

СОДЕРЖАНИЕ

Слово руководителю

Погодин А.Е.

ЦЕЛЕВОЙ КОРПОРАТИВНЫЙ ЗАКАЗ ОТРАСЛИ – ПРИЗНАНИЕ ВЫСОКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ ИНСТИТУТА

СТР. 2



Инновационное развитие

Ададуров С.Е.

Интеллектуальный железнодорожный транспорт 4

Розенберг Е.Н., Раков В.В.

Управление интеллектуальной собственностью 9

Страницы истории

Юдин В.Ф.

ОТ ПРОШЛОГО К БУДУЩЕМУ

СТР. 11



Управление грузовыми перевозками

Шаров В.А.

Интегрированная технология управления движением
грузовых поездов 16

Управление инфраструктурой

Стальнова И.В., Шухина Е.Е., Гринфельд И.Н.

Транспортное обеспечение Олимпийских игр
«Сочи-2014» 20

Рязанов С.Н.

Транспортная безопасность объектов
железнодорожной инфраструктуры 23

Спутниковые технологии

Ададуров А.С., Попов П.А., Федоров А.Ю.

Система спутниковой навигации на пожарных
поездах 26

Радиосвязь

Вериге А.М.,

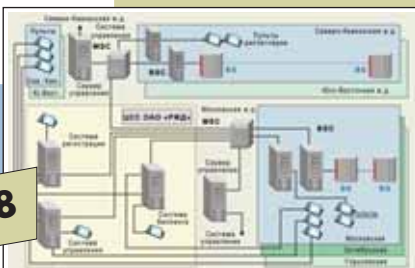
Андрушко О.С.,

Захаров А.В.,

Климова Т.В.

РАЗВИТИЕ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ РАДИОСВЯЗИ

СТР. 28



Вериге А.М., Черников А.А., Ваванов Ю.В.,
Васильев О.К.

Устойчивая радиосвязь в диапазоне 160 МГц в тоннелях 33

Тропкин С.И., Железнов А.В.

Помехоустойчивость команд управления
стационарными радиостанциями 36

Маневровая АЛС

Замышляев А.М., Савицкий А.Г., Ильичев М.В.,
Долганюк С.И., Шурдак А.В.

Интеграция системы МАЛС в управление
технологическим процессом 38

Воронин В.А., Воробьев В.В., Есырев С.Н.

АЛСО с подвижными блок-участками 44

Автоведение

Иванов Ю.А.

Технологии компьютерного зрения в системах
автоведения 46

АВТОМАТИКА СВЯЗЬ ИНФОРМАТИКА

АСИ

6 (2011)
ИЮНЬ

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

ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ
С 1923 ГОДА

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

Свидетельство
о регистрации
ПИ № ФС77-21833
от 07.09.05

© Москва
«Автоматика, связь,
информатика»
2011



А.Е. ПОГОДИН,
генеральный директор
ОАО «НИИАС»

ЦЕЛЕВОЙ КОРПОРАТИВНЫЙ ЗАКАЗ ОТРАСЛИ – ПРИЗНАНИЕ ВЫСОКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ ИНСТИТУТА

Временные вехи лучше всего дают возможность проанализировать достигнутые результаты и наметить пути дальнейшего развития. Благодаря высокому научно-техническому потенциалу ОАО «НИИАС» осуществлены разработки по многим важнейшим направлениям стратегического развития ОАО «РЖД», дочерним предприятием которого он является. Это, в первую очередь, системы управления и обеспечения безопасности движения поездов, которые после успешной опытной эксплуатации широко внедряются на железных дорогах России и стран СНГ.

■ Сотрудничество с зарубежными странами – лидерами в развитии железнодорожных транспортных систем – позволило нашим разработкам обрести самый современный технический уровень, вследствие чего они могут быть конкурентоспособными на мировом рынке. Именно поэтому ОАО «НИИАС» доверено создание системы управления транспортной инфраструктурой и обеспечения безопасности движения для Зимних Олимпийских игр в Сочи. Комбинированная дорога Адлер – Красная Поляна являет собой средоточие наиболее передовых технологий и технических решений.

Немаловажными задачами для специалистов института являются разработка сложных информационных систем управления перевозочным процессом и транспортной логистики, а также внедрение инновационных спутниковых и геоинформационных технологий. Эти технологии становятся ключевыми в обеспечении перевозочного процесса для всех участников рынка интермодальных перевозок. Наличие высокоточной системы координат на всей сети железных дорог, формирование цифровых моделей пути на перегонах и пу-

тевого развития станций, создание электронных карт для применения в приборах безопасности – это составляющие глобальной задачи по внедрению интеллектуальных транспортных систем.

В последние годы наш институт активно участвует в организации магистралей высокоскоростного движения. Запуск поезда «Сапсан» в регулярную эксплуатацию на участках Москва – Санкт-Петербург и Москва – Нижний Новгород, накопление опыта по управлению

движением и обеспечению безопасности перевозок позволяют прорабатывать новые направления для развития высокоскоростного движения.

Особую гордость вызывает тот факт, что руководством ОАО «РЖД» институт назначен головной организацией Компании в таких сферах деятельности, как внедрение спутниковых и геоинформационных технологий, разработка и внедрение систем управления и обеспечения бе-



Отправление поезда «Сапсан» с Московского вокзала Санкт-Петербурга



Структурная схема совершенствования перевозочного процесса

зопасности движения поездов, технических средств железнодорожной автоматики, а также светодиодной техники. Аналогичным статусом ОАО «НИИАС» практически обладает в области создания систем и технологий управления перевозочным процессом, центров управления перевозками и ситуационных центров, систем управления ресурсами на этапах жизненного цикла, рисками и анализом надежности.

Коллектив института в полной мере осознает высокую ответственность, связанную с формированием целевого корпоративного заказа. Решение о формировании такого заказа находит всестороннюю поддержку руководства ОАО «РЖД». Нам предстоит развивать инновационные технологии, связанные, прежде всего, с жиз-

ненно важной функцией отрасли – перевозочным процессом. Уже ведутся работы по созданию интеллектуальных систем управления движением поездов и перевозочным процессом, а также систем управления инфраструктурой на базе современных спутниковых и геоинформационных технологий, цифровых телекоммуникационных и специализированных информационно-управляющих систем.

В рамках корпоративного заказа будет осуществлено производство модельного ряда специальных спутниковых навигационно-связных устройств ГЛОНАСС/GPS, адаптированных для тягового, моторвагонного и специального самоходного подвижного состава ОАО «РЖД»: путевой ремонтной техники, пассажирских, пригородных, восстановительных и

пожарных поездов, подвижных средств лубрикации, вагонов-измерителей, дефектоскопов и диагностических лабораторий. Эта аппаратура разработана ОАО «НИИАС» в кооперации с ведущими отечественными производителями элементной базы. Права интеллектуальной собственности на указанные изделия защищены и принадлежат ОАО «РЖД», что существенно снижает зависимость от конъюнктуры рынка.

Сотрудники института активно разрабатывают комплекс бортовых и стационарных микропроцессорных систем безопасности на самой современной элементной базе. И это дает положительные результаты. В частности, приборы безопасности БЛОК и БЛОК-М с модульной архитектурой, включающей автоведение, соответствуют требованиям евростандартов для подвижного состава. Автоматика надежно обеспечивает диагностику основных систем на ходу поезда, управление тормозами по радиоканалу, функционирование станционных бортовых технических средств маневровой локомотивной сигнализации с применением высокоточного спутникового позиционирования, адаптированного ко всем типам компьютерных централизаций и подвижного состава.

В условиях проводимого реформирования холдинга ОАО «РЖД» и выделения технологических структур в отдельные хозяйства целевой корпоративный заказ позволит институту обеспечивать с помощью своих разработок высокий уровень конкурентоспособности российских железных дорог. В конечном счете это будет способствовать проведению единой технической политики в ОАО «РЖД», сохранению целостности разработанных технических решений, высокому уровню безопасности движения и эффективности перевозочного процесса.

Кроме того, формирование корпоративного заказа позволит надежно интегрировать научно-производственную деятельность института в бизнес-стратегию развития ОАО «РЖД» и содействовать решению общих задач расширения рыночного потенциала Компании, росту ее конкурентоспособности, повышению доходности и эффективности производственно-хозяйственной деятельности.



ДЦУП Южно-Уральской дороги (Челябинск)



С.Е. АДАДУРОВ,
первый заместитель
генерального директора,
профессор, доктор техн. наук

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТРАНСПОРТ

■ Выгодное географическое положение и развитая транспортная инфраструктура России в последние годы становятся все более востребованными при организации международных транспортных коридоров, обеспечивающих ускоренное перемещение массовых грузов с одной части Евразийского континента в другую. Уже сегодня ведущие мировые логистические центры рассматривают Российские железные дороги в качестве основного конкурента морского транспорта на традиционных маршрутах. Конкурентоспособность ОАО «Российские железные дороги» особенно выросла в связи с напряженной политической ситуацией и нестабильностью в зоне Суэцкого канала – основного транспортного коридора из

Европы в промышленные центры Юго-Восточной Азии.

Структурная реформа железнодорожного транспорта призвана существенно повысить конкурентоспособность России на рынках международных перевозок за счет сокращения времени доставки, повышения безопасности движения, сохранности грузов, снижения себестоимости перевозок. Достичь этого можно лишь применяя инновационные методы, поставляя на железные дороги качественно новый подвижной состав, улучшая инфраструктуру транспорта.

Завершение базовых структурных реформ, переход экономики в фазу роста, создание основ правовой базы работы транспорта в рыночных условиях и завершение этапа «отраслевого» развития

транспорта создали предпосылки для формирования в России единой транспортной политики, комплексного развития транспортной инфраструктуры, интеграции преимуществ различных видов транспорта с целью развития экономики и повышения качества жизни.

В этой обстановке важным является повышение транспортной привлекательности железных дорог, предлагающей не только безопасное перемещение грузов, но и предоставление клиенту исчерпывающей информации о движении поездов, местонахождении грузов. Не последнюю роль в этом играют информационные технологии, обеспечивающие комплекс сведений для выработки правильных решений при управле-



РИС. 1

Железнодорожный транспорт общего пользования остается ведущим звеном транспортной системы России. В долгосрочной перспективе железнодорожные перевозки останутся самым экономически эффективным способом транспортировки значительных по объемам стабильных потоков массовых грузов, доставляемых на средние и дальние расстояния. Российские железные дороги сегодня находятся на новой стадии технико-экономического развития и в своей деятельности используют результаты научного прогресса в экономике, технике и технологиях. В последние годы подавляющая часть прироста объемов перевозок на железнодорожном транспорте получена за счет применения современных и перспективных научных разработок, воплощенных в технологиях, услугах, оборудовании, автоматизированных системах управления и организации перевозочного процесса.

нии движением, для оптимального расчета графиков движения, снижения производственных затрат.

В разработанной Стратегии развития ОАО «НИИАС» до 2015 г. определена миссия института, которая заключается в создании и применении новых технологий, автоматизированных систем управления, информационных систем и информационных продуктов, позволяющих получить наибольший совокупный положительный эффект от их внедрения и использования как в сфере железнодорожного транспорта, так и в смежных областях. ОАО «НИИАС» как дочернее предприятие ОАО «РЖД» является организацией отраслевой науки, деятельность которой направлена на повышение эффективности и безопасности функционирования железнодорожного транспорта. Основные целевые задачи, которые ставит ОАО «РЖД» перед отраслевой наукой и, в частности,

перед ОАО «НИИАС», включают в себя: реализацию крупных комплексных научных проектов на сети железных дорог; производство научно-технической продукции, которая составит конкуренцию на зарубежном рынке технических средств; участие в международных научно-технических проектах, что обеспечит высокое качество перспективных разработок, расширение масштабов бизнеса путем расширения перечня научно-технических продуктов и клиентской базы.

Обладая высоким научным потенциалом, свои основные усилия ОАО «НИИАС» сосредоточил на выполнении положений Программы реализации стратегических направлений научно-технического развития ОАО «РЖД» и на разработке конкретных проектов для сети железных дорог.

Современные технологии управления предусматривают использование ситуационных моде-

лей, мониторинговых прогнозных систем перевозочного процесса, логистики, динамических эксплуатационных резервов пропускной и провозной способности железнодорожных линий, а также применение интеллектуальных автоматизированных систем управления. Интеллектуальный подвижной состав и инфраструктура создаются на основе самодиагностируемых объектов, обеспечивающих не только передачу оперативной информации о техническом состоянии, остаточном ресурсе, целесообразности изменения режима работы или необходимости вывода из эксплуатации, но и сокращение удельного энергопотребления и эксплуатационных затрат.

