

СОДЕРЖАНИЕ

Слово руководителю

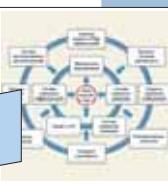
Розенберг И.Н.

Основные направления деятельности – разработка и внедрение новых технологий 2

Розенберг Е.Н.

ЦИФРОВАЯ ЖЕЛЕЗНАЯ ДОРОГА – БЛИЖАЙШЕЕ БУДУЩЕЕ

СТР. 4



Интеллектуальная собственность

Розенберг Е.Н., Раков В.В., Сюмайкина Д.А.

Эффективное управление объектами интеллектуальных прав 8

Системы управления

Матюхин В.Г., Шабунин А.Б., Ефремов Г.А., Ефремова А.П.

Интеллектуальное диспетчерское управление движением поездов 10

Брайде В.М., Лях Р.И., Брайде М.В.

Автоматизация ЦУСИ 12

Информационная безопасность

Матюхин В.Г., Галдин А.А.

Обеспечение информационной безопасности в ИСУЖТ 14

Иновационные разработки

Раков В.В., Сюмайкина Д.А.

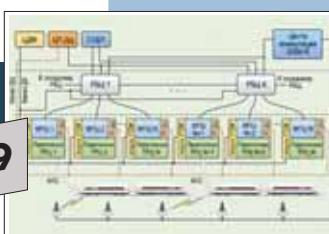
Золотой блеск инноваций 16

Системы безопасности

Попов П.А.,
Озеров А.В.

ИНТЕРВАЛЬНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ НА ОСНОВЕ ЦИФРОВОГО РАДИОКАНАЛА

СТР. 19



Воронин В.А.

ТРЦ как основа обеспечения безопасности движения поездов 22

Шухина Е.Е., Низовский А.В.

Системы обеспечения безопасности движения поездов на базе радиоканала 25

Гринфельд И.Н.,
Коровин А.С.

ФУНКЦИИ БОРТОВЫХ ПРИБОРОВ БЕЗОПАСНОСТИ НА ПОЛИГОНЕ МЦК

СТР. 27



Замышляев А.М., Калинин А.В., Долганюк С.И.

Система МАЛС: задачи и перспективы 30

Телекоммуникации

Шурдак А.В., Климова Т.В., Васильев О.К., Блиндер И.Д.,
Вериго А.М., Черников А.А.

Системы связи и передачи данных нового поколения 34

Сортировочные горки

Шабельников А.Н.

Инновационное развитие сортировочных систем 39

Информатизация транспорта

Горелик А.Л., Баврин А.Г., Корешев В.И.

Применение стандартных компонент при разработке ПО 41

Дмитриев В.Н.

Каталогизация – инструмент бережливого производства 42

Электропитание систем ЖАТ

Яблочкин А.В., Коган Д.А.

Шина постоянного тока потребителей 45

Наумова Д.В.

Алгоритм неустанного поиска 3 стр. обл.

На 1-й стр. обложки: Московское центральное кольцо.

Станция Измайлово (фото Наумовой Д.В.)

АВТОМАТИКА
СВЯЗЬ
ИНФОРМАТИКА

АСИ

10 (2016)
ОКТЯБРЬ

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

РД

ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ
С 1923 ГОДА

Журнал включен в базу
данных Российского
индекса научного
цитирования

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

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

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

Свидетельство
о регистрации
ПИ № ФС77-21833
от 07.09.05

© Москва
«Автоматика, связь,
информатика»
2016



И.Н. РОЗЕНБЕРГ,
генеральный директор
ОАО «НИИАС», профессор,
д-р техн. наук

В этом году исполняется 60 лет с момента образования нашего института. За прошедший период неоднократно менялись статус и название ОАО «НИИАС», но все годы специалисты института решали наиболее важные задачи по развитию и внедрению на железнодорожном транспорте новейших средств автоматики и телемеханики, информационных технологий и средств связи с целью обеспечения безопасности движения поездов. В настоящее время основными направлениями деятельности ОАО «НИИАС» является разработка и внедрение автоматизированных систем управления перевозочным процессом, обеспечение безопасности движения, автоматизация производственных процессов в ключевых направлениях деятельности холдинга «РЖД».

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ – РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

■ За институтом закреплен статус головной организации в таких стратегических направлениях, как внедрение систем управления и обеспечения безопасности движения поездов, технических средств железнодорожной автоматики, спутниковых и геоинформационных технологий, разработка и внедрение светодиодной техники, создание и реализация интеллектуальных систем управления и автоматизации производственных процессов, кибербезопасность.

К целевым задачам деятельности в сфере создания новых технологий управления перевозочным процессом и обеспечения безопасности движения поездов относятся:

внедрение единой интеллектуальной системы управления железнодорожным транспортом (ИСУЖТ);

модернизация центров управления перевозками и ситуационных центров;

развитие методов интервального регулирования с использованием навигационно-информационного обеспечения от ГНСС ГЛОНАСС с реализацией аппаратно-программных решений центра RBC и бортовой аппаратуры локомотивов с повышением допустимой скорости движения до 200–250 км/ч без модернизации наземной инфраструктуры;

автоматизация работы станций, включая местную работу; управление сортировкой; планирование и управление маршрутами; применение малолюдных технологий;

использование современных систем широкополосной и спутниковой связи для информационно-коммуникационного взаимодействия с подвижным составом;

применение современных решений в части кибербезопасности управления перевозками.

Выбранный институтом подход

к разработке проекта ИСУЖТ, как комплексной интегрированной системы, обусловлен назревшей необходимостью реализации нового инновационного решения в управлении всеми циклами производственного процесса. Такое решение позволяет объединить различные технологические приложения на современных программных и интеллектуальных системно-технических ресурсах. Причем ИСУЖТ – это полностью российская разработка.

Цель ИСУЖТ – заменить интеллект диспетчеров с помощью методов искусственного интеллекта путем применения мультиагентных технологий. В основе проекта лежит единая онтология, которая включает весь перевозочный процесс от момента подачи заявки на перевозку до момента выгрузки вагона.

Как известно, в управлении эксплуатационной работой на железнодорожном транспорте роль управляющего воздействия играет план, обязательный к исполнению, в том числе план выполнения технологических окон, погрузки/выгрузки и множество других планов, включая график движения поездов. При текущем состоянии автоматизации в основном осуществляется ручной расчет множества планов и их фиксация в различных информационных системах ОАО «РЖД». Взаимное увязывание (синхронизация) планов в значительной степени зависит от человеческого фактора. Однако по мере укрупнения полигонов и ускорения деловых процессов необходимо переходить на максимальную автоматизацию планирования.

Модель функциональной архитектуры информационных систем ОАО «РЖД» отражает основной замысел ИСУЖТ, который заключается в обеспечении автоматического построения планов управле-

ния производством. Вместо набора разрозненных систем создается единая система, формирующая взаимоувязанность планов. Благодаря этому обеспечивается сквозное планирование производства и взаимодействие вертикально интегрированных структур ОАО «РЖД».

Проект ИСУЖТ позиционируется как единая среда для интеграции существующих информационных систем, описывающих перевозочный процесс. Это соответствует целевой принципиальной схеме ИТ-комплекса управления грузовыми перевозками. Проект реализуется на основе данных АСОУП.

Поскольку функциональными заказчиками ИСУЖТ являются ЦД, ЦТ, ЦДИ и ЦФТО, то подпроекты направлены на решение задач, стоящих перед всеми основными участниками перевозочного процесса. Система ИСУЖТ предусматривает последовательную реализацию технологически и информационно увязанных комплексов, обеспечивающих перевозочный процесс, начиная от создания соответствующих нормативных документов, планирования перевозок до контроля их реализации.

В сфере управления и обеспечения безопасности движения поездов ОАО «НИИАС» концентрирует свои усилия на создании комплексной системы, базирующейся на разработках:

микропроцессорной системы управления станциями и участком на базе вычислительных средств с открытым кодом, микропроцессорных и релейно-процессорных систем с учетом самодиагностики и резервирования;

взаимоувязанных АРМов диспетчерского, инженерного и руководящего персонала на единой аппаратной платформе;

вариантов модификации системы интервального регулирования с использованием цифрового радиоканала в качестве дублирующего для передачи ответственной информации, в том числе российского аналога системы ERTMS 2-го и 3-го уровней;

единой геоинформационной базы данных путевых объектов для бортовых устройств безопасности, управления, диагностики и расшифровки результатов поездки;

автоматизированной технологии в системе безопасности движения поездов на базе автоматической передачи предупреждений на борт локомотива с использованием электронной цифровой подписи;

интеллектуальной интеграции бортовых систем безопасности и управления (автоворедения);

систем автоблокировки с централизованным размещением аппаратуры, тональными рельсовыми цепями и дублирующими каналами передачи информации АБТЦ-МШ, предназначенных для интервального регулирования движения грузовых, пассажирских и высокоскоростных поездов;

контроля технического состояния подвижного состава в процессе движения (температуры нагрева букс, целостности рамы вагона, поверхности катания колеса и др.).

В структуре осуществляемых ОАО «НИИАС» мероприятий в данной сфере деятельности приоритетным является развитие бортовых микропроцессорных систем управления с созданием

в перспективе отечественного универсального устройства управления и безопасности с функцией криптозащиты. К приоритетам также относится внедрение разработанной институтом комплексной технологии формирования электронных карт локомотивных устройств безопасности на основе обработки первичных данных диагностических комплексов «ЭРА» и материалов мобильного лазерного сканирования, накапливаемых в комплексной системе пространственных данных инфраструктуры.

Столь же важную роль в обеспечении интеллектуальных систем управления перевозочным процессом играет формирование единого информационного «пространства доверия» на основе действующего удостоверяющего центра, поддерживающего электронный документооборот с применением технологии электронной подписи.

Следует отметить, что многолетний опыт работы ОАО «НИИАС» в сфере геоинформационных технологий позволил приступить к практической реализации методов ситуационной осведомленности, имеющих большое значение в информационном обеспечении принятия решений в интеллектуальных транспортных системах. При этом информационно-коммуникационные технологии обеспечивают интеграцию данных от многочисленных информационных систем, действующих в структурных подразделениях и организациях холдинга «РЖД», дают возможность, например, отобразить в режиме реального времени на табло коллективного пользования весь комплекс процессов, происходящих на инфраструктуре с координатной привязкой к геоинформационной подоснове сети железных дорог.

Подводя итог, можно сделать вывод, что реализация разработок ОАО «НИИАС» в сфере управления перевозочным процессом и обеспечения безопасности движения поездов служит важным инструментарием в достижении стратегических целей, сформулированных в принятой «Комплексной программе инновационного развития ОАО «РЖД» на период до 2020 г.», в части получения качественных собственных инновационных продуктов, повышающих технологическую эффективность, безопасность и конкурентоспособность услуг железнодорожного транспорта.



Ознакомление президента ОАО «РЖД» О.В. Белозёрова с комплексом новых технологий управления перевозочным процессом и обеспечения безопасности движения поездов



Е.Н. РОЗЕНБЕРГ,
первый заместитель
генерального директора
ОАО «НИИАС»,
профессор, д-р техн. наук

В ОАО «РЖД» разрабатывается концепция Цифровой железной дороги, представляющая целый комплекс технологического управления. Базовые элементы при этом ориентируются на переход к цифровому описанию объектов, непрерывному их мониторингу, применению комплекса вычислительных средств, которые централизуются, включая мобильные системы диагностики персонала и др. Для информационно-управляющих систем требуется автоматизация получения информации о параметрах технологического процесса, а также передача управляющих команд на исполнительные объекты – локомотивные системы и станционные комплексы управления маршрутами.

ЦИФРОВАЯ ЖЕЛЕЗНАЯ ДОРОГА – БЛИЖАЙШЕЕ БУДУЩЕЕ

■ Для реализации поставленных задач необходимо совершенствовать системы железнодорожной автоматики и телемеханики, создавать цифровые модели объектов инфраструктуры, развертывать сети цифровой радиосвязи. При этом следует использовать системы интервального регулирования, мониторинга состояния технических средств и автоматизации отдельных технологических операций.

Архитектура Цифровой железной дороги представлена на рис. 1. Архитектура систем управления включает в себя комплексную процессную модель, стратегию развития холдинга «РЖД», ключевые показатели эффективности, консолидированный каталог услуг, организационную структуру.

Технологическая ИТ-архитектура предполагает комплексный подход к интеграции систем, в котором определены единые принципы управления, унифицированная ИТ-инфраструктура, общие требования к безопасности.

Базовыми элементами для

перехода к цифровой железной дороге являются:

построение цифровых моделей объектов инфраструктуры в едином координатно-временном пространстве;

создание цифровых сетей связи и высокоточных координатных систем на основе спутниковых сетей высокоточного позиционирования;

обеспечение непрерывного мониторинга объектов инфраструктуры с организацией автоматической выдачи ограничений скорости и ремонта;

организация мониторинга состояния подвижного состава внутренними и внешними средствами с возможностью прогнозирования остаточного ресурса;

разработка комплекса вычислительных средств для дистанционного управления объектами инфраструктуры, формирование оперативных изменений графиков потоков поездов с учетом экономии электроэнергии и обеспечения полной автоматизации отдельных технологических операций;

применение мобильных средств

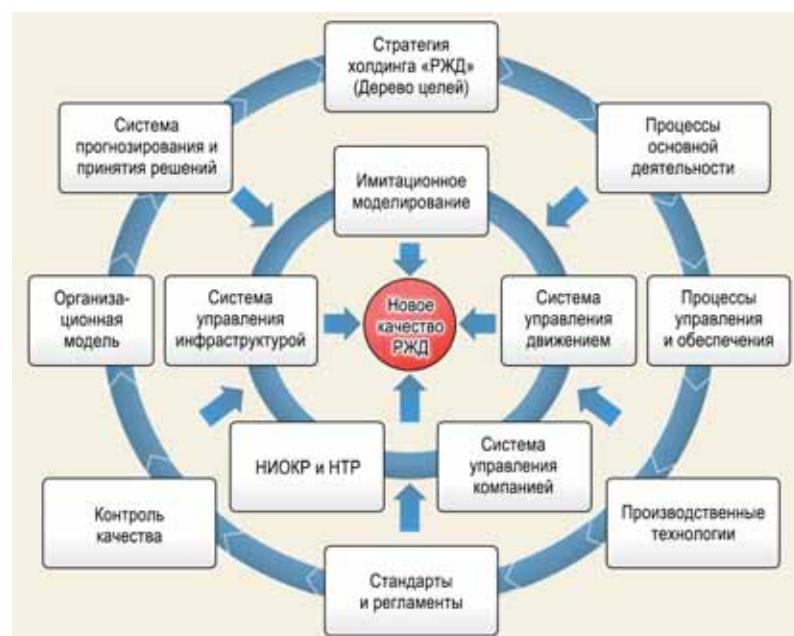


РИС. 1

контроля местоположения персонала и его психофизиологического состояния.

В технологии Цифровой железной дороги предусмотрен непрерывный мониторинг, при котором все процессы взаимосвязаны. Начало отработки этой технологии было положено на Западно-Сибирской и Южно-Уральской дорогах.

Информационно-управляющая система построена по иерархическому принципу и имеет три уровня.

Низовой уровень – это уровень интервального регулирования без напольных устройств с учетом энергосбережений и автоворедения при использовании цифровой электронной карты на борту локомотива. Это наиболее ответственный уровень, на котором системы обеспечения безопасности реализуют режим интервального регулирования движения поездов и управление стрелками и сигналами на станциях. На этом уровне намечено активное расширение системы связи. Если раньше мы задавали вопрос «Зачем нам LTE?», то сегодня думаем «Как мы без этой технологии обойдемся?».

Средний уровень – уровень диспетчерского управления с автоматической установкой маршрута, автоматическими командами управления поездом: ускорение и

замедление движения, экстренная остановка с переносом системы диагностики на подвижной состав.

На верхнем уровне формируются управляющие команды из ИСУЖТ для оптимизации графиков движения поездов с учетом решения конфликтных ситуаций. Это уровень управления, на котором будет происходить автоматическая реализация графика движения, распознавание и решение конфликтных ситуаций, мониторинг инфраструктуры и подвижного состава.

На современном этапе развития технических средств все три уровня представляют собой аппаратно-программные вычислительные комплексы с повышенными требованиями к обеспечению безопасности движения.

В результате на верхнем уровне будут действовать системы автоматической установки маршрутов, прогнозирования графика, на среднем появится мобильная диагностика, а на нижнем исключится использование напольных устройств.

Такие технологии уже действуют на Западе. Их особенность состоит в концентрации в пригородных зонах интенсивного движения. Такие технологические системы – сложный комплекс, но реализовать

его нужно с учетом экономических факторов.

Какие требования предъявляются к системам автоматики при интенсивном движении? Прежде всего, уменьшение интервалов попутного следования поездов за счет применения подвижных блок-участков; расширение информации о состоянии впередилежащего маршрута следования, в том числе на станциях с исключением проездов маневровых сигналов; применение электронных карт маршрутов движения с учетом использования высокоточной координатной системы и дифференциальных поправок.

Кроме того, реализуются требования передачи на подвижные объекты графиков движения поездов с учетом энергоэффективности и сокращения потерь поездочасов, управляющие команды на остановку поездов и проследование запрещающих сигналов; сокращение количества сбоев системы передачи информации на локомотивы посредством дублирования каналов; переход к управлению движением потоков поездов путем централизации функции автоворедения; функциональное резервирование систем автоматики для сокращения времени восстановления и потерь поездочасов.

На Московском центральном кольце (МЦК) внедрен комплекс автоматизированного управления движением поездов в условиях высокой интенсивности движения с использованием систем «Автодиспетчер» и «Автомашинист». Он стал логическим продолжением эффективно работающих систем на участке Сочи – Адлер – Роза-Хutor.

Комплекс позволяет в автоматизированном режиме вести управление движением по нормативному графику, контролировать движение поезда в реальном времени с помощью системы позиционирования на основе спутниковой навигации, используемой в бортовой системе безопасности, выявлять конфликтные ситуации, осуществлять автоматизированный расчет и применять вариантный график движения поездов для выхода из конфликтных ситуаций и восстановления планового графика в реальном масштабе времени.

В системе реализован режим автоворедения поездов, использование цифровых систем связи,

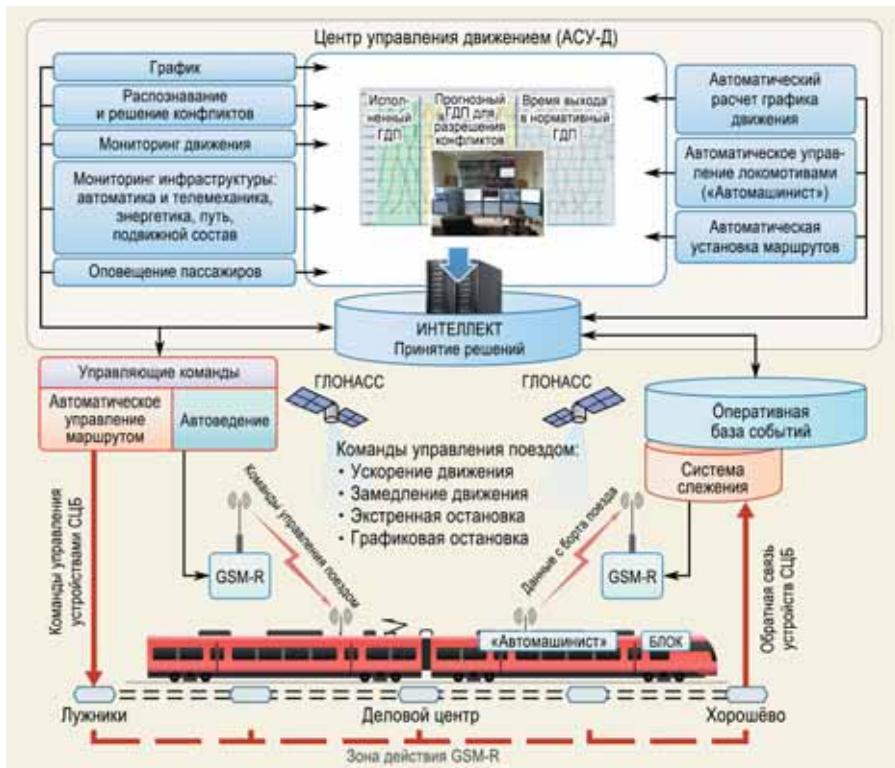


РИС. 2

высокоточной координатной сети и цифровой модели пути, обеспечивающих высокую точность позиционирования электропоезда, внедрение криптозащищенной безбумажной технологии передачи на борт ответственной информации, что позволит организовать движение электропоездов в режиме «Автомашинист» в соответствии с установленными требованиями безопасности движения.

Функционирование систем «Автодиспетчер» и «Автомашинист» обеспечивается комбинированной системой интервального регулирования с подвижными блок-участками на базе автоблокировки с рельсовыми цепями тональной частоты и микропроцессорных бортовых устройств, решающих задачи совмещенного движения пассажирских и грузовых поездов. Система обеспечивает два режима работы: светофорной сигнализации для движения грузовых поездов установленной массы и длины, а также бессветофорной сигнализации для ускоренного движения пригородных поездов с интервалом попутного следования до 2 мин 40 с.

Для систем интервального регулирования разработана волоконно-оптическая система вибраакустического мониторинга протяженных объектов и передачи данных по цифровому радиоканалу. Система вибраакустического мониторинга позволяет контролировать проследование подвижного состава по участкам с помощью волоконно-оптической системы координатного позиционирования поездов.

Реализация системы интервального регулирования движения поездов на участках с малой и средней интенсивностью движения дает возможность исключить из эксплуатации напольное оборудование железнодорожной автоматики и при этом получить значительную экономию стоимости ее жизненного цикла. Эксплуатационные испытания такой технологии уже начаты на участке Большево – Фрязино Московской дороги.

Определены требования по локализации узких мест при организации движения поездов в эксплуатируемых системах:

сокращение защитных блок-

участков при производстве капитальных ремонтов для движения поездов по неправильному пути, а также межпоездных интервалов в местах с ограничением электроснабжения;

оборудование всех путей устройствами локомотивной сигнализации для безостановочного пропуска поездов;

сокращение времени занятия горловин станций при приеме на боковые пути, а также условий запрещения маневровой работы на станции при проследовании поездов;

дистанционная передача информации на локомотив для проследования запрещающего сигнала при неисправности устройств СЦБ;

сокращение времени проверки тормозов;

переход к структуре формирования поездов без учета гужевых и порожних вагонов, а также ограничений на роспуск вагонов с горки (увеличение горочного цикла на 12 мин).

Для МЦК проработана технология ухода от длинных защитных блок-участков. Сформулирова-

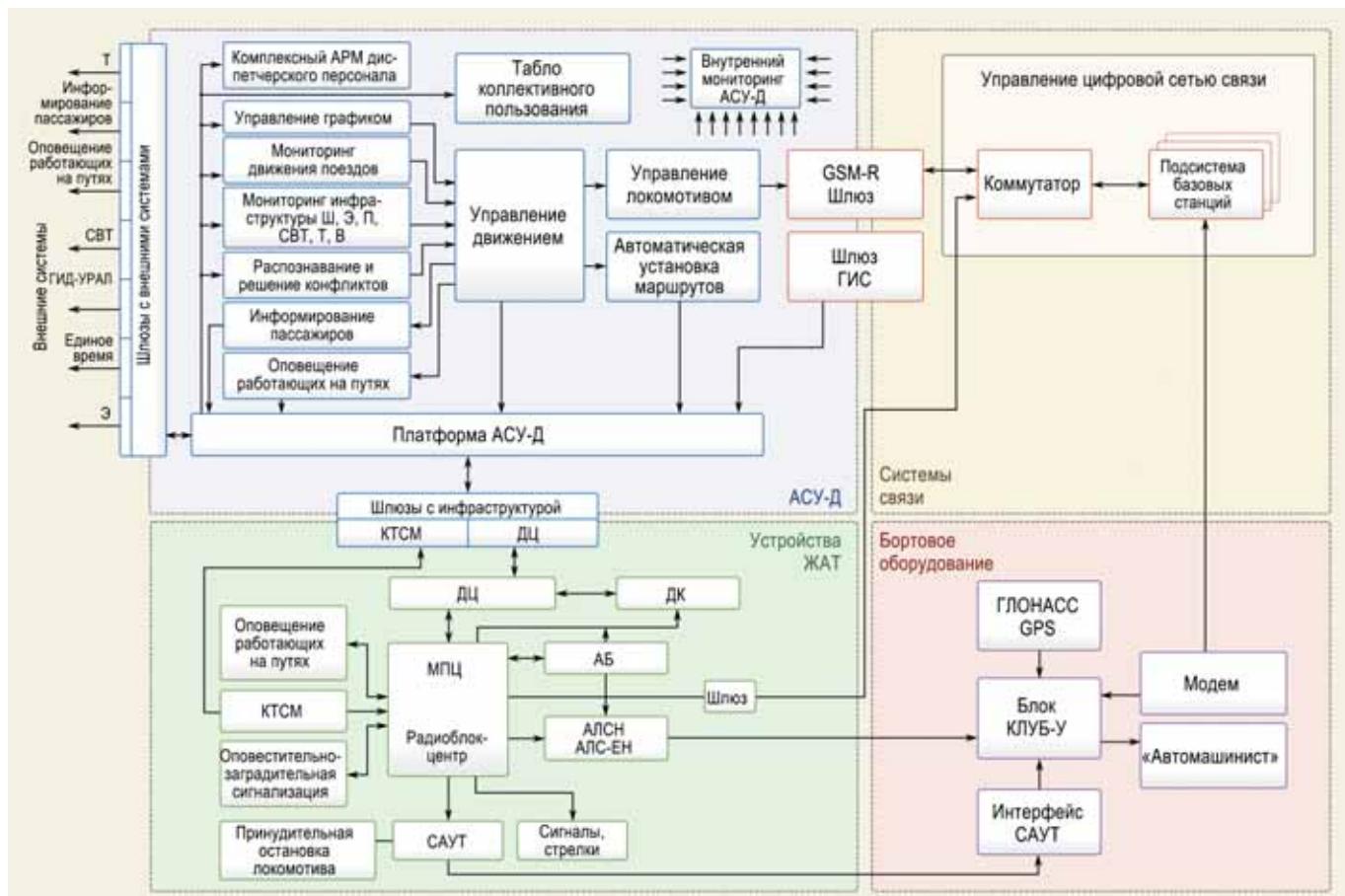


РИС. 3

ны требования к стационарным устройствам для обеспечения интенсивного движения. В первую очередь, это концентрация и малокабельность технологий; широкое применение микропроцессорной базы с обеспечением самодиагностики, автоматического перехода на резерв и возможности расширения зоны управления; расширение функций для дублирования каналов передачи информации (АЛС) на локомотив и передачи дополнительной информации для повышения безопасности движения; сокращение затрат на кабельные сети и напольное оборудование. Также определена необходимость использования резервных систем управления по основным функциональным узлам стационарной системы и взаимного резервирования с системой автоблокировки; обеспечения возможности диспетчерского управления с реализацией функций линейного пункта диспетчерской централизации; выделения главных путей станции для построения системы автоблокировки; открытости исходных кодов программного обеспечения и инструментальных средств, проверки на кибербезопасность.

Кроме этого, обозначены дополнительные требования к диспетчерской централизации – выделение объектов управления (главные пути или отдельные участки). Необходимы команды перехода и выхода из режима выделения главных путей на каждой станции по каждому пути в отдельности; введение номера поезда путем увязки ДЦ и ГИД-УРАЛ через ЗУМВ; введение информации с бортов о месте нахождения поезда и его скорости; передача информации о невыполнении графика движения для выхода из режима выделенных путей; контроль условий входа и выхода в режиме «Автодиспетчер»; введение функций логического контроля для АРМ ДНЦ в части линейных пунктов и информации, получаемой из АСУ-Д; дублирование канала получения информации через беспроводные средства связи.

Передовая технология, примененная на МЦК, не имеет аналогов в мире, поскольку таких комплексных задач ранее не было. Цифровые технологии обеспечивают единую комплексную систему цифровой обработки информации. Она дальше распределяется не только

на управление, но и на ремонтную технологию, включая определение местоположения персонала – это технологическая управляемость процессом. В целом это способствует не только управлению движением, но и выполнению вспомогательных операций.

При разработке Цифровой железной дороги одним из ключевых звеньев является интеллектуальная система управления железнодорожным транспортом (ИСУЖТ). Эта система имеет возможность осуществлять автоматический сбор всей необходимой первичной информации о состоянии перевозочного процесса, куда входит техническое состояние систем и средств ЖАТ, подвижного состава, сведения о скорости и весе поездов, местоположении локомотивов, поездов и вагонов, наличии предупреждений и др. Основная ее задача – повышение качества управления перевозочным процессом посредством комплексности принимаемых решений, учета ситуации на участках и масштабного уровня автоматизации функций диспетчерского персонала. На МЦК в рамках ИСУЖТ реализуется автоматизированное управление движением поездов в условиях высокой интенсивности движения в режиме «Автодиспетчер» – «Автомашинист».

Таким образом, ИСУЖТ позволяет с помощью ИТ-технологий объединять информационные сигналы, аналитические средства и управляющие воздействия в единое пространство, в котором технологические процессы выполняются с минимальным участием человека.

Предусмотрена автоматизация технологического процесса ограничения скорости движения поездов. Эта технология дает значительную экономию в расходе электроэнергии, людских ресурсов в обслуживании, централизацию управления.

Кроме того, принципиально меняется система мониторинга и диагностики состояния железнодорожной инфраструктуры благодаря отказу от использования вагонов-дефектоскопов, путеизмерителей, лабораторий контактной сети, дефектоскопных и путеизмерительных тележек и переходу на применение бортовых информационно-измерительных систем, интегрированных в конструкцию подвижного состава, обеспечивающих

автоматическую диагностику состояния инфраструктуры. При этом планируется оснастить электропоезд бортовым комплексом ультразвуковой дефектоскопии рельсов, который в условиях интенсивного движения будет обеспечивать надежное функционирование всего комплекса автоматизированного управления движением.

