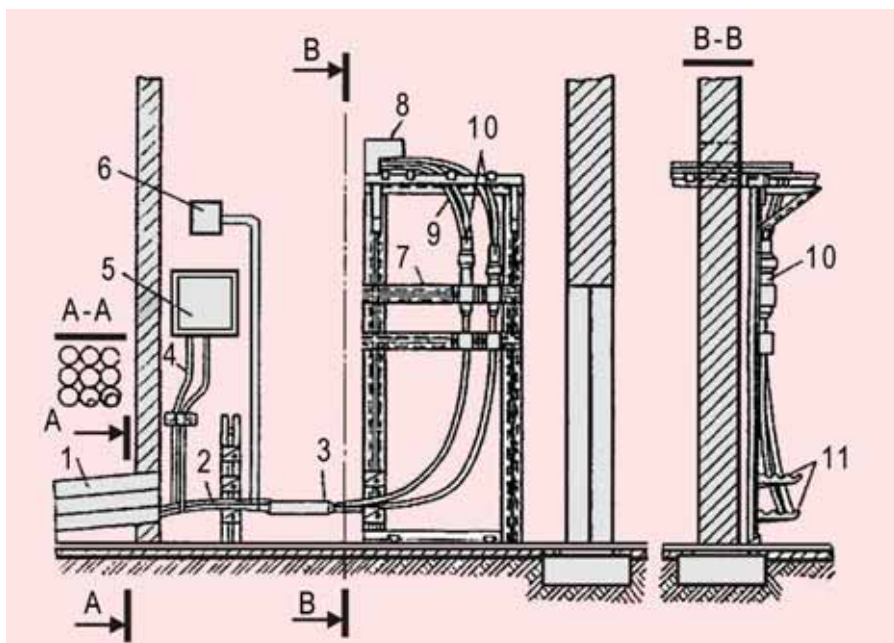
Поскольку устройства электроустановки питаются от электроустановок напряжением до 1000 В, соответ-

ственно нормируется и сопротивление заземляющего устройства узла связи (если нет дополнительных требований).

Согласно ГОСТу [7] для электроустановок напряжением до 1000 В с заземленной нейтралью сопротивление общего заземляющего устройства, к которому присоединены нейтрали генераторов и трансформаторов или вывод источника однофазного тока, при удельном сопротивлении грунта до 100 Ом·м не должно быть более 2, 4 и 8 Ом соответственно для установок напряжением 660/380, 380/220 и 280/127 В.

При проектировании и строительстве заземляющих устройств следует руководствоваться требованиями ПУЭ, относящимися к общему заземляющему устройству для всех объектов, расположенных на одной строительной площадке. Кроме того, целесообразно при новом строительстве отказаться от устройства вынесенных контуров заземлений, используя для этой цели арматуру железобетонных фундаментов.

Для создания единого комплекса молниезащиты, заземления и уравновешивания потенциалов служебно-технических зданий следует проектировать заземляющее устройство в виде наружного контура согласно рекомендациям [8]. Контур целесообраз-



Ввод кабелей в здание обслуживаемого усилительного пункта:

1 – вводный блок; 2 – магистральный кабель; 3 – газонепроницаемая изолирующая муфта; 4 – воздуховод; 5 – компрессорно-сигнальная установка; 6 – панель КИП или специально устанавливаемая заземляющая шина для подключения брони и оболочек вводимых кабелей; 7 стойка – каркас для разветвительных муфт; 8 – отверстие из шахты в ЛАЗ; 9 – распределительные кабели; 10 – разветвительные муфты; 11 – консоли

но прокладывать на глубине не менее 0,5 м от поверхности земли и на расстоянии не менее 1 м от стен.

Выбор сечения заземляющих проводников требует особого внимания. При заземлении или занулении металлических оболочек силовых кабелей нет необходимости применять защитные проводники, имеющие проводимость большую, чем у оболочек кабелей, т. е. минимальное сечение заземляющего проводника брони и оболочек кабелей должно быть не менее 6 мм<sup>2</sup>.

Материал и размеры заземляющих электродов и проводников, проложенных в земле, должны соответствовать стандарту IEC 60364-5-54 (IEC:2002), описанному в техническом циркуляре Ассоциации «Росэлектромонтаж» № 11/2006 от 16 октября 2006 г. В этом документе также рекомендовано минимальное сечение заземляющих проводников в системе защитного заземления TN: 6 мм<sup>2</sup> – для меди, 16 мм<sup>2</sup> – для алюминия, 50 мм<sup>2</sup> – для стали, при условии, что протекание существенных токов повреждения не ожидается.