Реализация перечисленных проектов невозможна без четкой работы и взаимодействия всех систем автоматики и связи на железных дорогах страны. Поэтому одними из основополагающих тре-



РИС. 2

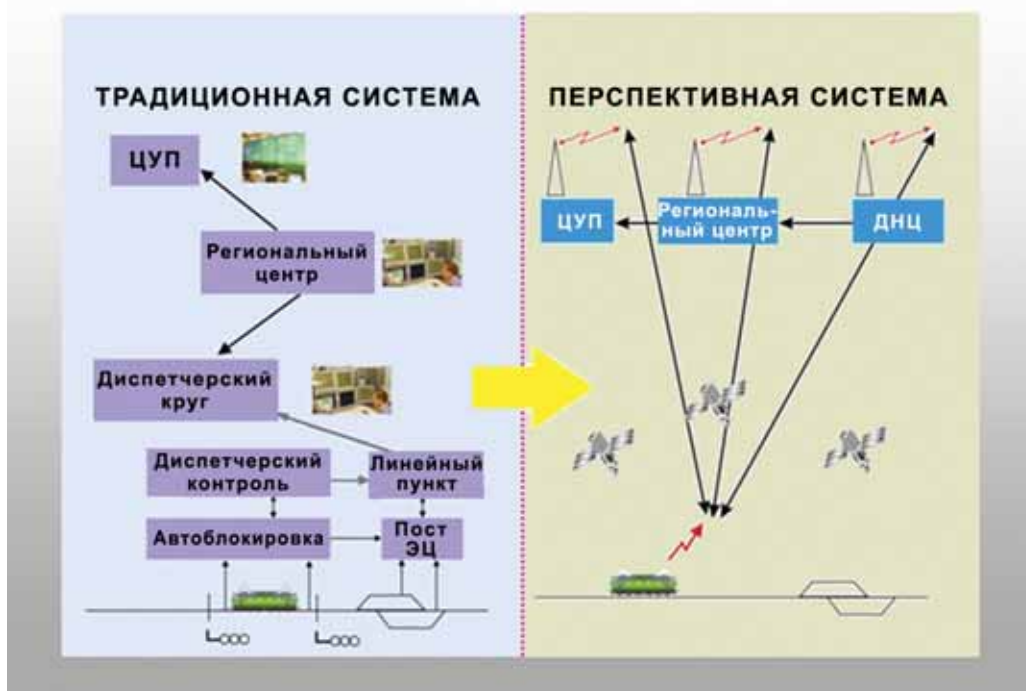


РИС. 3

бований к устойчивой работе инфраструктуры железнодорожного транспорта являются требования к надежности и безопасности телекоммуникационных структур, обеспечивающих эксплуатационную деятельность российских железных дорог. В развитых железнодорожных странах мира, а к ним в полной мере относится и Российская Федерация, наряду с высокоскоростным движением активно развивается интеллектуальный подвижной состав, позволяющий поднимать на должную высоту обеспечение безопасности движения, управляемость вагонопотоками.

Разработка новых технологических платформ транспорта, миниатюризация микропроцессорной техники, использование нанотехнологий во многих производствах, совершенствование широкополосных систем передачи данных позволяют внедрять элементы искусственного интеллекта на подвижном составе. Все это создает предпосылки к появлению интеллектуального транспорта.

Если подходить строго научно, то под термином интеллектуальные системы следует понимать системы, обладающие возможностью анализировать данные об окружающей среде и о себе, и на этой основе извлекать новые знания. Остальные, даже самые сложные, автоматизированные

системы не являются интеллектуальными. Они в разной степени способны только адаптироваться к изменениям.

На заре развития информационных систем, в теоретических разработках многие пытались отнести к интеллектуальным адаптивные системы. Они действовали по определенному алгоритму, заложенному в центральный процессор, в зависимости от условий окружающей среды. Наиболее высокий их уровень, так называемые нейронные сети, отчасти моделируют деятельность человеческого мозга, а значит, порождают новые знания. Наш институт, наряду с другими разработками, успешно внедряет и модели, построенные на принципах нейронных сетей.

Ученые ОАО «НИИАС» уже на протяжении нескольких лет работают над элементами интеллектуальных систем, которые способны выполнять ряд задач, ранее считавшихся невозможными. Речь идет о такой информационной системе, которая в том или ином виде подсказывает, что надо делать или какие решения можно принять. Но все равно, в каждой из таких систем действует принимающий решение человек, а не автомат.

В качестве наиболее успешного, на наш взгляд, примера использования интеллектуальных транспортных систем (ИТС) является система, внедренная в

комплекс управления движением скоростного поезда «Сапсан» на направлении Москва – Санкт-Петербург. Адаптивная система, обеспечивающая контроль за параметрами движения, встроена в локомотивное устройство КЛУБ-У. В ней есть элементы искусственного интеллекта. Работа по дальнейшему расширению ее функций продолжается, закладываются более сложные алгоритмы, которые существенно расширяют количество параметров, контролируемых техникой в автоматическом режиме. В систему «Автодиспетчер» встроены порт информационной системы, которая в штатном режиме управляла бы движением поездов, исходя из конкретной обстановки.

В рамках обеспечения безопасности разрабатывается приемник сигналов автоматической локомотивной сигнализации нового поколения, реализованный на перспективной элементной базе с использованием корреляционных алгоритмов приема и обработки сигналов. Предусмотрено внедрение системы автоблокировки с тональными рельсовыми цепями, централизованным размещением аппаратуры и дублирующими каналами передачи информации (АБТЦ-М). Предложенное решение представляет собой микропроцессорную систему интервального регулирования и обеспечения

безопасности движения поездов на перегонах.

Впервые на российских железных дорогах внедрен западноевропейский стандарт управления безопасностью движения. Эта система ITARUS-ATC построена на основе совместной с итальянской компанией разработки. Она способна отслеживать все происходящее на дороге в режиме реального времени, например, положение поездов с точностью до 10 м, и передавать управляющие команды на локомотивы с помощью специального радиоканала.

Такая система будет работать на транспортной инфраструктуре Зимних Олимпийских игр в Сочи в 2014 г. Этот проект не только свидетельство высокого доверия к репутации ОАО «НИИАС», но и реальная возможность «обкатать» самые современные технологии в обеспечении безопасности движения, управлении движением, многие из которых носят инновационный характер. Уникальность комбинированной автомобильно-железнодорожной магистрали потребовала возведения многих искусственных сооружений, в том числе 12 тоннелей, каждый из которых будет оборудован комплексными системами управления движением. В итоге во время проведения Олимпиады 38 поездов, двигающихся со средней скоростью 120 км/ч, обеспечат пассажиропоток до 8,5 тысяч человек в час, а в пиковое время до 12 тысяч!

Такая высокая интенсивность движения потребовала качественно новых решений во всех деталях проекта, начиная с системы управления и обеспечения безопасности движения поездов и заканчивая тормозными характеристиками подвижного состава. К этим поездам предъявлены повышенные требования по надежности, составлен четкий график их движения. Без использования интеллектуальных систем такой проект был бы невозможен.

Олимпийские задачи требовали определенных решений и для «умных» станций, и для вокзалов. Это разработка Ростовского филиала ОАО «НИИАС» – система мониторинга и управления состоянием искусственных сооружений железнодорожного транспорта на основе беспроводных сенсорных сетей. Она имеет широкий спектр

практических приложений: обеспечение безопасности зданий (вокзалов, производственных помещений), перегонов, подвижных единиц. В настоящее время система настроена на мониторинг оползнеопасных территорий, на которых располагаются объекты железнодорожного транспорта.

Несколько лет назад в обиход вошло понятие «умный дом» или «интеллектуальное здание». Оно подразумевает поддержание определенных режимов – температурного, освещения, климатического, энергопотребления в строго очерченных рамках. Из бытовой сферы «интеллектуальное здание» перешло в области, где важно формирование специального рабочего микроклимата – диспетчерские, салоны самолетов, кабины машинистов и так далее, где от комфортной работы специалиста зависит безопасность движения. Там системы в автоматическом режиме отслеживают показания приборов и протоколируют любые изменения внешней среды.

В отличие от «умного дома» «интеллектуальный офис» определяет и хранит в памяти оптимальные параметры для каждого из членов команды, учитывая и подстраиваясь под их физиологические потребности. На этой основе офис способен формировать наиболее подходящие для совместной работы команды, вырабатывать приемлемый климат в помещении, исходя из интересов группы сотрудников или учитывая их ранг.

Наша работа по интеллектуализации транспорта сталкивается с определенными трудностями, которые вполне закономерны. Системы диспетчерской централизации проектировались и внедрялись в то время, когда ни о каком искусственном интеллекте речь не шла. И перспективы будущей интеллектуализации даже не рассматривались. Но и в такой обстановке ученые всегда находили выход. Например, в Ростовском филиале ОАО «НИИАС» под руководством доктора технических наук А. Н. Шабельникова ученые ведут большую работу по изучению воздействия окружающей среды на искусственные сооружения. На участке Северо-Кавказской дороги, ставшем испытательным полигоном для ученых, изготовлен и установлен реальный макет интеллектуаль-

ной системы. На мосту и в тоннеле размещены высокочувствительные датчики. В режиме реального времени они снимают информацию и поставляют данные для обработки в системе, построенной по технологии нейронных сетей. Это позволяет создавать базу данных, на основе которой и строятся новые знания.

Данная разработка стала образцом для целого ряда систем, которые будут внедряться институтом на железнодорожном транспорте. Она интегрировала все наиболее перспективные разработки, проводимые для ОАО «РЖД». В единой системе были успешно увязаны такие информационные блоки, как диспетчерское управление движением поездов с применением спутниковых навигационных технологий и систем цифровой связи, диагностика подвижного состава и различные инструментальные средства.

Сейчас институт активно работает над обеспечением информационными системами центров управления движением и ситуационных центров отрасли.

Одна из перспективных задач ОАО «НИИАС» – более полное использование имеющейся информации об управляемом технологическом процессе. Сегодня уровень использования такой информации недостаточен: контроль технологических процессов обеспечивается только на 30 %, а уровень автоматизации этого процесса составляет лишь 20 %. Ключевая задача развития системы состоит в устранении указанного несоответствия. На наш взгляд, это станет технологическим прорывом в управлении железнодорожным транспортом. При этом следует учесть жесткую увязку систем связи, железнодорожной автоматики и информационных систем.

Наряду с формированием центров управления перевозками следует создавать ситуационные центры на базе имеющейся информации и осуществлять переход от информационных к управляющим системам с контролем достоверности используемой информации. Решение такой задачи требует развития информационных систем, разработки новых средств идентификации подвижного состава.

Ситуационный центр – это организационная структура, ко-

торая помогает проводить анализ ситуаций, принятие решений и управление инженерной и информационной инфраструктурой для повышения эффективности как технологических, так и бизнес-процессов.

Внедрение дорожных центров ситуационного управления позволит гибко реагировать на динамику транспортного рынка, осуществлять контроль состояния транспортной инфраструктуры, применять обоснованные управленческие решения в оперативной обстановке.

Успешной реализацией задач интеллектуализации транспорта является создание инфраструктуры вокзальных и станционных комплексов, маневровых горок.

В рамках повышения уровня интеллектуализации действующих систем управления перевозочным процессом предусматривается существенное расширение технических средств для грузового движения, включая систему автоматической идентификации технических средств, распределенную систему управления тормозами грузового поезда по радиоканалу, видеосчитывание номеров вагонов.

На наш взгляд, данная система действительно обеспечивает возможность формирования интеллектуального функционирования, в процессе которого появляются новые знания об объекте управления, совершенствуются механизмы машинного принятия решений, осуществляется взаимное обучение операторских и машинных звеньев. Такая система является технико-технологической оболочкой, наполнение которой интеллектуальными технологиями превратит ее из информационной в интеллектуальную.

Как пример подобных разработок можно привести следующие подсистемы автоматизации сортировочной работы: выбор в парке приема состава к роспуску на сортировочной горке; прогнозирование текущей скорости надвига состава, учитывающей как свойства отцепов, так и координаты их остановки в парке формирования; управление тормозной позицией до заданной расчетной скорости.

Достаточно сложным является комплекс систем, позволяющих максимально увеличить эффективность функционирования ин-

фраструктуры и технических средств вокзала, при котором все технические, технологические и организационные процессы реализуются при минимальном участии человека. Такой комплекс получил название «умного вокзала» и включает в свою сферу здание вокзала и прилегающую к нему инфраструктуру – перроны, платформы, подземные переходы, конкорсы.

Умный вокзал должен обеспечивать максимальный уровень комфорта для посетителей, пассажиров и работников. При этом особое внимание необходимо уделять посетителям с ограниченными физическими возможностями. Благодаря внедрению самых совершенных и полностью автоматизированных систем он отвечает требованиям, предъявляемым сегодня к уровню обеспечения безопасности на территории вокзала, с учетом эффективного решения задач антикриминального, антитеррористического и антивандалного характера.