Важную роль в создании Цифровой железной дороги играет телекоммуникационная сеть. При организации сетей связи и систем передачи данных широкое применение найдут цифровые стандарты технологической связи по волоконно-оптическим кабелям и радиосвязи, обеспечивающие высокий уровень криптозащиты каналов передачи управляющих команд на подвижной состав и объекты инфраструктуры. Кроме того, получат дальнейшее развитие технологии волнового спектрального уплотнения (DWDM/CWDM), пакетные мультисервисные сети на основе технологии IP/MPLS. Сети доступа будут развиваться на базе технологий GPON и LoRa, оперативно-технологической связи с применением IP-OTC, мультисервисных решений и принципов георезервирования. Развитие цифровых систем технологической радиосвязи будет базироваться на применении специализированных технологий стандартов GSM-R, DMR и LTE-R.

При переходе на малолюдные технологии необходимо прежде всего установить, что автоматическая система управления будет обеспечивать требуемую безопасность движения поездов. Кроме того, потребуется внести изменения в нормативную документацию по организации движения поездов, в том числе в Правила технической эксплуатации железнодорожных дорог.

В разработке проекта Цифровой железной дороги большое значение придается человеческому фактору. При этом важным аспектом является снижение напряженности и монотонности труда, развитие операторских функций, повышение квалификации и уровня знаний работников, занимающихся обслуживанием сложных технических систем. Следует напомнить: применение малолюдных технологий способствует повышению безопасности движения поездов, поскольку значительно снижается риск от принятия ошибочных решений персоналом.

ЭФФЕКТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБЪЕКТАМИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ПРАВ



Е.Н. РОЗЕНБЕРГ,
первый заместитель
генерального директора
ОАО «НИИАС»,
профессор, д-р техн. наук



В.В. РАКОВ,
руководитель Центра
управления интеллектуальной
собственностью ОАО «НИИАС»,
канд. эконом. наук



Д.А. СЮМАЙКИНА,
главный специалист Центра
управления интеллектуальной
собственностью ОАО «НИИАС»

В современных условиях эффективное использование результатов интеллектуальной деятельности возможно только при комплексном управлении интеллектуальной собственностью (ИС). Наравне с Гражданским кодексом РФ и федеральными законами огромную роль в управлении ею играет нормативная база предприятия, в которую входят документы, закрепляющие стратегию, приоритеты, цели и порядок управления интеллектуальной собственностью.

■ В настоящее время в ОАО «НИИАС» разработана методология и подготовлена нормативно-правовая база для работы с объектами интеллектуальных прав (изобретениями, полезными моделями, промышленными образцами, программами, базами данных, ноу-хау), охватывающая все аспекты управления интеллектуальной собственностью от выявления охранных способных результатов и оформления исключительных прав до коммерциализации объектов интеллектуальных прав (ОИП) и выплаты вознаграждения авторам патентов, программ для ЭВМ и баз данных [1].

При этом основополагающим является Положение об управлении интеллектуальной собственностью в ОАО «НИИАС», утвержденное в 2014 г. В Положении указаны основные цели, задачи и порядок реализации управления интеллектуальной собственностью, определены функции Центра управления интеллектуальной собственностью ОАО «НИИАС», а также перечень работ и распределение обязанностей сотрудников Центра.

Положение позволяет формировать и осуществлять единую корпоративную политику и корпоративную культуру в области управления объектами интеллектуальных прав; организовать учет и анализ результатов интеллектуальной деятельности; формировать имущественный комплекс в части нематериальных активов. Кроме того, Положение способствует созданию правовых и экономических условий для эффективного использования результа-

тов интеллектуальной деятельности и обеспечения защиты экономических интересов и экономической безопасности; повышению конкурентоспособности ОАО «НИИАС»; организации и совершенствованию изобретательской деятельности и стимулированию работников к активному участию в коммерциализации ОИП, права на которые принадлежат ОАО «НИИАС».

Положение определяет порядок реализации политики в области управления интеллектуальной собственностью и распространяется на подразделения, причастные к процессам, связанным с созданием и управлением результатами интеллектуальной деятельности.

Эффективное управление подразумевает использование различных форм интеллектуальной собственности, охраняемых не только патентным (изобретения, полезные модели, промышленные образцы), но и авторским (произведения, ноу-хау) правом. Утвержденный в 2014 г. Порядок организации работ по обеспечению прав ОАО «НИИАС» на секреты производства (ноу-хау) в научно-технической сфере определяет процедуру работы с объектами, охраняемыми «в объективной форме» как единое целое без привязки к технологическим особенностям и достоинствам, дает возможность защитить форму и содержание объектов интеллектуальной собственности без их раскрытия и опубликования в доступных источниках информации.

В соответствии с Положением «Учет нематери-

альных активов» выработана четкая последовательность своевременной постановки объектов ИС на бухгалтерский учет. Установлен порядок выявления, оформления и вовлечения в хозяйственный оборот охранных способных результатов интеллектуальной деятельности.

Для каждого объекта интеллектуальных прав при включении его в состав нематериальных активов института на всех этапах его жизненного цикла оформляются или проверяются необходимые документы, подтверждающие факт создания объекта, его принадлежность к служебному произведению.

Кроме того, заключаются договоры между работодателем (ОАО «НИИАС») и авторами о порядке выплаты вознаграждения, а также соглашения между авторами о доли творческого участия каждого члена коллектива. Создается комиссия, определяющая стоимость созданного объекта и срок его использования, оформляется акт о принятии к бухгалтерскому учету объектов интеллектуальных прав в составе нематериальных активов.

Для объектов, имеющих неопределенный срок полезного действия, специальная комиссия ежегодно уточняет сроки их использования как нематериальных активов и оформляет соответствующий акт.

Существенное значение для стимулирования изобретательской активности имеет поощрение и всесторонняя поддержка творческой деятельности. Для этого разработано и введено в действие в 2012 г. Положение о выплате вознаграждения в ОАО «НИИАС». Это Положение составлено с учетом действующего законодательства и соответствующих нормативных документов. Оно определяет условия и порядок выплат вознаграждений авторам за создание и использование служебных ОИП, заказчиком и правообладателем которых является ОАО «НИИАС», а также за создание ОИП, правообладателем которых может быть заказчик в лице ОАО «РЖД» (или совместно заказчик и исполнитель) в ходе выполнения НИОКР или других работ, когда цена договора включает расходы исполнителя по выплате вознаграждения.

Авторы заключают с ОАО «НИИАС» договор о размере и порядке выплаты вознаграждения за служебное изобретение (полезную модель, промышленный образец). Он заключается после того, как получено положительное решение о выдаче патента на служебное изобретение, полезную модель, промышленный образец, где заказчиком работ и правообладателем служит ОАО «НИИАС». Договор с авторами служебной программы для ЭВМ (базы данных) заключается после ее ввода в постоянную эксплуатацию [2].

Предусмотрены следующие виды вознаграждений:

за создание служебного изобретения, полезной модели, промышленного образца;

за создание изобретения, полезной модели, промышленного образца при выполнении НИОКР и других работ, где заказчиком является ОАО «РЖД» (или другое лицо) и где цена договора включает расходы исполнителя по выплате вознаграждения за результаты работы;

за использование служебного изобретения, полезной модели, промышленного образца, программы для ЭВМ, базы данных.

Такие условия выплат вознаграждений авторам позволяют стимулировать изобретательскую деятельность, что подтверждается наличием около 200 патентов, полученных ОАО «НИИАС».

В настоящее время особую актуальность приобретает опережающее патентование прорывных технологий, которое дает возможность сформировать портфель интеллектуальных прав на инновационные разработки и не допустить их использование конкурентами. В ОАО «НИИАС» опережающему патентованию уделяется большое внимание, оформляются исключительные права на разрабатываемые перспективные технические решения [3, 4].

В современных условиях особый статус приобретают отечественные и международные выставки, где можно встретиться с покупателями, контрагентами и конкурентами, узнать новые тенденции развития рынка.

Разработки ОАО «НИИАС» ежегодно на выставках удостаиваются медалей и дипломов. Их высокий технический уровень был отмечен экспертами ФИПС. Изобретения ОАО «НИИАС» в течение последних лет ежегодно входят в список 100 лучших изобретений России.

В современных условиях жесткой конкуренции и глобального экономического кризиса большую роль приобретает международное патентование. В целях защиты наиболее важных и перспективных технических разработок руководством ОАО «НИИАС» принято решение активизировать эту деятельность. В настоящее время в Евразийском патентном ведомстве проходят экспертизу заявки по основным разработкам института.

Комплексный подход к управлению интеллектуальной собственностью на предприятии включает в себя изобретательскую деятельность, патентно-информационное сопровождение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, а также систему управления по использованию результатов интеллектуальной деятельности, их оптимизации и коммерциализации, по защите от несанкционированного использования.

Созданная система управления интеллектуальной собственностью позволяет эффективно контролировать процесс создания объектов интеллектуальных прав на всех этапах их жизненного цикла, а оперативное информационное обеспечение авторов сведениями о мировых тенденциях развития отрасли способствует обеспечению конкурентоспособности создаваемых объектов интеллектуальных прав.

ЛИТЕРАТУРА

1. Раков, В.В. Перспективы развития и проблемы патентования объектов железнодорожного транспорта / В.В. Раков, Н.Ю. Вихрова // Труды ОАО «НИИАС». – М., 2011. – Вып. 9. – С. 333–341.
2. Раков, В.В. Юридические и бухгалтерские аспекты при доработках программного обеспечения, выполняемых в рамках служебного задания / В.В. Раков, Е.Н. Розенберг // Труды ОАО «НИИАС». – М., 2011. – Вып. 9. – С. 342–349.
3. Розенберг, Е.Н. Управление интеллектуальной собственностью / Е.Н. Розенберг, В.В. Раков // Автоматика, связь, информатика. – 2011. – № 6. – С. 9–10.
4. Роль патентных исследований в разработках железнодорожной техники / Е.Н. Розенберг, В.В. Раков, В.С. Миронов, Н.Ю. Вихрова // Труды ОАО «НИИАС». – М., 2014. – Вып. 10. – С. 409–419.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ ДИСПЕТЧЕРСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЕМ ПОЕЗДОВ



В.Г. МАТЮХИН,
первый заместитель
генерального директора
ОАО «НИИАС»,
д-р техн. наук



А.Б. ШАБУНИН,
руководитель НТК «Проек-
тирования и разработки
информационных систем»
ОАО «НИИАС»



Г.А. ЕФРЕМОВ,
руководитель проектов
НТК ПРИС
ОАО «НИИАС»



А.П. ЕФРЕМОВА,
начальник отдела
НТК ПРИС
ОАО «НИИАС»,
канд. техн. наук

Ключевые слова: диспетчерское управление движением поездов, ИСУЖТ, план пропуска поездов, интеллектуальная система, многоагентные технологии, многоагентная система

Аннотация. Цель подпроекта интеллектуальной системы управления на железнодорожном транспорте (ИСУЖТ) «Диспетчерское управление движением поездов» заключается в автоматизации решений и действий поездных диспетчеров с помощью автоматического построения плана пропуска поездов в режиме реального времени на основе многоагентных технологий. Задачи данного подпроекта замыкают цепочку производственного процесса ОАО «РЖД» по управлению перевозками. Во многом благодаря решению этих задач могут быть воплощены в жизнь планы, рассчитанные на различные временные горизонты другими подпроектами системы.

Предметом исследования ИСУЖТ является вся сеть железных дорог России, а глобальной целью ее создания – замена диспетчерского интеллекта машинным. Функционал системы включает все существующие горизонты планирования перевозочного процесса: от годового и месячного планирования до диспетчерского управления движением поездов (ДУДП).

После реализации ИСУЖТ всей цепочки замкнутого производственного процесса управления в плане пропуска поездов будут учтены результаты оптимизации, достигнутые при формировании нормативного и вариантового графиков, планов составообразования, подвязки локомотивов и бригад.

Основным пользователем результатов подпроекта является поездной диспетчер. Выполняя план пропуска, рассчитанный системой, он будет передавать команды в систему диспетчерской централизации для автоматической установки маршрутов, а также на борт локомотива для автоворедения.

На старте проекта в 2010 г. эксперты железнодорожной отрасли выражали сомнение в возможности автоматического построения плана пропуска поездов в режиме реального времени. Однако ОАО «НИИАС» на практике доказал, что решать подобные сложные задачи возможно.

Апробация алгоритмов ИСУЖТ началась в 2011 г., когда коллектив научно-технического комплекса «Про-

ектирование и разработка информационных систем» ОАО «НИИАС» разработал «Стенд главного конструктора» для испытаний многоагентных технологий на полигоне Санкт-Петербург – Москва. Стенд включал в себя модель инфраструктуры полигона с путевым развитием станций, а также сигналы от реальных источников данных о нормативном и вариантовом графиках движения поездов, поездном положении, планируемых ремонтных работах, действующих ограничениях скорости, отказах технических средств и др.

На стенде была проверена работоспособность многоагентных технологий для расчета плана пропуска поездов с учетом текущего поездного положения и возникающих конфликтных ситуаций. Такой расчет для всего полигона на сутки вперед занимал около 3 мин.

После подтверждения работоспособности алгоритмов началась их адаптация для других полигонов с увеличением числа ограничений и сокращением времени расчета.

Решения первой очереди задач ИСУЖТ по диспетчерскому управлению движением поездов были внедрены в опытную эксплуатацию на полигонах Санкт-Петербург – Балтийская и Санкт-Петербург – Москва в конце 2013 г., а через год введены в постоянную эксплуатацию.

В настоящий момент подпроект ДУДП внедрен также на полигонах Вихоревского и Северо-Байкальского регионов Восточно-Сибирской дороги, Санкт-Петер-

бург – Невель Октябрьской дороги. Кроме того, он выбран для автоматизации диспетчерского управления на Московском центральном кольце (МЦК).

Работа диспетчера связана с непрерывно возникающими конфликтными ситуациями (отклонения от графика, отказы технических средств, ремонтные работы и др.), и время его реакции на такие события ограничено. Опыт каждого диспетчера непосредственно влияет на качество и скорость принятия решений.

Подпроект ИСУЖТ по диспетчерскому управлению движением поездов направлен на решение следующих актуальных задач:

возврат пассажирских поездов в график при возникновении их отклонений и нештатных ситуаций [1–6];
построение плана пропуска для неграфиковых грузовых поездов;

обеспечение безопасности пропуска высокоскоростных поездов (контроль установки маршрутов, закрытие переездов, установка режимов высокоскоростного движения, недопущение скрещения поездов «Аллегро», «Сапсан» и грузовых поездов с негабаритными или сыпучими грузами);

передача рассчитанного плана пропуска поездов в подсистему автоматической установки маршрутов (АУМ), а также на борт локомотива.

До внедрения ИСУЖТ АУМ на участке Санкт-Петербург – Москва работала только на основе нормативного графика, и при возникновении отклонений от графика или пропуске неграфиковых грузовых поездов диспетчер был вынужден вручную формировать и передавать команды по установке маршрутов на станции.

В рамках подпроекта возврат поездов в график и решение возникающих конфликтных ситуаций формируется на основе многоагентных технологий [5, 6].

Многоагентные системы (МАС) широко применяются на транспорте для решения разнообразных задач: от планирования движения поездов метрополитена и управления пробками на дорогах до логистики на железнодорожном транспорте и управления потоком поездов.

К преимуществам таких технологий следует отнести возможность отражения свойств реальных систем с их сложностью и неопределенностью, параллельность вычислительных операций, а также формирование согласованного решения за счет переговоров и самоорганизации множества агентов.

Агент представляет собой открытую, автономную и активную систему, обладающую собственным «поведением». Он способен воспринимать информацию из внешней среды, обрабатывать ее, взаимодействовать с другими агентами и действовать на среду, преследуя собственные цели.

Новизна предлагаемого решения состоит в реализации следующих функций: решение конфликтных ситуаций в режиме реального времени с точностью до блок-участка; мониторинг технологических процессов в штатных и нештатных ситуациях; оперативный анализ фактического выполнения рассчитанного плана пропуска и пересчет плана при обнаружении критического расхождения. Скорость расчета позволяет произвести быстрое перепланирование в случае отказа технических средств, благодаря чему диспетчер, утвердив план пропуска поездов, может автоматически устанавливать маршруты поездам на станциях.

Поддержка диспетчерских решений для устранения отклонений в движении поездов от графика осуществляется на полнофункциональных рабочих местах (АРМ), автоматизирующих сквозной процесс диспетчерского управления.

АРМ диспетчера состоит из табло с отображаемой текущей поездной обстановкой на участке (поезда, установленные маршруты, окна, предупреждения, подходы поездов к стыковым станциям, режимы станций и переездов) и графика с планом пропуска поездов по участку, рассчитанным ИСУЖТ, и подходами грузовых поездов.

План пропуска строится автоматически на основе данных из внешних систем и/или по командам диспетчера в режиме реального времени. В АРМе построенный план вместе с его оценкой предлагается диспетчеру на согласование. Он может его откорректировать, если знает об особенностях поездов, которых нет в автоматизированных системах, например, повысить приоритет поезду. После корректировок план еще раз пересчитывается для исключения возможных конфликтов, выдается диспетчеру на окончательное утверждение и далее отправляется в подсистему АУМ для автоматического перевода стрелок на станциях. При возникновении отклонений, изменении времен подхода поездов план пересчитывается.

С помощью АРМа ИСУЖТ диспетчер сможет выполнять весь перечень должностных обязанностей: планирование пропуска поездов, передачу приказов другим диспетчерам, управляющих воздействий на устройства автоматики и локомотив и др.

Дальнейшее развитие подпроекта позволит существенно разгрузить поездного диспетчера, оставив ему функции контроля. План пропуска автоматически пересчитывается при изменении текущей поездной обстановки, затем передается для автоматической установки маршрутов и автovedения локомотива. Все это позволит реализовать проект «Цифровая железная дорога», т.е. полностью автоматизировать замкнутый процесс планирования, управления, контроля и анализа.

Другим важным технологическим эффектом является то, что принятие диспетчерских решений переходит в область технологии. Машина учитывает все внесенные ограничения, требования безопасности, полученные планы от других подпроектов и выдает план пропуска поездов. Это, в свою очередь, снижает инертность в реализации новых технологий управления и позволяет быстрее переходить к исполнению принятых решений. Например, по пропуску грузовых поездов по твердым ниткам графика.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ефремов, Г.А. Интеллектуальное диспетчерское управление на новых полигонах. Реализация управляющих функций ИСУЖТ / Г.А. Ефремов, А.П. Ефремова // Интеллектуальные системы управления на железнодорожном транспорте. Компьютерное и математическое моделирование. ИСУЖТ-2015. – М. : Изд-во НИИАС, 2015. – С. 6–9.
2. Матюхин, В.Г. Дороги проверят / В.Г. Матюхин, А.Б. Шабунин, А.П. Калуцкая // Пульт управления – 2012. – № 5. – С. 24–27.
3. Матюхин, В.Г. ИСУЖТ : концепция и реализация / В.Г. Матюхин, А.Б. Шабунин // Интеллектуальные системы управления на железнодорожном транспорте. ИСУЖТ-2012. – М. : Изд-во НИИАС, 2012. – С. 15–18.
4. Матюхин, В.Г. От продуманного решения к качественной реализации / В.Г. Матюхин, А.Б. Шабунин, А.П. Калуцкая // Железнодорожный транспорт. – 2013. – № 3. – С. 20–22.
5. Матюхин, В.Г. Управление железной дорогой онлайн / В.Г. Матюхин, В.А. Шаров, А.Б. Шабунин // Пульт управления. – 2011. – № 3. – С. 24–29.
6. Шабунин, А.Б. Использование мультиагентных систем в диспетчерском регулировании / А.Б. Шабунин, Г.А. Ефремов, А.П. Калуцкая // Железнодорожный транспорт. – 2013. – № 3. – С. 23–27.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ЦУСИ



В.М. БРОЙДЕ,
заместитель начальника
ОАСУИ ОАО «НИИАС»



Р.И. ЛЯХ,
начальник отдела
ОАСУИ ОАО «НИИАС»



М.В. БРОЙДЕ,
главный специалист
ОАСУИ ОАО «НИИАС»

В рамках реорганизации железнодорожной отрасли и разделения вертикалей управления дирекций инфраструктуры были созданы Центры управления содержанием инфраструктуры (ЦУСИ). Основной задачей этих центров является организация управления технологическими процессами инфраструктурных хозяйств для обеспечения безопасного и непрерывного перевозочного процесса в необходимом объеме.

■ Ежесуточно на объектах инфраструктуры сети при осуществлении перевозочного процесса происходит около 25 тыс. различных событий, требующих внимания. Персоналу ЦУСИ приходится оперативно анализировать огромный объем разнородной информации, касающейся планирования и выполнения «окон», выдачи и отмены предупреждений, устранения отказов. Сотрудники также получают сведения о брошенных поездах, отцепках вагонов в ремонт, задержках пассажирских поездов, погодных условиях и др.

В 2014–2015 гг. разработчики ОАО «НИИАС» совместно с отраслевым центром внедрения информационных систем приняли участие в создании и внедрении автоматизированной системы управления ЦУСИ. Основное назначение этой системы – повышение качества работы центра за счет оперативного сбора, обработки и предоставления наиболее важной информации о состоянии инфраструктуры и перевозочном процессе, источником которой являются отраслевые АСУ. Задачей также является создание единой среды доступа к

информации с применением табло коллективного пользования (ТКП), АРМ и ГИС-технологий в режиме реального времени.

В настоящее время к системе подключено более тысячи пользователей на всей сети. Система обеспечивает информационно-аналитическую поддержку работы ДИ.

Главные ее преимущества – возможность непрерывного автоматического мониторинга и интеллектуального анализа событий, создание единой среды доступа к разнородной информации за счет интеграции с отраслевыми АСУ

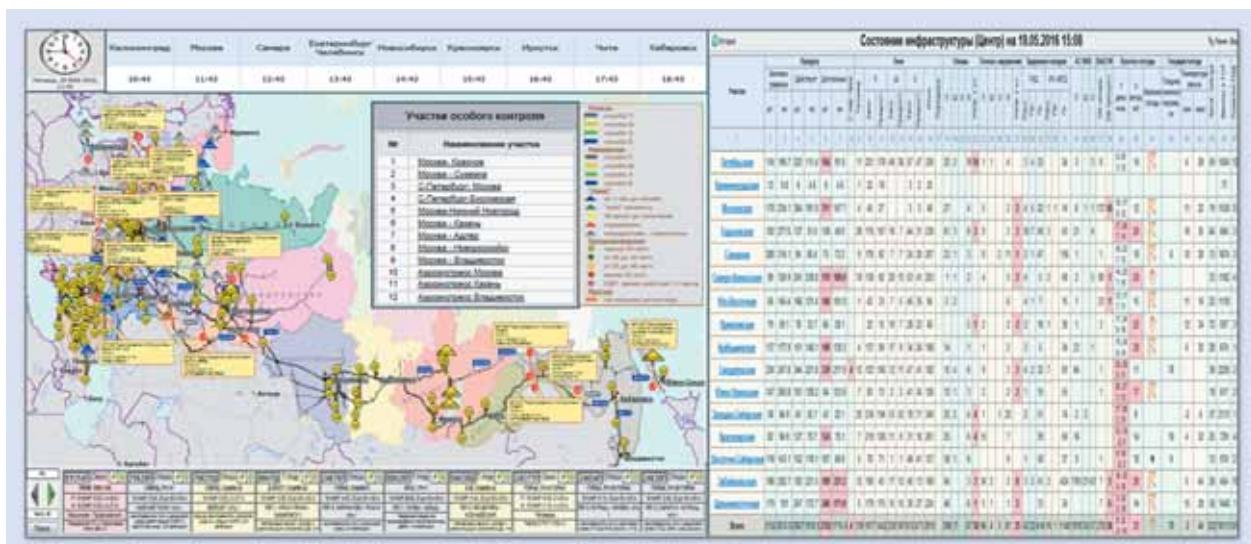


РИС. 1

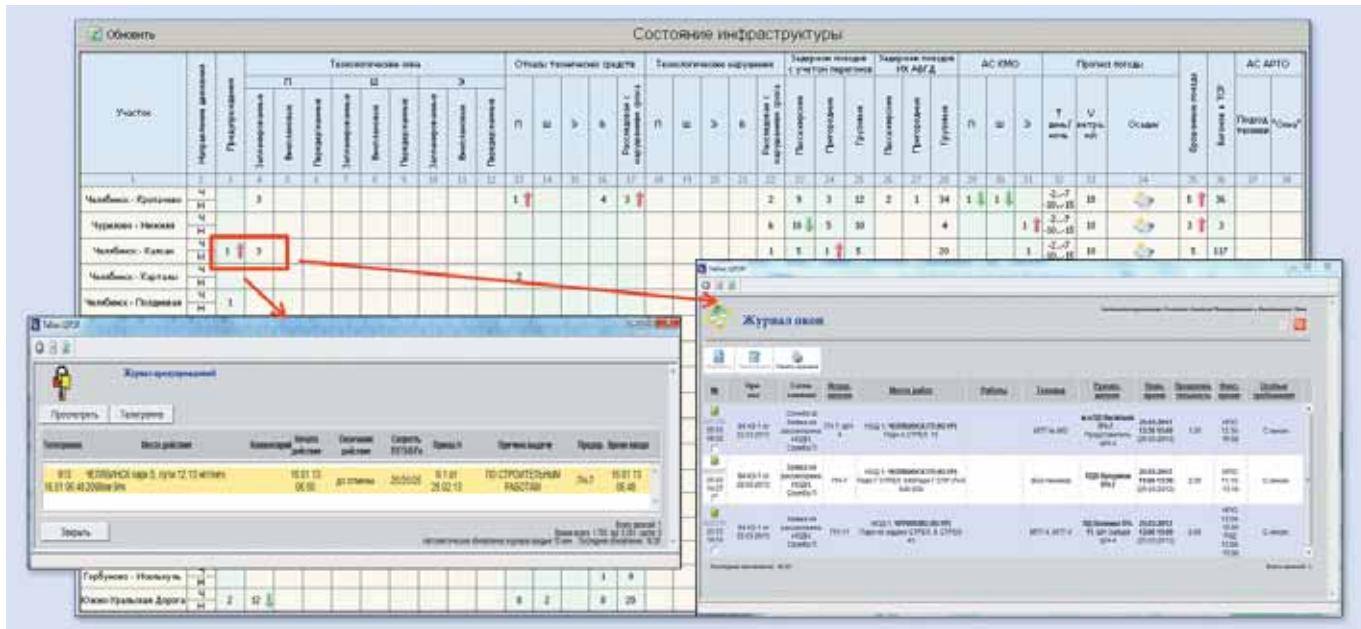


РИС. 2

с использованием их данных и пользовательских интерфейсов. В результате автоматизации процессов удалось на 5 % сократить передержки «окон», нарушения нормативов времени устранения отказов, число технологических нарушений, задержки поездов, на 20 % уменьшить время принятия решений. При этом улучшилось взаимодействие вертикали ЦДИ – ДИ – ЛП и горизонтали взаимодействия внутри ОАО «РЖД» центральных дирекций инфраструктуры, управления движением, тяги.

Основным инструментом поддержки принятия решений центрального и дорожных ЦУСИ являются ТКП, которые установлены в отделах диспетчерского управления ЦУСИ центральной и дорожных ДИ (рис. 1). На них, как и на экранах автоматизированных рабочих мест сотрудников ЦУСИ, аккумулируется наиболее важная информация.

Для функционирования табло был создан программно-технический комплекс сбора, обработки и визуализации данных внешних отраслевых систем: анализа планирования и выполнения окон (АС АПВО), комиссионных месячных осмотров (АС КМО), учета, выдачи и отмены предупреждений (АСУ ВОП-2), ведения и анализа графика исполненного движения (ГИД-УРАЛ) и др.

Организована информационная поддержка следующих бизнес-процессов:

диспетчерского контроля (с ис-

пользованием ТКП) критических нарушений при проведении «окон», ликвидации предупреждений, устранения отказов, технологических нарушений и инцидентов;

анализа качества планирования и выполнения работ по текущему содержанию инфраструктуры;

контроля выполнения графика движения поездов и безопасности движения, а также работы путевой ремонтной техники;

формирования аншлагов и предупреждений о наиболее критических событиях, а также аналитической отчетности.

В прошлом году было организовано информационное взаимодействие центрального и дорожных ЦУСИ. В текущем году сотрудники занимаются совершенствованием программной платформы АСУ ЦУСИ. Внимание разработчиков направлено на обеспечение настройки системы как на сетевом, так и на региональном и линейном уровнях.

Главные преимущества платформы АСУ ЦУСИ – возможность оперативного подключения разнородной информации из внешних систем; работа в реальном времени; гибкие инструменты настройки фильтрации и отображения информации с воспроизведением на табло и АРМ (рис. 2); применение корпоративной геоинформационной системы ГИС РЖД. Ее использование позволяет в сжатые сроки разработать программное обеспечение для взаимодействия ЦУСИ с другими

подразделениями ОАО «РЖД». Например, совместно с ДИЦДМ имеется возможность оперативно контролировать устранение опасных отступлений и реализовать специализированное ПО регионального центра диагностики и мониторинга (РЦДМИ) с табло коллективного пользования и АРМ. При этом на табло и мониторах могут оперативно отображаться участки с нарушением периодичности проверки; аварийные места с отступлениями от норм содержания, требующие немедленного устранения. Возможно визуальное представление на схеме информации о текущем расположении диагностических средств; просроченных замечаниях комиссионного месячного осмотра, неисправностях 4-й степени; об участках, где ограничена скорость, закрыто и ограничено движения поездов. Могут быть показаны сведения о задержках отправления мобильного диагностического средства; причинах задержек поездов в пути следования; формировании исполненного графика выполнения периодичности проверки всех диагностических средств ДИЦДМ. Все оперативные отступления передаются по радиоканалу.