Сечения заземляющих проводников приняты с учетом наличия электротяги соответственно [2]: 10 мм<sup>2</sup> на участках с автономной тягой и 16 мм<sup>2</sup> с электротягой постоянного и переменного тока. Однако это относится только к сетям связи, автоматики и телемеханики ОАО «РЖД» и, как уже отмечалось, не регламентировано ПУЭ. Сечение заземляющих проводников подбирается исходя из соображений, что они работают с перегрузкой по току только кратковременно. Аналогично выбирается сечение тоководов при проектировании спусков от молниеприемников. Они изготавливаются из стального прутка сечением не менее 6 мм<sup>2</sup> или стальной полосы сечением не менее 24 мм<sup>2</sup>.

Таким образом, ужесточать требования к заземляющим проводникам и приводить их в соответствие с сечением и сопротивлением оболочек кабелей нет необходимости. При этом согласно [3] броня и оболочки кабелей в муфтах, на ответвлениях и на вводах не перепаяиваются, а подключаются к заземляющей шине (заземлению) через КИПы от-

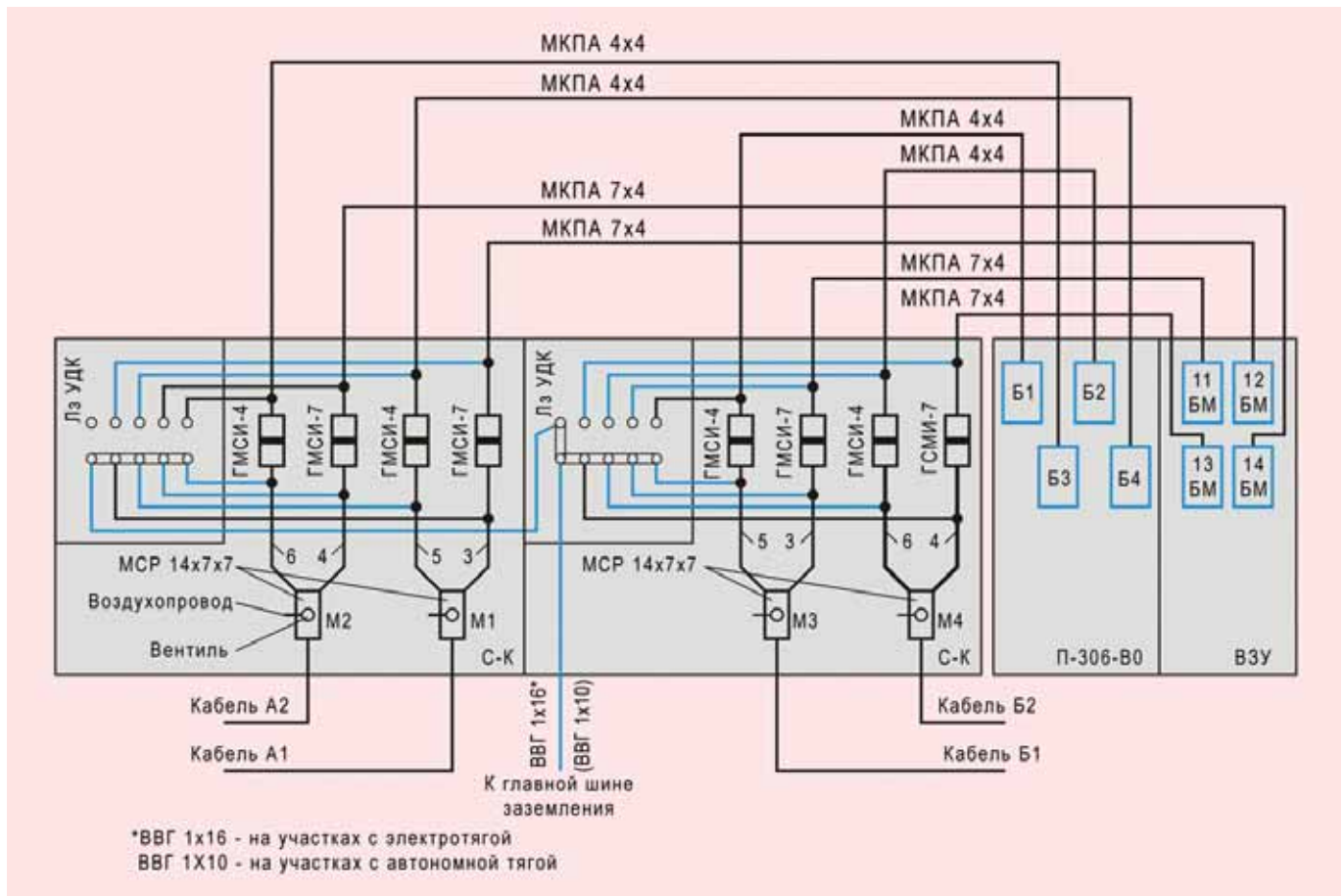
дельными проводниками для возможности измерения потенциалов.