В качестве примера умелого применения целого набора «интеллектуальных» технологий можно рассмотреть проект модернизации вокзала Анапа, над которым также работают ученые и технические специалисты ОАО «НИИАС». Опираясь на передовой опыт зарубежного, прежде всего, германского, строительства «умных» вокзалов, будет построен комплекс, в котором из единого центра будут управлять всеми системами вокзала – от энергообеспечения до создания максимального комфорта для пассажиров и работников железной дороги.

В целом новое направление является направлением развития интеллектуального железнодорожного транспорта, что согласуется с программой Международного союза железных дорог (МСЖД), предусматривающей комплекс мер по развитию интеллектуальных железных дорог. В его состав входит разработка и поставка на производство интеллектуального поезда, не только пассажирского, но и грузового.

Интеллектуальный поезд – это поезд со встроенной системой автоведения и самодиагностики, интеллектуальная грузовая станция – станция с обеспечением соответствия систем управления и безопасности требованиям международных стандартов. Эта цель

определяет направление разработок, ведущихся в ОАО «НИИАС». За счет реинжиниринга и синтеза нового поколения систем управления, в которых был бы реализован переход от автоматизации отдельных рутинных функций к автоматизации функций интеллектуальных систем, обеспечивается достижение стратегической цели: существенного повышения эффективности перевозочного процесса и обеспечения безопасности движения поездов.

Спутниковые технологии применяются для позиционирования подвижных объектов и мониторинга систем. Эти технологии используются совместно со средствами радиосвязи и радиолокационным зондированием объектов железнодорожного транспорта со спутников и определением их координат, а также определением полноты состава поезда. Необходимо разработать технологию интеграции спутникового зондирования в единой системе координатного управления. В перспективе координатное управление должно стать базой единого транспортного комплекса для всех транспортных отраслей и для всех экспедиторов, чтобы обеспечить оперативный мониторинг и прогнозирование ситуаций для всех подвижных единиц и каждого занятого в технологическом процессе звена и их пономерное позиционирование.

Концепция, разработанная ОАО «НИИАС», предусматривает комплексное использование спутниковых технологий для управления движением поездов, строительства, модернизации, ремонта железных дорог, мониторинга инфраструктуры путевого хозяйства, управления имуществом и охраны окружающей среды. Все эти технологии предполагают наличие единого координатного пространства и систем позиционирования с разной степенью точности.

Развитие ИТС позволяет выйти на качественно новый уровень создания систем с высокой надежностью и эффективностью функционирования, обеспечить приведение уровня качества транспортных услуг и безопасности перевозок на железных дорогах России и на пространстве 1520 в соответствие с требованиями населения и экономики, а также лучшими мировыми стандартами.



Е.Н. РОЗЕНБЕРГ,
первый заместитель генерального
директора, профессор, доктор
техн. наук



В.В. РАКОВ,
руководитель Центра управления
интеллектуальной собственностью,
канд. эконом. наук

В России идет активное формирование экономики инновационного типа. Одним из основных элементов создаваемой инновационной системы, безусловно, является управление интеллектуальной собственностью. Проблемы эффективного инвестирования в инновации актуальны и для железнодорожного транспорта, занимающего ведущее место в транспортной системе России и интенсивно участвующего в мировой системе перевозок. Возрастающая потребность в объеме перевозок и повышении их качества приводит, в свою очередь, к требованиям кардинального обновления производственно-технической базы и усиления мотивации работников железнодорожного транспорта в повышении эффективности работы всех его звеньев.

УПРАВЛЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТЬЮ

■ Этих целей невозможно достичь без формирования действенного инновационного менеджмента в отрасли и особенно его ключевого звена — управления интеллектуальной собственностью. В настоящее время практически во всех хозяйствах железнодорожного транспорта созданы значительные интеллектуальные заделы, которые могут стать объектами патентного и авторского права, участвовать в хозяйственном обороте отрасли.

Необходимость системного подхода к проблеме управления интеллектуальной собственностью в железнодорожной отрасли продиктована, в первую очередь, тем, что все более очевидными становятся стратегические преимущества тех отраслей экономики, которые, вложив в развитие этого направления требуемые ресурсы, уже успели окупить их и активно наращивают важнейший элемент инновационного бизнеса — охрану и коммерциализацию интеллектуальной собственности.

В ОАО «НИИАС» на протяжении всей его истории активно проводились и проводятся работы по охране интеллектуальной собственности и созданию механизма вовлечения интеллектуальной собственности в хозяйственный оборот.

Патентная служба в институте была создана в 1962 г. Патентно-лицензионная работа основывалась на планах по новой технике, разработке и использованию изобретений на железнодорожном транспорте. Доля охраноспособной тематики составляла 65–75 % работ института.

В конце 80-х годов в связи с общим кризисом отрасли патентно-лицензионная работа была свернута. Её возрождение

началось в середине 90-х годов на качественно новом уровне с учетом формирующихся в отрасли рыночных отношений.

Институт совместно с МИИТОм и Департаментом технической политики МПС с середины 90-х годов начал разработку механизма управления интеллектуальной собственностью с учетом принятых в начале 90-х годов Патентного закона, Закона «Об авторском праве и смежных правах», Закона «О правовой охране программ для электронных вычислительных машин и баз данных», других нормативно-правовых актов по интеллектуальной собственности.

Именно в это время начали прорабатываться вопросы вовлечения интеллектуальной собственности в хозяйственный оборот и коммерциализацию, без которых невозможно её эффективное использование.

В 2004 г. в институте был вновь образован Отдел интеллектуальной собственности, позднее преобразованный в Центр управления интеллектуальной собственностью (ЦУИС).

В настоящее время институт проводит весь комплекс работ по охране, капитализации и коммерциализации интеллектуальной собственности, который включает:

- проведение патентных исследований;

- оформление патентов на изобретения, полезные модели и промышленные образцы;

- государственную регистрацию программ для ЭВМ и баз данных, а также товарных знаков;

- оценку стоимости объектов интеллектуальной собственности;

- оформление документов для постановки объектов интеллектуальной собственности на бухгалтер-

терский учет в качестве нематериальных активов;

составление и сопровождение лицензионных договоров.

Центр управления интеллектуальной собственностью ОАО «НИИАС» располагает квалифицированными кадрами для проведения указанных выше работ. Участие опытных и грамотных патентоведов, имеющих статус патентного поверенного РФ, и высоко профессиональных специалистов из подразделений-разработчиков позволяет получить необходимый результат для полноценной охраны интеллектуальных прав в Российской Федерации.

В ОАО «НИИАС» по заказу ОАО «РЖД» оформлены более 150 заявок в области автоматики, телемеханики и связи на патенты и более 200 заявок на государственную регистрацию программ для ЭВМ и баз данных в Роспатенте.

В настоящее время, кроме работ по оформлению заявок в рамках плана НТР ОАО «РЖД», для обеспечения высокого технического уровня и конкурентоспособности разрабатываемых технических решений в ОАО «НИИАС» проводится опережающее патентование, т.е. защищается идея уже на стадии ее возникновения. Это также требует проведения исследования перспектив инновационного развития железнодорожного транспорта по основным направлениям работы института.

Проведение подобных всесторонних исследований перспектив инновационного развития объектов и систем управления железнодорожного транспорта позволяет выявить широкий спектр научно-практических направлений работ, которые могут быть использованы на железных дорогах России.

В рамках отдельных тем НИ-ОКР не могут быть предусмотрены и проведены полномасштабные комплексные исследования перспектив инновационного развития объектов и систем управления железнодорожного транспорта ввиду высокой трудоемкости НИР. Поэтому требуется выделение их в самостоятельную работу. Это позволит определить основные пути и наметить конкретные меры по дальнейшему развитию научных исследований, результатом которых могут стать инновационные продукты мирового уровня.

Проведение такого рода ис-

следований в настоящее время особенно актуально. Во-первых, результаты исследований позволяют поднять разработки ОАО «НИИАС» и других компаний, выполняющих работы по этим направлениям для ОАО «РЖД», на должный технический уровень и оформлять патенты в будущем в основном не на полезные модели, а на изобретения, вооружив специалистов последними достижениями мирового уровня. Это важно при ориентации отрасли на инновационный путь развития.

Во-вторых, проведенный ОАО «НИИАС» предварительный поиск по патентным базам зарубежных стран и Роспатента (в части наличия патентов зарубежных компаний) показал, что необходимость проведения исследования перспектив инновационного развития объектов и систем управления железнодорожного транспорта продиктована не только обеспечением высокого технического уровня и патентоспособности разрабатываемых в ОАО «РЖД» технических решений, но и опережающим патентованием перспективных технических решений и своевременным определением их патентной чистоты. Выявлено, что патенты зарубежных компаний охватывают широкий спектр вопросов по направлениям научнотехнической деятельности ОАО «РЖД» и в ряде случаев представляют собой так называемые зонтичные патенты.

Предварительный анализ тенденций развития железнодорожного транспорта за рубежом выявил некоторые направления активного патентования зарубежных компаний, нашедшие отражение в названиях соответствующих патентов:

совершенствование системы безопасности работы на железнодорожном транспорте (US 6145792 от 14.11.2000);

совершенствование процессов погрузки и разгрузки грузовых вагонов (CN 101593321 от 02.12.2009; CN 201342975 от 11.11.2009);

методы совершенствования расписания движения поездов (US 6873962 от 29.03.2005; US 2005/0234757 от 20.10.2005; US 6154735 от 28.11.2000);

использование нейронных сетей для обучающихся моделей (US 2005/0114280 от 26.05.2005);

система автоматического кон-

троля отключения выключателей питающих связей (шин) подстанций электрифицированных железных дорог (JP 59192628 от 01.11.1984);

определение местоположения поезда (US 2005/0279891 от 16.06.2004; US 2005/0075765 от 07.04.2005; US 2005/0137760 от 23.06.2005);

использование альтернативных способов питания устройств железнодорожной автоматики, связи, электроснабжения железных дорог – накопители энергии, магнитная левитация, пьезоэлектрические источники питания и др. (KR 100933671 от 23.12.2009; US 2010031847 от 11.02.2010, WO 2004054008 от 24.06.2004).

Всего в процессе анализа патентов зарубежных стран (США, Англии, Германии, Японии и др.) специалисты ОАО «НИИАС» выявили более 700 патентов по системам управления перевозочным процессом и системам управления и обеспечения безопасности движения поездов, что показывает активную работу зарубежных компаний в данном направлении.

Кроме этого, в 2008–2010 гг. увеличилось количество заявок зарубежных фирм таких стран, как Германия, Австрия, США, Япония и Корея, в Российской Федерации (в Роспатенте) по отдельным направлениям деятельности ОАО «РЖД».

В то же время вызывает беспокойство недостаточно высокий уровень патентования по этим темам в ОАО «РЖД». В будущем это может привести к возникновению финансовых рисков при внедрении разработок ОАО «РЖД» из-за отсутствия патентной чистоты выполненных разработок.

Для минимизации этих рисков и обеспечения высокого технического уровня и патентоспособности разрабатываемых технических решений необходимо опережающее патентование перспективных технических решений и своевременное определение патентной чистоты разрабатываемых технических решений.

Такие подходы позволяют:

качественно поднять уровень патентования и ускорить инновационные процессы в ОАО «РЖД» при развитии систем управления перевозочным процессом и систем управления и обеспечения безопасности движения поездов;

выявить широкий спектр научно-практических направлений работ, результаты которых могут быть использованы на российских железных дорогах для ускорения инновационных процессов.

Кроме этого, при проведении исследований перспектив инновационного развития объектов и систем управления железнодорожного транспорта:

более четко определяется технический уровень и тенденции развития объекта исследования, проводится оценка вновь созданных технических решений, исследуется патентная чистота объекта техники;

создается комплекс взаимосвязанных изобретений, позволяющий выйти на конкурентной основе на международный рынок интеллектуальной собственности;

исключается или минимизируется дублирование НИОКР и повышается отдача от изобретательской деятельности;

активизируется работа научно-технического и управляющего персонала по конкретному решению инновационных задач, связанных с выполнением стратегии развития железнодорожного транспорта;

минимизируется вероятность возникновения финансовых рисков при внедрении разработок из-за отсутствия патентной чистоты.

Результаты исследований перспектив инновационного развития объектов и систем управления железнодорожного транспорта могут быть использованы работниками департаментов и управлений ОАО «РЖД», а также научно-исследовательскими институтами и проектно-конструкторскими бюро для планирования научно-технической деятельности при создании перспективных инновационных технологий и выработки патентной стратегии в сфере управления перевозочным процессом и обеспечения безопасности движения.

Таким образом, проводимая институтом работа по формированию интеллектуальной собственности ОАО «НИИАС» и защите интеллектуальных прав ОАО «РЖД» позволит повысить конкурентоспособность и экспортный потенциал наукоемкой продукции института, а также интенсивность коммерциализации технологий и развития производства.