Преимуществами предлагаемого решения являются минимизация времени и стоимости разработки; создание единого информационного пространства и инструментов взаимодействия ЦУСИ – ДИЦДМ – ЛП.



В.Г. МАТЮХИН,
первый заместитель
генерального директора
ОАО «НИИАС»,
д-р техн. наук



А.А. ГАЛДИН,
руководитель НТК технологий
информационного общества
ОАО «НИИАС»

Аннотация. Рассмотрены вопросы организации защиты информации в ИСУЖТ, выполняющей функции автоматизированной системы управления технологическими процессами (АСУ ТП) железнодорожного транспорта. Представлены технические решения, обеспечивающие информационную безопасность взаимодействия сетей передачи данных оперативно-технологического (СПД ОТН) и общетехнологического назначения (СПД ОБТН).

УДК 004 : 656.25

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ИСУЖТ

Ключевые слова: защита информации, информационная безопасность, система обнаружения и предупреждения компьютерных атак, сети передачи данных

■ Уже более трех лет успешно функционирует единая интеллектуальная система управления и автоматизации производственных процессов на железнодорожном транспорте (ИСУЖТ). Она постоянно дорабатывается с учетом замечаний и пожеланий пользователей и дополняется новыми функциями. ИСУЖТ взаимодействует с различными системами, в том числе обеспечивающими безопасность движения поездов, и сетями ОАО «РЖД», включая сети оперативно-технологического назначения. По мере ввода в постоянную эксплуатацию новых функциональных подсистем она постепенно возьмет на себя функции автоматизированной системы управления технологическими процессами. Применительно к железнодорожному транспорту таковой является система организации движения поездов (СОДП).

СОДП относится к критичным системам информационной инфраструктуры компании, которые потенциально могут быть подвержены компьютерным атакам и несанкционированному доступу (НСД). Такие системы в первую очередь подлежат защите, организуемой в рамках внедрения системы обнаружения и предупреждения компьютерных атак на информационную инфраструктуру компании (СОПКА РЖД).

Одна из задач корпоративной системы управления информационной безопасностью (ИБ), составной частью которой является СОПКА РЖД, – выполнение требований законодательства и нормативных документов государственных органов, уполномоченных в этой области. Нужно отметить, что

информационные системы ОАО «РЖД» следует защищать с помощью подсистемы информационной безопасности в их составе.

К объектам защиты в ИСУЖТ относится информация, которая обрабатывается и хранится в ней, а также передается по каналам связи. Это особенно важно, поскольку она содержит коммерческую тайну и персональные данные работников компании, технологическую информацию о конфигурации оборудования, параметрах настройки программных и программно-технических средств и др. Кроме того, в ней имеются сведения о структуре подсистемы информационной безопасности, применяемых средствах защиты информации и многом другом.

Помимо этого, защиты требуют технические средства вычислительной (серверы, устройства хранения данных, коммутаторы сети хранения данных) и сетевой систем, системы централизованного мониторинга и администрирования, а также мобильные технические средства ИСУЖТ в составе подсистемы контроля технологических процессов с использованием мобильных устройств.

Кроме того, защищать нужно общесистемное, прикладное и специальное программное обеспечение, информационные технологии и сами средства защиты информации. К последним относится, в том числе, специальное программное обеспечение, имеющее встроенные механизмы защиты информации, которые по результатам разработки подсистемы информационной безопасности будут использоваться для защиты информации в ИСУЖТ.

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ПОДСИСТЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

■ С 2012 г. в Российской Федерации начали вводиться в действие новые нормативные документы по защите информационных систем и АСУ ТП, в том числе [1, 2]. На их основе в ОАО «РЖД» разработаны и утверждены корпоративные документы («Концепция обеспечения кибербезопасности ОАО «РЖД», «Основные положения защиты информационной инфраструктуры ОАО «РЖД» и др.), регламентирующие вопросы обеспечения информационной безопасности и кибербезопасности.

Очевидно, что подсистема информационной безопасности ИСУЖТ (далее – ПИБ) должна соответствовать указанной нормативной базе. Информационные обследования различных систем и объектов ОАО «РЖД» показали, что реализованные технические меры защиты и их состав, особенности размещения и подключения средств защиты и защиты от НСД региональных ИВЦ предполагаемого периметра ИСУЖТ, как правило, не в полной мере удовлетворяют новым требованиям.

Неспособность реагировать на информационные угрозы может привести к утрате целостности и достоверности передаваемых данных при взаимодействии между ИСУЖТ и внешними системами, нарушению ее штатного функционирования (реализация атак «отказ в обслуживании») и другим негативным последствиям.

В 2015 г. специалисты научно-технического комплекса технологий информационного общества ОАО «НИИАС» на основе этих обследований разработали модель угроз информационной безопасности ИСУЖТ и техническое задание на создание ПИБ. Они также определили базовый набор технических и организационных мер защиты информации, на основании которых был выполнен технический проект типовой схемы защиты информации в этой системе.

В соответствии с проектом программно-технические средства ИСУЖТ размещаются в сегментах сети, периметры которых защищены с использованием сертифицированных средств межсетевого экранирования и

средств обнаружения компьютерных атак. При этом необходимо обеспечить интеграцию с функционирующими в ОАО «РЖД» системами защиты информации (системой антивирусной защиты (САЗ) и СОПКА РЖД), а также с системами мониторинга, контроля защищенности и управления информационной безопасностью с целью выявления инцидентов и реагирования на них.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЗАЩИТЫ УЗЛОВ МЕЖСЕТЕВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

■ В рамках создания подсистемы информационной безопасности необходимо решить задачу обеспечения безопасного взаимодействия между ИСУЖТ и отдельными автоматизированными системами, связанными с СОДП. Одной из них является ДЦ «Сетунь», относящаяся к сети передачи данных оперативно-технологического назначения. В свою очередь, программно-технические комплексы (ПТК) ИСУЖТ подключаются к сети передачи данных общетехнологического назначения в ИВЦ. В рамках развития ИСУЖТ взаимодействие СПД ОТН с СПД ОбТН планируется организовать с использованием узла межсетевого взаимодействия (УМВ).

Установлено, что при взаимодействии СОДП и информационных систем ОАО «РЖД» возникает ряд угроз безопасности информации. Среди них:

несанкционированный доступ, модификация и блокировка целевой информации, которая хранится и обрабатывается в СОДП;

несанкционированная модификация конфигурационных файлов, настроек средств защиты информации и программного обеспечения;

нарушение режимов функционирования программно-технических средств;

несанкционированный доступ к передаваемой по каналам связи защищаемой информации;

несанкционированный поиск и использование уязвимостей элементов.

Все эти угрозы могут быть реализованы вследствие как злонамеренных, так и непреднамеренных действий лиц, имеющих доступ к СПД ОАО «РЖД», несанкционированного подключения СОДП к этой сети, а также

некорректного функционирования программного обеспечения информационных систем, подключаемых к системе организации движения поездов.

Блокировать (нейтрализовать) перечисленные угрозы и обеспечить требуемый уровень защиты передаваемой информации при межсетевом взаимодействии СПД ОТН (ДЦ «Сетунь») и СПД ОбТН (ПТК ИСУЖТ) призвана подсистема информационной безопасности узла межсетевого взаимодействия (ПИБ УМВ).

Пять лет назад на ряде дорог такие технические решения были внедрены на базе защищенных узлов межсетевого взаимодействия (ЗУМВ). Сейчас эти узлы необходимо модернизировать в рамках внедрения ПИБ УМВ. Обусловлено это тем, что они не соответствуют требованиям ФСТЭК России [1, 2]; в их составе нет программно-технических средств, необходимых для организации взаимодействия ИСУЖТ с сетями ОТН, включая ДЦ «Сетунь»; отсутствуют организационные возможности по их модернизации, масштабированию, вводу в эксплуатацию и сопровождению в части решения задач ИСУЖТ.

В усовершенствованном УМВ, выполненным с учетом требований ФСТЭК России [1, 2] и корпоративных документов ОАО «РЖД», все эти проблемы будут решены, в том числе с учетом перспектив изменения технологии доступа к данным сетей ОТН.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСИ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ

■ В качестве меры защиты от подмены сетевых устройств, а также для контроля целостности и достоверности передаваемых данных при взаимодействии между ИСУЖТ и внешними системами предлагается применять электронную подпись (ЭП) и цифровые сертификаты.

Технология электронной подписи реализуется в рамках разработки подсистемы электронной подписи (ПЭП), предназначеннной для автоматизации процессов выработки и проверки электронной подписи под документами с соблюдением необходимых мер по обеспечению информационной безопасности. Выполняется это посредством разворачивания не-

обходимой серверной инфраструктуры и встраивания программных модулей в информационные системы.

Основными элементами ПЭП являются: ПО управления жизненным циклом сертификатов ключей проверки электронной подписи и ключей электронной подписи; сервисы выпуска и регистрации сертификатов, простановки штампов времени; программные библиотеки, реализующие соответствующие интерфейсы подписи с ее проверкой и проверки функционирования ПО, обеспечивающего юридическую значимость ЭП.

Эта технология призвана поддержать работу единой информационной среды, предназначеннной для автоматизации процессов поддержки принятия решений по планированию, выполнению и контролю сквозных производственных процессов ОАО «РЖД» в части получения, обработки, доставки и хранения электронных сообщений. При этом должна обеспечиваться однозначная взаимная аутентификация участников информационного обмена с использованием цифровых сертификатов, фиксироваться время передачи, целостность, достоверность, юридическая значимость электронных сообщений. Кроме того, требуется указывать авторство и предоставлять сведения, позволяющие проследить историю их движения.

Аутентификация с применением цифровых сертификатов является альтернативой использованию паролей. Это оптимальное решение в условиях, когда число пользователей системы измеряется тысячами. В такой ситуации процедура предварительной регистрации пользователей, связанная с назначением и хранением их паролей, становится крайне обременительной, опасной, а иногда и просто нереализуемой. При использовании сертификатов сеть, которая дает пользователю доступ к своим ресурсам, не хранит никакой информации о своих пользователях – они сами представляют ее в своих запросах в виде сертификатов, удостоверяющих личность.

Сертификат – это аналог пропуска в электронной форме, в котором содержится следующая информация:

ключ проверки электронной подписи владельца сертификата;

сведения о его владельце (например, адрес электронной почты, наименование организации, в которой он работает, и др.);

наименование организации (удостоверяющего центра), выдавшей данный сертификат.

Поскольку сертификаты выдаются специальными уполномоченными организациями, задача хранения закрытой информации (ключей электронной подписи) возлагается на самих пользователей. Такой подход является более масштабируемым, чем вариант с использованием централизованной базы паролей.

Реализация подсистемы информационной безопасности позволит решить задачи защиты информации в ИСУЖТ и унифицировать программно-технические комплексы системы. Это даст возможность применения ПИБ и ПТК в информационной инфраструктуре ОАО «РЖД» с минимальной адаптацией к условиям конкретных объектов.

Унифицированную ПИБ ИСУЖТ можно внедрять поэтапно по мере выделения финансирования. Кроме того, унифицированные средства защиты периметра ИСУЖТ впоследствии могут быть использованы для защиты других информационных систем и включены в состав СОПКА РЖД.

ЛИТЕРАТУРА

1. Требования о защите информации, не составляющей государственную тайну, содержащейся в государственных информационных системах: утв. приказом ФСТЭК России 11.02.2013, № 17 // Федеральная служба по техническому и экспортному контролю : [официальный сайт]. – Режим доступа : <http://fstec.ru/normotvorcheskaya/akty/53-prikazy/702-prikaz-fstek-rossii-ot-11-fevralya-2013-g-n-17>. – Заглавие с экрана.

2. Требования к обеспечению защиты информации в автоматизированных системах управления производственными и технологическими процессами на критически важных объектах, потенциально опасных объектах, а также объектах, представляющих повышенную опасность для жизни и здоровья людей и для окружающей природной среды [Электронный ресурс] : утв. приказом ФСТЭК России 14.03.2014, № 31 // Гарант. РУ : информационно-правовой портал. – Режим доступа: <http://base.garant.ru/70690918/>. – Заглавие с экрана.



В.В. РАКОВ,
руководитель Центра
управления интеллектуальной
собственностью ОАО «НИИАС»,
канд. эконом. наук



Д.А. СЮМАЙКИНА,
главный специалист Центра
управления интеллектуальной
собственностью ОАО «НИИАС»

На протяжении многих лет ОАО «НИИАС» представляет свои разработки на различных отечественных и международных выставках. В 2016 г. ведущий научный институт железнодорожной отрасли принимал активное участие в составе единенной экспозиции ОАО «РЖД» Салона изобретений и инновационных технологий «Архимед».

ЗОЛОТОЙ БЛЕСК ИННОВАЦИЙ

■ Специалисты института регулярно осуществляют мониторинг современных тенденций развития техники и технологий. Они создают научно-технический задел в наиболее важных областях деятельности, оперативно подготавливая материалы для оформления исключительных прав института на перспективные технические решения. Это дает возможность обеспечить правовую охрану перспективных направлений развития железнодорожного транспорта. В этом году ОАО «НИИАС» представило реализованные запатентованные инновационные разработки в области систем управления и обеспечения безопасности движения поездов.

Одним из наиболее зрелищных экспонатов стал макет железной дороги, демонстрирующий **Систему для управления рельсовым транспортным средством и определения его позиции на рельсовом пути** (патент на изобретение РФ 2538498, приоритет от 09.07.2013 г.). Контроль за положением состава осуществляется на макете с помощью постоянных магнитов и установленной на рельсах системы датчиков. Информация о местоположении состава передается с датчиков на демонстрационный пульт, отображающий текущее положение состава. Схема системы приведена на рис. 1. Изобретение позволяет эффективнее управлять движением поездов, повысить пропускную способность при сбоях в отдельных подсистемах определения позиции рельсового транспортного средства благодаря повышению точности и достоверности определения текущей позиции поезда. Группы постоянных магнитов долговечны, конструктивно легко совместимы со шпальной решеткой и креплениями рельсов. Они не требуют электропитания и частого технического обслуживания, устойчивы к погодным и механическим воздействиям.



РИС. 1

На стенде также был представлен комплекс патентов, реализующих технологию управления маневровым локомотивом без машиниста. В настоящее время она применяется на станции Лужская Октябрьской дороги, где три локомотива ТЭМ7А работают в полностью автоматическом режиме. В рамках реализации этой технологии институт разработал Способ управления движением локомотивов при маневровой работе (патент на изобретение РФ 2567099, приоритет от 10.07.2014 г.) и Систему радиоуправления маневровым локомотивом (евразийский патент на изобретение 021382, приоритет от 29.02.2012 г.).

Способ управления движением локомотивов при маневровой работе позволяет повысить безопасность движения. В данном изобретении элементарный маршрут уменьшен до размеров изолированного участка, что увеличивает эффективность и безопасность управления движением локомотивов при маневровой работе на станции при снижении капиталоемкости.

Система радиоуправления маневровым локомотивом повышает надежность радиоуправления и точность определения местоположения локомотива путем приведения его

текущих координат к координатам путевого развития железнодорожных дорог и их сопоставления с состоянием рельсовых цепей устройств электрической централизации (рис. 2).

Повышение безопасности при проведении маневровых работ заключается в надежном радио управлении локомотивом. Для этого используется цифровая поездная радиосвязь в радиочастотном диапазоне 160 МГц. В качестве IP-сети служит специализированная сеть передачи данных ОАО «РЖД» на базе технологии Ethernet с межсистемным шлюзом, исключающим возможность воздействия внешних систем на управляющие функции системы.

Система для интервального регулирования движения поездов (патент на изобретение РФ 2550377, приоритет от 10.05.2014 г.) позволяет повысить надежность функционирования системы при сокращенном интервале попутного следования поездов по одной и той же рельсовой цепи. Эта разработка устраняет недостаток аналогичной системы, заключающейся в большой протяженности зоны опасного двойного шунтирования рельсовой цепи за составом первого поезда. В ее пределах возможен прием кодовых сигналов не только локо-

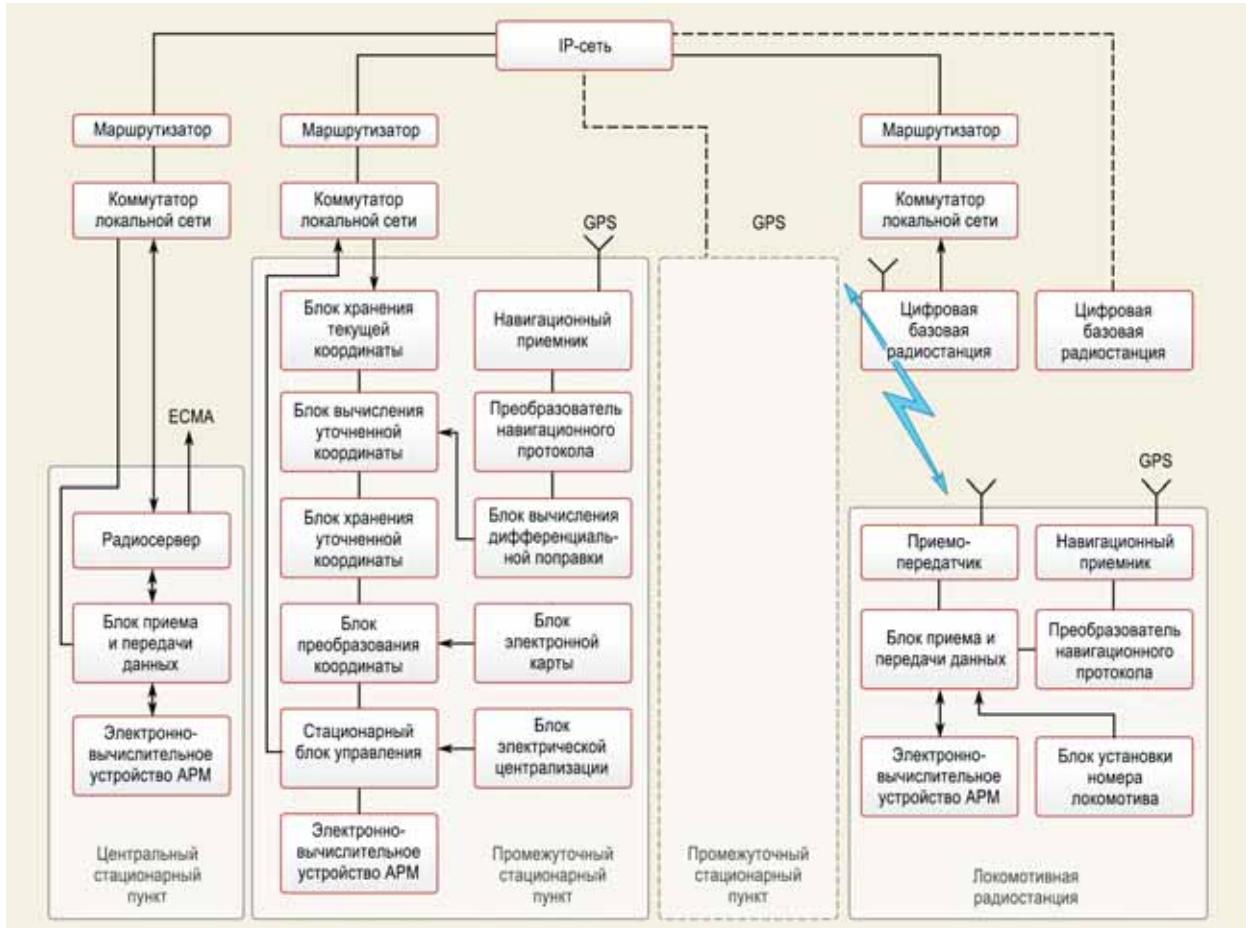


РИС. 2

мотивным бортовым устройством управления поезда, для которого они предназначены, но и поезда, идущего следом, что снижало пропускную способность. Благодаря применению этой системы становится возможным движение соседних поездов с минимальным интервалом попутного следования.

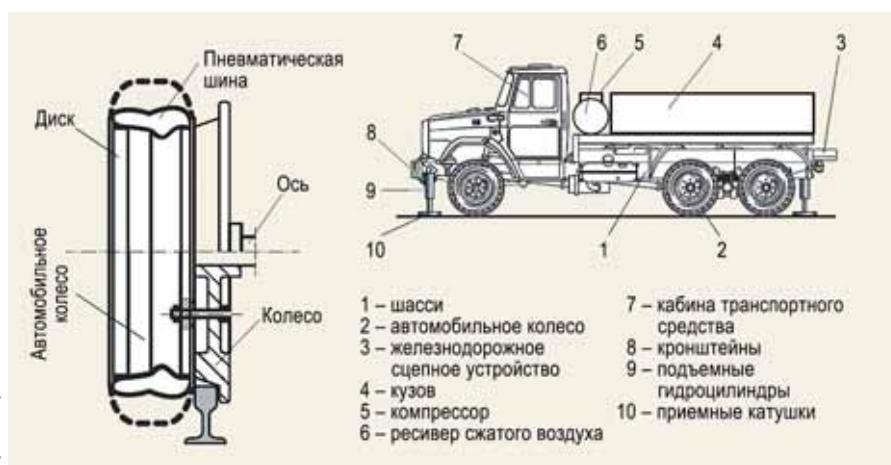
Транспортное средство для передвижения по автомобильным и железным дорогам (патент на изобретение РФ 2551774,

приоритет от 27.02.2014 г.). Изобретение повышает надежность автомобильного транспортного средства и безопасность движения по железным дорогам, оборудованным автоблокировкой и электрической централизацией, а также надежность работы его ходовых частей. Эта усовершенствованная модель транспортного средства на комбинированном ходу (рис. 3) имеет другую систему передвижения по сравнению с аналогом,

в котором при подъеме передних колес и установке автомобиля на ролики происходит повышенный износ пневматических шин задних колес, используемых для движения по рельсам.

Транспортное средство имеет возможность заезжать на железнодорожный путь по дорожному полотну переезда или уложеному настилу, устанавливаться на рельсы так, чтобы железнодорожные колеса находились над рельсами, а автомобильные – симметрично с боковых сторон обоих рельсов. Это реализуется путем выпуска сжатого воздуха из пневматических шин автомобильных колес. При этом транспортное средство под действием тяжести встает железнодорожными колесами на рельсы. Используется такое средство преимущественно на сортировочных станциях и на территориях предприятий, обладающих внутренними железнодорожными путями.

По итогам Салона «Архимед» все разработки ОАО «НИИАС» получили золотые медали, что показывает высокий инновационный уровень технических решений, создаваемых в институте.



На правах рекламы

РИС. 3



П.А. ПОПОВ,
руководитель Центра
систем управления
и обеспечения безопасности
движения поездов
ОАО «НИИАС»



А.В. ОЗЕРОВ,
начальник отдела
международного
сотрудничества
ОАО «НИИАС»

Аннотация. Представлены новые принципы построения систем управления и обеспечения безопасности движения поездов на основе радиоканала. Рассмотрены вопросы, связанные с созданием нового и совершенствованием существующего бортового и стационарного оборудования.

УДК 656.254.16

ИНТЕРВАЛЬНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ НА ОСНОВЕ ЦИФРОВОГО РАДИОКАНАЛА

Ключевые слова: интервальное регулирование, цифровой радиоканал, стандарт GSM-R, автоматическая локомотивная сигнализация, система ERTMS/ETCS, центр радиоблокировки, спутниковая навигация, координатное управление

■ Развитие современных технологий ведет к изменению принципов интервального регулирования движения поездов. Существующие системы автоматической локомотивной сигнализации, передающие информацию на борт по рельсопроводному каналу, дополняются цифровым радиоканалом или полностью им заменяются. Существенно увеличивая количество реализуемых функций и интенсивность информационного обмена между всеми подсистемами, эти решения усложняют программное обеспечение как бортовых, так и стационарных систем безопасности.

В первую очередь, цифровой радиоканал традиционно рассматривается в качестве средства резервирования и дублирования сигналов автоматической локомотивной сигнализации, а также в качестве элемента многоуровневой системы безопасности [1]. Такой подход допускает использование локального цифрового радиоканала с построением децентрализованной (распределенной) системы управления. Ее основное назначение – формирование и передача на борт более детальной и объемной информации о поездной ситуации в пределах одного-двух перегонов небольшой протяженности.

Применение цифрового радиоканала в этом случае позволяет решать целый ряд задач без значительного изменения существующей напольной инфраструктуры. К ним, в частности, относится исключение влияния кратковременных сбоев АЛСН, повышение скорости движения поездов, возможность передачи на борт информации о

постоянных и временных ограничениях скорости.

В европейской системе управления ERTMS/ETCS уровня 2 предлагается иной подход. Он подразумевает применение принципа централизованного управления движением поездов на значительном участке (в среднем около 80 км) на основе цифрового радиоканала стандарта GSM-R. Радиоканал является основным средством передачи ответственной информации [2, 3], которая обрабатывается специализированным безопасным компьютером, так называемым «центром радиоблокировки» (РБЦ).

РБЦ – это по сути управляющий вычислительный комплекс системы. По каналам стандарта GSM-R он контролирует все зарегистрированные подвижные единицы в зоне своей ответственности и рассчитывает для каждой из них индивидуальное разрешение на движение с учетом общей поездной ситуации, постоянных и временных ограничений скорости и профиля пути.

После доработки этот принцип использовали в отечественной системе интервального регулирования на опытном участке Северо-Кавказской дороги. В ней учили наложения на систему локомотивной сигнализации АЛСН (АЛС-ЕН) и штатное использование в отечественных приборах безопасности навигационных спутниковых данных, соотносимых с бортовой электронной картой маршрута. Такое решение позволяет обеспечить эксплуатационную и техническую совместимость системы с техни-

ческими средствами на других участках сети дорог России.

Помимо передаваемых по рельсовым цепям кодированных сигналов АЛСН (АЛС-ЕН), на борт по радиоканалу поступает информация о разрешенном для проследования расстоянии, которое рассчитывается относительно последней пройденной опорной точки (как правило, места подключения генератора ТРЦ), а также скоростной профиль движения поезда в его пределах.

Отечественная система имеет ряд существенных усовершенствований в сравнении с системой ERTMS/ETCS уровня 2. К примеру, вместо физически устанавливаемых вдоль пути точечных индуктивных датчиков (бализ) для контроля местоположения поезда применена технология так называемых «виртуальных бализ». Последние представляют собой специальные опорные точки на цифровой модели участка, занесенные в бортовую электронную карту. Подвижные единицы позиционируются с помощью данных от колесных датчиков и систем спутниковой навигации ГЛОНАСС/GPS.

Кроме того, при потере радиосвязи в зарубежном варианте системы через заданное время применяется служебное торможение до полной остановки поезда с возможностью последующего движения с пониженной скоростью под ответственность машиниста.

Разработка ОАО «НИИАС» позволяет в таком случае перейти на движение по кодам автоматической локомотивной сигнализации. На рис. 1 показана структурная схема централизованной системы управления с использованием цифрового радиоканала GSM-R, которую предлагается использовать на участках высокоскоростного движения. На нижнем уровне планируется применить устройства микропроцессорной централизации с интегрированной автоблокировкой с тональными рельсовыми цепями. Информация от систем технической диагностики и мониторинга (СТДМ) и линейного пункта диспетчерской централизации (ЛП ДЦ) передается на верхний уровень управления по каналам диспетчерского контроля и диспетчерской централизации (ДК и ДЦ соответственно). РБЦ на среднем уровне взаимодействует с МПЦ и системой управления дви-

жением поездов (СУДП) верхнего уровня. Подвижной состав должен быть оснащен приборами безопасности типа БЛОК с интегрированной бортовой электронной картой и системой позиционирования с использованием данных спутниковой навигации. Эти приборы способны принимать и коды АЛС из рельсовых цепей, и информацию от центра радиоблокировки по радиоканалу GSM-R.

Такое построение системы управления предполагает координатное управление поездами, для чего нужны достоверные данные о местоположении (координате) подвижной единицы как на борту поезда, так и в РБЦ. При этом возникает ряд вопросов, требующих уточнения в ходе дальнейшего развития и совершенствования отечественной системы интервального регулирования с помощью цифрового радиоканала.

Знание точной координаты на борту поезда необходимо для расчета динамических кривых торможения и, соответственно, расчета допустимой скорости движения относительно точек остановки и места ограничения скорости. Ошибка может привести к превышению допустимой скорости или проследованию на занятый блок-участок (рельсовую цепь). Это тем более важно при организации движения с использованием принципа «подвижного» блок-участка.

Вероятность возникновения опасных отказов при реализации функции определения местоположения должна быть не хуже $10^{-9}/\text{ч}$.

(т.е. соответствовать уровню безопасности SIL-4).

Для обеспечения заданных требований местоположение поезда контролируется как на борту, так и в РБЦ. Бортовая система использует данные спутниковой навигации с применением дифференциальной коррекции, датчиков пути и скорости (одометров), бортовой электронной карты с априорной информацией, а также информацию от РБЦ об установленных маршрутах на станции. Кроме того, фиксируется частота генератора тональных рельсовых цепей и момент прохода генератора (опционально).

Поскольку измерительное оборудование (спутниковый приемник, датчики пути и скорости) имеют погрешность, то бортовое оборудование оценивает местоположение поезда и рассчитывает доверительный интервал, который гарантирует нахождение поезда внутри него с вероятностью ошибки $10^{-9}/\text{ч}$.