Устройство бандажей из проволоки, технология их пайки, перечень материалов для бандажей на броне и оболочках кабелей детально отражены в соответствующих инструкциях и руководствах по монтажу кабелей и муфт. Например, в «Руководстве по строительству линейных сооружений магистральных и внутризоновых кабельных линий связи» (п. 8.46) бандаж на броне рекомендовано выполнять из четырех витков медной луженой проволоки диаметром 1,0–1,2 мм.

### ВВОДЫ КАБЕЛЕЙ И ПОТЕНЦИАЛЫ РАВНИВАЮЩИЕ ПРОВОДНИКИ

■ Согласно рекомендациям МККТТ точки выхода проводов из здания, включая провода заземления, желательно располагать близко друг к другу.

При этом пересечение кабелей различного назначения и шин заземления не допускается. Когда избежать пересечения вновь прокладываемых кабелей с действующими



Монтаж двухкабельной линии. Схема ввода кабелей в обслуживаемый усилительный пункт.



Модель IS-BSOLN-C2  
Крепление на перегородку

Модель IS-SONX-CO  
Крепление на фланец

Широкодиапазонные (HF/VHF/UHF) устройства грозозащиты коаксиального кабеля PolyPhaser

невозможно, их следует заключать в изоляционные трубы, концы которых должны выступать не менее чем на 3 м от места пересечения.

Вводы от каждого контура заземляющего устройства в здание выполняются кратчайшим путем, причем от защитного или рабочезащитного – двумя стальными шинами сечением не менее 50 мм<sup>2</sup>, присоединенными сваркой к контуру в разных местах; от рабочего и измерительного – силовыми небронированными кабелями с алюминиевой жилой сечением не менее 25 и 6 мм<sup>2</sup> соответственно.

Все вводы подаются на главную заземляющую шину (рекомендуется медная шина сечением не менее 50 мм<sup>2</sup> длиной 1,0 м, где соединяются параллельно болтами и разъединяются при помощи инструмента лишь на период измерения сопротивления заземляющих контуров (в соответствии с ГОСТ Р 50571.10).

Главная заземляющая шина может быть выполнена внутри вводного устройства электроустановки напряжением до 1 кВ или отдельно от него. В первом случае следует использовать шину РЕ (проводник питающей линии), во втором – ее сечение должно быть не менее чем у шины РЕ.

Ввод кабелей силового фидера следует предусматривать в отдельном проеме в стене здания. Расстояние между вводами кабелей (шин) заземления, электроснабжения и вводами кабелей связи и СЦБ (без специальных мер защиты в нестандартных условиях) должно быть не менее 0,5 м, а при использовании асбестоцементных труб или несгораемых перегородок – не менее 0,25 м. Допустимо устраивать вводы кабе-

лей (шин) заземления и электроснабжения в одном вводном блоке, но в разных трубах.

Металлические бронепокровы и оболочки кабелей связи с медными жилами при их вводе не перепаяиваются между собой и подключаются отдельными медными проводами сечением не менее 10 мм<sup>2</sup> при автономной тяге и электротяге постоянного тока и 16 мм<sup>2</sup> при электротяге переменного тока к главной заземляющей шине, устанавливаемой непосредственно у ввода кабелей в здание. Последняя подключается к главной заземляющей шине электроустановки проводником сечением не менее 16 мм<sup>2</sup> по меди. На время контроля изолирующих шланговых покровов провода отключаются от главной заземляющей шины.