ОТ ПРОШЛОГО К БУДУЩЕМУ



В.Ф. ЮДИН,
начальник отдела
информационного обеспечения

Свою историю институт ведет с образования Конструкторского бюро Главного управления сигнализации и связи (КБ ЦШ). Приказ об организации КБ ЦШ министр путей сообщения СССР подписал в 1956 г. Год спустя в распоряжение КБ был передан производственно-технический цех Центральной станции связи МПС, который стал производственно-экспериментальным цехом. Кстати, этот цех имеет интересную историю: на его территории в первые годы советской власти работали электро-технические мастерские службы сигнализации и связи Московско-Курской дороги.

■ Первым директором Конструкторского бюро назначили К.Д. Машкова, проработавшего в этой должности много лет. При нем началось строительство нового здания, соответствовавшего требованиям того времени. Правда, поработать в этом здании первому директору не довелось. После него КБ ЦШ возглавлял сначала В.И. Трехденев, затем – А.А. Казимов.

В 1987 г. в период экономической реформы в отрасли было создано НПО «Союзжелдоравтоматизация». Его основу составили трест «Трансигналсвязьзаводы» и институт НИИЖА, сформированный на базе КБ ЦШ. Возглавил НПО генеральный директор В.С. Скабалланович. Его первым заместителем и руководителем НИИЖА стал М.М. Лебедев.

В середине 1990-х гг. в рамках Программы информатизации отрасли институт был расширен и получил название НИИАС ЖТ. Его состав пополнился профильными подразделениями ВНИИЖТа, специалисты которого привнесли глубокие научно-теоретические наработки по системам авто-

матики, связи и информатики, нашедшие в институте практическую реализацию. Эти системы успешно работают на железных дорогах страны.

Для координации научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области информационных технологий на железнодорожном транспорте НИИАС ЖТ в 2000 г. преобразуется в головной институт отрасли – ВНИИАС МПС, руководить которым был назначен П.А. Козлов. К этому времени в его состав вошло проектно-конструкторское бюро АСУЖТ, ставшее Барыбинским филиалом ВНИИАС МПС.

До слияния с нашим институтом коллектив ПКТБ АСУЖТ создал автоматизированные системы: оперативного управления перевозками (АСОУП), управления сортировочной станцией (АСУ СС), железной дорогой (АСУ ЖД), роспуском составов с горки (АСУ РСГ). Кроме того, были разработаны: диалоговая информационно-справочная система контроля и управления оперативной работой дорог (ДИСКОР), система интегрированной обработки дорожных

ведомостей (ИОДВ), учета труда и заработной платы для работников локомотивных депо (УТРЗ) и др.

За время существования института его специалисты создали много устройств железнодорожной автоматики, телемеханики, связи и информатики, усовершенствовали существующую аппаратуру.

Так, в конце 50-х гг. была разработана и испытана в эксплуатации аппаратура автоблокировки на бесконтактных полупроводниковых элементах. Этот опыт послужил примером для дальнейшего применения полупроводниковых приборов в устройствах СЦБ.

В начале 60-х гг. создана система релейной полупроводниковой блокировки РПБ КБ ЦШ для применения на однопутных линиях с автономной и электрической тягой. Для повышения безопасности движения поездов и сокращения штата стрелочников на промежуточных станциях в 1965 – 1967 гг. внедрена станционная релейная блокировка с электрическим управлением стрелками типа СРБ-ЭЦ, положенная в основу системы электрической централизации малых станций типа ЭЦМ.

Получила признание на дорогах автоматическая переездная сигнализация с рельсовыми цепями наложения тональной частоты в диапазоне 1500 – 2000 Гц, которую можно было применять на участках с любым видом тяги и различными системами рельсовых цепей.

Важной разработкой стала частотная система диспетчерского контроля (ЧДК), которая имела по сравнению с релейной системой диспетчерского контроля преимущества по быстродействию, емкости и экономичности. Эта система позволяла поезвному диспетчеру следить за положением поездов на перегонах и станциях, дежурным по станциям – за движением поездов на прилегающих к станциям перегонах и, кроме того, контролировать устройства автоблокировки переездной сигнализации.

Совершенствовалась аппаратура электропитания. Новая аппаратура обеспечивала более экономичный расход электроэнергии, меньшую потребность в аккумуляторах и более высокую надежность действия устройств СЦБ.

При разработке железнодорожной телевизионной установки



Автоматическая локомотивная сигнализация непрерывного типа с автостопом

50-е годы

Диспетчерская централизация

Управление стрелками и сигналами на участке с помощью одного пульта (набор маршрута осуществляется нажатием двух кнопок)



Маршрутно-релейная централизация с выносным табло

ЖТУ-3, предназначенной для обзора путей и парков крупных железнодорожных станций, решались задачи улучшения условий труда станционного диспетчера по руководству работой сортировочной станцией, повышения безопасности маневровой работы и перерабатывающей способности станции, сокращения межоперационных перерывов.

В конце 80-х гг. специалисты института начали разработку автоматизированной системы роспуска составов на сортировочных горках со скоростями надвига составов 10–12 км/ч. Эта система была внедрена на сортировочной горке Орехово-Зуево Московской дороги. При этом управление роспуском осуществлялось, начиная с надвига составов на горку и кончая управлением третьей тормозной позицией, устанавливаемой на путях подгорочного парка. В горочный комплекс вошли также горочная многозначная локомотивная сигнализация ГАЛС с устройством телеуправления горочным локомотивом ТГЛ, бесстыковая рельсовая цепь для спускной части горки, весомерное устройство, индуктивно-проводной датчик ИПД, устройство контроля заполнения путей.

В 1993 г. совместно с сотрудниками Московской дороги участок Москва – Бекасово был оснащен

новой микропроцессорной системой автоматической локомотивной сигнализации КЛУБ, которой оборудовали пять локомотивов. В этой системе удалось реализовать возможности практически всех известных приборов бдительности.

Большой вклад внес коллектив института и в развитие систем связи. Так, была создана аппаратура для организации радиопроводной связи поездного диспетчера и дежурных по станции с машинистами поездов, а также дежурных соседних станций между собой на участках дорог с любым видом локомотивной тяги. Разработан комплекс аппаратуры станционной двухсторонней парковой связи (СДПС) для оперативной связи между руководителями и исполнителями технологического процесса в парках.

В 1973 г. аппаратура односторонней индуктивной парковой связи «Шлейф-1» заменила устройства громкоговорящей связи. Позднее появилась аппаратура двухсторонней индуктивной связи «Шлейф-2» для обеспечения взаимного вызова и переговоров командиров и исполнителей технологических процессов.

Совместно с предприятиями промышленности модернизировались системы радиосвязи. С Новосибирским радиозаводом были проведены эксплуатационные



70-е годы

Релейный статив

Электрическая схема смонтирована из блоков реле



Релейная диспетчерской централизации

Расширен полигон управления, повышена безопасность движения поездов

испытания возимой радиостанции РВ-1М, а с Владимирским – распорядительных станций СР234М, РС-46М, РС-23М, РС-5М и др.

С участием института усовершенствовалась автоматизированная система учета и продажи мест на поезда дальнего следования с широким использованием вычислительной техники. В дальнейшем её заменила автоматизированная система нового поколения «Экс-

пресс-3», применение которой подняло обслуживание пассажиров на качественно новый уровень.

Много внимания уделялось автоматизации технологических процессов. Для единых центров диспетчерского управления были предложены технические решения по основному модулю ЕЦДУ – району управления, разработан комплекс АРМов (ДНЦ, ТНЦ, ПЧ, ДРЦ и др.), объединенных локаль-

ной сетью и управляемых сервером. Создавалась сеть передачи данных общего пользования для АСУ грузовыми и пассажирскими перевозками, которая имела возможность предоставления широкого спектра услуг клиентам.

Важным этапом совершенствования перевозочного процесса стало внедрение на железных дорогах системы диспетчерских центров управления. На базе ЦУПов удалось сконцентрировать диспетчерское управление в единой структуре, которая позволила уменьшить влияние стыковых потерь.

Сеть связи железных дорог организуется по единой идеологии построения первичных сетей на основе ВОЛС и цифровых систем передачи и коммутации. Одновременно развиваются резервные сети спутниковой и радиорелейной связи, цифровые сети оперативно-технологической связи, являющиеся важнейшим звеном централизации управления перевозками.

В институте решен ряд задач в сфере энергетики. При этом одним из крупнейших инновационных проектов стала автоматизированная система коммерческого учета электроэнергии АСКУЭ, предназначенная для оптимизации процесса управления закупкой и потреблением электроэнергии. Она обеспечивает прогнозирование и планирование почасового потребления электроэнергии, контроль энергопотребления и мониторинг состояния сетевого оборудования, может работать как на отдельной тяговой подстанции, так и в целом хозяйстве. Создана система центров планирования и контроля потребления электроэнергии ОАО «РЖД».

Специалисты института давно пришли к пониманию, что безопасность движения зависит от многих факторов и её нельзя рассматривать в отрыве от функционирования рельсовых цепей, подвижного состава, технологии ремонта и др. Этому многофакторному процессу должна соответствовать многофункциональная система. При ее разработке большое внимание уделялось человеческому фактору. Чтобы исключить влияние человеческого фактора и сократить число опасных ситуаций, создаваемых вследствие ошибок персонала, разрабатывается многоуровневая автоматизированная



90-е годы

Релейная централизация крупной станции

система управления и обеспечения безопасности движения поездов. При этом комплексно используются бортовые и информационные системы, устройства СЦБ, радиосвязи, спутниковой навигации. Эта система реализует все функции, связанные с обеспечением безопасности движения поездов и выполнением перевозочного процесса.

В 2007 г. создано дочернее предприятие ОАО «РЖД» – Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте. Сегодня ОАО «НИИАС» – головное научное предприятие отрасли. Наши ученые и специалисты осуществляют свою деятельность в соответствии с потребностями главного заказчика и потребителя – ОАО «РЖД».

Основными направлениями деятельности института являются:

- создание современных технологий управления с использованием ситуационных моделей, мониторинговых прогнозных систем перевозочного процесса, логистики; формирование и использование динамических эксплуатационных резервов пропускной и провозной способности железнодорожных линий с применением интеллектуальных автоматизированных систем управления;

- разработка интеллектуальных систем для подвижного состава и инфраструктуры на основе самодиагностируемых объектов, обеспечивающих передачу оперативной информации о техническом состоянии, остаточном ресурсе, целесообразности изменения режима работы или необходимости вывода из эксплуатации, сокращение удельного энергопотребления и затрат на эксплуатацию;

- обеспечение безопасности за счет разработки автоматической локомотивной сигнализации нового поколения с использованием корреляционных алгоритмов обработки сигналов, внедрения системы автоблокировки с тональными рельсовыми цепями, централизованным размещением аппаратуры и дублирующими каналами передачи информации (АБТЦ-М), представляющей собой микропроцессорную систему интервального регулирования и обеспечения безопасности движения поездов на перегонах.



1995 год

Автоматизированный диспетчерский центр управления перевозками (АДЦУ)

Среди наиболее значимых направлений, которые реализуются в настоящее время, необходимо отметить системы обеспечения безопасности движения поездов с применением спутниковых технологий, в том числе для олимпийских объектов в Сочи. Разработана и уже эксплуатируется комплексная автоматизированная технология управления перевозками, обеспечивающая прогнозирование поездопотоков на сменно-суточный период для полигонов обращения, планирование поездообразования по станциям с учетом подходов поездов и локомотивов, управление единым парком тяговых ресурсами на основе активного контроля дислокации локомотивов и с учетом локомотивно-поездного положения на всем направлении.

Внедрена комплексная технология автоматизированного управления движением поездов на высокоскоростном направлении Москва – Санкт-Петербург, которая позволяет решать задачи мониторинга движения поездов, ССПС, маневровых локомотивов, МВПС, планирования движения поездов с учетом энергооптимальных режимов и «окон», в режиме восстановления графика, мониторинга состояния инфраструктуры, диагностики подвижного состава.

Введен в эксплуатацию в Самаре Дорожный центр управления перевозками с применением пере-

зовых технологий и технических средств.

В рамках комплексного научного проекта внедряются технологии управления перевозками на основе экономических критериев (КНП-1). В рамках КНП-1 интегрированы системы организации перевозок грузов и пассажиров, нацеленные на повышение прибыли ОАО «РЖД» и позволяющие свести к минимуму субъективный фактор при принятии управляющих решений.

Коллектив института ищет пути реализации наиболее эффективных и рациональных с точки зрения материальных затрат инновационных технологий, включая спутниковые. Проводит целенаправленную и системно выстроенную работу по внедрению спутниковых технологий в соответствии со стратегией развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 г. Особое внимание уделяется формированию единого координатного пространства ОАО «РЖД» и единой системы ведения баз геопространственных данных, позволяющих создать надежный механизм интеграции и синхронизации различных прикладных информационно-управляющих систем.