Важным вопросом реализации системы управления движением поездов является выбор системы координат. В настоящее время на сети дорог России применяется ее линейный вариант, имеющий ряд недостатков. К ним относится тот факт, что разница линейных координат между двумя точками на одном пути может не соответствовать фактическому расстоянию между ними. Это особенно заметно на участках с кривой в плане пути. Кроме того, на двухпутном участке расстояние между двумя

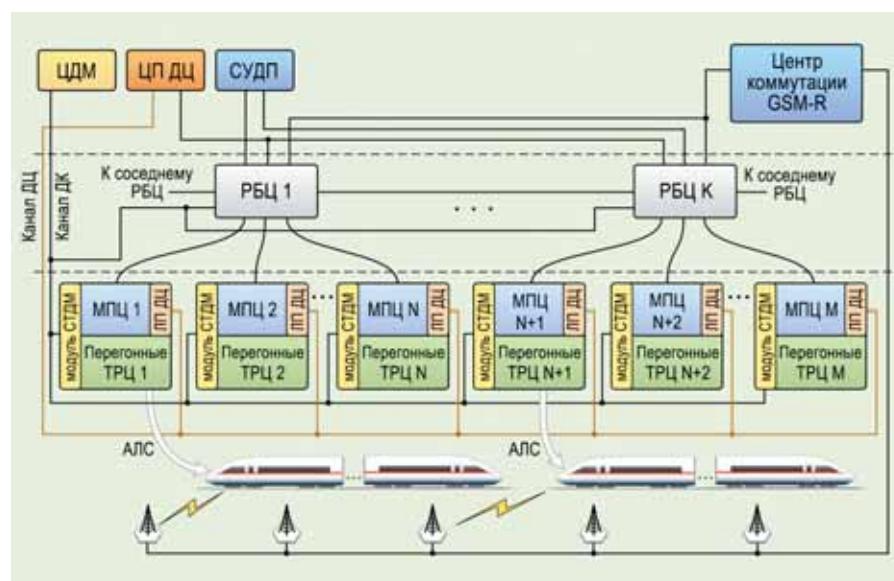


РИС. 1

точками с одинаковыми линейными координатами может быть разным по каждому из путей и не соответствовать разнице линейных координат. К тому же, линейные координаты не учитывают увеличение расстояния при движении по станции с отклонением.

В европейской системе управления ERTMS/ETCS уровня 2 используется система координат относительно бализ [4] с заранее измеренным расстоянием между ними. На рис. 2, а показан реальный маршрут поезда, а на рис. 2, б – список бализ с порядковыми номерами, образующий маршрут, который передается РБЦ на поезд или наоборот.

В рамках развития отечественной системы управления тоже планируется использовать относительную систему координат с опорными точками в виде генераторов рельсовых цепей или счетчиков осей. Так, например, в случае приближения подвижной единицы к генератору ТРЦ уровень сигнала, регистрируемый устройствами безопасности локомотива, увеличивается. В момент проследования локомотивом генератора последний шунтируется и сигнал пропадает.

Занесение в бортовую электронную карту информации о расположении генераторов и их частотах, а также специальный алгоритм обработки принимаемых сигналов рельсовых цепей и соотнесения их с бортовой электронной картой позволяют автоматически подтверждать номер пути, а также уточнять координату поезда и сбрасывать накопленную навигационную погрешность по аналогии с бализами.

Бортовое оборудование способно определять несущую частоту принимаемых сигналов ТРЦ. Поскольку при проектировании для

разграничения рельсовых цепей используют разные частоты, это позволяет определять номер пути, на котором находится локомотив [5].

Для соответствия заданным требованиям предлагается дополнительно контролировать из РБЦ местоположение поезда на основе сопоставления информации о занятии следующей рельсовой цепи (или проследовании счетчика осей первой осью) и его координате, полученной от бортового оборудования. Детализированное описание принципов работы отечественной бортовой системы позиционирования приведено в [6]. В случае несоответствия координат, полученных от бортового оборудования, и информации от систем ЖАТ, РБЦ отправляет команду на борт двигаться только по кодам автоматической локомотивной сигнализации.

Другой важной функцией бортового оборудования является динамический расчет кривых торможения в зависимости от уклона, тормозного коэффициента и других параметров поезда с учетом его местоположения и расстояния до точек изменения скорости. В системе ERTMS/ETCS этот процесс регламентируется документами [3] и [7], а в ОАО «РЖД» – правилами [8].

Применение цифровой радиосвязи требует специального программного обеспечения, реализующего взаимодействие между бортовым оборудованием и РБЦ. Кроме того, система управления чувствительна к задержкам при передаче информации и потере сообщений. Максимальная задержка при передаче данных между РБЦ и бортовым оборудованием в режиме коммутации каналов должна быть менее 500 мс в 99 % случаев, а вероятность потери соединения – менее $10^{-2}/\text{ч}$ [9].

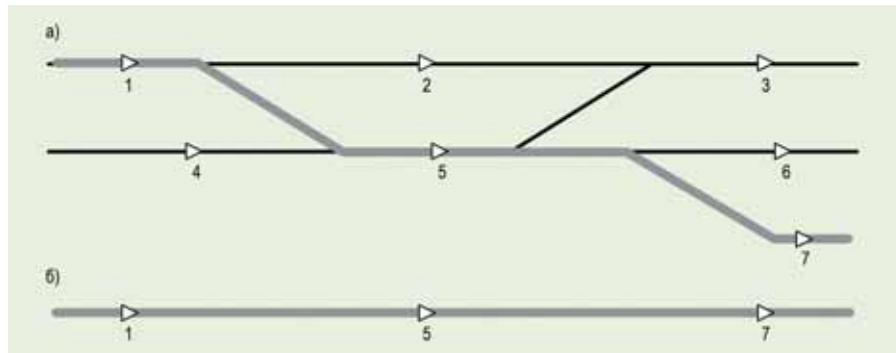


РИС. 2

В последних версиях спецификаций ERTMS/ETCS добавлена возможность использования пакетной коммутации. Для того чтобы обеспечить приемлемые задержки при передаче данных [10], система радиосвязи GSM-R должна соответствовать как минимум сетям поколения 3G выпуска 4 GERAN.

Как в режиме коммутации каналов, так и в режиме пакетной коммутации для аутентификации и обеспечения целостности данных, передаваемых по открытым сетям, в системе ERTMS/ETCS используется коммуникационный протокол Euroradio, который хорошо структурирован и подробно описан в [11]. Однако в его основе лежит американский алгоритм симметричного шифрования TripleDES, который применяется для расчета аутентификационного кода сообщения MAC.

В соответствии с российскими требованиями, предъявляемыми к защите критически важной информации, в отечественной системе в составе протокола Euroradio предлагается использовать аналогичный шифр стандарта ГОСТ Р 34.12–2015 «Информационная технология. Криптографическая защита информации. Блочные шифры».

Увеличение количества функций бортовой и стационарной систем управления движением ведет к серьезному усложнению и увеличению объема программного обеспечения, что ужесточает требования к надежности его работы. В связи с этим в рамках создания системы интервального регулирования разрабатываются стенды для его тестирования. В их составе требуется предусмотреть следующие симуляторы: интерфейса с поездом; системы управления; движения, генерирующие данные одометра и спутниковой навигации; автоматической локомотивной сигнализации; работы рельсовых цепей и др. Функциональные требования к тестированию системы ERTMS/ETCS, подробно описанные в [12], должны учитываться при тестировании также и российской системы.

Специалисты ОАО «НИИАС» на протяжении многих лет занимаются вопросами разработки отечественных систем интервального регулирования, решая задачи по повышению безопасности движения поездов и улучшению эксплуатационных показаний с

учетом комплексного подхода к функциональному развитию систем управления. Работа ведется с опорой на научно-техническую кооперацию с зарубежными компаниями и экспертное взаимодействие с Международным союзом железных дорог (МСЖД), что позволяет создавать системы высокого мирового уровня [13].

ЛИТЕРАТУРА

1. Розенберг, Е.Н. Многоуровневая система управления и обеспечения безопасности движения поездов / Е.Н. Розенберг, В.И. Талалаев // Автоматика, связь, информатика. – 2006. – № 2. – С. 10–12.
2. 2006/679/EC. Техническая спецификация для интероперабельности, касающаяся управления и сигнализации подсистемы трансъевропейской системы обычных железнодорожных линий : решение комиссии ЕЭА от 28.03.2006 года [Электронный ресурс] // Official Journal of the European Union. – 2006.10.16. – L 284/1. – Режим доступа: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=&uri=CELEX:32006D0679>.
3. System Requirements Specification. Subset-026: Version 3.4.0 (12/05/2014) [Электронный ресурс] / ERTMS. – Режим доступа: [http://www.era.europa.eu/Document-Register/Pages/System%20Requirements%20Specification%20\(Recommendation\).aspx](http://www.era.europa.eu/Document-Register/Pages/System%20Requirements%20Specification%20(Recommendation).aspx)
4. Попов, П.А. Подсистема евробализов. Техническое описание / П.А. Попов, А.С. Ададуров // Автоматика, связь, информатика. – 2010. – № 9. – С. 14–15.
5. Die Bestimmung der Positionen von Zügen mithilfe der Tonfrequenz-Gleisstromkreise / A. Nikitin, P. Popov, I. Korolev, E. Rozenberg // Signal + Draht. – 2016. – № 7+8. – S. 29–34.
6. Попов, П.А. Основные принципы контроля корректности бортовой системы позиционирования средствами железнодорожной автоматики / П.А. Попов, И.Н. Королев, П.Д. Мыльников // Автоматика на транспорте. – 2015. – № 4. – Том 1. – С. 355–366.
7. UIC 544-1. Brakes – Braking Performance. – 6th ed. – International Union of Railways (UIC), 2014. – 147 p.
8. Правила тяговых расчетов для поездной работы : утверждены ОАО «РЖД» 12.05.2016 г. № 867р / ОАО «РЖД», ВНИИЖТ. – М., 2016.
9. GSM-R Interfaces. Class 1 Requirements. Subset-093: Version 2.3.0 (10/10/2005) [Электронный ресурс] / ERTMS. – Режим доступа: <http://www.era.europa.eu/Document-Register/Documents/B37-Subset-093-v230.pdf>
10. ETSI TS 103 328. Railway Telecommunications (RT); GPRS/EGPRS requirements for ETCS : Version 1.1.0 (2015-12) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/103300_103399/103328/01.01.01_60/ts_103328v010101p.pdf
11. EuroRadio FIS. Subset-037: Version 3.2.0 (17.12.2015) [Электронный ресурс] / UNISIG. – Режим доступа: <http://www.era.europa.eu/Document-Register/Documents/SUBSET-037%20v320.pdf>
12. Functional Requirements for an on-board Reference Test Facility. Subset-094: Version 3.0.0 (06/05/2014) [Электронный ресурс] / ERA ERTMS unit. – Режим доступа: <http://www.era.europa.eu/Document-Register/Documents/SUBSET-094%20v300.pdf>
13. Technical solutions for ERTMS/ETCS Level 3 being tested in Russia [Электронный ресурс] // UIC eNews. – 2015. – N 478. – Режим доступа: http://uic.org/com/uic-e-news/478/article/technical-solutions-for-ertms-etc&page=iframe_enews

ТРЦ КАК ОСНОВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ



В.А. ВОРОНИН,
начальник отделения
внедрения систем ЖАТ
ОАО «НИИАС»

Сегодня тональными рельсовыми цепями (ТРЦ) никого не удивишь. Большинство перегонов и станций на главных железнодорожных линиях России оснащено рельсовыми цепями этого типа. При новом проектировании, строительстве и модернизации устройств ЖАТ на участках сети дорог используются ТРЦ различных модификаций.

■ В отличие от кодовых, фазочувствительных, импульсных и других типов рельсовых цепей, ТРЦ позволяют централизованно размещать оборудование и работоспособны на бесстыковом пути при низком сопротивлении балласта. Кроме того, они могут применяться на участках с любым родом тяги поездов, обеспечивают электромагнитную совместимость с подвижным составом с асинхронным электроприводом, имеют повышенную защищенность от воздействия помех за счет использования модуляции сигнала и его кодовой защиты и др.

Остановимся кратко на истории создания тональных рельсовых цепей и систем безопасности на их базе, а также отметим основных ученых, разработчиков, испытателей, заводчан и работников дорог, принявших участие в этой важной и нужной работе.

В годовщину создания ОАО «НИИАС» хочется напомнить, что разработчики средств ЖАТ были переведены в него из подразде-

лений ВНИИЖТа и КБ ЦШ. С течением времени менялась форма собственности, организационная структура и название института, а его основной «золотой запас» – люди – работали и создавали технические средства и решения, которые позволяют пассажирам безопасно и комфортно пользоваться услугами железнодорожного транспорта.

В 70-х гг. прошлого столетия на перегонах сети дорог в основном внедрялась числовая кодовая автоблокировка, а на станциях – системы маршрутно-релейной централизации (МРЦ). С увеличением скорости и интенсивности движения поездов руководством МПС была поставлена задача повышения устойчивости работы автоблокировки. Особенно актуален этот вопрос был на участках перевозки минеральных удобрений и других сыпучих грузов, способствующих значительному снижению сопротивления изоляции балласта (более чем в 10 раз по отношению к нормативному значению).

Совместными усилиями ученых ВНИИЖТа под руководством начальника лаборатории А.В. Шишлякова и МИИТа во главе с заведующим кафедрой А.М. Брылеевым началась разработка принципиально новых рельсовых цепей на современной элементной базе.

Первоначально тональные рельсовые цепи предполагалось использовать в качестве резервной аппаратуры, которая бы включалась по команде дежурных по станции. Устанавливали ее в шкафах кодовой автоблокировки.

Именно на таких принципах был реализован проект ГТСС для участка Пермь – Чепца Свердловской дороги, выполненный под руководством главного инженера проекта Ю.С. Жейца. Аппаратуру путевых приемников и генераторов первого поколения создали специалисты КБ ЦШ во главе с начальником отдела В.А. Колядой. В процессе эксплуатации выявились подверженность электронной аппаратуры воздействию атмосферных перенапряжений из-за ее размещения на перегоне в релейных шкафах. Кроме того, сама элементная база оказалась недостаточно надежной. Тем не менее технические средства успешно эксплуатировались и тональные рельсовые цепи получили путевку в жизнь.

Путем расчетов с использованием математического аппарата, разработанного учеными, специалисты лаборатории рельсовых цепей ВНИИЖТа под руководством начальника лаборатории В.А. Минина доказали, что работа ТРЦ возможна и при значительном (до 12 км) удалении аппаратуры от места ее подключения к рельсовой линии. Это позволило разместить ее в капитальных зданиях постов ЭЦ, имеющих устойчивое электроснабжение, а также устройства грозозащиты и заземления. Тем самым не только облегчился процесс обслуживания, но и повысилась устойчивость аппаратуры к атмосферным и коммутационным перенапряжениям.

В начале 80-х гг. прошлого века коллектив лаборатории автоблокировки ВНИИЖТа во главе с его начальником В.С. Дмитрие-

вым совместно со специалистами ГТСС разработал новую систему автоблокировки с ТРЦ без путевых светофоров, получившую название ЦАБ-АЛСО. Эта система внедрялась в основном на участках Крайнего Севера, где обслуживание числовой кодовой автоблокировки было невозможно или очень затратно. Размещение аппаратуры в отапливаемых помещениях значительно повысило надежность этих технических средств и сократило время устранения неисправностей. По мнению эксплуатационного штата основным недостатком являлась необходимость укладки значительного количества кабеля, тоже требующего периодического обслуживания.

На тот момент система не была должным образом оценена руководством дорог и ее внедрение приостановили. Справедливости ради необходимо сказать, что возложить всю ответственность за безопасность движения поездов на ненадежную по тем временам локомотивную аппаратуру АЛС было бы, наверное, опрометчиво.

Тем не менее в стране начали внедряться системы автоблокировки с тональными рельсовыми цепями и путевыми светофорами, выполненные по аналогии с числовой кодовой автоблокировкой. Примером может служить система ЦАБс, внедренная на участке Узуново – Серебряные Пруды Московской дороги. Однако применение ТРЦ с изолирующими стыками на перегонах себя не оправдало, поскольку в этом случае не использовалось основное преимущество тональных рельсовых цепей – возможность реализации бесстыкового пути.

Вместе с тем ЦАБ-АЛСО была замечена руководством Главного управления метрополитенов МПС страны. Около 30 лет назад сначала в Харькове, а затем и в других городах в метро начали появляться системы интервального регулирования и обеспечения безопасности движения поездов с ТРЦ без путевых светофоров.

Широкое внедрение эта комплексная система получила в том числе потому, что над ее созданием работал сплоченный коллектив нашего института,

состоящий из СЦБистов (В.С. Дмитриева, В.И. Скороходова, Н.В. Куксова, В.А. Минина и др.), локомотивщиков (В.А. Шишлякова и А.М. Пустовойтова) и движенцев (В.И. Астрахана). Немаловажная роль в этом процессе принадлежит также работникам лаборатории новой техники завода «Метровагонмаш» под руководством С.В. Тельнова. Созданная в те годы система АЛС-АРС «Днепр» и сейчас успешно обеспечивает движение поездов на метрополитене с минимальным расчетным интервалом в 1 мин 20 с. Далеко не все современные микропроцессорные системы (например, европейская CBTC) смогли достичь таких показателей.

Стабильность параметров работы путевой аппаратуры рельсовой цепи стала залогом их успешного применения в системах автоблокировки с путевыми светофорами. На рубеже 80–90-х гг. прошлого столетия совместными усилиями коллектива ВНИИЖТа, КБ ЦШ и Лосиноостровского ЭТЗ был разработан путевой приемник ПП. Особая роль в этом деле принадлежит главному специалисту лаборатории автоблокировки НИИАСа А.А. Танцюре. Именно его знания и теоретические расчеты позволили создать приемник, который более 10 лет считался образцом безопасного электронного изделия.

Использование в ТРЦ разных несущих частот позволяет отказаться от изолирующих стыков и тем самым повысить надежность рельсовой цепи в целом. Неограниченные стыками рельсовые цепи, защищенные от взаимного влияния разными рабочими частотами, имеют зону дополнительного шунтирования, которая вносит специфику в их работу. При движении поезда впередилежащая рельсовая цепь шунтируется еще до вступления первой колесной пары за фактическую границу РЦ. С учетом этого в системах автоблокировки путевые светофоры выносятся вперед навстречу движению поезда от точки подключения аппаратуры, что гарантирует появление запрещающего сигнала только после вступления поезда за светофор.

В этой связи уместно срав-

нить системы автоблокировки с централизованным (на постах ЭЦ) и децентрализованным (в РШ) расположением аппаратуры. В последней из них – АБТ – использование высокочастотных рельсовых цепей (5 кГц) обусловлено необходимостью сокращения до 20 м зоны дополнительного шунтирования в месте установки путевого светофора на перегоне. Однако высокая несущая частота не позволяла разместить электронную аппаратуру ТРЦ на большом удалении от точки подключения к рельсовой линии, что негативно сказывалось на ее защищенности от атмосферных и коммутационных перенапряжений. Тем не менее на сети дорог и сейчас эксплуатируется немало участков, оснащенных АБТ (например, Москва – Лобня Московской дороги), которые модернизированы теми или иными техническими решениями по грозозащите.

Следует отметить, что за счет централизованного размещения ТРЦ более низкого частотного диапазона (420–780 Гц) менее подвержены таким воздействиям. Однако они не в состоянии обеспечить длину зоны дополнительного шунтирования, разрешенную действующей в то время нормативной документацией. По этой причине технические решения на систему АБТЦ с зоной дополнительного шунтирования в 40 м, разработанные в лаборатории автоблокировки института совместно со специалистами ГТСС, не нашли в тот момент применения. И только активная позиция начальника службы сигнализации и связи Московской дороги В.М. Ульянова, поддержанная главным инженером Управления сигнализации, связи и вычислительной техники МПС РФ В.Д. Водяхином, позволила внедрить на пилотном участке Тула – Хомяково устройства АБТЦ. Теперь эта система интервального регулирования является основной на сети дорог России.

Тональные рельсовые цепи изначально были предназначены для применения на перегонах. Однако «с легкой руки» начальника Главного управления сигнализации, связи и вычислительной техники МПС Г.Ф. Лекуты и позиции ГТСС, которую отстаивали

главный специалист А.Ф. Петров и начальник лаборатории А.И. Ушакалов, они начали применяться и на станциях. Первой из них стала станция Лобня Московской дороги, на которой выявились все плюсы и минусы станционных ТРЦ.

Так, например, из-за несоблюдения правил чередования рабочих частот возникала опасная ситуация при пробое изолирующих стыков, приводившая к несанкционированному транслированию кодов АЛСН поезду на соседнем пути. С целью исключения этого недостатка в короткие сроки во ВНИИЖТе разработали схему контроля исправности изолирующих стыков. Особая роль в этом процессе принадлежит ведущему научному сотруднику лаборатории автоблокировки А.П. Евпатьевой, опыт и интуиция которой помогли быстро добиться результата, испытать и внедрить схемные решения.

Преимуществом применения ТРЦ на станциях является то, что за счет неодновременности срабатывания путевых приемников появилась возможность определить, с какого ответвления на стрелочную секцию вступил поезд. Для этого параметры рельсовой цепи специально рассчитываются и вводится дополнительная функция – режим контроля занятости ответвлений (КЗО). При несанкционированном въезде поезда на стрелочную секцию сигналы АЛС, предназначенные другому поезду, выключаются.

В начале 90-х гг. прошлого столетия предприняли попытку разработки и внедрения технических решений по применению бесстыковых тональных рельсовых цепей в горловине станции. Впервые такие участки со смещением маневровых светофоров на 20, а в последствии и на 40 м навстречу движению поезда появились на станции Кожухово Московской дороги. Это позволило обеспечить непрерывность кодирования маршрутов приема и отправления сигналами АЛС в горловине станции на всем протяжении маршрута и сократить количество сбоев в работе локомотивной сигнализации из-за коротких рельсовых цепей. Впоследствии это техническое решение получило широкое при-

менение на сети дорог и, прежде всего, на участках скоростного движения.

С 1998 г. на станции Пчеловодное Московской дороги в течение полутора лет эксплуатировалась бесстыковая резонансная рельсовая цепь, в которой изолирующие стыки отсутствовали не только по границам рельсовой цепи, но и в переводной кривой. Расчет ее параметров выполнял коллектив лаборатории рельсовых цепей НИИАСа. Как показал опыт эксплуатации, это решение весьма перспективно для участков высокоскоростного движения, поскольку обеспечивает непрерывность поверхности катания и позволяет отказаться от изолирующих стыков.

В конце прошлого столетия коллектив под руководством начальника отделения В.И. Зорина создал новую микропроцессорную систему автоблокировки – АБТЦ-М, в которой тональные рельсовые цепи были выполнены на микропроцессорной элементной базе. В создании аппаратуры ТРЦ активное участие приняли сотрудники института К.Э. Блачев, В.А. Воронин, И.П. Ковалев, В.С. Лучинин, С.В. Маршов и др. Сегодня уже более 20 перегонов сети дорог России и ближнего зарубежья оснащены такими устройствами.

Усовершенствованная версия такой автоблокировки – АБТЦ-МШ – аккумулировала в себе все положительные наработки и опыт предыдущих лет. Тональные рельсовые цепи этой системы используются не только на перегоне, но и на станциях. Ярким примером тому является система интервального регулирования движения поездов с подвижными блок-участками на Московском центральном кольце.

В завершении хотелось бы выразить признательность и благодарность всем работникам ОАО «НИИАС» и смежных организаций, принявших активное участие в создании тональных рельсовых цепей – одного из основных «кирпичиков» обеспечения безопасности движения поездов на сети дорог России и не только. А современному поколению разработчиков и ученых пожелать дальнейших успехов в деле совершенствования систем ЖАТ.

СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ НА БАЗЕ РАДИОКАНАЛА



Е.Е. ШУХИНА,
руководитель НТК
ОАО «НИИАС»



А.В. НИЗОВСКИЙ,
начальник сектора
ОАО «НИИАС»

Ключевые слова: передача информации, цифровой радиоканал, бортовые приборы безопасности, человеческий фактор

Аннотация. Созданный ОАО «НИИАС» комплекс технических средств передачи ответственной информации о поездной ситуации на перегоне и станции в бортовые приборы безопасности от постовой аппаратуры САУТ-ЦМ/НСП функционирует с использованием радиоканала. Это повышает уровень безопасности и снижает эксплуатационные затраты.

■ Действующие различные устройства, приборы и системы, предназначенные для управления движением поездов и обеспечения безопасности, отличаются по своему функционалу и назначению. В управлении всегда участвует машинист и/или его помощник.

Человеческий фактор может играть как положительную, так и отрицательную роль в этом процессе. Последнее обстоятельство обусловлено недостаточной информированностью машиниста о поездной ситуации и состоянии бортового оборудования, ухудшением его состояния здоровья и др. Это может привести к катастрофическим последствиям. Функционал систем управления движением, интервального регулирования не позволяет полностью исключить или хотя бы минимизировать отрицательное влияние человеческого фактора на безопасность движения.

Используемые системы управления движением, в том числе устанавливаемые на локомотиве, уже не отвечают современным требованиям. Сейчас совершенствование локомотивных и стационарных устройств невозможно без применения системы передачи данных на базе цифровых радиоканалов, которые обеспечивают непрерывный интерфейс между этими устройствами. Организация такого взаимодействия позволяет использовать наиболее современные и перспективные методы управления, основанные на интервальном и координатном контроле.

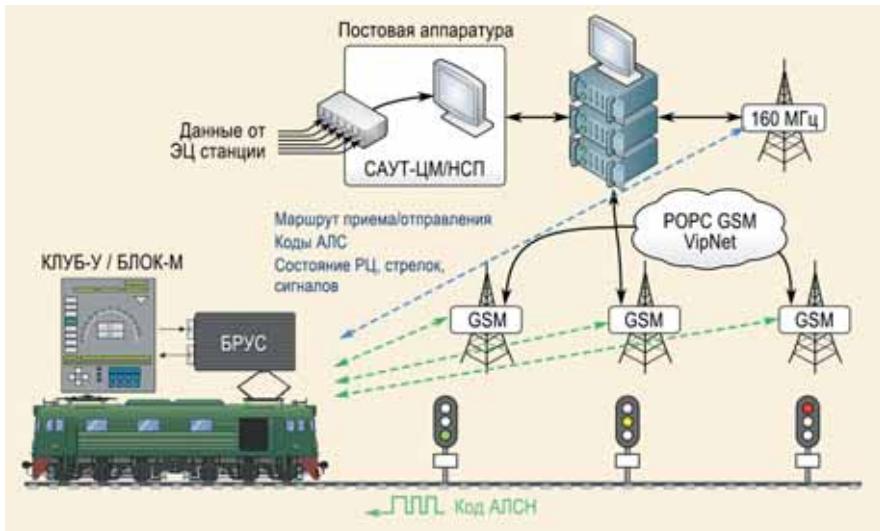
Существующая инфраструктура связи не всегда позволяет использовать один стандарт на всей сети дорог. В результате одна подвижная единица за время следования может проходить по участкам, где применяются абсолютно разные стандарты связи. При этом из-за высокой стоимости строительства на многих участках не внедрены и на ближайшее будущее не запланированы цифровые системы технологической радиосвязи стандартов DMR, TETRA, GSM-R. Для таких участков наиболее экономически оправдано использование локального радиоканала.

В 2013–2016 гг. на станции Подлипки-Дачные

Московской дороги ОАО «НИИАС» создал комплекс технических средств передачи ответственной информации о поездной ситуации на перегоне и станции в бортовые приборы безопасности от постовой аппаратуры САУТ-ЦМ/НСП. В процессе разработки решалась задача повышения общего уровня безопасности движения путем передачи в бортовые приборы информации о маршрутах приема/отправления и кодов АЛС. Использование дополнительного канала радиосвязи между стационарными и локомотивными устройствами позволило повысить надежность работы устройств СЦБ. В результате без каких-либо существенных затрат на строительство инфраструктуры было обеспечено кодирование боковых приемо-отправочных путей.

Полученные данные о маршрутах приема/отправления и методы точного позиционирования подвижной единицы дали возможность реализовать алгоритм автоматического переключения номеров пути в локомотивных приборах безопасности при движении по станции. Теперь машинисту предоставляется дополнительная информация о коде АЛС, актуальных препятствиях и ограничениях скорости на маршруте и не надо вручную вводить номер пути. Таким образом, решена задача снижения психофизической нагрузки на машиниста и уменьшения отрицательного влияния человеческого фактора на управление движением. Непрерывная передача данных о поездной ситуации в бортовые приборы безопасности позволяет повысить скорость движения по боковым путям. В итоге даже при небольших объемах внедрения комплекса достигается существенный экономический эффект.

Исходя из уровня развития инфраструктуры связи на участке решено использовать радиоканал передачи данных 160 МГц на базе радиостанций 1Р22СВ-2 «МОСТ», которыми оборудована большая часть подвижного состава, и POPC GSM. Работа осуществляется одновременно по двум каналам передачи данных. При этом канал 160 МГц является приоритетным, так как гарантирует время доставки информации, имеет



локальную архитектуру и не зависит от функционирования оборудования сторонних организаций-прайвайдеров. Обобщенная структурная схема комплекса приведена на рисунке.

Для одновременной работы с несколькими каналами связи разработан универсальный блок радиосвязи (БРУС). Аппаратные средства БРУС выбраны с расчетом большого запаса вычислительных мощностей и интерфейсных соединений с целью использования в качестве единого интеллектуального модемного пулла для всех устройств, систем и приборов, устанавливаемых на борту локомотива. Такой пул способен работать с любыми имеющимися стандартами связи и быстро адаптироваться к новым создаваемым.

В соответствии с курсом импортозамещения [1] программное обеспечение БРУС разработано на базе открытой операционной системы Linux. Для работы в канале POPC GSM в БРУС включен внутренний GSM-модем. Для взаимодействия с аппаратурой КЛУБ-У предусмотрен CAN-интерфейс. В этой разработке локомотивная часть комплекса построена на базе серийно выпускаемого устройства КЛУБ-У [2]. Благодаря унификации БРУС его можно включать без каких-либо существенных доработок в состав новых приборов безопасности БЛОК, БЛОК-М.