При наличии нескольких разнесенных кабельных вводов и подземных металлических коммуникаций, удаленных на значительном расстоянии от главной заземляющей шины электроустановки, целесообразно для уравнивания потенциалов заземляющую шину сечением 50 мм<sup>2</sup> предусматривать в виде линейной или кольцевой магистрали по периметру здания.

#### ЗАЩИТА РАДИОЧАСТОТНЫХ КАБЕЛЕЙ И СТАЦИОНАРНЫХ АНТЕНН

■ Мероприятия по защите радиочастотных кабелей приведены в правилах [9]. Однако рекомендации по установке устройств гальванической развязки (УГР), представляющих собой разделительные конденсаторы, включенные последовательно в оплетку и центральную жилу кабеля для защиты обслуживающего персонала и антенного кабеля, тре-

буют уточнения. В частности, не указан номинал емкости конденсаторов и напряжение, на которое они рассчитаны; фразу «защиты антенного кабеля от повреждений» целесообразно дополнить словами «и радиостанций от перенапряжений, возникающих при ударах молнии и заносе высокого потенциала». Кроме того, следует внести уточнение, что УГР всегда устанавливается перед вводом антенного кабеля, независимо от места расположения антенны (на здании или на отдельно стоящей мачте).

Анализируя решения по защите антенных фидеров и оборудования на сетях радиосвязи стандарта GSM-R и по устройству УГР на антенных вводах кабелей технологической связи, можно сделать вывод, что установка незаземленных конденсаторов не решает проблему защиты антенного кабеля и оборудования. Нуждается в уточнении также вопрос молниезащиты стационарных антенн.

Согласно требованиям руководящего документа [10] при вводе высокочастотных кабелей в аппаратную следует предусматривать разрядники для защиты радиотехнического оборудования.

При вводе антенного кабеля в здание целесообразно предусматривать широкодиапазонные (HF/VHF/UHF) устройства грозозащиты на коаксиальный кабель (например PolyPhaser), в которых используется газовая трубка UL497B.

Оборудование грозозащиты PolyPhaser с блокировкой постоянного тока от центрального контакта, на который поступает и ток от разряда молнии, выдерживает многократные импульсные грозовые разряды до 50 кВ. Оно рассчитано на частотный диапазон 1,5–1000 МГц и вносит потери во всем частотном диапазоне менее 0,1 дБ.

Оборудование PolyPhaser устанавливается перед вводом антенного кабеля в здание и подключается к заземляющему устройству служебно-технического здания снаружи.

Аналогичное решение реализовано фирмой NK CABLES, которая поставляет изделие «EMP Protectors» в комплекте с кабельной продукцией. Это изделие – рассчитанный на 25 кВ разрядник, который вносит в антенный тракт затухание 0,1 дБ.



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

**Редакционная коллегия:**  
С.Е. Ададунов, Б.Ф. Безродный,  
В.Ф. Вишняков, В.М. Кайнов,  
Г.Д. Казиев, А.А. Кочетков,  
Б.Л. Кунин, В.М. Лисенков,  
П.Ю. Маневич, В.Б. Мехов,  
М.И. Смирнов (заместитель  
главного редактора)

**Редакционный совет:**  
А.В. Архаров (Москва)  
В.А. Бочков (Челябинск)  
А.М. Вериго (Москва)  
В.А. Дашутин (Хабаровск)  
В.И. Зиннер (С.-Петербург)  
В.Н. Иванов (Саратов)  
А.И. Каменев (Москва)  
А.А. Клименко (Москва)  
В.А. Мишенин (Москва)  
Г.Ф. Насонов (С.-Петербург)  
А.Б. Никитин (С.-Петербург)  
В.И. Норченков (Челябинск)  
В.Н. Новиков (Москва)  
А.Н. Слюняев (Москва)  
В.И. Талалаев (Москва)  
А.Н. Шабельников (Ростов-на-Дону)  
Д.В. Шалагин (Москва)  
И.Н. Швердин (Иркутск)

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

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

Телефоны: отделы СЦБ и пассажирской  
автоматики – (495) 262-77-50;  
отдел связи, радио и вычислительной  
техники – (495) 262-77-58;  
для справок – (495) 262-16-44