С помощью спутниковых систем ГЛОНАСС/GPS и информационных сервисов предоставлена гарантированная возможность с высокой точностью определять

параметры движения и состояние бортовых систем пассажирских и грузовых поездов, дислокацию самоходных подвижных средств, путейских бригад и др.

Для формирования информационно-советующих систем, снижающих риски при эксплуатации железнодорожной инфраструктуры, ОАО «НИИАС» совершенствует аэрокосмические технологии мониторинга и геотехнической диагностики потенциально опасных участков пути, занимается выявлением природно-техногенных процессов, негативно влияющих на состояние инфраструктуры. В качестве приоритетного выбрано направление «сквозной» технологии комплексного применения современных методов аэрокосмической, воздушной и наземной лазерной, оптико-электронной, тепловизионной и георадарной съемок. Результаты этих исследований лягут в основу единой базы ОАО «РЖД» геопространственных данных инженерно-геодезических изысканий для проектирования, строительства, реконструкции и эксплуатации железных дорог. Много внимания уделяется совершенствованию нормативной правовой базы в сфере внедрения спутниковых технологий.

Более 20 лет назад был создан Ростовский филиал нашего института, который и сегодня входит в состав ОАО «НИИАС». Творческий потенциал этого коллектива направлен на разработку систем комплексной автоматизации сортировочных горок и горочных ком-

плексов, включающих подсистемы автоматизированного управления маршрутами ГАЦ МН, регулирования скоростей скатывания отцепов и управления прицельным торможением АРС-УУПТ, контрольно-диагностический комплекс горочной зоны КДК СУ ГАЦ для диагностики напольных и постовых устройств ГАЦ и др.

Для реализации программы модернизации сортировочных станций ОАО «НИИАС» совместно с департаментами и дирекциями ОАО «РЖД» выполняет работы по комплексному переоснащению сортировочных станций, включая путевое переустройство и внедрение новых технических средств.

За последнее десятилетие были реконструированы сортировочные горки на станциях Бекасово, Инская-четная, Инская-нечетная, Иркутск-Сортировочный, Новокузнецк-Восточный, Новая Еловка, Красноярск-Восточный, Москва, Входная, Челябинск-Главный. Созданы новые устройства для механизации и автоматизации сортировочных процессов. Поставлены на производство унифицированный электронный горочный пульт, аппаратура контроля заполнения путей сортировочного парка на принципе импульсного зондирования КЗП ИЗ, быстродействующая управляющая аппаратура вагонных замедлителей ВУПЗ-05М.

Ростовский филиал ОАО «НИИАС» по согласованию с ЦШ ведет разработку микропроцессорного горочного пульта нового поколения на базе компьютерных

технологий для нечетной горки станции Санкт-Петербург-Сортировочный-Московский.

Кроме того, по инициативе института вместе с заводами-изготовителями разработаны и переданы на производство новые микропроцессорные устройства для автоматизации сортировочных процессов: аппаратура КЗП ИЗД, устройство фиксации прохождения осей УФПО-21, комплекс логической защиты горочных стрелок от перевода под подвижным составом (ЛЗС), весоизмерительные устройства, а также вагонные замедлители, отвечающие требованиям автоматизированного управления роспуском составов. Эти замедлители могут применяться как на горочных, так и на парковых тормозных позициях. Кроме того, рассматриваются варианты адаптации к требованиям Российских железных дорог тормозных средств зарубежных производителей, например, гидравлических и точечных замедлителей фирмы SONA (Германия), фирмы AAA SALES & ENGINEERING (США), чешских и польских производителей.

В современных условиях важной задачей является и создание эффективной организационно-технической системы обеспечения антитеррористической и антикриминальной безопасности железнодорожного транспорта. Этому направлению посвящена деятельность созданного три года назад Санкт-Петербургского филиала ОАО «НИИАС». Основными направлениями в этой области являются: разработка нормативных и методических документов, оценка уязвимости объектов инфраструктуры и транспортных средств, автоматизация процессов управления транспортной безопасностью, внедрение интегрированных систем безопасности типовых объектов, экспертная оценка и подготовка технических проектов комплексных систем безопасности вокзальных комплексов.

В заключение следует отметить, что в условиях рыночных отношений деятельность коллектива института направлена на активное продвижение своих эффективных решений на российский и зарубежный рынки. Для этого в институте есть научные кадры, подготовленные специалисты, современные технологии и идеи.



2000 год
Центр управления перевозками (ЦУП МПС)



В.А. ШАРОВ,
заместитель генерального директора,
руководитель НТК по управлению
перевозками, профессор,
доктор техн. наук

УДК 656.222.4

ИНТЕГРИРОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ГРУЗОВЫХ ПОЕЗДОВ

Ключевые слова: график движения, расписание грузовых поездов, качество транспортного обслуживания, инновационные технологии перевозки грузов, логистика

В бизнесе «Грузовые перевозки» ОАО «Российские железные дороги» исполняет роль общесетевого публичного перевозчика. Внедряя передовые инновационные технологии управления транспортным бизнесом, компания продолжает формировать новую линейку транспортных продуктов и повышать уровень клиентского сервиса.

■ Для большинства отправителей наиболее важна не скорость доставки груза, а своевременность. Вместе с тем, при перевозке массовых грузов актуальна регулярность доставки, ценных и скоропортящихся – скорость, а повагонных – гарантия доставить груз к месту назначения в заданный интервал времени. Если рассматривать специальные поезда, то для них определяющим является регламент пропуска, учитывающий особенности груза (негабаритный, опасный и др.).

В зависимости от требований, предъявляемых к перевозке, режиму доставки, характера производства у потребителя разработан алгоритм выбора категории грузового поезда.

Характерно, что выделенные категории поездов требуют существенно меньшей переработки на технических станциях с ожиданием накопления. Эти поезда могут следовать по технологии «с обменом групп вагонов», благодаря чему снижается себестоимость перевозки. Перевозку грузов, предъявляемых как повагонные отправки, предлагается осуществлять в поездах регулярного обращения (ПРО), следующих по расписанию. В их организации большая роль отводится сортировочным станциям, которые станут настоящей «фабрикой» по подготовке грузовых поездов на нитку графика.

Сегодня на отечественных дорогах используется традиционная технология – грузовые поезда отправляются по готовности. Такие показатели, как время готовности состава, локомотива и локомотивной бригады, наличие свободной нитки графика, взаимоувязка ниток по лежащим впереди техническим станциям, носят вероятностный характер, что увеличивает непроизводительные простои.

Поезда по мере готовности отправляются со станций по ближайшей свободной нитке графика или в любое время при свободности перегонов. Далее они следуют по участку, выдерживая графиковые времена хода, межпоездные и станционные интервалы. Однако использование такой технологии для оперативного планирования поездной работы на протяженных участках обращения локомотивов невозможно. Это связано с тем, что прогноз вагонопотоков неточен и нельзя своевременно пересылать локомотив резервом «по регулировке». В результате на одних станциях накапливаются неостребованные локомотивы, а на других их недостаточно. Вследствие этого простаивают готовые поезда, возрастают простои составов.

При движении грузовых поездов по расписанию состав готовится к отправлению по твердой, согласованной по направлению следования нитке, обеспечивается

локомотивом и локомотивной бригадой. Это существенно уменьшает непроизводительные потери.

При этом каждый состав формируется к определенному времени в соответствии с графиком. В случае изменения интенсивности вагонопотока вес и длина отправляемых поездов могут варьироваться при неизменности регулярности и ритма эксплуатационной работы. Такая технология наиболее эффективна в современных условиях перевозок и гарантирует своевременную доставку груза клиенту.

Надежность и качество перевозочного процесса – главное в производственной деятельности ОАО «РЖД». При этом важнейшими задачами являются: качество составления графика движения поездов всех категорий, своевременность его адаптации к изменениям спроса на перевозки и надежность выполнения.

Последняя задача заключается не только в соблюдении графика движения поездов разных категорий, как это принято считать. Немало примеров, когда при высоких показателях выполнения графика движения грузовых поездов подвижной состав используется неэффективно, и доставка грузов задерживается.

Безусловно, важно переходить от поучасткового учета выполнения графика к оценкам продвижения поездопотоков на маршрутах следо-

вания, а также процессов перехода вагонов из поезда в поезд на станциях. Требуется усовершенствование диспетчерского руководства движением поездов. Эта система должна оперативно восстанавливать графиковое движение поездов при сбоях, рационально продвигать транспортные потоки.

Спрос на грузовые перевозки традиционно планируется сбытовым блоком только на основе заявок и контрактов. Детализация корреспонденции осуществляется по схеме «отправитель – вид отправки – режим продвижения – получатель». Поэтому заблаговременно предоставить Дирекции управления движением информацию, необходимую для оптимального планирования грузовых перевозок по расписанию невозможно. Организаторы перевозочного процесса при реализации грузовых перевозок вынуждены постоянно «догонять» и подстраиваться под возникающую эксплуатационную ситуацию. Для решения этой задачи следует действовать «на опережение».

В новой системе управления перевозками, где планирование основано на маркетинговых исследованиях и ретроспективном анализе, будут определяться потенциальный платежеспособный спрос, объёмы, порционность, а также режим, маршрут следования отправки и другие показатели качества транспортного обслуживания.

Это позволит строить нормативный график движения на определенный период, в том числе сезон. На нем четко выделяется «ядро» грузовых поездов с регулярным обращением (по расписанию или твердым ниткам) между станциями зарождения и погашения вагонопотоков.

Этот график станет внутренним технологическим документом ОАО «РЖД». В перспективе, по мере развития правового обеспечения организации перевозочного процесса с учетом возникающих рисков (рис. 1), появится возможность заблаговременно сообщать всем грузоотправителям расписание грузовых поездов разных категорий (между крупными транспортными узлами, городами – миллионниками, крупными производителями и потребителями и др.) и сервисные условия. Благодаря этому экспедиторы смогут строить оптимальные логистические цепочки перемещения грузопотоков между производителями и потребителями.

У пользователей услугами ОАО «РЖД» появится возможность на равных правах через сбытовой блок приобрести вагоно-места в грузовых поездах, следующих по расписанию. При этом владельцы долгосрочных контрактов для перевозки по маршрутам отправления смогут стать обладателями всех вагоно-мест в поездах, т.е. покупать нитки графика на период действия

контракта. Клиенты, отправляющие грузы отдельными вагонами, смогут приобретать вагоно-места в поездах регулярного обращения между техническими станциями, а также в вывозных, передаточных и сборных поездах.

При отсутствии груза на купленную нитку графика или непредоставлении вагонов для прицепки к поездам регулярного обращения отправители должны заблаговременно предупредить ОАО «РЖД», чтобы эти вагоно-места были доступны для других отправителей. При этом перепродажа ниток графика и вагоно-мест должна быть запрещена. Это исключит возможность спекуляций при дефиците пропускных способностей инфраструктуры на отдельных направлениях. Вопрос требует очень серьезной проработки, в том числе и с учетом опыта зарубежных дорог.

Технология движения грузовых поездов по расписанию, уже реализуется на нескольких железных дорогах. На следующем этапе предполагается разработать эту технологию для всех поездов и опробовать ее на опытных полигонах.

В перспективе, после освоения новой технологии с учётом основных технических, технологических и внешних рисков, все поезда на сети ОАО «РЖД» будут обращаться по графику. Для этого должен



РИС. 1

измениться и подход к предложению доступа к инфраструктуре железнодорожных линий. Необходимо принимать во внимание их наличную и потребную пропускную способность.

Наличная и потребная пропускные способности объектов инфраструктуры на разных направлениях будут сопоставляться в дирекциях управления движением, тяги и инфраструктуры – филиалах ОАО «РЖД». Затем через Центр фирменного транспортного обслуживания (ЦФТО) пользователям услугами железнодорожной инфраструктуры предложат сервисную пропускную способность в виде ниток графика или расписаний, обеспеченную ёмкостью станционных путей и локомотивной тягой. При этом будет учтено нормативное время на обслуживание и модернизацию инфраструктуры.

В таком графике предусматриваются: ядро ниток графика, утверждаемое на длительный период, например на год, и сезонные нитки на более короткое время. Все перевозки гарантированно обеспечиваются локомотивами и локомотивными бригадами.

При наличии резерва между на-

личной и сервисной пропускными способностями остаётся возможность прокладывать разовые нитки следования поезда по заказам клиентов. Такая ситуация может сложиться на новых грузовых маршрутах или на тех, которые существуют, при увеличении на них объемов грузовых и пассажирских перевозок.

На российских дорогах имеется богатый опыт организации движения грузовых поездов по расписанию. Это и организация работы по расписанию железнодорожных узлов – так называемый Пермский метод, календарная погрузка по направлениям – Белорусский метод, непрерывный план-график работы транспортного узла на Октябрьской дороге, межотраслевая технология РИТМ и др.