Стационарная часть комплекса построена на базе серверов промышленного исполнения. Программное обеспечение, используемое стационарными средствами, также разработано на базе ОС Linux. Безопасное получение информации о состоянии рельсовых цепей, стрелок и сигналов реализуется с помощью серийно выпускаемой постовой аппаратуры САУТ-ЦМ/НСП. Эта аппаратура имеет относительно низкую стоимость и соответствует требованиям функциональной безопасности, предъявляемым к системам такого класса [3].

В серверы комплекса поступают в цифровом виде данные о состоянии реле ЭЦ станции. Съем и обработка данных осуществляются в двухканальном режиме независимо друг от друга. После сравнения сформированной разными каналами информации данные передаются в радиоканал.

Независимо от используемого канала связи все данные защищены счетчиком, меткой времени и двумя кодами CRC32, подсчитанными по разным полиномам на разных вычислительных модулях. Это исключает

возможность несанкционированной вставки сообщения, актуализирует данные и защищает от изменения последовательности сообщений. Поскольку сеть POPC GSM использует публичные серверы и практически невозможно ограничить доступ к информации третьих лиц, то для обеспечения информационной и кибербезопасности все передаваемые по каналу данные криптографически шифруются сертифицированными средствами ViPNet. Эти средства работают на базе VPN-туннелей.

Для защиты информации в канале 160 МГц выполняется шифрование блочным шифром по ГОСТ 28147-89. Благодаря использованию кода Рида-Соломона [4] обеспечивается помехоустойчивость при передаче данных. Сверточный код Виттерби [5], наиболее эффективный для каналов с белыми шумами, позволяет исправлять ошибочные биты в байтах.

Система связи, используемая комплексом, построена таким образом, что работа канала 160 МГц диагностируется с помощью канала POPC GSM. При блокировании канала 160 МГц другими радиоэлектронными средствами можно обнаруживать это событие и использовать второй канал связи. По каналу POPC GSM дополнительно диагностируется работа бортового оборудования, данные передаются на стационарный вычислительный комплекс.

В ходе опытной эксплуатации комплекса на основе собранных статистических данных рассчитана надежность каналов передачи данных в соответствии со стандартом EN 50159:2010 [6]. Установлено, что при доверительной вероятности 95 % ошибка при передаче данных не хуже чем 2×10^{-2} на бит. Следовательно, система передачи данных достаточно надежна и целесообразно ее дальнейшее тиражирование.

Применение радиоканала передачи данных в системах автоблокировки приблизительно втрое дешевле их реконструкции и в 42 раза дешевле строительства новых путей. При этом минимизируется участие человека в процессе управления движением.

ЛИТЕРАТУРА

1. О плане первоочередных мероприятий по обеспечению устойчивого развития экономики и социальной стабильности в 2015 году : распоряжение Правительства Российской Федерации от 27 января 2015 г. N 98-р [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://government.ru/media/files/7QoLbdOVNPc.pdf>
2. Унифицированное комплексное локомотивное устройство безопасности (КЛУБ-У): учебное пособие / В.И. Астрахан, В.И. Зорин, Г.К. Кисельгоф и др. – М. : Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2008. – 177 с.
3. ГОСТ Р МЭК 61508-2-2012. Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью. Часть 2: Требования к системам [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200100344>
4. Варгаузин, В. Помехоустойчивое кодирование в пакетных сетях [Электронный ресурс] // Телемультимедиа. – 2005. – 1 сентября. – Режим доступа: <http://www.telemultimedia.ru/art.php?id=56>
5. Золотарёв, В.В. Помехоустойчивое кодирование. Методы и алгоритмы / В.В. Золотарёв, Г.В. Овечкин. – М. : Горячая Линия – Телеком, 2004. – 128 с.
6. BS EN 50159: 2010. Railway applications. Communication, signalling and processing systems. Safety-related communication in transmission systems [Электронный ресурс] – Введ. 31.10.2010. – Режим доступа: https://webshop.ds.dk/Files/Products/M236545_attachPV.pdf



И.Н. ГРИНФЕЛЬД,
начальник отдела
ОАО «НИИАС»



А.С. КОРОВИН,
главный специалист
ОАО «НИИАС»

В последнее время на российских и зарубежных железных дорогах произошел мощный рывок в развитии систем интервального регулирования (СИР), обеспечивающих высокую интенсивность и безопасность движения поездов. Среди факторов, которыми это вызвано, – применение так называемых подвижных блок-участков.

ФУНКЦИИ БОРТОВЫХ ПРИБОРОВ БЕЗОПАСНОСТИ НА ПОЛИГОНЕ МЦК

■ В системах, построенных на базе АЛСО с подвижными блок-участками, в качестве участков разграничения поездов при движении рассматривается одна или несколько смежных рельсовых цепей, логически объединенных в один блок-участок. Максимальная скорость движения поезда, контролируемая бортовым устройством безопасности, определяется тормозными характеристиками конкретного поезда и общей длиной свободного участка пути (количеством свободных рельсовых цепей) по ходу движения. Данные о количестве свободных участков поступают в бортовые приборы от путевых устройств по непрерывному каналу многозначной автоматической локомотивной сигнализации (АЛСН/АЛС-ЕН) и от точечных путевых датчиков (генераторов САУТ-ЦМ/НСП). Информация на борт также может передаваться по защищенному каналу радиосвязи. Длины рельсовых цепей по всему маршруту движения предварительно записываются в электронной базе данных бортового устройства. Эти сведения необходимы для определения места прицельного торможения. Таким образом в системе СИР с подвижными блок-участками реализованы дискретные принципы управления, которые позволяют существенно уменьшить интервалы попутного следования поездов.

Необходимость создания СИР с подвижными блок-участками и ее высокая востребованность в ОАО «РЖД» объясняются тем, что используемые в ней решения позволяют существенно повысить пропускную способность линий. Кроме того, ее внедрение не требует больших капитальных вложений в существующую инфраструктуру, как строительство альтернативного варианта с применением более совершенной координатной систе-

мы интервального регулирования движения поездов.

Впервые СИР с подвижными блок-участками была опробована в 2011–2012 гг. на полигоне Металлург – Ногинск Московской дороги. Здесь проходило опытную эксплуатацию бортовое устройство КЛУБ-У, работающее совместно с системой АБТЦ-М. Реализованные на полигоне решения показали свою высокую эффективность и возможность обеспечить заданный уровень пропускной способности и безопасности движения.

В настоящее время на Московском Центральном кольце (МЦК) введена в эксплуатацию СИР на базе АЛСО с подвижными блок-участками. По сравнению с традиционными системами эта СИР имеет более сложный алгоритм функционирования. Были существенно расширены функции бортового устройства безопасности, возросла их ответственность в части обеспечения надежности и безопасности перевозочного процесса.

Движение поездов на полигоне МЦК осуществляется исключительно по сигналам локомотивных светофоров (АЛСО), а границы рельсовых цепей и блок-участков четко не обозначены. В связи с этим бортовое устройство безопасности должно своевременно информировать машиниста о расстоянии от головы поезда до места предполагаемой остановки или до участка, где движение разрешено с пониженной скоростью движения. Вместе с тем, алгоритм работы бортового устройства безопасности определяется режимом управления, реализуемым станционными системами. На станциях движение организовано в двух режимах: под управлением оператора (дежурного по станции или поездного диспетчера) или в режиме автоматического управления.

При движении поезда под управлением оператора сигнализация светофоров соответствует «Инструкции по сигнализации на железнодорожном транспорте Российской Федерации» (Приложение № 7 к Правилам технической эксплуатации железных дорог РФ) и «Руководящим указаниям по сигнализации на железных дорогах РФ (РУ 30-80)» применительно к участкам с заданным путевым развитием.

В режиме автоматического управления на входных, маршрутных, выходных светофорах главных путей станций включается указатель белого цвета в виде креста, а сигнальные показания выключаются. В этом случае машинист поезда должен руководствоваться показанием локомотивного светофора, при появлении запрещающего показания или белого огня – движение запрещено. Движение по участку также запрещено поездам (специальному самоходному подвижному составу), не оборудованным локомотивными устройствами АЛС.

Схема сигнализации в режиме автоматического пропуска представлена на рис. 1. На ней приведены следующие обозначения:

ЗУ1 – защитный участок для кодов АЛС-ЕН;

ЗУ2 – защитный участок для кодов АЛСН;

$L_{\text{ж}}$ – длина участка, на котором при служебном торможении установленная скорость расчетного поезда снижается до $V_{\text{ж}}$;

$L_{\text{ок}}$ – длина участка пути, на котором при служебном торможении скорость $V_{\text{ж}}$ снижается до нуля.

Указанные участки образуются за счет включения необходимого количества рельсовых цепей, общая длина которых не менее требуемого расстояния.

На участках МЦК принят следующий принцип формирования кодов АЛСН и АЛС-ЕН. Непосредственно за хвостом поезда имеются защитные участки ЗУ1 и ЗУ2, в рельсовых цепях которых отсутствуют сигналы АЛС-ЕН и АЛСН. Длины ЗУ1 и ЗУ2 отличаются друг от друга и составляют не менее тормозного пути автостопного торможения при скорости 20 и 60 км/ч соответственно.

При изменении положения поезда в соответствии с тяговыми расчетами защитные участки смещаются за его хвостом, что приводит к изменению кодовых сигналов в кодируемых рельсовых цепях.

Таким образом, в режиме автоматического пропуска по станции и при движении поезда по перегонам с АЛСО бортовое устройство безопасности является единственным средством автоматического информирования машиниста о поездной обстановке.

На рис. 2 а, б показаны кадры поездной обстановки на участках МЦК и соответствующая индикация на мониторе бортового комплекса БЛОК. А именно: в поле «РАССТ.АКТ» указана длина пути, разрешенная для движения поезда. Количество знакомест, в которых отображается символ «желтый прямоугольник», соответствует числу свободных рельсовых цепей впереди по ходу движения. На шкале допустимых скоростей в начале дуги желтого цвета отображена целевая скорость в конце участка, а в информационной строке – ее цифровое значение (см. рис. 2, а).

На основании полученных и обработанных данных канала АЛС-ЕН комплекс отражает индикацию направления движения по маршруту – прямо или по отклонению. Эта информация также дает возможность дополнительно контролировать скорость движения на участках, где уложены стрелки с разными марками крестовин, с ограничением скорости. На мониторе отображается целевая скорость: 40, 50, 80, 120 км/ч, а в поле «РАССТ.АКТ» – расстояние до места действия ограничения (см. рис. 2, б).

Показания локомотивного светофора БЛОК соответствуют принимаемым кодам АЛСН. При временном пропадании или полном отсутствии кодов комплекс

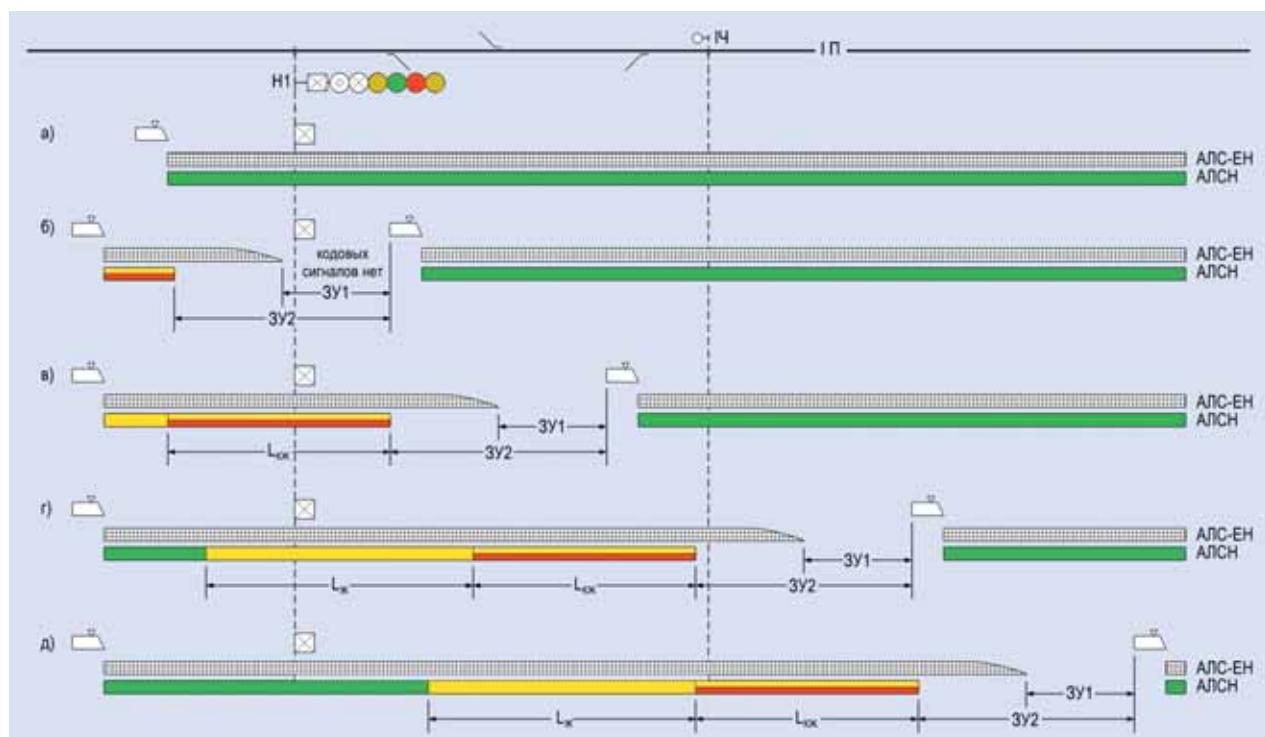


РИС. 1

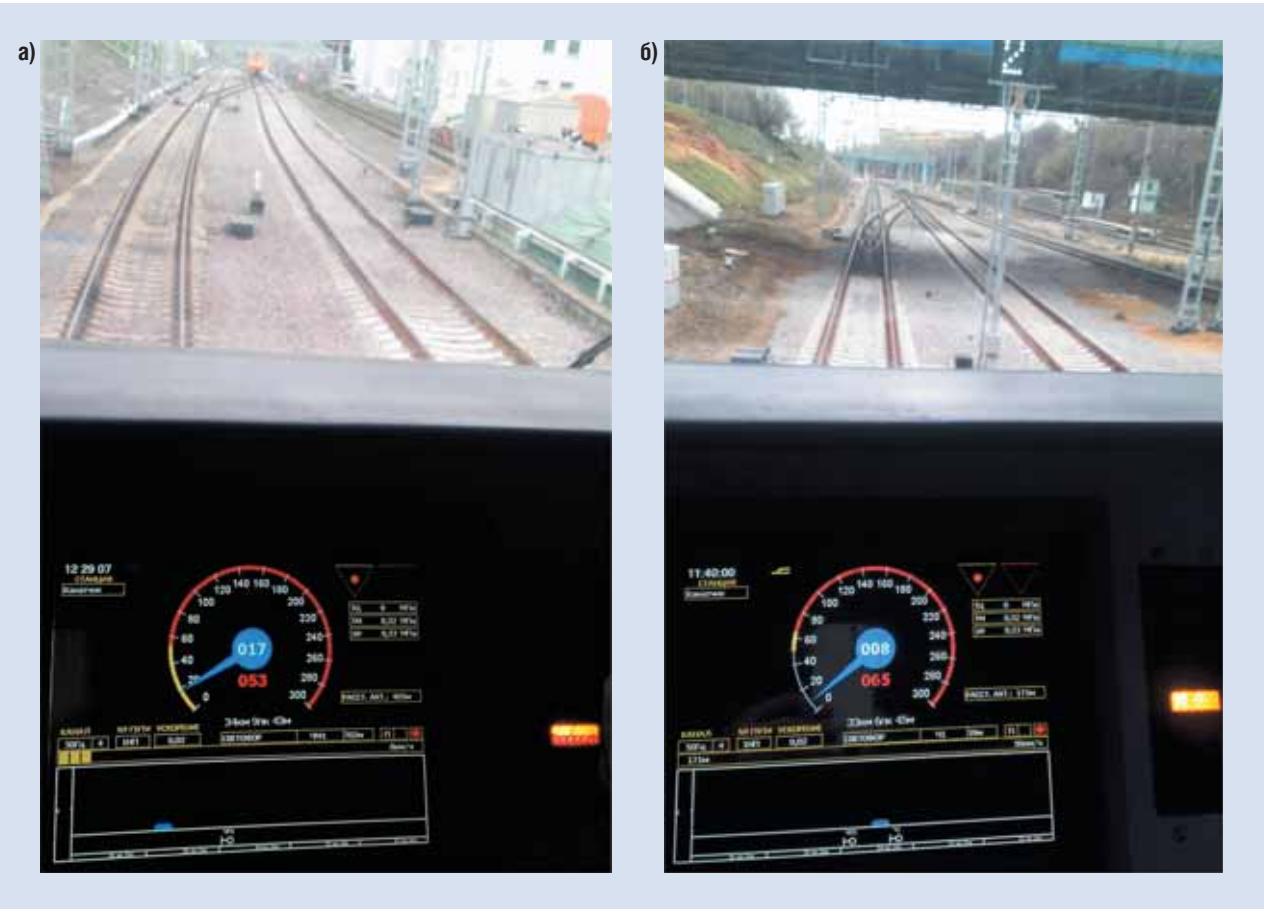


РИС. 2

замещает их на равнозначные данные АЛС-ЕН. Алгоритм функционирования БЛОК при равнозначных показаниях локомотивного светофора в обоих случаях практически идентичны.

Ввиду того, что машинисту поезда нечетко видны границы рельсовых цепей, он не в состоянии прогнозировать скорость, которую будут реализовывать приборы безопасности во время формирования кривой торможения. В ранее применяемом алгоритме оповещения было предусмотрено звуковое и световое информирование машиниста при разнице фактической и допустимой скорости менее 2–3 км/ч. Как показала практика, во многих случаях этот алгоритм и инерция поезда при торможении не позволяют машинисту своевременно вмешаться в управление, поэтому происходит срабатывание автостопа. С целью предотвращения включения автотормозов при применении БЛОК на МЦК был разработан новый алгоритм оповещения машиниста, при котором комплекс дополнительно выполняет расчет времени включения служебного торможения.

Расчетный интервал следования поездов по участкам МЦК в пиковый период составляет менее 6 мин. В связи с этим при разработке алгоритмов БЛОК были учтены дополнительные требования к интерфейсу «человек-машина» приборов безопасности. Удалось сосредоточить основное внимание машиниста на управлении поездом. На основе непрерывно поступающих из канала АЛС-ЕН данных в БЛОК был полностью автоматизирован ввод номера пути на протяжении всего маршрута движения. Во время приема поезда на приемо-отправочные и боковые пути, не оборудованные наземными устройствами АЛС-ЕН, переключение номера пути в БЛОК происходит на основании информации, получаемой от путевых генераторов САУТ-ЦМ/НСП.

В ходе реализации проекта на МЦК были решены и другие задачи, связанные с повышением надежности и безопасности управления. Например, была применена система передачи данных на локомотив с резервированием информации по каналам АЛСН, АЛС-ЕН, ТКС. Выстроена система приоритетов обработки и использования данных

каждого источника. Расширены функциональные возможности диагностики внутреннего состояния комплекса и его каналов связи. При выявлении неисправности БЛОК оперативно информирует локомотивную бригаду. Характер и условия ее появления регистрируются на съемный носитель информации.

Все устройства передачи и обработки ответственных данных были реализованы по двухканальной безопасной схеме.

В системе СИР с подвижными блок-участками на МЦК полностью решены задачи увязки бортовой и путевой передающей аппаратуры, в том числе связанные с работой «коротких» рельсовых цепей при кодировании маршрутов сигналами АЛС-ЕН. Исключены случаи, приводящие к несовпадению данных о положении поездов в границах смежных рельсовых цепей из-за наличия зон дополнительного шунтирования.

В целом, внедренная на МЦК система СИР с подвижными блок-участками показала свою высокую эффективность в вопросах организации движения поездов и обеспечения безопасности перевозочного процесса.

А.М. ЗАМЫШЛЯЕВ,
заместитель генерального
директора ОАО «НИИАС»,
д-р техн. наук

А.В. КАЛИНИН,
заместитель руководителя
НТК – начальник отделения
ОАО «НИИАС»

С.И. ДОЛГАНЮК,
начальник отдела
ОАО «НИИАС»,
канд. техн. наук

СИСТЕМА МАЛС: ЗАДАЧИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Для организации управления движением маневровых локомотивов на основе автоматизированного регулирования их скорости создана система маневровой автоматической локомотивной сигнализации МАЛС. Система разработана также с целью минимизации рисков нарушения безопасности движения, в том числе обусловленных человеческим фактором.

■ Технология организации маневровой работы на российских дорогах основана на передвижении по маршрутам одиночных локомотивов и маневровых составов по командам, которые дают дежурные по станции или составители по радиосвязи. Поскольку половина маневров осуществляется при движении состава вагонами вперед, машинист следует по маршруту в условиях ограниченной видимости сигналов напольных светофоров, регламентированные переговоры в этом случае – практически единственное средство обеспечения безопасности. Поэтому безопасность маневровой работы во многом зависит от человеческого фактора. Это зачастую приводит к негативным последствиям при возникновении нештатных ситуаций, а также к инструктивным ограничениям, снижающим эффективность маневров и работы станции в целом.

Цель создания системы маневровой автоматической локомотивной сигнализации МАЛС – объединение технических средств, усилий работников хозяйств перевозок, локомотивного, автоматики и телемеханики, связи для решения вопросов управления движением маневровых локомотивов на основе автоматизированного регулирования их скорости и минимизации рисков нарушения безопасности движения, в том числе обусловленных человеческим фактором.

В состав системы входят станционные и бортовые устройства, а также радиоканал передачи данных между ними. Структура станционных устройств МАЛС представлена на рис. 1. На схеме

приняты следующие обозначения: РО – шкаф радиооборудования; РПД 160 – радиоканал передачи данных МАЛС диапазона 160 МГц; ССН – средства спутниковой навигации; УВК – управляющий вычислительный комплекс; КСБ – контроллер сбора данных; АСУ СТ – автоматизированная система управления станцией; V_f – фактическая скорость; V_d – допустимая скорость; S_d – расстояние до светофора с запрещающим показанием.

УВК считывает информацию с устройств централизации. Эти же данные отображаются на станционном табло или АРМе дежурного по станции. Информация с периферийных постов передается в УВК по проводным или оптоволоконным каналам связи. Зона контроля МАЛС описывается

цифровой моделью путевого развития (ЦМПР), которая создается на этапе проектирования. Эта модель строится на основе координат изолирующих стыков, светофоров, предельных столбиков и центров стрелочных переводов, границ вагонных замедлителей, сбрасывающих стрелок и остряков. Также учитывается длина и уклоны изолированных участков и других элементов, влияющих на безопасность и скорость движения.

Каждому изолированному участку согласно ТРА станции соответствует технологическое значение скорости. С помощью ЦМПР и собранной УВК информации в зоне контроля МАЛС определяется поездная ситуация.

Станционные устройства (СУ МАЛС) за исключением УВК и КСБ периферийных постов имеют

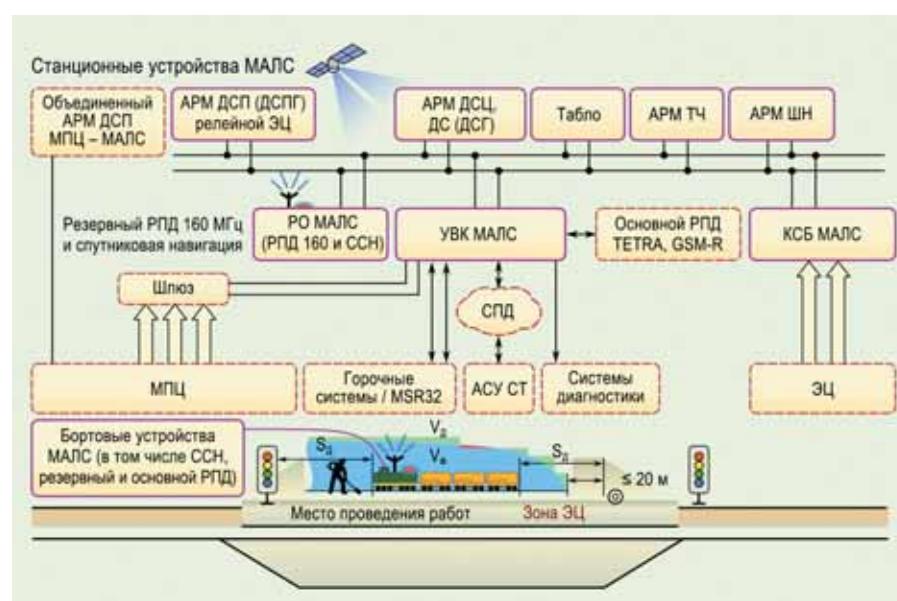


РИС. 1

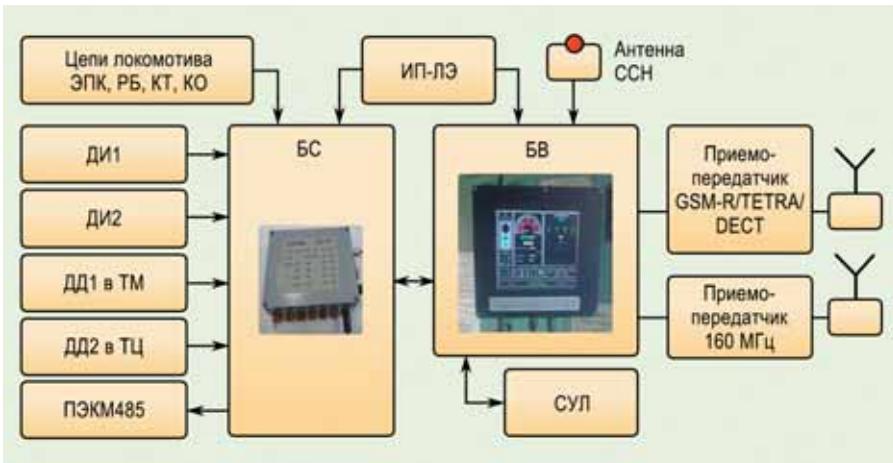


РИС. 2

управляющие, информационные и диагностические АРМы, а также табло коллективного пользования (ТКП), объединенные локальной сетью.

Бортовая аппаратура МАЛС (БА МАЛС), схема которой показана на рис. 2, включает вычислительный блок БВ с монитором, стойку управления локомотивом (СУЛ), блок сопряжения БС для управления тормозной и силовой системами локомотива, устройства увязки с приборами автостопа. В кабине машиниста также установлено вспомогательное оборудование: источник питания ИП-ЛЭ, датчики угла поворота для измерения пройденного пути и направления движения ДИ1, ДИ2, датчики давления в тормозной магистрали и цилиндрах ДД1, ДД2, приставка крана машиниста ПЭКМ или ПМ для служебного торможения локомотива.

Радиоканал передачи данных между станционными и бортовыми устройствами построен на базе приемопередатчиков. Он, как правило, резервируется с использованием различных стандартов связи. При организации радиоканала в УКВ-диапазоне количество несущих частот определяется с учетом того, чтобы на одной частоте одновременно работали не более десяти локомотивов, или принимаются во внимание размеры зоны контроля МАЛС и реализация функции хэндовера.

Средства спутниковой навигации – это стационарный приемник, выполняющий функции дифференциальной станции, и бортовой приемник в блоке БВ на локомотиве.

Основные задачи системы

заключаются в обеспечении безопасности движения при маневрах и безопасных условий труда работающих на путях. Кроме того, она предназначена для формирования и реализации скоростного режима движения локомотива, регистрации и протоколировании действия устройств системы, объектов контроля и управления.

Безопасность маневровой работы обеспечивается путем выдачи системой команд, разрешающих:

своевременную остановку маневровой группы перед светофором с запрещающим показанием или тупиковой призмой, в том числе при движении вагонами вперед;

торможение для исполнения рассчитанного скоростного режима движения;

проезд маневровым локомотивом светофора с запрещающим показанием по электронному приказу ДСП;

автоматическую остановку локомотива в границах станции при отсутствии разрешения выезда на перегон;

следование по маршруту «на занятый путь» с ограниченной скоростью;

принудительную остановку локомотива при перекрытии светофора, отказах устройств СЦБ, потере связи по радиоканалу, по приказу дежурного по станции, заданному с АРМ системы МАЛС.

С целью повышения безопасности труда эксплуатационного персонала предусмотрено автоматическое регулирование скоростного режима локомотива при проследовании мест проведения работ, участков с ограничением скорости движения. Эта функция

включается путем ввода соответствующих команд с АРМ ДСП МАЛС. Кроме того, предусмотрено звуковое и речевое оповещение машиниста в случае отклонения скорости движения от допустимой.

Формирование скоростного режима движения локомотива в системе решается следующими функциями: расчета тормозной кривой, а также реализации в автоматическом режиме маршрутов, включая надвиг и роспуск вагонов; контроля текущей скорости, в том числе и дежурным по станции; подачи команды на остановку маневрового локомотива при скатывании.

Для регистрации и протоколирования работы аппаратуры, объектов контроля и управления в режиме реального времени формируются динамические протоколы работы станционных и бортовых приборов. Перемещения локомотивов визуально отображаются на плане станции и ЦМПР.

Статистические справки о работе локомотивов за определенный период времени автоматически формируются и выводятся на АРМы руководства станции, диагностические АРМы ШН и ТЧМ.

МАЛС функционирует следующим образом. Каждые 1–2 с от станционных устройств по радиоканалу на локомотивы посыпается информация. Бортовая аппаратура отправляет ответные сообщения о параметрах движения и функционировании бортовых устройств.