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

Подписано в печать 31.08.2009  
Формат 60x88 <sup>1</sup>/<sub>8</sub>.  
Усл. печ. л. 6,84 Усл. кр.-отт. 8,00  
Уч.-изд. л. 10,1

Зак. 942  
Тираж 3410 экз.  
Оригинал-макет "ПАРАДИЗ"  
[www.paradiz.ru](http://www.paradiz.ru)  
(495) 795-02-99, (495) 158-66-81

Отпечатано в ООО "Типография Парадиз"  
143090, Московская обл.,  
г. Краснознаменск,  
ул. Парковая, д. 2а

Уровень защиты	Материал	Сечение, мм <sup>2</sup>		
		молниеприемника	токоотвода	заземлителя
I-IV	Сталь	50	50	80
I-IV	Алюминий	70	25	Не применяется
I-V	Медь	35	16	50

Обращает на себя внимание различие в пунктах 10.4.2 и 10.4.4 [10] в трактовке организации молниезащиты. В первом случае указывается, что молниезащите подлежат все антенны, находящиеся на крышах зданий и на отдельно стоящих опорах или мачтах; во втором – перечислены типы антенн, для которых дополнительные меры по молниезащите не требуются, за исключением обеспечения надежного гальванического соединения антенны и металлических мачт с помощью токоотвода сечением не менее 50 мм<sup>2</sup>.

В связи с этим в пункт 10.4.4 необходимо внести дополнение: установка молниеприемников для антенн (указать типы антенн) не требуется, поскольку их функции выполняют сами антенны. Гальваническое соединение антенны и металлической мачты с заземлителем должно быть обеспечено с помощью токоотвода. Материал и сечение молниеприемников, токоотводов и заземлителей должны соответствовать нормам, приведенным в таблице.

И еще один вопрос – заземление радиочастотных кабелей по трассе. Для защиты высокочастотных кабелей, прокладываемых между антенной и радиотехническим оборудованием, необходим электрический контакт экрана этих кабелей с металлическими конструкциями опоры и фидерного моста в местах их ввода в техническое здание и подключения к антенне на опоре.

Кроме того, высокочастотные кабели следует заземлять в местах изгиба по всему маршруту прокладки. Такое решение не распространяется в официальном порядке на антенные кабели технологической радиосвязи, но реализуется при проектировании стандартов GSM-R и TETRA на сетях связи ОАО «РЖД».

Ввод кабеля от антенны радиосвязи GSM-R, TETRA и кабеля для технологической УКВ радиосвязи следует заземлять согласно требованиям [10]. Но при этом надо решить, как подключать заземление экрана с учетом требования, что сиг-

нальная «земля», как правило, должна подключаться в одной точке, около источника сигнала.

Если этих «земель» будет несколько, разные «земли» могут накладывать помехи на сигнал, что отрицательно скажется на работе приемника. К тому же из-за межземельной разницы потенциалов может произойти выгорание оплетки.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. «Правила по прокладке и монтажу кабелей устройств СЦБ. ПР 32 ЦШ 10.01-95».
2. «Рекомендации по обеспечению противопожарной безопасности служебно-технических зданий и сооружений» (утверждены ЦСС 12.11.2008 г.)
3. «Кабельные линии дальней связи железнодорожного транспорта. Линейные сооружения», ШП-43-04, С-Пб, ГТСС, 2006 г.
4. «Инструкция по монтажу, ремонту и восстановлению кабельных линий железнодорожной связи с применением новых технологий и материалов» (утверждена ЦСВТ 20.12.2002 г.)
5. «Правила защиты устройств проводной связи и проводного вещания от влияния тяговой сети электрифицированных железных дорог переменного тока». М., «Транспорт», 1963.
6. «Ведомственные нормы технологического проектирования электроустановок на железнодорожном транспорте, ВНТП/МПС-91». С-Пб: ГТСС, 1992.
7. ГОСТ 12.1.030 Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление. Система стандартов безопасности труда.
8. Инструкции по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций – СО 153-34.21.122-2003. М., «МЭИ», 2004 г.
9. «Правила организации и расчета сетей поездной радиосвязи открытого акционерного общества "Российские железные дороги"». М., «Трансиздат», 2005 г.
10. «РД 45.162-2001. Комплексы сетей сотовой и спутниковой подвижной связи общего пользования». М., «Институт сотовой связи», 2001 г.