Однако по ряду причин использование передовых методов работы прекращалось, в частности, из-за низкой мотивации исполнителей к строгому соблюдению нормативного графика движения поездов, нацеленности диспетчерского аппарата в основном на выполнение локальных эксплуатационных показателей. Они не применялись и по причине высокой вероятности технических отказов объектов ин-

фраструктуры и подвижного состава, неинформированности о реальном спросе на перевозки или ходе перевозочного процесса.

Сегодня, в первую очередь из-за появления на сети частного подвижного состава с неопределенным правовым обеспечением эксплуатации, количество этих причин возросло. Тем не менее, все эти проблемы могут быть решены, хотя для этого потребуются немалые усилия и время.

Невыстроенность этих технологий объясняется тем, что в последние годы пропускные способности основных железнодорожных направлений и парк подвижного состава вполне удовлетворяли потребителей.

В настоящее время ситуация изменилась: возрос порожний пробег грузовых вагонов, снижена их производительность, увеличились встречные перевозки взаимозаменяемых типов вагонов, появился дефицит станционных путей для отстоя частных порожних вагонов. В связи с этим требуется новый подход к использованию инфраструктуры. Необходимо скоординировать действия всех подразделений компании для повышения про-

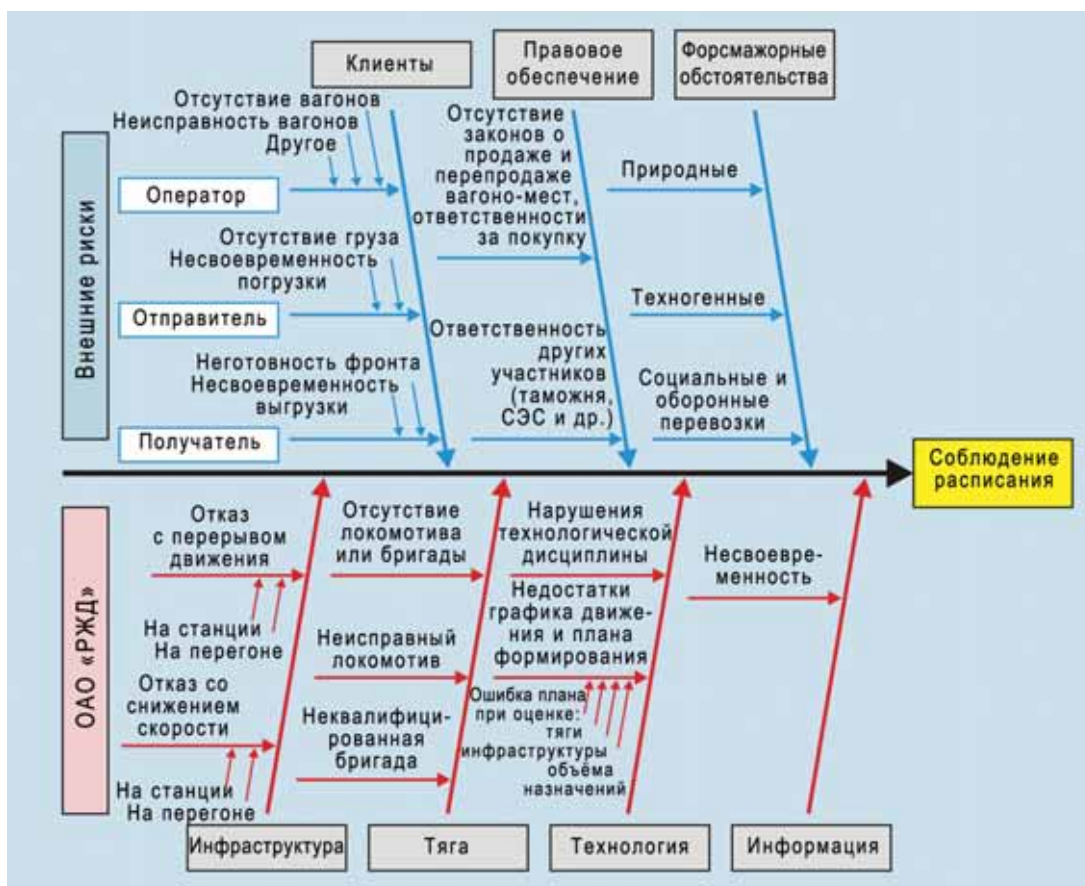


РИС. 2

возной способности и производительности труда.

Процессная модель будет разрабатываться на основе «Технологии централизованного управления перевозками во взаимодействии с дирекциями управления движением, тяги, инфраструктуры и сбыта» с учётом исследований специалистов ОАО «НИИАС», ОАО «ВНИИЖТ» и ОАО «ИЭРТ».

Следует отметить, что для реализации эффективных технологических решений в оперативной обстановке необходимы адекватные методы управления поездной работой.

Прежде всего надо отработать технологии формирования таких расписаний и организации перевозочного процесса, показать операторам подвижного состава, которые строят логистику перевозки «от двери до двери», все преимущества.

В основе разработок предлагается использовать теорию процессного подхода. Цель применения процессной модели управления перевозками — обеспечение эффективного взаимодействия дирекций управления движением, тяги, инфраструктуры, сбыта и компаний-операторов для выполнения плана перевозок и эффективного управления затратами по всем его элементам.

Для достижения синергетического эффекта технология управления движением грузовых поездов по расписанию должна опираться на процессные модели. Это позволит упорядочить информационные потоки, конкретизировать (и в итоге оптимизировать) функции взаимодействующих подразделений в корпоративной системе управления по вертикальным дирекциям и в холдинге ОАО «РЖД» в целом.

Эта технология должна внедряться одновременно с перестройкой системы организации вагонопотоков, расширением практики формирования групповых поездов и согласованного подвода вагонопотоков. Также необходимо, чтобы она «встраивалась» в логистические схемы операторов подвижного состава и взаимодействовала с крупными грузообразующими, грузопогашающими и грузоперевалочными комплексами. Для оптимизации разработки базовой технологии и ее адаптации к меняющимся условиям работы следует

предусматривать развитие специальных программных комплексов.

Этапность внедрения рассматриваемой технологии устанавливается на основе анализа структуры и устойчивости поездопотоков, оценки планируемой эффективности. Организация движения грузовых поездов по расписанию требует решения как внутренних, так и внешних задач. При этом особое внимание должно быть уделено техническим, технологическим и внешним рискам нарушения расписаний. К последним относятся перебои в движении по причинам, не связанным со структурами ОАО «РЖД», а также недостаточное правовое обеспечение новой технологии обращения грузовых поездов.

Нужна обязательная консолидированная ответственность всех участников перевозочного процесса (грузоотправителей, грузополучателей, компаний-операторов, железнодорожников, таможенников, пограничников и др.) за реализацию и обеспечение работы по расписанию.

Эксплуатационно-технические требования к интегрированной технологии управления движением грузовых поездов по расписанию позволят определить порядок анализа транспортных потоков. С учетом этого должно выполняться технико-экономическое обоснование полигонов и поэтапное внедрение технологии.

На основе технико-экономического анализа подготовлена программа внедрения технологии управления движением грузовых поездов по расписанию (рис. 2) на 2011–2015 гг. Этапы и полигоны внедрения определяются на научно-техническом совете ОАО «РЖД» по результатам научно-технических работ и практической реализации новой технологии на базовых полигонах в 2011–2012 гг.

Интегрированная технология управления движением грузовых поездов — это совокупность типовых (продуктовых) технологических модулей. Их можно будет настраивать и адаптировать к конкретным полигонам, в зависимости от структуры и динамики транспортных потоков использовать в разных комбинациях, а также включать в технологические процессы диспетчерских центров управления перевозками на региональном и сетевом уровнях.

Особое внимание при практической реализации новой технологии в сетевом масштабе следует уделить подготовке персонала. Программа обучения должна быть сформирована и реализована на базе современных образовательных технологий.

В результате проведенного SWOT-анализа подтверждена эффективность поэтапного внедрения технологии. Также определены задачи, над которыми следует работать для минимизации внутренних и внешних рисков.

Стабилизация грузового движения позволяет сократить издержки железнодорожного транспорта за счет сокращения остановок поездов в зонах с повышенным расходом топлива и электроэнергии. Появляется возможность уменьшить размеры движения в период, когда, например, лимитирован расход электроэнергии на тягу поездов. На малодеятельных и тупиковых линиях за счет пропуска поездов строго по ниткам графика сократится число смен персонала, работающего на станциях. Ряд отдельных пунктов можно будет законсервировать и перейти на график движения с увеличенным периодом.

Новая технология будет эффективна прежде всего в тех регионах сети, где нередко возникают затруднения в эксплуатационной работе, например, случаи «бросания» грузовых поездов на участках, особенно на подходах к портовым и пограничным станциям, которые в ближайшей перспективе вряд ли удастся изжить. Движение грузовых поездов по расписанию позволит заблаговременно оценить развитие промежуточных и участковых станций, определить варианты остановки составов с минимальными потерями участковой скорости и ущербом для продвижения других поездов.

Благодаря стабилизации грузового движения станет более равномерным в течение суток, повысится надежность тягового обеспечения. Таким образом возникают резервы пропускной способности, повышается качество транспортного обслуживания пользователей и, соответственно, доходы компании.

Привлечение на железнодорожный транспорт дополнительных грузов за счет повышения качества транспортного обслуживания,

предоставления грузовладельцам и операторам дополнительных услуг можно рассматривать как экономическую выгоду ОАО «РЖД». Кроме этого, благодаря повышению производительности подвижного состава, предлагаемая технология позволит сократить затраты на организацию и обеспечение перевозок на большинстве направлений. Этот факт подтвержден на дорогах США и Канады.

По предварительным оценкам сегодня потенциальная потребность клиентов в грузовых поездах по расписанию составляет около 85 % общего объема перевозок.

Переход к новой организации поездной работы с использованием в оперативных условиях рациональных схем пропуска поездов, заложённых в график, позволяет повысить участковую скорость грузовых поездов в среднем на 2–4 км/ч. За счет согласованного подвода поездов к узлам и гарантированного обеспечения локомотивами и бригадами простоя вагонов на технических станциях сокращаются на 0,2–0,6 ч.

Благодаря ускоренному пропуску поездов по участкам и рациональной увязке их оборота на станциях на 6–10 % увеличивается среднесуточный пробег локомотивов. Кроме этого, в 1,5 раза уменьшаются неграфиковые остановки грузовых поездов, что приводит к экономии топливно-энергетических ресурсов. Также на 4–6 % снижается потребность в локомотивных бригадах, улучшается организация их труда и отдыха на базе именных графиков работы. Использование новой технологии позволяет компенсировать потери в эксплуатационной работе в связи с закрытием и переводом отдельных пунктов малодейственных линий на сокращенный регламент.

Не менее чем на 7–9 % сокращаются финансовые потери, связанные с несвоевременной доставкой грузов и возвратом вагонов владельцам.

Приведенные изменения показателей следует рассматривать как минимальные, без учета сопутствующих эффектов и дальнейшей оптимизации графика движения и его исполнения, включая расписания для тяжёловесных и других специализированных категорий поездов.

Программа подготовки к Олимпийским играм «Сочи-2014» ставит перед специалистами железнодорожного транспорта задачу разработки принципиально новой комплексной системы безопасности движения поездов, интегрированной с объектами действующей инфраструктуры, которые участвуют в управлении движением поездов, обеспечении безопасности передвижения пассажиров и перемещения грузов. Такая система должна учитывать различные аспекты безопасности. Наиболее ответственными аспектами являются транспортная и информационная безопасность таких объектов защиты, как Центры управления движением и безопасностью, поезда, станции и вокзалы, железнодорожные пути, депо и пункты отстоя поездов, тоннели, мосты, контактная сеть и тяговые подстанции, технологическое оборудование, информационные ресурсы.

■ При разработке системы требуется учитывать основные рабочие характеристики оборудуемой железнодорожной линии. В районе сочинского транспортного узла планируется проложить 58 км новых линий в условиях сильно-пересеченной горной местности с максимальным продольным уклоном 40 ‰, возвести более 65 искусственных сооружений, из них 12 тоннелей, оборудовать инфраструктурой обеспечения безопасности новые и существующие станции, а также перегоны между ними. Высокий уровень эксплуатационной готовности участка должен обеспечивать новый перспективный подвижной состав – важное звено в интегрированной системе безопасности. В рамках проекта намечено построить и оборудовать бортовыми системами безопасности 38 электропоездов Desiro-RUS. Провозная способность линии около 8,5 тысяч пассажиров в час с интервалами движения поездов до 5 минут и средней скоростью движения 120 км/ч.

Одна из важнейших задач интегрированной системы в этих непростых условиях – функциональная безопасность перечисленных объектов. Непрерывность и безопасность перевозочного процесса основываются на безопасности движения, бесперебойном функционировании устройств

СЦБ, защите каналов передачи данных и самих данных от помех и несанкционированного вмешательства.