При входе локомотива в зону контроля БА МАЛС устанавливает связь со станционными устройствами и по радиоканалу получает дифференциальную поправку. Приемник определяет точные навигационные координаты локомотива, по которым станционные устройства позиционируют локомотивы на ЦМПР станции. УВК устанавливает границы его перемещения в четном и нечетном направлениях в зоне управления системы, ограниченной централизованными парками станции, формирует и передает маршрутное задание БА МАЛС. Направление движения локомотива фиксируется станционными устройствами. По состоянию его реверсора на ЦМПР автоматически определяется разворот локомотива (кабина с четной или нечетной стороны). Маршрутное задание, параметры скоростного режима и диагности-

ческие сообщения от локомотивных устройств отображаются у машиниста на экране блока БВ, который показан на рис. 3.

Система МАЛС функционирует в трех режимах управления локомотивом. В ручном режиме управление тягой и торможением осуществляет машинист, в автоматическом – этот процесс происходит автоматически. Торможение также начинается автоматически при превышении допустимой скорости. Расчет скорости движения при этом выполняет сама система. Автоматическим является и режим местного задания, при котором заданную скорость машинист выбирает с клавиатуры блока БВ, а БА МАЛС ее автоматически реализует.

Для удобства вся информация на рабочем экране машиниста (РЭМ) комбинируется в следующих функциональных окнах: система, светофор, скорость, маршрут, радио, глобальная навигационная спутниковая система, локомотив, ограничения, тормоз, дизель, состав, клавиши. Интерфейс машиниста визуализирует маршруты движения, допустимые и заданные значения скорости; воспроизводит звуковые и речевые сообщения при изменении скорости, формирует диагностические сообщения. С клавиатуры БВ МАЛС можно задать ручной или автоматический режим управления локомотивом, дать команду на его «подтягивание» к светофору с запрещающим показанием



РИС. 3

со скоростью до 5 км/ч, а также контролировать движение вагонов по занятому пути со скоростью до 20 км/ч под ответственность машиниста, их сцепку с составом.

Спустя 2 с после задания маршрута дежурным по станции информация о маршруте отображается на РЭМ. Речевая команда дежурного по станции, как правило, повторяет ранее полученное машинистом задание. Движение локомотива в ручном и в автоматическом режиме машинист начинает только после получения маршрутного задания по каналам МАЛС и речевой команды дежурного по станции. Такой порядок позволяет исключить обусловленные человеческим фактором потенциальные ошибки, приводящие к нештатным ситуациям, в частности, к перепутыванию команды, номера локомотива или направления его передвижения, движение по неготовому маршруту и др.

С помощью системы на основании результатов расчета тор-

мозной кривой обеспечивается остановка маневровой группы у сигнала с запрещающим показанием.

При занятии участка перед сигналом с запрещающим показанием одновременно в окне «Светофор» белый огонь меняется на красно-желтый. За 20 м до светофора допустимая скорость V_d снижается до нуля. В одноименном окне РЭМ на светофоре включается красный сигнал. Машинист должен остановить локомотив. При риске нарушения скоростного режима, в случае превышения текущей скорости V_d на 2 км/ч, цифровое значение скорости становится красным. Звучит речевое предупреждение «Превышение скорости». Одновременно включается служебное торможение. Если через 6–8 с после команды локомотив не останавливается, включается экстренное торможение.

На мониторах станционных АРМов, один из которых представлен на рис. 4, в графической и табличной формах отображаются параметры местоположения, движения и управления локомотивами.

С помощью управляющих АРМов дежурные по станции могут давать команды, разрешающие выезд на перегон, проезд светофора с запрещающим показанием, принудительную остановку локомотива, а также вводить ограничения скорости движения на участке. На информационные и

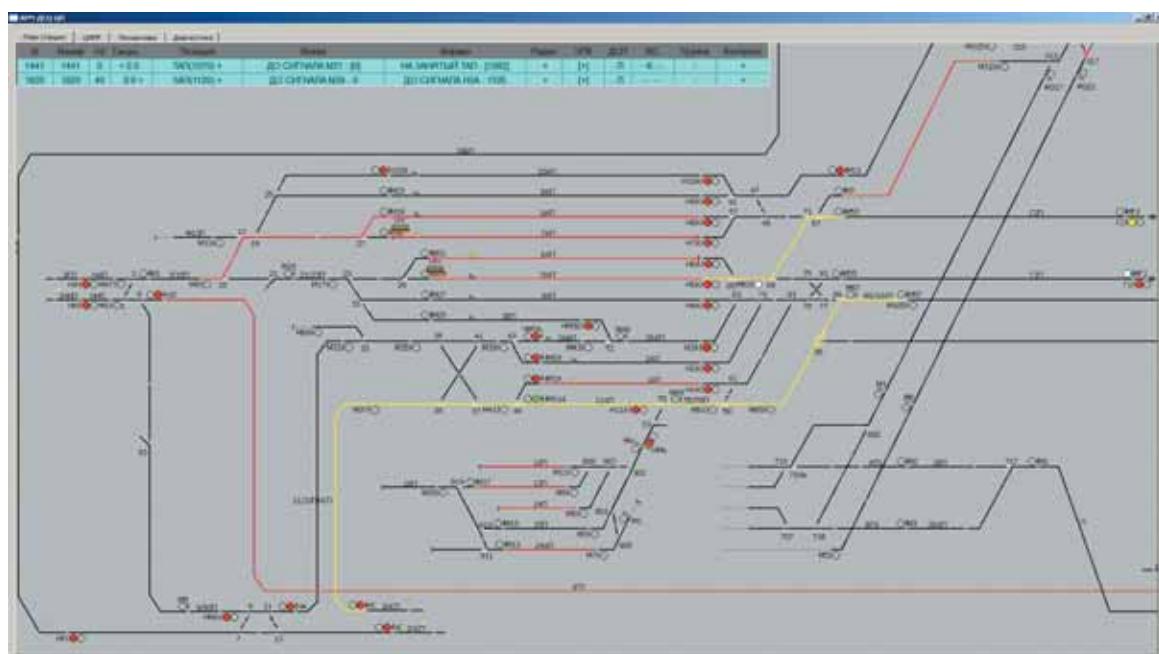


РИС. 4

диагностические АРМы по запросу выводятся протоколы работы системы и диагностические справки, сформированные автоматически. В случае отказа аппаратуры или РПД между станционными и бортовыми устройствами по команде системы управления локомотив останавливается с соблюдением требований безопасности.

В результате использования МАЛС снижается влияние на безопасность движения человеческого фактора. Как показывает анализ работы локомотивов, большинство случаев вмешательства системы в управление движением, включая принудительную остановку, обусловлено попытками машинистов в ручном режиме изменить допустимую скорость. Ранее подобные случаи не фиксировались, если, конечно, не приводили к авариям. Сегодня все нарушения скоростного режима регистрируются и передаются на диагностические АРМы, а также в разные подразделения ОАО «РЖД».

Благодаря визуализации параметров движения локомотивов и действий машинистов, возможности управления локомотивами с АРМов дежурных по станции, наличию информации о маршрутах движения и показаниях светофоров на локомотивных мониторах МАЛС организован двойной контроль за безопасностью движения: работниками станции и локомотивными бригадами. Кроме того, обеспечивается прозрачность технологического процесса.

Система МАЛС позволяет совмещать маневровую и поездную работу в одном районе станции в соответствии с требованиями безопасности движения. При этом автоматически учитывается загрузка каждого локомотива и станции в целом.

На мониторах информационных АРМов маневрового диспетчера и руководителей станции, а также в технологических протоколах отображается текущая поездная ситуация, в том числе дислокация маневровых локомотивов и результаты их работы за заданный период времени. С помощью этих данных можно оптимально планировать маневровую работу, сократить межоперационные интервалы, а также анализировать функционирование системы и станции в предшествующие периоды.

Согласно европейской классификации расчетное значение уровня безопасности системы МАЛС соответствует SIL 2.

На сегодняшний день иностранных аналогов системы МАЛС не существует. Самыми известными подобными системами радиодистанционного управления локомотивами считаются Beltpack, RCL, Theimeg-LO. В отличие от МАЛС в них локомотивом преимущественно управляет составитель-машинист с переносного пульта. Однако при этом не исключен проезд светофоров с запрещающими показаниями и превышение допустимой скорости движения. Немецкая система Theimeg-LO дополнительно позволяет в автоматическом режиме управлять надвигом и роспуском составов на сортировочной горке. Вместе с тем инициализацию системы, прицепку и осаживание состава выполняет машинист локомотива.

В настоящее время система МАЛС внедрена на станциях Солнечная, Автово Московской дороги; Адлер, Сочи и Имеретинский Курорт Северо-Кавказской дороги; Челябинск-Главный Южно-Уральской дороги; Лужская Октябрьской дороги.

За последние пять лет аппаратно-программные средства МАЛС существенно модернизированы. Совместно с ФГУП «ЭЗАН» разработана и поставлена на производство новая, более компактная, надежная, устойчивая к электромагнитным помехам бортовая аппаратура.

Специалисты института также выполнили адаптацию нового поколения БА МАЛС к локомотивам ЧМЭ 3, ТЭМ 7 и 7А, ВЛ-10к. Новый шкаф УВК МАЛС успешно прошел опытную эксплуатацию на станции Челябинск-Главный Южно-Уральской дороги. Существенно усовершенствован протокол передачи данных по радиоканалу в УКВ диапазоне. Переход на радиомодемы «Интеграл 160М» позволил реализовать функцию хэндовера, организовать на одной частоте устойчивую связь одновременно с 10-ю локомотивами. Получены положительные результаты при организации передачи данных МАЛС в стандартах связи GSM-R на станциях Северо-Кавказской дороги и TETRA на станции Челябинск-Главный Южно-Уральской дороги.

Дальнейшее развитие системы определила ее интеграция со смежными системами управления технологическими процессами. Так, интеграция с МПЦ способствовала созданию объединенного АРМа дежурного по станции МПЦ-МАЛС. На его мониторе или на «видеостене» отображается состояние путевых элементов, перемещения и параметры движения локомотивов. С клавиатуры можно задать маршруты их движения и команды управления. Внедрены объединенные АРМы: систем МАЛС с МПЦ EBILock 950 (на станции Челябинск-Главный) и систем МАЛС и МПЦ ЭЦ-ЕМ (на станции Лужская). Благодаря этому удалось повысить концентрацию внимания персонала, оперативность управления и безопасность движения, а также улучшить эргономику рабочих мест.

Интеграция бортовой аппаратуры МАЛС с электронными регуляторами локомотивов существенно улучшила динамические свойства системы в режиме автovedения и степень ее автоматизации. В результате передачи ряда силовых функций локомотивным устройствам сократилось количество приборов и стоимость оборудования.

Объединение БА МАЛС с электронной стойкой управления локомотивом на станции Челябинск-Главный позволило более эффективно организовать управление надвигом и роспуском составов в автоматическом режиме.

Взаимодействие с системой автоматического управления горочным локомотивом (САУ ГЛ) дало возможность управлять локомотивом без машиниста при заезде под состав. При взаимодействии с горочной системой MSR32 на станции Лужская эта операция возможна также во время надвига и роспуска составов.

В перспективе планируется дальнейшее развитие МАЛС, в частности, предполагается расширить зоны действия и увеличить число технологических операций, выполняемых без машиниста. Посредством интеграции функций БА МАЛС в системы БЛОК и КЛУБ намечается подключить к системе поездные локомотивы. Также в планах – развитие систем радиодистанционного управления локомотивами в пределах ограниченной МАЛС зоны перемещения.

А.В. ШУРДАК,
начальник отделения
телеинформатики и систем
передачи данных ОАО «НИИАС»

Т.В. КЛИМОВА,
начальник отдела технологической
радиосвязи, канд. техн. наук

О.К. ВАСИЛЬЕВ,
начальник отдела технологической
связи, канд. техн. наук

И.Д. БЛИНДЕР,
главный специалист отделения

А.М. ВЕРИГО,
главный научный сотрудник отделения,
канд. техн. наук

А.А. ЧЕРНИКОВ,
ведущий научный сотрудник отделения

УДК 656.254.1

СИСТЕМЫ СВЯЗИ И ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Ключевые слова: интегрированная цифровая технологическая связь на основе IP-сетей ИЦТС, централизованная интегрированная система информирования пассажиров и оповещения ЦИСОП, системы радиосвязи стандартов GSM-R и DMR, система передачи данных и речи в тоннелях СПДР-Т

Аннотация. В статье приводятся сведения об основных направлениях деятельности ОАО «НИИАС» в области организации сетей связи и радиосвязи на железнодорожном транспорте в последние десятилетия и в ближайшем будущем. Затронуты проблемы создания интегрированной цифровой технологической связи на основе IP-сетей (ИЦТС), централизованной интегрированной системы информирования пассажиров и оповещения работающих на железнодорожных путях и парковой связи (ЦИСОП), внедрения систем радиосвязи на основе стандартов GSM-R и DMR, организации связи и передачи данных в тоннелях для обеспечения работы систем ИСАВП-РТ и СУТП, защищены линейно-кабельных сооружений от опасных напряжений и токов.

■ Развитие современных технологий железнодорожного транспорта требует адекватного развития телекоммуникационных систем, принятия технических решений, обеспечивающих снижение затрат на строительство и эксплуатацию сетей фиксированной связи и подвижной радиосвязи при расширении функциональных задач, решаемых на основе таких систем. В настоящее время на сети железных дорог России в цифровой технологической связи (первичные сети, сети ОТС и др.) используется в основном TDM-технология, базирующаяся на коммутации каналов. При этом для каждого вида связи предоставляются выделенные каналы и применяются, как правило, отдельные коммутационные станции.

Для надежности («живучести») ответственных видов связи (OTC, ПРС и др.) первичные цифровые каналы формируются в виде кольцевых структур верхнего и нижнего уровней, обходные тректы которых используются малоэффективно, только при нарушении основного тректа. Любая реорганизация в таких структурах связи требует сложных переключений, а их проектирование и строительство сопряжено с определенными трудностями.

С целью повышения эффективности управления перевозочным процессом и снижения строительных и эксплуатационных расходов специалисты ОАО «НИИАС» совместно с ЦСС и предприятиями отечественной промышленности в 2013–2014 гг. разработали технологию нового поколения цифровой технологической связи ИЦТС, основанную на применении пакетной коммутации (IP-технологии).

IP-технология в сочетании с интеграцией всех видов технологической связи на единой аппаратно-программной платформе позволяет:

использовать для всех подсистем единое серверное оборудование, которое на программном уровне обеспечивает раздельное функционирование каждой подсистемы с возможностью санкционированного перехода абонентов из одной подсистемы в другую;

обслуживать вызовы абонентов каждой станции сервером соседней станции при отказе собственного сервера;

обеспечивать взаимодействие объектов сети технологической связи по единому стандартному протоколу SIP, благодаря чему возможно применение оборудования разных производителей, что исключает зависимость заказчика от одного поставщика;

реализовывать новые функции, такие как видеосвязь между диспетчером и дежурными по станциям; видеонаблюдение для диспетчера и других абонентов сети; переговоры диспетчера с абонентами диспетческого круга как по традиционному групповому каналу, так и в индивидуальном режиме и др.;

организовывать на основе сети IP диспетчерские связи вертикали управления перевозочным процессом, создавать прямые выходы диспетчеров и руководителей центров управления к объектам регулирования;

обеспечивать вместе с реализацией функций ОТС и ОбТС информирование пассажиров о времени отправления (прибытия), маршруте следования, приближении поездов к пассажирским платформам и оповещение работающих на железнодорожных путях на основе единого коммутационно-усилительного и сетевого оборудования;

применять на рабочих местах диспетчеров, дежурных по станции и другого оперативного персонала многофункциональный сенсорный терминал вместо

множества разнотипных переговорно-вызывных устройств.

■ Интегрированная цифровая технологическая связь на основе IP-сетей разработана с учетом использования типовых серийно выпускаемых изделий. При этом следует отметить, что мировая тенденция широкого распространения IP-технологии, влияющая на увеличение выпуска соответствующих комплектующих изделий (узлов) при относительном снижении их стоимости, позволяет уменьшить затраты на строительство и техническую эксплуатацию системы. Принцип организации ИЦС представлена на рис. 1.

Информирование о движении пассажирских поездов, оповещение пассажиров на платформах, а также железнодорожников, работающих на путях, о приближении подвижного состава и о чрезвычайных, нештатных ситуациях входит в комплекс обязательных мероприятий. Особенно актуально своевременное информирование и оповещение для участков высокоскоростного движения.

До настоящего времени информирование пассажиров осуществлялось, как правило, на крупных железнодорожных станциях (вокзалах) децентрализовано с помощью дикторов, использовавших расписание движения поездов и сведения о его корректировке, получаемые от дежурного по станции (дежурного

по вокзалу). Широко применялось информационное табло и средства громкоговорящего оповещения, представляющие минимально необходимую, но не всегда достаточную и актуальную информацию. Причем оперативное информирование пассажиров о задержках или отмене поездов в большинстве случаев не производилось.

Для создания централизованной интегрированной системы информирования пассажиров и оповещения работающих на железнодорожных путях и парковой связи ОАО «НИИАС» совместно с ЦСС разработал технические требования. Эта система входит в состав ИЦС и, кроме того, имеет самостоятельное применение.

Особенность ЦИСОП заключается в централизации исходной информации и интеграции технических средств информирования, оповещения и двухсторонней парковой связи на единой аппаратно-программной платформе с возможностью раздельного применения подсистем в любых сочетаниях. В качестве источника исходных данных для подсистемы информирования пассажиров используются системы ДЦ (ДК), ГИД-УРАЛ и информация ГВЦ.

Оповещение работающих на железнодорожных путях о приближении подвижного состава выполняется по фидерным линиям двухсторонней парковой

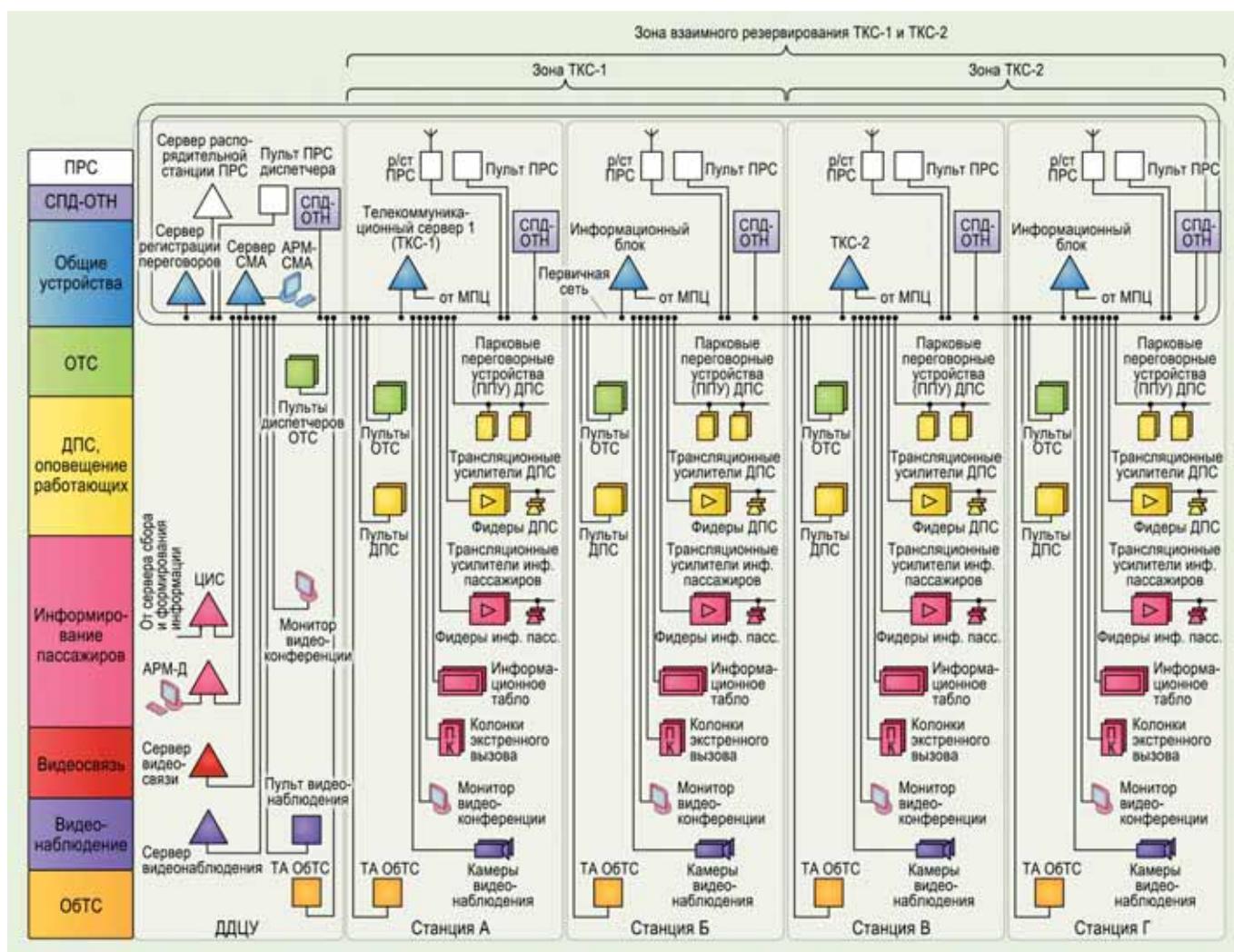


РИС. 1

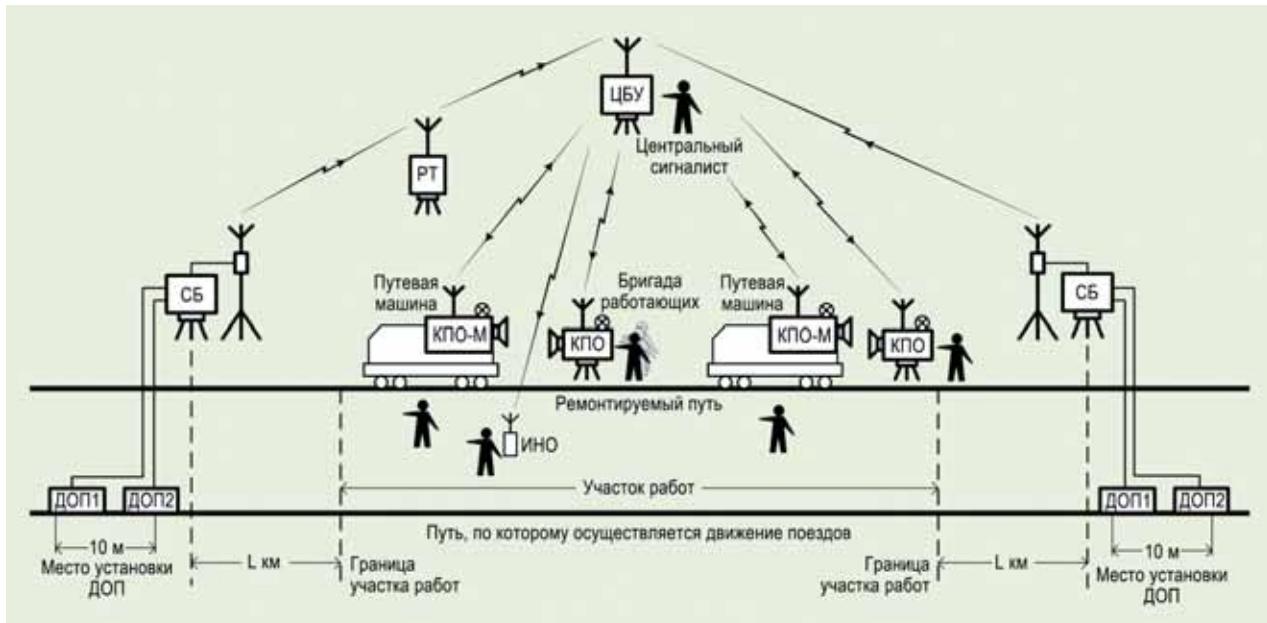


РИС. 2

связи (ДПС) на основе информации, поступающей от системы МПЦ. Контроль за работой подсистем оповещения и информирования реализован на пульте ДСП и АРМ-СМА-ИЦТС. Дежурный по станции имеет возможность передавать экстренные сообщения на пассажирские платформы своей станции и прикрепленных остановочных пунктов. Актуальным является оповещение работающих при ремонте железнодорожного пути по технологии «окно» или при закрытом перегоне, где движение по ремонтируемому пути прекращено, но открыто по соседнему (соседним).

Автоматизированная система оповещения, как и ее предшественники и аналоги, построена по принципу обнаружения приближающегося к месту работ подвижного состава и передачи сообщения об этом по радиоканалу в центр управления. Последний включает устройства акустического и оптического оповещения, расположенные в зоне производства работ.

В состав этой системы входят следующие устройства: датчик обнаружения железнодорожного подвижного состава (ДОП), системный блок с радиопередатчиком (СБ), центральный блок управления с радиостанцией (ЦСУ), коллективные переносной (КПО) и мобильный (КПО-М) оповещатели с радиостанцией, ретранслятор (РТ), индивидуальный носимый оповещатель с радиоприемником (ИНО) и вспомогательное оборудование. Функциональная схема организации оповещения работающих на двухпутном участке при ремонте железнодорожного пути в «окно» приведена на рис. 2.

■ Развитие железнодорожной радиосвязи осуществляется по двум направлениям: внедрение цифровых систем радиосвязи и передачи данных стандарта DMR, действующих в частотном диапазоне 160 МГц, и стандарта GSM-R в диапазоне 900 МГц.

Система стандарта DMR, разработанная институтом совместно с предприятиями промышленности на базе «открытых» протоколов, сейчас внедряется на сети железных дорог (оборудовано более 5 тыс. км). Она ориентирована на использование IP-протоколов. На практике система реализуется в трехчастотном варианте: две частоты используются для организации

поездной радиосвязи, третья – для передачи данных. Кроме того, имеется возможность работы в аналоговом варианте (для обеспечения взаимодействия с локомотивами, оснащенными только аналоговыми радиосредствами), а также в цифровом – радиотелефонный режим поездной радиосвязи и передачи данных (команд управления).

Переход к цифровой системе радиосвязи стандарта DMR позволил расширить функциональные возможности и улучшить качество технологической радиосвязи. При этом обеспечиваются многоканальные режимы с возможностью групповых и индивидуальных взаимодействий абонентов, в том числе по номеру поезда; возможность работы базовых станций в автономном режиме для повышения системной надежности поездной радиосвязи; непрерывность связи при переходе поезда из зоны действия одной в зоны действия других базовых станций. Кроме того, появляется возможность повышения защищенности от воздействий помех в радиотракте и от акустических помех благодаря применению режимов кодирования; идентификации и регистрации абонентов с целью повышения уровня информационной безопасности и защищенности от несанкционированного доступа; контроля местонахождения и скорости подвижного объекта; непрерывного контроля исправности локомотивных радиостанций в процессе движения, а также повышения эффективности использования частотного ресурса путем перехода на каналы с полосой 12,5 кГц.

Вместе с этим система предоставляет возможность параллельной работы двух классов бортовых информационно-управляющих систем КЛУБ-У (БЛОК) и СУТП (РУТП). Взаимодействие с системой КЛУБ-У обеспечивается по каналу поездной радиосвязи (контроль местоположения, команды остановки и др.), а с системами, обеспечивающими взаимодействие локомотивов соединенных и тяжеловесных поездов, оснащенными блоками хвостового вагона (БХВ), – по третьему частотному каналу. В качестве примера реализации системы стандарта DMR на рис. 3 приведена схема организации каналов передачи данных на участке Новосибирск – Чик.

Участие ОАО «НИИАС» в реализации системы GSM-R на железных дорогах предусматривает:
формирование технических требований, дополняющих и расширяющих требования МСЖД EIRENE [1, 2];

участие в разработке проектных решений;
составление плана нумерации, который включает в себя собственно перечень номеров для абонентских устройств, а также содержит данные для работы системы коммутации в соответствии с требуемыми алгоритмами установления соединений;

формирование технических решений по созданию локомотивной радиостанции и оборудования, размещаемого на рабочих местах диспетчеров и дежурных по станциям;

разработку программ и методик испытаний и проведение испытаний в радиотелефонном режиме и режиме передачи данных совместно с производителями системы, специалистами ЦСС и других служб ОАО «РЖД»;

интеграцию систем GSM-R и DMR в единый технологический комплекс.

Система внедрена на участках Туапсе – Сочи – Адлер – Роза-Хutor и Санкт-Петербург – Бусловская (сдана в эксплуатацию в мае 2016 г.). Осуществляется ее ввод на Московской центральном кольце, а также планируется реализация в Усть-Лужском железнодорожном узле и на высокоскоростной магистрали Москва – Казань.

■ При вождении тяжеловесных и длинносоставных поездов [3] необходима организация непрерывного взаимодействия локомотив-локомотив или локомотив-БХВ путем передачи данных по радиоканалу во всех режимах эксплуатации поездов. В обычных условиях движения качество связи определяется типом модема и условиями распространения радиоволн в местности нахождения подвижных объектов, но в условиях движения поездов по тоннелям связь нарушается и поэтому требуется применение дополнительных радиосредств.

Специалистами института разработана система передачи данных и речи СПДР-Т, которая обеспечивает связь в тоннелях благодаря дополнительным радиосредствам, устанавливаемым у порталов и

внутри тоннелей. При этом в радиосредства на подвижных объектах никакие изменения не вносятся. К дополнительным радиосредствам (рис. 4) относятся щелевые кабели, устройства усиления радиосигнала, блок автоматики и управления, стационарные антенны и датчики положения.

Система СПДР-Т обеспечивает передачу сигналов от ведущего локомотива к ведомому по одному щелевому кабелю, а в обратном направлении – по другому. При этом коэффициент усиления усилителей изменяется в зависимости от расположения поезда в тоннеле. Такое построение позволяет организовать устойчивую радиосвязь в тоннелях и на подходах к ним между модемами (радиостанциями), установленными на локомотивах сдвоенного поезда независимо от их расположения (например, ведущий локомотив находится внутри тоннеля, а ведомый на подходе к порталу, или ведущий локомотив находится с одной, а ведомый – с другой стороны портала).

Система СПДР-Т обеспечивает действие радиомодемов типа T96SR, «ВЭБР 160/31», «МОСТ» и других, работающих в режиме одночастотного симплекса на 16-ти радиочастотах в полосе 155,0–155,5 МГц, распределенных между четными и нечетными направлениями движения, тоннелями и подходами к ним. В настоящее время она внедрена в двух тоннелях на участке Красноуфимск – Зюрзя Горьковской дороги для автоматического управления по радиоканалу грузовыми поездами системой СУТП [4] и блоком БХВ. Вместе с этим при участии института разработана проектная документация на Кипарисовские тоннели (для четного и нечетного направлений) участка Уссурийск – Владивосток, тоннеля под рекой Амур в Хабаровске, тоннеля на участке Черная речка – Пудлинговый Горьковской дороги.

■ Еще одно важное специфичное для железнодорожного транспорта направление работ связано с организацией защиты линейно-кабельных сооружений от опасных напряжений и токов, вызываемых грозовой деятельностью и влиянием тяговой сети.

Существующие методы защиты [5] не имеют устройств контроля опасных напряжений и токов. В то же время опасные напряжения в бронированных кабелях с медными жилами могут достигать

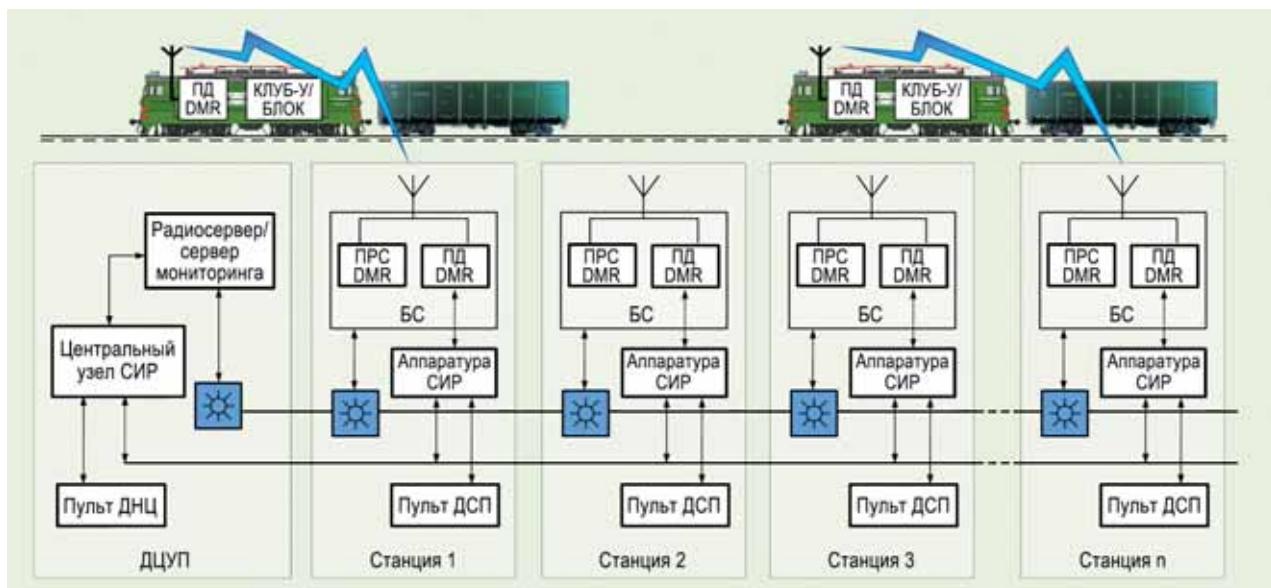


РИС. 3

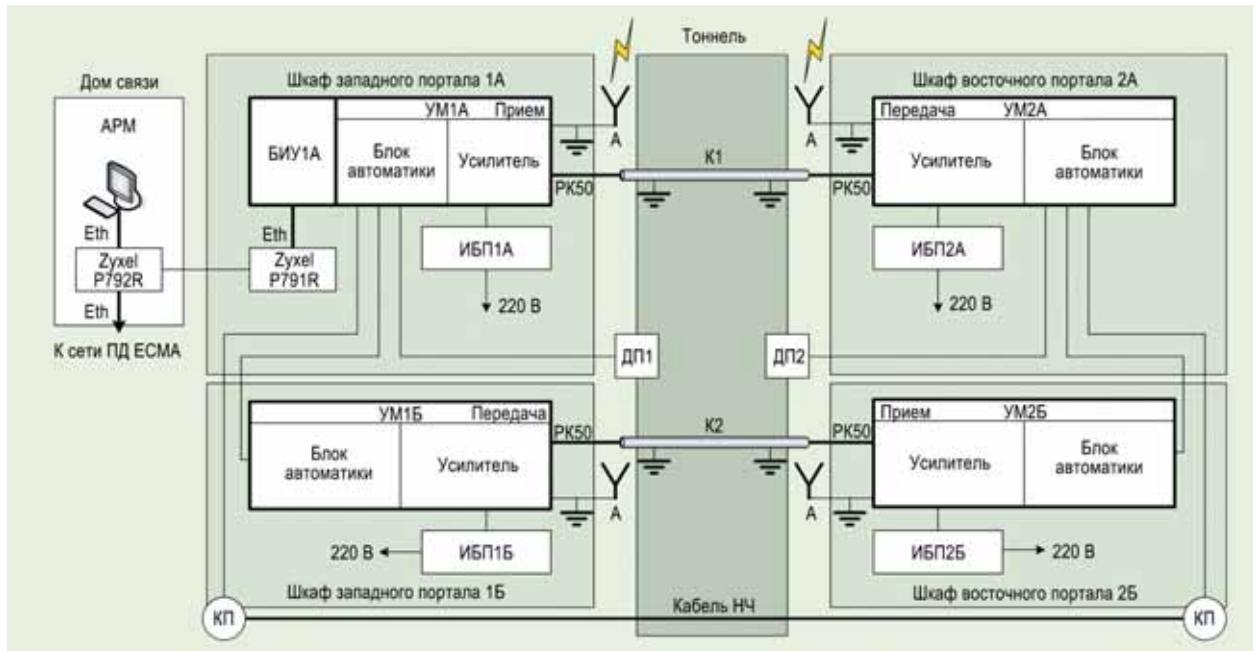


РИС. 4

между жилой и землей 30 В/км в режиме короткого замыкания на участках с электротягой переменного тока. В отличие от грозовых разрядов с импульсом 10/350 мкс напряжение короткого замыкания воздействует до 0,6 с.

Действующие методы не полностью защищают устройства связи от влияний тяговой сети электрифицированных железных дорог. При этом опасные напряжения и токи в кабелях могут приводить к выходу из строя аппаратуры и поражению током обслуживающего персонала и другим более тяжким последствиям.

Для предотвращения этих последствий устройства защиты дополняются функцией мониторинга, с помощью которой осуществляется контроль токов, протекающих по оболочкам и жилам кабеля, и фиксация срабатывания защитных устройств. При этом обеспечивается получение информации о состоянии устройств защиты, фиксирование количества срабатываний и прогнозирование необходимости принятия превентивных мер.

Такая система защиты устройств связи предусматривает обеспечение многоуровневой (многоступенчатой) защиты, снижение опасных влияний тяговой сети электрифицированных железных дорог до допустимых норм.

Для снижения опасных влияний тяговой сети до допустимых норм схемы устройств защиты построены по многоступенчатому принципу ограничения перенапряжения посредством включения двух, трех и более ступеней в ответственных цепях. Эта система внедрена на станции Белореченская Северо-Кавказской дороги.

Современное развитие телекоммуникационных технологий определяет возможности расширения их использования для повышения эффективности функционирования железнодорожного транспорта. В связи с этим представляется целесообразным расширить комплекс работ по специфическим для отрасли телекоммуникационным проблемам с учетом их актуальности на современном этапе. К перечню таких работ может быть отнесено создание систем связи на основе PON-технологии с обеспе-

чением перехода от кабелей с медными жилами к волоконно-оптическим кабелям и использованием более дешевых средств коммутации при организации оперативно-технологической связи и сетей передачи данных; разработка системы парковой связи на основе средств радиосвязи с обеспечением более широких функциональных возможностей по взаимодействию абонентов, с повышением уровня безопасности проведения работ, исключением негативных ситуаций из-за мешающего воздействия громкоговорящей связи на население.

Также сюда можно отнести создание отечественной цифровой системы технологической радиосвязи на основе стандарта LTE (LTE-R), предназначенный для преимущественного внедрения на участках высокоскоростного и скоростного движения поездов в комплексе с информационно-управляющими системами; создание массовой системы контроля и управления объектами инфраструктуры различных хозяйств ОАО «РЖД», систем управления для малодеятельных направлений, контроля параметров подвижного состава на основе технологий, обеспечивающих повышенную дальность радиосвязи при сравнительно небольших капитальных вложениях и др.

ЛИТЕРАТУРА

1. UIC CODE 950-7.4.0. Functional Requirements Specification. Version 7.4.0 / EIRENE. – Paris : GSM-R Operators Group, 2014. – 110 р. – Режим доступа: <http://www.uic.org/IMG/pdf/p0028d003.4r0.4-7.4.0.pdf>

2. UIC CODE 951-15.3.0. System Requirements Specification. Version 15.3.0 / EIRENE. – Paris : GSM-R Operators Group, 2012. – 168 р. – Режим доступа: <http://www.uic.org/IMG/pdf/p0028d004.3-15.3.0.pdf>

3. ГОСТ 5238-81. Установки проводной связи. Схемы защиты от опасных напряжений и токов возникающих на линиях : технические требования. – Введ. 1983-01-01. – М. : Издательство стандартов, 1998. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-5238-81>

4. Инструкция по эксплуатации системы управления тормозами поездов повышенного веса и длины (СУТП) : утверждена ОАО «РЖД» 21.08.2007 г.

5. Правила организации обращения соединенных грузовых поездов с использованием системы автоматизированного вождения грузовых поездов с распределенной тягой (ИСАВП-РТ) : утверждены ОАО «РЖД» 20.10.2007 г.



А.Н. ШАБЕЛЬНИКОВ,
директор Ростовского
филиала ОАО «НИИАС» –
заместитель генерального
директора, профессор,
д-р техн. наук

ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ СОРТИРОВОЧНЫХ СИСТЕМ

Ростовский филиал ОАО «НИИАС» (РостФ НИИАС) с середины 80-х годов прошлого века разрабатывает и внедряет современные высоконадежные и эффективные системы автоматизации наиболее сложного технологического процесса на сортировочных станциях – расформирования составов на горках различной мощности, технической оснащенности и конфигурации.

■ Период становления филиала совпал с проведением экономических реформ в стране, а также на железнодорожном транспорте. Несмотря на сложности того периода, сохранена творческая, наиболее активная часть коллектива, выработана общая научно-техническая политика инновационного развития, осуществлены перспективные разработки, созданы и внедрены в производство новые системы.

Спектр деятельности филиала охватывает выполнение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок; создание математических моделей, описывающих процесс расформирования составов на сортировочной горке, а также систем управления, контроля, диагностики и анализа функционирования напольных и постовых устройств; внедрение этих разработок в системы автоматизации сортировочных станций. Специалисты института проектируют такие системы, создают и адаптируют программное обеспечение, выполняют пусконаладочные работы при внедрении и реализуют авторское сопровождение. Кроме этого, филиал проектирует средства автоматики, телемеханики и связи; разрабатывает, внедряет и сопровождает систему контроля дислокации подвижного состава на станции и автоматизированные системы поддержки принятия решений, использующие методы интеллектуального анализа данных; создает экспертные системы анализа технического состояния устройств ЖАТ и планирования их технического обслуживания.

Первым практически значимым проектом стал горочный микропроцессорный комплекс КГМ-04, реализованный на базе КТС ЛИУС-2 «МИКРОДАТ». Эту систему автоматизации сортировочной горки широко внедряли в СССР в 80–90-х гг. прошлого столетия. В 2003 г. специалисты филиала начали вводить в эксплуатацию модернизированный горочный комплекс в составе комплексной системы автоматизированного управления сортировочным процессом (КСАУ СП). На сегодняшний день модернизированным горочным комплексом оснащены 20 сортировочных горок, пять находятся на разных стадиях проектирования и строительства. Комплекс внедряют «под ключ» на горках различной конфигурации и перерабатывающей способности, включая горки с параллельным роспуском вагонов,

оснащенных разными типами вагонных замедлителей и горочного оборудования, расположенных в различных климатических зонах.

Кроме основных функций, КСАУ СП снижает загрузку оперативного персонала, повышает перерабатывающую способность станции и безопасность роспуска. Также выполняет целый ряд других задач: диагностику напольного и постового оборудования, организацию обслуживания горочных устройств по состоянию, обеспечение поддержки принятия решений для оперативного и эксплуатационного персонала и др.

Трендом развития РостФ НИИАС в области технической политики является создание систем интеллектуального функционирования на железнодорожном транспорте, обеспечивающих повышение живучести и надежности системы автоматизации, ее экономической эффективности за счет адаптации к изменяющимся условиям функционирования сортировочной горки.

Сфера деятельности филиала постоянно расширяется, совершенствуется его структура, повышается корпоративная культура и мотивация сотрудников, улучшается стиль руководства научно-внедренческой организацией. В результате в течение длительного времени обеспечивается эффективное и конкурентоспособное развитие института. На всех этапах анализа функционирования систем горочной автоматизации, их создания и внедрения филиал тесно сотрудничает с эксплуатационниками, реализующими формирование составов на станциях; научно-исследовательскими институтами и конструкторскими бюро, разрабатывающими аналогичные системы; вузами, подготавливающими специалистов; предприятиями транспортной отрасли, производящими средства автоматизации.

В 2008 г. создан постоянно действующий Координационный совет по технической политике в области механизации и автоматизации технологических процессов на сортировочных станциях. Под его руководством РостФ НИИАС совместно с заводами изготовителями по согласованию с Центральной дирекцией управления движением, Управлением автоматики и телемеханики реализуют Программу совершенствования работы и развития сортировочных станций. Для этого разработаны микропроцессорные устройства: устройства фиксации прохождения осей

УФПО-21, комплекс логической защиты горочных стрелок от перевода под подвижным составом ЛЗС, аппаратура контроля заполнения путей сортировочного парка на принципе импульсного зондирования КЗП ИЗД. Созданы вагонные замедлители, полностью отвечающие требованиям автоматизированного управления роспуском составов. К ним относятся универсальные вагонные замедлители ЗВУ, которые исполнены в различных вариантах (от одной до пяти секций), замедлители КЗ и КНЗ. Освоено производство универсальных вагонных замедлителей КЗПУ в двух- и однорельсовом варианте исполнения. Они могут применяться при механизации сортировочных горок малой мощности.

Разрабатываемые в РостФ НИИАС системы конкурентоспособны на мировом транспортном рынке. Налаживание контактов с зарубежными научными и производственными организациями позволяет обменяться опытом исследовательской и внедренческой работы. В 2010 и 2012 гг. институт совместно с ОАО «РЖД» организовал и провел две Международные научно-практические конференции «Автоматизация и механизация технологических процессов на сортировочных станциях» и приуроченные к ним тематические выставки систем автоматизации и средств механизации сортировочных горок и станций. По итогам первой конференции утверждены рекомендации, согласно которым ОАО «НИИАС» определен головной организацией по разработке и внедрению технических средств и систем комплексной автоматизации технологических процессов на сортировочных станциях. На второй конференции отмечено, что к 2012 г. российские заводы-изготовители станционной техники совместно с отраслевыми научно-исследовательскими и проектно-конструкторскими институтами разработали и поставили на производство полную линейку систем автоматизации, напольного и постового оборудования для сортировочных станций и горок различной мощности, а также средства автоматизации и механизации сортировочных процессов, применяемые при реконструкции действующих станций или их строительстве.

Выполняя функции головной организации, институт создал единую информационную сеть и общий банк данных, структурирующий многолетнюю информацию о работе внедренных систем. При разработке систем автоматизации сортировочных станций широко используются современные программные инструменты интеллектуального анализа данных, системы автоматизированного проектирования, учитывающие специфику объектов. Комплексные технологии математического и имитационного моделирования, позволяющие синтезировать системы в лаборатории филиала, сокращают сроки разработок и затраты на их выполнение.

За ходом эксплуатации внедренных систем ведется постоянное удаленное наблюдение (дистанционный мониторинг) и в оперативном режиме (как правило, на этапе опытной эксплуатации системы).

Разработчики систем и эксплуатационники постоянно контактируют, совершенствуя технологии роспуска составов с учетом специфики конкретного объекта: природно-климатических условий, загрузки горки, особенностей вагонопотоков и др. Специалисты института осуществляют послегарантийное обслуживание, при этом постоянно совершенствуя создавае-

мые системы. Высокий технический уровень нашего продукта обеспечивается научными, техническими и информационными контактами с экспертами, а также совместными разработками с различными российскими и зарубежными организациями.

Созданная РостФ НИИАС и успешно внедряемая на сети дорог комплексная система автоматизации сортировочных процессов повышает эффективность работы сортировочных станций и горок, а также безопасность формирования составов в сортировочном парке. В результате увеличивается перерабатывающая способность станции и производительность труда. Сокращается простой перерабатываемых вагонов на станции, эксплуатационные расходы при маневровой работе на горке за счет высокого качества заполнения путей сортировочного парка и при техническом обслуживании вагонных замедлителей, снижаются затраты электроэнергии, сжатого воздуха, моторесурсов локомотивов. Также уменьшается время на осаживание и расходы, связанные с повреждением вагонов и грузов и устранением образующихся при торможении с помощью башмаков ползунов. Межремонтный срок и ресурс работы вагонных замедлителей и компрессорного оборудования увеличиваются. Ликвидируется травмоопасный труд регулировщиков скорости. Оперативный персонал, занятый в роспуске составов, сокращается.

Модульность, многофункциональность, адаптивность, наилучшее соотношение цена/качество системы КСАУ СП позволили ОАО «НИИАС» победить в 2014 г. в конкурсе на право строительства сортировочной горки станции Замын Ууд Улан-Баторской железной дороги, оснащение ее устройствами горочной централизации и аппаратурой, обеспечивающей механизацию и автоматизацию управления технологическим процессом расформирования составов.

Высокий научный авторитет филиала создан сотрудниками, активно участвующими в работе диссертационных советов, рецензировании научных монографий, диссертаций и авторефератов, в редакционных коллегиях ведущих научных журналов юга России. Успешно защищены три кандидатские диссертации и восемь докторских. Специалисты вносят значительный вклад в поддержание высокого научного уровня выполняемых работ. Изданы 15 учебников и методических пособий, опубликовано более 500 статей, получены 14 патентов на изобретения и полезные модели в области автоматизации технологических процессов на железнодорожном транспорте. Филиал предоставляет свой научно-технический и организационный потенциал для проведения производственной практики студентов РГУПСа, подготовки ими курсовых и дипломных проектов.

Система управления филиалом на основе внедрения проектного подхода, его корпоративная культура, использующая принцип культуры задачи, настроены на развитие и внедрение инноваций в отрасли. Коллектив получает высокие результаты в инновационной деятельности, используя новейшие научно-технические достижения. Специалистам присущи профессиональный подход к делу, высокая ответственность, внимание и уважение к заказчикам и партнерам. В РостФ НИИАС существует традиционная связь поколений. Филиал находится в постоянном поиске новых идей и решений, а это значит, что коллектив справится с решением сложных задач.

ПРИМЕНЕНИЕ СТАНДАРТНЫХ КОМПОНЕНТ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПО



А.Л. ГОРЕЛИК,
начальник ОАСУИ
ОАО «НИИАС»



А.Г. БАВРИН,
начальник отдела
ОАСУИ ОАО «НИИАС»



В.И. КОРЕШЕВ,
главный специалист
ОАСУИ ОАО «НИИАС»

При проектировании любой информационно-справочной системы разработчики сталкиваются с необходимостью создания однотипного набора функций, таких как администрирование пользователей, ведение НСИ, организация запросов к базе данных, отображение результатов. Идея реализации этих функций, выдвинутая специалистами ОАО «НИИАС», воплотилась в создание собственной платформы разработки.

В основу платформы заложены стандартные компоненты четырех автоматизированных систем: администратора пользователей, ведения централизованной НСИ, запросной системы, ГИС РЖД. Рассмотрим функции каждой системы.

АС администратора пользователей имеет следующие функциональные возможности:

ведение учетных записей пользователей (ФИО, должность, предприятие, отдел, подразделение, станция расположения, логин, пароль, телефон, почта, IP-адрес компьютера и др.);

назначение прав пользователя на конкретную программу;

стандартные роли («администратор», «пользователь», «только для чтения»);

дополнительные роли (индивидуальные для каждой программы);

ведение групп пользователей (набор прав пользователь-программа-роль) и возможность их прикрепления к конкретной группе;

возможность контроля подключения пользователя по IP-адресу, маске подсети, имени компьютера;

ведение протоколов работы пользователей («дата-время подключения от-до», «пользователь», «программа», «версия ПО», «IP-адрес клиента»);

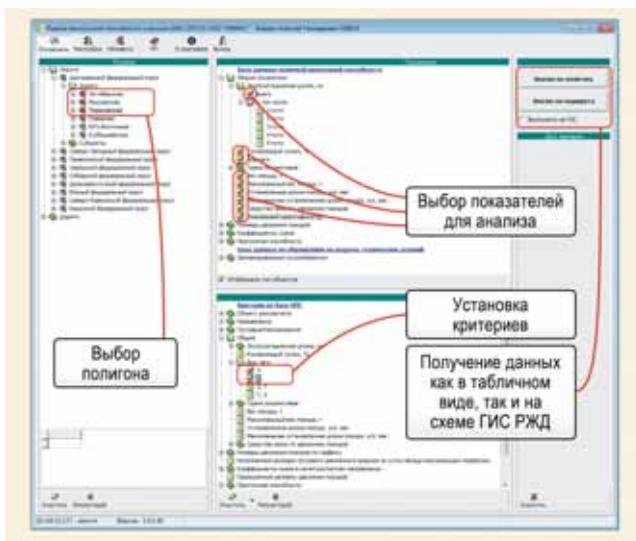
протоколирование работы администратора пользователей;

конструктор отчетов (выбор из полей «программа», «версия ПО», «пользователь», «IP-адрес», «число записей» и др. с возможностью фильтрации и сортировки по выбранным полям).

Система имеет возможность формировать различные списки отчетов, например, поименный список всех пользователей системы, в том числе с

указанием конкретных ролей; заведенных пользователей с разделением по системам/хозяйствам/типам предприятия/конкретным предприятиям/ролям; работавших пользователей с разделением по системам за прошлый месяц, за 3/6/12 месяцев.

Автоматизированная система администратора дает возможность назначения единого логина и пароля конкретному работнику для входа во все администрируемые системы, что значительно облегчает работу администратора, так как нет необходимости при назначении прав на новую систему заново заводить учетную запись. Для подключения типового пользователя не требуется назначать права на список систем, достаточно только привязать его к группе



ролей. При создании новых систем не нужно разрабатывать системы администрирования и авторизации пользователей. Кроме того, при возникновении потребности в получении дополнительных отчетов по работе пользователей достаточно доработать только систему администрирования.

В настоящее время с помощью данной АС ведется администрирование более 100 информационных систем ОАО «РЖД».

АС ЦНСИ обеспечивает ведение централизованной НСИ ОАО «РЖД», поэтому при проектировании новой системы не нужно разрабатывать собственную трудоемкую часть по ее ведению. При необходимости в АС ЦНСИ добавляется новый справочник.

Запросная система обеспечивает стандартный функционал выбора объектов и критериев из любой реляционной базы данных. Изначально она была разработана для АСУ-П, а позже доработана до типового уровня.

ГИС РЖД – это отраслевой интеграционный проект, обеспечивающий выполнение комплекса организационных, технологических и программно-технических мероприятий для принятия управляющих решений на основе ГИС-технологий. ГИС РЖД обеспечивает отображение информации на схемах или картах железных дорог.

Использование всех четырех компонент в проектировании позволяет значительно сократить время разработки и повысить качество ПО, снизить затраты на его дальнейшее сопровождение.

Преимущества данного подхода можно проследить на примере разработки информационно-аналитической системы оценки пропускной способности участков железных дорог (АС ОПСУ), разработанной по заказу ЦЭКР ОАО «РЖД» (см. рисунок). Система предназначена для комплексного анализа пропускных способностей по перегонам, станциям, устройствам электроснабжения, деповским устройствам, включая уровень использования пропускной способности участков, лимитирующих элементов железнодорожной инфраструктуры по хозяйствам ОАО «РЖД».

Пользователь системы, в зависимости от своих полномочий, заданных в АС администратора пользователей, получает доступ к информации, выбирает в запросной системе объекты для анализа, устанавливает критерии для ограничения выборки данных и показатели для отображения.

Аналитическая система позволяет анализировать данные в пределах следующих типов полигонов: федеральные округа; часть железной дороги в пределах федерального округа; субъекты РФ в пределах железной дороги; субъекты РФ; железные дороги; регионы; поездо-участки; участки между техническими станциями.

Отображение результатов производится автоматически в табличном виде или на схеме/карте железных дорог через стандартные компоненты ГИС РЖД.

Особый интерес представляет функция «Анализ по маршруту», которая позволяет анализировать данные в пределах конкретного заданного в ГИС РЖД пользователем маршрута.

Именно использование перечисленных подходов к проектированию ПО позволяет ОАО «НИИАС» быть конкурентоспособными и выполнять значительный объем работ по разработке и сопровождению ПО.

УДК 004.656

КАТАЛОГИЗАЦИЯ – ИНСТРУМЕНТ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА



В.Н. ДМИТРИЕВ,
руководитель Центра
по методологическому
управлению основными
средствами крупных
компаний ОАО «НИИАС»

Ключевые слова: экономика, бережливое производство, материально-технические ресурсы, стандарты, каталог работ и услуг, нормативно-справочная информация, открытый технический словарь

Аннотация. Обеспечение эффективного бережливого производства требует использования единого стандарта для гарантированного качества данных, применяющихся в формировании достоверной экономической и технологической информации. В то же время эти данные должны обеспечивать сравнение выбираемых альтернатив по показателям качества и потребительским (эксплуатационным) характеристикам [1].

■ Для успешного управления основными данными в ОАО «РЖД», имеющим территориально-распределенные филиалы, сети дочерних и зависимых обществ, необходимо применение единого стандарта описания продукции, работ и услуг, закупаемых и поставляемых компанией, совместно с внедрением технологии управления единой нормативно-справочной информацией (НСИ). Оба направления должны рассматриваться целостно и во взаимосвязи, что является важной и достаточно сложной методологической задачей.

Подходы к решению такой задачи зависят от специфических особенностей компании и определяются разнообразием автоматизированных систем, отражающих специфику производственных процессов; необходимостью учета особенностей, существующих на железнодорожном транспорте и установлением

взаимосвязей между ними; характером взаимосвязей между учетными системами; принципами организации работ специалистов, реализующих отдельные бизнес-процессы или работающих с несколькими из них.

Применение указанного стандарта совместно с технологией управления НСИ находится в области внедрения стандартов каталожного описания продукции. Не затрагивая систему управления производством, такой подход может наладить управление качеством информации по потребляемой и поставляемой продукции, будь то материальные либо интеллектуальные ценности, работы или услуги.

Внедрение стандартов по качеству данных и описанию продукции (ГОСТ Р ИСО 8000 и ГОСТ Р ИСО 22745 соответственно) позволяет установить необходимые требования по управлению качеством информации, обеспечивающие новые возможности для формирования инновационных информационных структур и повышения эффективности бизнес-процессов компании.

Принципы управления данными информационных систем заключаются в их централизованном хранении; наличии корпоративных стандартов, регламентов и единой методологии ведения НСИ; обеспечении возможности поиска и использования максимальных объемов информации; формировании интегрированной среды использования НСИ для всех разнородных бизнес-приложений.

Относительно основных данных, касающихся продукции, работ и услуг, следует отметить, что они должны обеспечивать информационную поддержку всех основных операционных сегментов [2] предприятия. Для железнодорожной компании – это эксплуата-

ция, содержание и ремонт объектов инфраструктуры; перевозка грузов, пассажиров и багажа; ремонт подвижного состава; транспортно-логистическая деятельность и др.