В рамках решения поставленной задачи специалисты ОАО «НИИАС» и компания AnsaldoSTS разработали комплексную российско-итальянскую систему управления и обеспечения безопасности движения поездов ITARUS-ATC. Эта система предназначена для организации высокоинтенсивного движения электропоездов на участке Адлер – Красная Поляна – Веселое во время проведения зимних Олимпийских игр «Сочи-2014». Впоследствии на этом участке планируется организация скоростного движения пассажирских поездов.

Система ITARUS-ATC состоит из следующих уровней и подсистем (см. рисунок).

Верхний уровень включает в себя подсистему сигнализации и управления движением, выполняющую функции автоматизации, управления и регулирования. Подсистема оснащена двойным интерфейсом оператора, один из которых будет находиться в Центре управления на станции Адлер, второй – в Ростовском центре управления.

Средний уровень составляет блок радиуправления (RBC), являющийся централизованным устройством наземной

ТРАНСПОРТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОЛИМПИЙСКИХ ИГР «СОЧИ-2014»



И.В. СТАЛЬНОВА,
руководитель НТК систем
управления и обеспечения
безопасности движения
поездов



Е.Е. ШУХИНА,
заместитель руководителя НТК –
начальник отделения разработки
систем управления и обеспечения
безопасности движения поездов



И.Н. ГРИНФЕЛЬД
начальник сектора разработки
микропроцессорных устройств

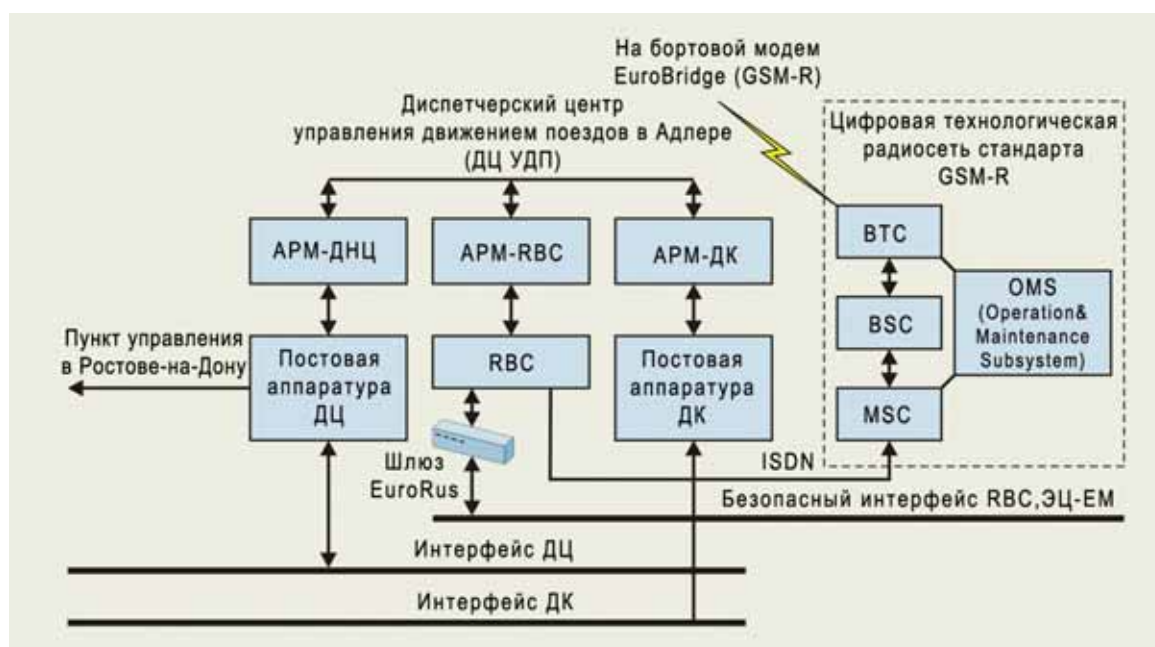
установки. Он предназначен для безопасного управления и контроля за поездами по радиосети GSM/GSM-R. Через блок радиоуправления реализуется дополнительный канал передачи информации для работы локомотивных систем обеспечения безопасности движения. В блок входят: подсистема сигнализации централизованной безопасности; шкаф ART (аварийная сигнализация, регистрация и дистанционное управление); пульт оператора для отправки команд; пульт

диагностики и обслуживания; оборудование, контролирующее основные и маневровые сигналы, стрелки, состояние переездной сигнализации и рельсовых цепей через безопасный интерфейс Euroradio+ с системами электрической централизации ЭЦ-ЕМ, а также осуществляющее связь с подвижными единицами через защищенный протокол Euroradio по «открытым» радиосетям.

Нижний уровень включает в себя подсистему бортовых устройств управления и обеспечения

безопасности движения (аналог европейской ATP), реализованную на базе бортовой микропроцессорной системы КЛУБ-У с модулями AIRBS и двумя цифровыми радиомодемами стандарта GSM/GSM-R.

Система ITARUS-ATC по своим качествам соответствует требованиям ERTMS/ETCS второго уровня. Она накладывается на существующие или новые инфраструктуры сигнализации и блокировки. Реализованные в ITARUS-ATC программные процедуры способны



поддерживать смешанный режим управления движением поездов, что гарантирует интероперабельность, т.е. функциональную совместимость системы с европейскими и национальными линиями. Требования, установленные для системы ITARUS-ATC, обеспечат интеграцию в существующую инфраструктуру управления и защиты, а также в запланированные интегрированные услуги инфраструктуры связи.

Функции между центром радиоблокировки и бортовым модулем распределены следующим образом. Центр радиоблокировки передает бортовому модулю топологические данные, основанные на оценке защищенного маршрута и разрешенной скорости, с полномочиями движения. На основе этой информации, а также статических и динамических данных поезда бортовой модуль вычисляет кривые торможения для контроля фактической скорости движения, местоположения и скорости. Система предупреждает машиниста локомотива каждый раз, когда поезд подходит к участку, для проезда которого нет разрешения или гарантии его свободы. Центр радиоблокировки командует эксплуатационными и организационными процедурами. Бортовой модуль выполняет эти команды.

Центр описывает на карте маршрута постоянные характеристики пути для контролируемой области. Он получает информацию об изменяющихся состояниях элементов маршрута из централизации и данные текущего местоположения поезда от его бортового оборудования. На основе этой информации центр радиоблокировки воспроизводит состояние текущих процессов в контролируемой им области.

Каждому поезду, управляемому системой ITARUS-ATC, определяется полномочие движения в соответствии с текущей поездной ситуацией для находящегося впереди участка пути. Бортовая подсистема защиты поезда (АТР) передает данные о местоположении и параметрах движения поезда, ограничивает скорость, управляет тормозами, контролирует управление тягой, идентифицирует подвижную единицу в системе управления, а также обеспечивает интерфейс с

другими бортовыми системами.

Проектом оборудования участка предусмотрены технические решения для увязки устройств ITARUS-ATC с ЭЦ-ЕМ, АПС-ЕН, ДК и ДЦ, а также с сетями GSM/GSM-R.

Система ITARUS-ATC использует безопасную информацию о местоположении поезда от КЛУБ-У для автоматизированного контроля движения. Позиционирование транспортных средств при перевозках играет существенную роль в системной безопасности, так как эта информация используется для разделения поездов необходимыми интервалами следования и управления их движением. Основанием для выделения поезду маршрута является доказательство безопасной свободы пути. Поэтому формирование информации позиционирования представляет собой связанную с безопасностью функцию.

Требования, необходимые для обеспечения безопасности, появляющиеся в результате критичности информации, а именно, точности, надежности, целостности и пригодности (доступности) данных позиционирования, должны быть удовлетворены в соответствии со стандартами CENELEC EN 50126 и EN 50129 третьего и четвертого уровней. Эти уровни, используемые в сфере железнодорожного транспорта, являются самыми высокими. Для их реализации в системе ITARUS-ATC применяются комбинированные методы навигации, включающие в себя способы определения местоположения поезда по показаниям одометра, состоянию рельсовых цепей и по спутниковой навигации GPS/ГЛОНАСС.

Для защиты передачи данных между блоками радиоуправления и бортовым модулем используются ключи шифрования и шифровальные процедуры, предусмотренные протоколом Euroradio. Они обеспечивают целостность информации и устанавливают подлинность пользователя. Ключами управляют с помощью шифровальных методов, аппаратных средств и программного обеспечения блока радиоуправления, определяя основные организационные процедуры.

Система ITARUS-ATC, интегрированная в действующие системы управления, не только обеспечит

безопасность движения, но и повысит экономическую рентабельность линии. При этом сократятся вынужденные задержки поездов, вызванные нерациональными торможениями, уменьшится интервал попутного следования. В результате увеличится пропускная способность, а также улучшится способность восстановления графика движения поездов в случае его нарушения. При использовании системы ITARUS-ATC скорость и время прибытия поезда могут быть вычислены более гибко. Из новой системы планирования расписания движения поездов необходимая информация поступает через службы передачи данных на «заинтересованные» поезда, обеспечивая минимум задержек и максимум сервиса для пассажиров. В том числе сократится расход электроэнергии за счет передачи на поезд оптимального графика ведения поезда, а также энергопотребление. Разрабатываемые системы, обеспечивающие доставку пассажиров и грузов на объекты Олимпийских игр «Сочи-2014», гарантированно выполняют требования функциональной безопасности на основе использования новейших технологий управления и накопленного опыта эксплуатации на российских и европейских дорогах.

Для всех функциональных задач планируется использовать цифровые сети связи, обеспечивая их специализацию, оперативный мониторинг и высокую степень живучести. Централизованное управление ответственными объектами будет осуществляться с непрерывным контролем состояния технических средств и действий оперативного персонала. Электронный контроль перемещений пассажиров в транспортной системе позволит организовать интеграцию с другими видами транспортных средств.

В закрытой системе доступа к транспортным объектам будут формироваться централизованно оперативная информация и прогнозироваться риски критических ситуаций. При этом выполнение установленных российским законодательством и международными нормами условий информационной, пожарной, экологической, радиационной и антитеррористической безопасности гарантировано.



С.Н. РЯЗАНОВ,
заместитель генерального
директора, руководитель НТК
транспортной безопасности
и безопасности сетевых
технологий, канд. техн. наук

ТРАНСПОРТНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ОБЪЕКТОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Обеспечение транспортной безопасности является одной из приоритетных задач государства и общества. Ряд трагических событий, вызванных террористическими актами на железной дороге, в московском метрополитене, аэропортах, остановках общественного транспорта, показал масштаб угроз и остроту проблемы обеспечения безопасности граждан в транспортной отрасли. В соответствии с Федеральным законом «О транспортной безопасности» № 16 от 9 февраля 2007 г. значительная доля ответственности за её обеспечение лежит на владельце (собственнике) объектов транспортной инфраструктуры (ОТИ) и транспортных средств (ТС). Таким образом, основные проблемы со стороны ОАО «РЖД» связаны с разработкой и реализацией планов по обеспечению транспортной безопасности на основе результатов категорирования и оценки уязвимости ОТС и ТС.

■ Главным в этом направлении является создание эффективной организационно-технической системы обеспечения требуемого уровня защищенности объектов транспортной инфраструктуры и транспортных средств от актов незаконного вмешательства (АНВ), снижение рисков совершения АНВ и минимизация возможного ущерба.

На рисунке представлена последовательность реализации основных мероприятий по обеспечению транспортной безопасности в соответствии с ФЗ «О транспортной безопасности» применительно к железнодорожному транспорту общего пользования.

Железные дороги как объект защиты имеют следующие особенности:

наличие большого количества разнородных объектов с существенно отличающимися принципами функционирования и требованиями к обеспечению транспортной безопасности: подвижной состав, вокзалы, пассажирские платформы, тяговые подстанции, посты ЭЦ и устройства автоблокировки, дома связи, ИВЦ, ДЦУП, склады, вагонные и локомотивные депо, административные здания, грузовые дворы, контейнерные площадки и собственно железнодорожные пути и искусственные сооружения (мосты, тоннели, путепроводы и др.);

высокая интенсивность и скорость движения поездов на ряде участков, ограниченность времени



для принятия решений в случае возникновения экстренной ситуации;

прохождение дорог по территориям ряда субъектов РФ с большой плотностью населения, а также наличие множества населенных пунктов и дачных массивов, расположенных в непосредственной близости от полосы отвода;

значительное количество как легитимно присутствующих (персонал), так и нелегитимно присутствующих людей на железнодорожных путях (местные жители, туристы, грибники), отсутствие правовых ограничений на нахождение в полосе отвода, соответственно – невозможность защиты от проникновения;

высокий уровень помех для технических средств физической защиты (акустические, вибрационные, электромагнитные, снежные и пылевые вихри и др.);

необходимость обеспечения электромагнитной совместимости (ЭМС) с системами железнодорожной автоматики и связи.