Внедрение стандартов осуществляется в ходе выполнения проекта по созданию системы каталогизации продукции, работ и услуг, где основными действиями являются:

комплексный анализ учетных систем ОАО «РЖД» и действующих источников нормативно-справочной информации;

формирование требований к справочникам, классификаторам и технологии управления единой системой НСИ;

разработка моделей и макетов элементов системы каталогизации;

разработка основных принципов обеспечения качества данных и каталогизации продукции, работ и услуг компаний;

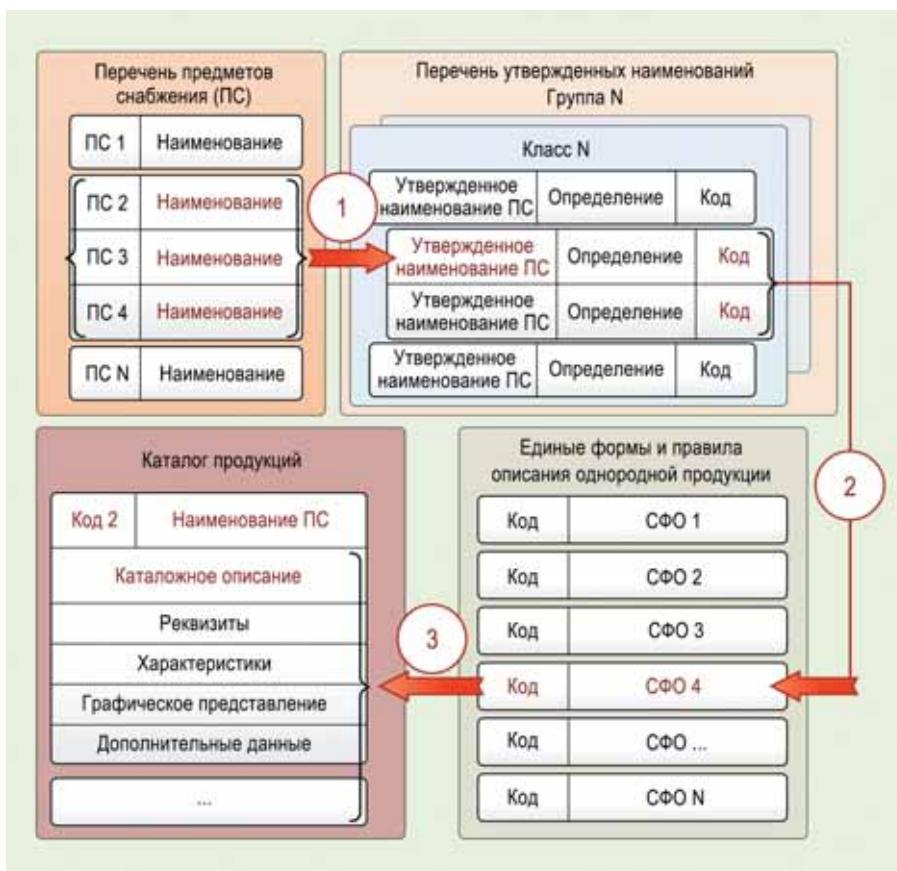
создание правил перехода от используемой системы НСИ к новой системе, использующей принципы каталогизации.

Каждый процесс характеризуется относительной самостоятельностью. В ходе их выполнения проводится детализация элементов и процедур каталогизации. Все процедуры имеют собственные критерии для оценки результатов, а их последовательность и взаимосвязь определяются логикой процесса в целом и уточняются в ходе мониторинга проекта. Его целостность обеспечивается взаимной обусловленностью, содержательной и логической преемственностью работ.

Функциональность созданных справочников и каталогов, их объем, состав и структуры данных должны учитывать потребности бизнеса в целом [3]. Качество данных (или качество информации) должно полностью удовлетворять запросам пользователей.

При традиционном подходе многомерность и многоаспектность задач классификации и формирования справочной информации о продукции предполагает построение громоздкой системы справочников и классификаторов, увязка которых является сложнейшей технологической задачей даже при использовании передовых информационных систем.

Более простое и эффективное решение всего комплекса задач заключается в каталожном описании продукции, а также создании постоянно пополняемого информационного ресурса в виде открытого технического словаря (ОТС). При таком подходе сведения о характеристиках продукции будут вестись согласно требованиям стандартных форм описания продукции, а предметы снабжения и услуги (работы) классифицированы и объединены в группы. По завершении каталожного описания каждая единица про-



дукции получит свой код либо номер и единственное утвержденное (стандартизованное) наименование с определением. Каждая группа однородной продукции будет иметь утвержденный шаблон описания, а каждая характеристика и единица измерения продукции – единственный термин, определение и код. Каждый поставщик или покупатель продукции будет зарегистрирован и закодирован в каталоге.

Внедрение каталожного описания продукции можно осуществить с помощью методики, определяющей перспективы долгосрочного развития информационной среды ОАО «РЖД» и предполагающей создание трех основных компонент единого решения.

Первая компонента – создание базы стандартных форм описания продукции, работ и услуг (шаблонов), включающей набор классов со стандартными свойствами и значениями характеристик продукции, либо иных объектов в составе НСИ. Утвержденная база послужит основой перехода системы НСИ на каталожное (параметрическое) описание продукции.

Вторая компонента – каталогизация. Она включает в себя единообразное представление, сбор, классификацию, идентификацию, кодирование, регистрацию, обработку и распределение информации о продукции [4] путем использования методического обеспечения.

Наличие корпоративных классификаторов и кодификаторов продукции, работ и услуг решает проблему взаимной увязки прочих классификаторов (международных, общероссийских, отраслевых).

Процесс каталогизации в общем виде можно представить в форме последовательных этапов (см. рисунок), где 1 – поиск и распознавание предмета снабжения, его идентификация; 2 – определение стандартного формата описания предмета снабжения; 3 – формирование каталожного описания предмета снабжения с присвоением ему уникального номера.

Третья компонента – создание ОТС, однозначно описывающего продукцию, работы и услуги, а при необходимости и основные фонды, включая здания и сооружения.

Создание открытого технического словаря позволяет точно определять свойства и характер продукции; обмениваться данными с контрагентами с различными форматами организации данных без искажения смысла информации; синхронизировать базы данных с минимальным преобразованием данных; повысить достоверность данных для финансово-учетных процессов; иметь информацию о единицах измерения и международных денежных единицах, аналогах и заменителях продукции, используемых языках и терминологии.

Открытый технический словарь как информационный ресурс дает возможность разработать в корпоративных интересах непротиворечивую систему понятий и обозначений, позволяющую осуществлять аналитическую деятельность любого подразделения на основе унифицированных методов. Предполагается, что он позволит реализовать общие принципы ведения многочисленных справочников и их синхронизацию, а в дальнейшем их замещение унифицированными. Справочники могут быть любыми: от справочников материалов до реестров контрагентов, нормативов, сопроводительной и технической документации и др. В идеале в открытый технический словарь должны быть включены любые

данные, которые применяются в производственной деятельности.

Как показывает практика, создать единый справочник услуг и работ, одновременно отвечающий нуждам самых различных подразделений компании и обеспечивающий привязку их работ к различным системам классификации и кодирования, достаточно сложно. Это определяется многомерностью и многоаспектностью задачи формирования единой системы нормативно-справочной информации о работах и услугах, создаваемых и потребляемых ОАО «РЖД».

Вариантом решения этой задачи является построение структуры, при которой в одном каталоге собраны все позиции услуг и работ, а их описание выводится из его состава в открытый технический словарь.

В каталоге услуги и работы распределяются по группам, что в итоге способствует централизованному применению групп услуг и работ в информационных системах всех подразделений компании; автоматизированному формированию информации о финансово-хозяйственной деятельности [5] и ведению раздельного учета доходов и расходов [6] компании.

К системе каталогизации могут быть подключены автоматизированные системы участников транспортного рынка, что позволит увидеть расширенные параметры и характеристики услуги или работы, детализировать их для определения конкурентных преимуществ услуги, выполнить калькуляцию.

Таким образом, система каталогизации представляет собой единый для отрасли информационный ресурс, включающий исчерпывающую информацию о характеристиках потребляемой и поставляемой продукции, работах и услугах, разработчиках, производителях и поставщиках, и обеспечивает решение задач эффективного бережливого производства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 2.114-95. Единая система конструкторской документации. Технические условия [Электронный ресурс]. – Введ. 1996-07-01. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-2-114-95>
2. Об особенностях управления и распоряжения имуществом железнодорожного транспорта : федеральный закон РФ N 29-ФЗ от 27.02.2003 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ivo.garant.ru/#/document/185585/paragraph/10799:1>
3. Общие правила определения требований к закупаемым заказчиками отдельным видам товаров, работ, услуг (в том числе предельных цен товаров, работ, услуг) : постановление Правительства РФ № 926 от 02.09.2015 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://minfin.ru/ru/document/?id_4=75968
4. ГОСТ Р 51725.2-2012. Каталогизация продукции для федеральных государственных нужд. Термины и определения [Электронный ресурс]. – Введ. 2013-07-01. – М. : Стандартинформ, 2014. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200103441>
5. О формировании отчетности открытого акционерного общества «Российские железные дороги» по видам деятельности : постановление Правительства РФ № 871 от 29.12.2004 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.garant.ru/6152269>
6. Об утверждении Порядка ведения раздельного учета доходов и расходов субъектами естественных монополий в сфере железнодорожных перевозок : приказ Минтранса России № 225 от 12.08.2014 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.mintrans.ru/documents/detail.php?ELEMENT_ID=24726



А.В. ЯБЛОЧКИН,
главный специалист
отдела электропитания
и пожаробезопасности
ОАО «НИИАС»



Д.А. КОГАН,
научный сотрудник
ОАО «НИИАС»,
канд. техн. наук

В связи с широким применением на сети дорог России микропроцессорных систем ЖАТ резко возросли требования к качеству их электропитания. Традиционная схема организации питания (рис. 1, а), применяющаяся уже не один десяток лет, решить эту задачу не в состоянии. Такой подход не может обеспечить полное резервирование питания всех силовых (220 В) нагрузок потребителя от низковольтной аккумуляторной батареи путем преобразования энергии.

ШИНА ПОСТОЯННОГО ТОКА ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

■ В современных системах электропитания для решения указанных проблем используется двойное преобразование питающего напряжения. При этом применяются функционально законченные устройства бесперебойного питания (УБП) или наборы отдельных выпрямителей В и инверторов И (рис. 1, б). Эти устройства имеют в своей структуре промежуточную шину постоянного тока (ШПТ), работающую с аккумуляторной батареей АКБ, и объединяют силовые преобразователи только самой питающей установки. В результате обеспечивается бесперебойное питание всех нагрузок, что позволяет им функционировать в условиях перерывов и провалов внешнего электроснабжения.

При очевидных преимуществах эта система не оптимальна из-за большого количества последовательных преобразований энергии, построенных на элементах с конечными показателями надежности. Кроме того, реализация режима байпаса в случае проблем с УБП требует дополнительных мер по поддержанию питания решающих устройств и управляющего вычислительного комплекса (УВК). Они заключаются в последовательном включении еще одного УБП или системы постоянного тока с буферной аккумуляторной батареей. Резервирование инверторов путем их параллельного включения требует применения сложной системы синхронизации выходных

напряжений, являющейся самым уязвимым звеном в тракте преобразования энергии.

Анализ опыта организации питания ответственных потребителей в различных отраслях народного хозяйства выявил тенденцию к сохранению классического системного подхода – питания непосредственно от химического источника тока (аккумуляторной батареи). Последующее преобразование энергии используется исключительно в качестве вынужденной меры только для относительно маломощных нагрузок, имеющих меньший вес в энергетическом балансе системы и принципиально не способных работать от основного напряжения батареи.

Отказ от систем постоянного тока с аккумуляторным резервом как основного питания устройств ЖАТ и дополнение их инверторами в качестве дополнительного выхода в настоящий момент нельзя назвать лучшим.

■ С точки зрения обеспечения надежности и экономической эффективности систем ЖАТ в целом наиболее оптимальна реализация шины постоянного тока потребителя (ШПТ-П). В отличие от локальной ШПТ, которая находится в структуре УБП или соединяет между собой выпрямители и инверторы только внутри системы электропитания, она распределена в пределах технических средств ЖАТ и является общей как для устройств электропитания, так и для функциональных

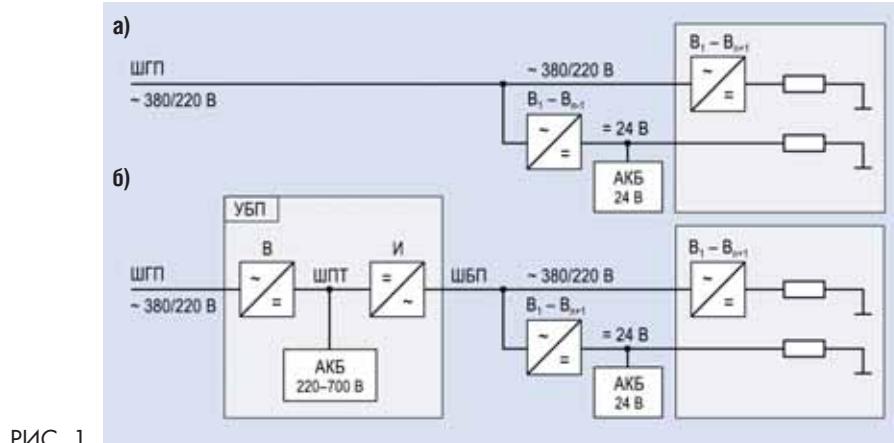


РИС. 1

узлов потребителя (рис. 2, утолщенная линия).

По экономическим соображениям напряжение шины потребителя следует выбирать с учетом наиболее энергоемкого оборудования. При этом сокращается мощность преобразовательных устройств, формирующих дополнительную сетьку выходных напряжений.

Однако сложность применения системы постоянного тока с ШПТ-П сопряжена с тем, что на это должен быть рассчитан сам потребитель. Проблему следует решать комплексно путем сквозной, совместной разработки устройств потребителя и электропитания. Положительным примером может служить создание автоблокировки АБТЦ-МШ, содержащей в своем составе устройства электропитания в виде вводного (ШВ-АБ) и выпрямительно-преобразовательного (ШВП-АБ) шкафов, показанных на рис. 3. В них формируется шина постоянного тока потребителя с номинальным напряжением 220 В постоянного тока, от которой запитываются шкафы автоблокировки.

Предыдущий вариант автоблокировки – АБТЦ-М – был построен нашине с номинальным напряжением 24 В, что не позволяло эффективно использовать ее возможности для питания рельсовых цепей. Классические ТРЦ, питающиеся от источников низкого напряжения переменного тока, не могут работать от шины постоянного тока без применения инверторов.

В отличии от технических решений, представленных на рис. 1, относительно высокое напряжение ШПТ-П оптимально для электропитания основных потребителей энергии в системе АБТЦ-МШ – силовых модулей, обеспечивающих работу рельсовых цепей и светофоров.

■ Вводный шкаф ШВ-АБ предназначен для автоматического включения резервного питания нагрузки от трех источников переменного тока (двух фидеров и ДГА), а также альтернативных источников питания (к примеру, солнечной батареи). Конструктивно элементы двух фидеров разнесены на разные стороны шкафа, что повышает уровень электробезопасности при обслуживании.

Аппаратура ШВ-АБ рассчитана на работу от трехфазных или однофазных фидеров и ДГА, включенных по любой из систем заземления (TN-C, TN-C-S, TN-S). Устройства автоматического включения резерва (АВР) в его составе выполнены на базе резер-

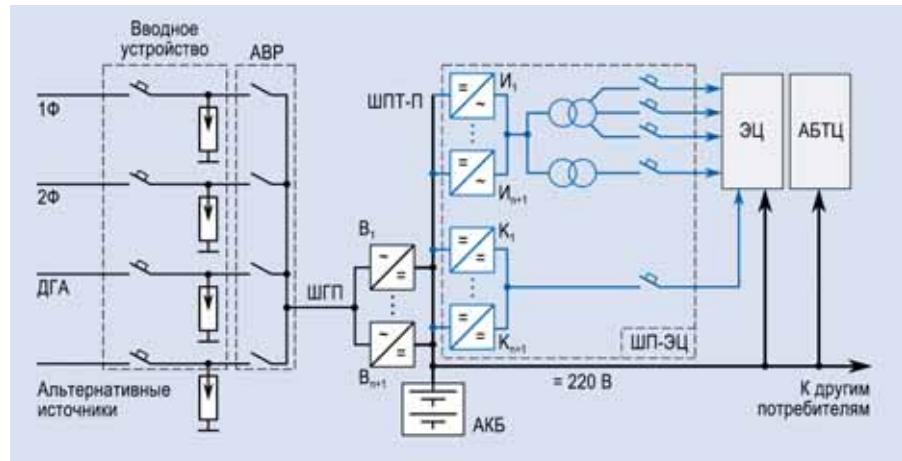


РИС. 2

вируемых микропроцессорных модулей ПРИМА, обеспечивающих переключение нагрузки на фидер с более качественными показателями. В результате время работы нагрузки от напряжений с предельно допустимыми значениями значительно сокращается.

Наличие первого каскада защиты от грозовых и коммутационных перенапряжений обеспечивает защиту всей системы независимо от класса применяемых вводных устройств, включая ЩВПУ и ЩВП-73. Кроме того, в шкафу реализована функция учета электроэнергии по каждому из фидеров, а наличие внутреннего аварийного освещения существенно упрощает процесс обслуживания и поиска повреждений.

■ Выпрямительно-преобразовательный шкаф ШВП-АБ служит для создания шины постоянного тока потребителя и других шин бесперебойного питания технических средств ЖАТ. В его составе имеются герметизированные аккумуляторы АКБ емкостью, достаточной для поддержания нормальной работы запитываемых устройств в течение 1–8 ч в зависимости от нагрузки и поездной ситуации. Для повышения надежности системы выпрямители, инверторы и конверторы (К) внутри своих групп соединяются параллельно в систему с избыточностью n+1. Микропроцессорная система управления, оптимизируя режимы работы батареи, позволяет добиться максимально возможного срока эксплуатации аккумуляторов, заявленного изготовителем. Выходная мощность варьируется количеством блоков выпрямителей в шкафах.

ШВП-АБ формирует выходное напряжение 220 В постоянного тока с максимальной величиной тока 72 А. При необходимости кроме напряжения шины потребителя в шкафу

ШВП-АБ с помощью инверторов и конверторов формируются другие выходные напряжения (220 В переменного и 24 В постоянного тока со значениями тока соответственно 6,8 и 30 А), составляющие в сумме около 15 % общей выходной мощности системы электропитания. К ним подключаются вспомогательные нагрузки – вентиляция, цепи контроля перегорания предохранителей и др.

Аппаратура шкафа гальванически изолирует от входной сети все выходы на нагрузки с контролем сопротивления их изоляции.

Что касается работы АКБ, то здесь есть функции управления режимами заряда и защиты от глубокого разряда, контроля наличия батареи в системе, определения остаточного времени работы нагрузки от нее и отключения батареи при приеме сигнала пожарной опасности.

В зависимости от мощности



РИС. 3

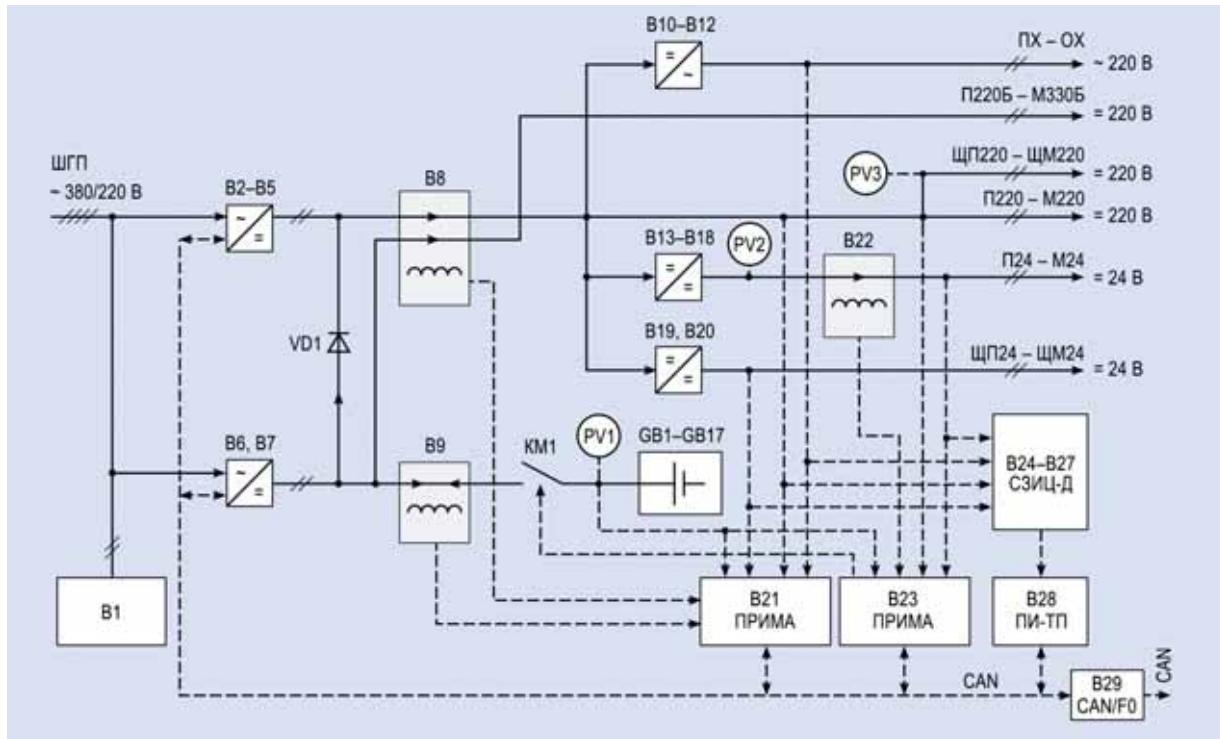


РИС. 4

нагрузок шкафы могут комплектоваться разным количеством параллельно соединенных источников питания и инверторов, что позволяет оптимизировать их стоимость. Снизить затраты на проектные и строительно-монтажные работы помогает минимизация соединений между шкафами.

Следует отметить, что встроенные устройства диагностики в обоих шкафах дают возможность передавать по CAN-интерфейсу информацию о состоянии устройств, режимах работы и параметрах питающих токов и напряжений.

На рис. 4 приведена функциональная схема шкафа ШВП-АБ, на которой сплошными линиями показаны силовые цепи, а штриховыми – контрольно-сигнальные. К основным конструктивным элементам шкафа относятся:

B1 – устройства аварийного освещения и вентиляции;

B2–B5 – выпрямители питания нагрузки 220 В постоянного тока;

B6, B7 – выпрямители заряда батареи 220 В;

B8, B9 – датчики тока нагрузки 220 В и батареи;

B10–B12 – инверторы питания нагрузки 220 В переменного тока;

B13–B18 – источники питания внешней нагрузки 24 В постоянного тока;

B19–B20 – источники питания собственных нужд;

B21, B23 – модули управления ПРИМА;

B22 – датчики тока;
B24–B27, B28 – сигнализаторы заземления с преобразователем интерфейса;

B29 – преобразователь электрического сигнала CAN интерфейса в оптический;

KM1 – контактор отключения батареи.

В настоящее время шина постоянного тока потребителя системы АБТЦ-МШ и устройств станционных рельсовых цепей на ее базе внедряется на объектах Восточного полигона и обхода Украины.

Как отмечалось ранее, при использовании ШПТ-П в условиях ЭЦ необходимо согласовать параметры оборудования потребителя и питающей установки. Эти работы уже ведутся, и в ближайшей перспективе будет разработан полный комплекс устройств ЖАТ с такой шиной.

■ Если на объекте внедрения АБТЦ-МШ возникает необходимость питания устройств электрической централизации, не адаптированной для работы сшиной постоянного тока потребителя, то совместно со шкафами ШВ-АБ и ШВП-АБ применяется преобразовательный шкаф ШП-ЭЦ. В дополнение к имеющимся стандартным функциям системы питания релейных постов ЭЦ, разработанных несколько десятков лет назад, он обеспечивает резервное бесперебойное питание всех нагрузок от аккумуляторной батареи шкафа ШВП-АБ (см. рис. 2, синий цвет).

В ШП-ЭЦ автоматически резервируются все инверторы и конверторы за счет их избыточности по принципу «n+1». Управление работой оборудования шкафа и контроль его состояния реализуется с помощью микропроцессорных модулей. В нем, как и в шкафах ШВ-АБ и ШВП-АБ, есть встроенные устройства диагностики и связь с верхним уровнем по CAN-интерфейсу, каскады защиты от грозовых и коммутационных перенапряжений. Количество параллельно соединенных инверторов и конверторов определяется исходя из требуемой мощности нагрузки. Его внедрение взамен питающих панелей предыдущих лет выпуска не создает никаких проблем благодаря сохранению их функций без установки дополнительного оборудования на стативах.

Шина постоянного тока потребителей номиналом 24 В с буферной батареей в устройствах ЖАТ использовалась всегда. Однако в основном она питала логические релейные схемы, а подключение к ней силовых потребителей (стрелок, светофоров и рельсовых цепей) ограничивалось возможностями преобразовательной техники тех времен. На данном этапе развития силовой электроники, увеличив напряжение шины постоянного тока с соблюдением энергетического баланса, можно обеспечить электропитанием все нагрузки ЖАТ.

ABSTRACTS

Intelligent Train Traffic Management

V. MATIUKHIN, First Deputy Director General, JSC NIIAS, Dr.Sci. (Tech.), v.matyukhin@vniias.ru

A. SHABUNIN, Head of Research and Design Unit for Design and Development of Information Systems, JSC NIIAS, a.shabunin@vniias.ru

G. EFREMOV, Project Manager, Research and Design Unit for Design and Development of Information Systems, JSC NIIAS, g.efremov@vniias.ru

A. EFREMOVA, Head of Division, Research and Design Unit for Design and Development of Information Systems, JSC NIIAS, Ph.D. (Tech.), a.efremova@vniias.ru

Keywords: train traffic management, ISUZhT, train handling plan, intelligent system, multiagent technology, multiagent system

Summary: ISUZhT subproject Train Traffic Management aims to ensure automation of decisions and actions of traffic controllers through automatic real-time generation of train handling plans using multiagent technologies. The subproject intends to complete the traffic management process of JSC RZD. The achievement of the above task largely ensured the future completion of other subprojects of the system.

Information security in ISUZhT

V. MATYUKHIN, First Deputy Director General, JSC NIIAS, Dr.Sci. (Tech.), v.matyukhin@vniias.ru

A. GALDIN, Head of R&D Complex of Information Society Technologies, JSC NIIAS, a.galdin@vniias.ru

Keywords: information protection, information security, computer attack detection and prevention system, data transmission networks.

Summary: The paper considers issues related to organization of information protection ISUZhT that serves as IACS of railway transport. It presents technical solutions ensuring the information security for interaction of general and specific purpose data transmission networks.

Train separation systems based on digital radio channel

P. POPOV, Head of Centre for ATP/ATO Systems, JSC NIIAS, p.popov@vniias.ru

A. OZEROV, Head of Business Cooperation Division, JSC NIIAS, a.ozerov@vniias.ru

Keywords: train separation, digital radio channel, GSM-R, automatic cab signalling, ERTMS/ETCS, Radio Block Centre (RBC), satellite navigation, train control based on coordinates.

Summary: The paper presents new principles for construction of train control systems based on digital radio channel. It covers issues related to construction of new equipment and improvement of existing onboard and trackside equipment.

Communications-Based Train Protection Systems

E. SHUKHINA, Head of Research and Design Unit, e.shuhina@vniias.ru

A. NIZOVSKY, Head of Sector, a.nizovsky@vniias.ru

Keywords: information communication, digital radio channel, onboard train protection devices, human factor

Summary: The system developed by JSC NIIAS an intended for transmission of information on operational situation in open lines and stations from SAUT-CM/NSP trackside devices to onboard train-protection devices operates using a radio channel. The solution improves safety and reduces operational costs.

New-Generation Communications and Data Transmission Systems

A. SHURDAK, Head of Department for Communications and Data Transmission Systems, JSC NIIAS, a.shurdak@vniias.ru

T. KLIMOVA, Head of Section for Engineering Radio Communications, JSC NIIAS, Ph.D. (Tech.), t.klimova@vniias.ru

O. VASILIEV, Head of Section for Engineering Communications, JSC NIIAS, Ph.D. (Tech.), o.vasiliev@vniias.ru

I. BLINDER, Chief specialist, JSC NIIAS, i.blinder@vniias.ru

A. VERIGO, Chief scientific officer, JSC NIIAS, Ph.D. (Tech.), a.verigo@vniias.ru

A. CHERNIKOV, Lead Research Fellow, JSC NIIAS, a.chernikov@vniias.ru

Keywords: IP-based integrated digital engineering communication, centralized integrated passenger information and warning, GSM-R and DMR radio communication systems, in-tunnel data and voice communication system

Summary: The article summarized key activities of JSC NIIAS in the area of communications networks and radio communication in railway transportation over the last decade and the nearest future. The authors touch upon the development of the IP-based integrated digital engineering communication system, centralized integrated system for passenger information, track workers warning and fleet communication, deployment of GSM-R and DMR radio communication systems, in-tunnel data and voice communication system in support of the ISAVP-RT and SUTP systems operation, protection of cable line infrastructure from hazardous voltages and currents.

Cataloging as a tool of lean production

V. DMITRIEV, Head of Centre for Methodological Management of Permanent Assets of Big Companies, JSC NIIAS, v.dmitriev@vniias.ru

Keywords: economy, lean production, physical assets, standards, catalog of works and services, legal and reference information, open technical vocabulary.

Summary: Lean production requires application of a common standard for a guaranteed quality of data used to generate reliable economic and technological information. At the same time these data shall provide comparison of chosen alternatives as to quality parameters and consumer (operational) characteristics.

Главный редактор:

Т.А. Филиюшкина

Редакционная коллегия:

В.А. Аношкин, Н.Н. Балуев,
Б.Ф. Безродный, В.А. Воронин,
В.Э. Вохмянин, В.М. Кайнов,
В.А. Клюзко, Р.Ю. Лыков,
В.Б. Мехов, С.А. Назимова
(заместитель главного
редактора), Г.Ф. Насонов,
А.Б. Никитин, А.Н. Слюняев,
Г.А. Перотина (ответственный
секретарь), Е.Н. Розенберг,
К.Д. Хромушкин

Редакционный совет:

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

Адрес редакции:

111024, Москва,
ул. Авиамоторная, д. 34/2

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

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

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

Подписано в печать 30.09.2016
Формат 60x88 1/8.
Усл. печ. л. 6,84. Усл. кр.-отт. 8,00
Уч.-изд. л. 10,1

Зак. 1079
Тираж 2320 экз.

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