На сегодняшний день хорошо отработаны решения и технологии для обеспечения безопасности локальных объектов. Как правило, это комбинация системы контроля и управления доступом, системы охраны периметра, системы видеонаблюдения, системы освещения и оповещения. Такие решения и системы широко используются для обеспечения безопасности депо, домов связи, ИВЦ и ДЦУ, грузовых дворов, административных зданий и др.

Наиболее сложной задачей является защита собственно железнодорожных магистралей и находящихся на ней искусственных сооружений и оборудования.

С учетом указанных особенностей железнодорожных магистралей как объекта защиты технические средства физической защиты (ТСФЗ) должны обеспечить:

обнаружение и контроль действий нарушителей (так как ограничение доступа людей невозможно, за исключением отдельных типов объектов);

повышенные эксплуатационные и климатические требования;

минимально возможную «человекоемкость»;

простоту установки и электромагнитную совместимость с железнодорожными системами;

возможность проведения работ по монтажу без создания помех нормальному функционированию железнодорожного транспорта;

обеспечение большого жизненного цикла (не менее 10 лет);

использование открытых и масштабируемых решений и сохранение инвестиций (информационная и техническая совместимость с существующими средствами безопасности; возможность расширения функциональности системы безопасности без радикальной перестройки её базовых программно-технических средств при подключении новых программно-технических модулей);

соответствие действующей нормативно-правовой базе.

Существует большое количество технологий и технических средств, которые могут быть использованы для решения указанной задачи. Это: системы охранного телевидения, тепловизионная и радиолокационная техника, системы контроля и управления доступом, периметральные средства обнаружения, системы контроля железнодорожного полотна, инженерные заграждения, средства досмотра и обнаруже-

ния взрывчатых веществ и др. Стоимость создания и эксплуатации системы обеспечения транспортной безопасности ОТИ и ТС может быть очень высокой. Поэтому решение об архитектуре, организационных принципах функционирования и составе используемых ТСФЗ должно приниматься на основе критериев и показателей оценки мероприятий по обеспечению транспортной безопасности ОТИ и ТС. Очевидно, что данные показатели должны быть связаны (агрегированы) с показателями оценки рисков совершения актов незаконного вмешательства.

В общем случае, под риском понимается мера опасности, характеризующая возможность совершения акта незаконного вмешательства на объекте железнодорожной транспортной инфраструктуры (железнодорожном транспортном средстве). Тяжесть ее последствий определяется:

$$R = PU, \quad (1)$$

где R – риск;

P – вероятность совершения АНВ;

U – ущерб в случае реализации АНВ.

Задача оценки потенциального ущерба U решается в процессе категорирования компетентным органом – Федеральным агентством железнодорожного транспорта (см. рисунок).

Категорирование объектов транспортной инфраструктуры и транспортных средств основывается на экспертной (балльной) оценке потенциального ущерба каждого вида при совершении акта незаконного вмешательства. Итоговое значение ущерба (риска) определяется как сумма балльных оценок по всем видам ущерба.

В качестве показателей ущерба используются: людские потери и ущерб здоровью людей; срок нарушения транспортной функции (время восстановления движения поездов); ущерб имуществу (затраты на восстановление/замену объектов транспортной инфраструктуры и транспортных средств); показатели особенностей и значимости перевозок, к которым привлекаются транспортные средства (использование в составе высокоскоростных поездов, при перевозках опасных грузов, радиоактивных, инфекционных или ядовитых веществ, при выполнении железнодорожных перевозок в рамках исполнения международных обязательств Российской Федерации и др.); экологический ущерб.

Таким образом, в общем случае оценка риска акта незаконного вмешательства определяется суммированием рисков для каждого вида ущерба:

$$R = \sum_{i=1}^5 R_i,$$

где R_i – оценка ущерба i -го вида от совершения АНВ по отношению к объекту защиты.

Потенциальный ущерб должен оцениваться в отношении конкретного защищаемого объекта для каждой угрозы в соответствии с принятой моделью угроз.

В настоящее время единственным правовым документом, определяющим модель (перечень) угроз для железнодорожного транспорта, является совместный приказ Минтранса РФ № 52, ФСБ РФ № 112, МВД РФ № 134 от 5 марта 2010 г. «Об утверждении Перечня потенциальных угроз совершения актов незаконного вмешательства в деятельность объектов транспортной инфраструктуры и транспортных средств».

Приказом определены следующие угрозы: захвата; взрыва; размещения или попытки размещения на ОТИ и/или ТС взрывных устройств (взрывчатых веществ); поражения опасными веществами; захвата критического элемента ОТИ и/или ТС; взрыва критического элемента ОТИ и/или ТС; размещения или попытки размещения на критическом элементе ОТИ и/или ТС взрывных устройств (взрывчатых веществ); блокирования; хищения.

На наш взгляд, при рассмотрении вопросов построения системы обеспечения транспортной безопасности объектов железнодорожной инфраструктуры необходимо также учитывать специфические для железнодорожного транспорта угрозы, которые можно трактовать как конкретизацию (расширение) угрозы типа «блокирование»:

- наложение посторонних предметов на путь;
- разрушение (нарушение целостности) элементов железнодорожной инфраструктуры (пути, контактной сети, устройств СЦБ);

- сброс опасных предметов с путепроводов;
- забрасывание поезда опасными предметами;
- несанкционированный выезд автотранспортных средств на железнодорожный переезд.

Формирование перечня угроз, модели нарушителя, сценариев реализации каждого типа угроз применительно к каждому типовому ОТИ и ТС – задача процедуры оценки уязвимости, которая выполняется аккредитованной в компетентном органе специализированной организацией. В процессе оценки уязвимости изучаются основные показатели, характеризующие ОТИ, его технические и технологические характеристики и порядок функционирования. Объект относится к одной из групп типовых ОТИ. Определяются критические элементы ОТИ и способы реализации потенциальных угроз совершения актов незаконного вмешательства в деятельность ОТИ с использованием модели нарушителя применительно к объекту транспортной инфраструктуры, уязвимость которого оценивается. Вырабатываются рекомендации с целью их реализации в планах по обеспечению транспортной безопасности.

При балльной оценке потенциального ущерба фактически оценивается величина риска, т.е. не только собственно масштаб ущерба, но и вероятность реализации конкретной угрозы по отношению к конкретному ОТИ или ТС.

$$R = \sum_{j=1}^n R_{ji} = \sum_{j=1}^n P_j U_{ji},$$

где P_j – вероятность реализации j -й угрозы;
 U_{ji} – ущерб i -го вида от реализации j -й угрозы.

Оценка величины потенциального ущерба в случае совершения АНВ является крайне сложной и трудоемкой задачей, поскольку именно величина потенциального ущерба является определяющей при установлении категории железнодорожных ОТИ (ТС). В соответствии с ФЗ № 16 данная процедура относится к компетенции Федерального агентства железнодорожного транспорта.

Внедрение собственником объектов транспортной инфраструктуры и транспортных средств мероприятий по транспортной безопасности не влияет непосредственно на величину потенциального ущерба, но, в соответствии с выражением (1), уменьшает величину риска совершения акта незаконного вме-

шательства пропорционально вероятности совершения АНВ. Таким образом, основным критерием оценки эффективности мероприятий по обеспечению транспортной безопасности ОТИ и ТС можно принять степень уменьшения величины вероятности совершения АНВ.

После реализации системы защиты данная вероятность определяется выражением:

$$P = P_{\text{угр}} (1 - P_{\text{предотвр}}) = P_{\text{угр}} (1 - P_{\text{обн}} \cdot P_{\text{ликв}}), \quad (2)$$

где $P_{\text{угр}}$ – экспертная оценка вероятности попытки совершения АНВ;

$P_{\text{предотвр}}$ – вероятность предотвращения попытки совершения (подготовки) АНВ;

$P_{\text{обн}}$ – вероятность обнаружения попытки совершения (подготовки) АНВ;

$P_{\text{ликв}}$ – вероятность пресечения (ликвидации) попытки совершения (подготовки) АНВ.

На величину $P_{\text{обн}}$ решающее влияние оказывают наличие, достаточность, работоспособность и эффективность технических средств обнаружения ТСО, профессиональная подготовленность и ответственность всего персонала железной дороги (в первую очередь персонала охранных подразделений), информированность и гражданская активность местного населения.

$P_{\text{ликв}}$ зависит от укомплектованности дежурных сил и средств, подготовки и оснащенности сил реагирования, отлаженности механизма взаимодействия с силовыми структурами, эффективности системы предупреждения поездов об опасности.

Следует отметить, что, несмотря на схожесть задач оценки рисков техногенного происхождения и рисков совершения акта незаконного вмешательства, они существенно отличаются, в основном сложностью объективной оценки вероятности совершения АНВ.

Например, для акта незаконного вмешательства типа «теракт» (взрыв, захват, поражение опасными веществами) $P_{\text{угр}}$ оценить практически невозможно (эта величина по своей природе неопределенная, случайная, статистически ее оценить невозможно ввиду малой выборки). Можно считать, что она является неизвестной константой. В этом случае эффективность мероприятий по обеспечению транспортной безопасности в соответствии с выражением (2) следует оценивать не в абсолютных величинах, а в степени снижения вероятности совершения АНВ и, соответственно, процентном выражении снижения потенциального риска. Такие оценки могут быть получены расчетно-экспериментальным путем при проведении приемочных испытаний на пилотных участках внедрения типовых решений по обеспечению транспортной безопасности ОТИ.

Для таких нарушителей как расхитители, вандалы, хулиганы, $P_{\text{угр}}$ можно оценить с использованием статистики на основе анализа данных правоохранительных органов, службы безопасности ОАО «РЖД». Она должна учитываться при моделировании сценариев и управлении рисками.

Эффективность мероприятий по обеспечению транспортной безопасности должна оцениваться для каждого объекта транспортной инфраструктуры, а иногда и для каждого критического элемента ОТИ по отношению к каждому виду угрозы (в соответствии с моделью угроз) применительно к каждому типу нарушителя (в соответствии с моделью нарушителя).

УДК 629.4.066

СИСТЕМА СПУТНИКОВОЙ НАВИГАЦИИ НА ПОЖАРНЫХ ПОЕЗДАХ



А.С. АДАДУРОВ,
руководитель Центра систем
обеспечения безопасности
движения



П.А. ПОПОВ,
заместитель руководителя
Центра



А.Ю. ФЕДОРОВ,
начальник сектора

Ключевые слова: навигационно-связной модуль, пожарный поезд, геоинформационная система

Внедрение современных спутниковых технологий в ОАО «РЖД» осуществляется в соответствии со Стратегией развития железнодорожного транспорта, стратегическими направлениями научно-технического развития ОАО «РЖД». Оно основано на использовании глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС/GPS и систем цифровой связи.

■ Российская глобальная навигационная спутниковая система ГЛОНАСС — аналог американской системы GPS принята в эксплуатацию еще в 1993 г. Сейчас на орбиту выведены 18 космических аппаратов, а в конечном итоге в группировку войдут 24 аппарата. Они предназначены для военных и гражданских пользователей.

В прошлом году в Хабаровске во время Ассамблеи начальников железных дорог впервые было продемонстрировано использование спутниковых навигаторов в работе пожарных поездов Дальневосточной дороги. Для этого специалисты ОАО «НИИАС» разработали навигационно-связной модуль пожарного поезда (НСМПП) и провели его сертификацию. Вслед за этим навигационно-связное оборудование было установлено силами ОАО «НИИАС» на 29 пожарных поездах этой дороги. Его надежность и отказоустойчивость высоко оценили руководители и причастные службы дороги на заседании Центральной пожар-

но-технической комиссии ОАО «РЖД» в начале этого года.

Затем подобные работы были выполнены на других дорогах. Сейчас модулем НСМПП оснаще-

ны пожарные поезда Октябрьской, Московской, Горьковской, Северо-Кавказской, Калининградской, Юго-Восточной и Приволжской дорог. Пожарный поезд Юго-Вос-



РИС. 1



РИС. 2

точной дороги, оборудованный системой навигации, представлен на рис. 1.

При этом для сбора первичной информации с подвижных объектов, контроля беспроводного канала, предварительной обработки и накопления информации в базе данных, авторизации пользова-

выездов, время тушения. Для точной оценки этих показателей необходимо иметь непрерывную информацию о его местоположении. Наличие спутникового канала связи как резервного позволяет постоянно контролировать положение пожарных поездов независимо от покрытия сети GSM, что

информации от несанкционированного доступа (рис. 2).

Центр получает данные о местоположении пожарных поездов и на их основе предоставляет, например, пользователю геоинформационной системы РЖД или автоматизированной системы пожарной безопасности оперативные данные об их местонахождении с отображением на карте железных дорог, о скорости и направлении передвижения (рис. 3).

Комплексный подход к использованию спутниковых технологий дает возможность формировать на сети железных дорог единую централизованную геоинформационную систему, которая позволяет обеспечивать пользователей аналитическими отчетами и табли-

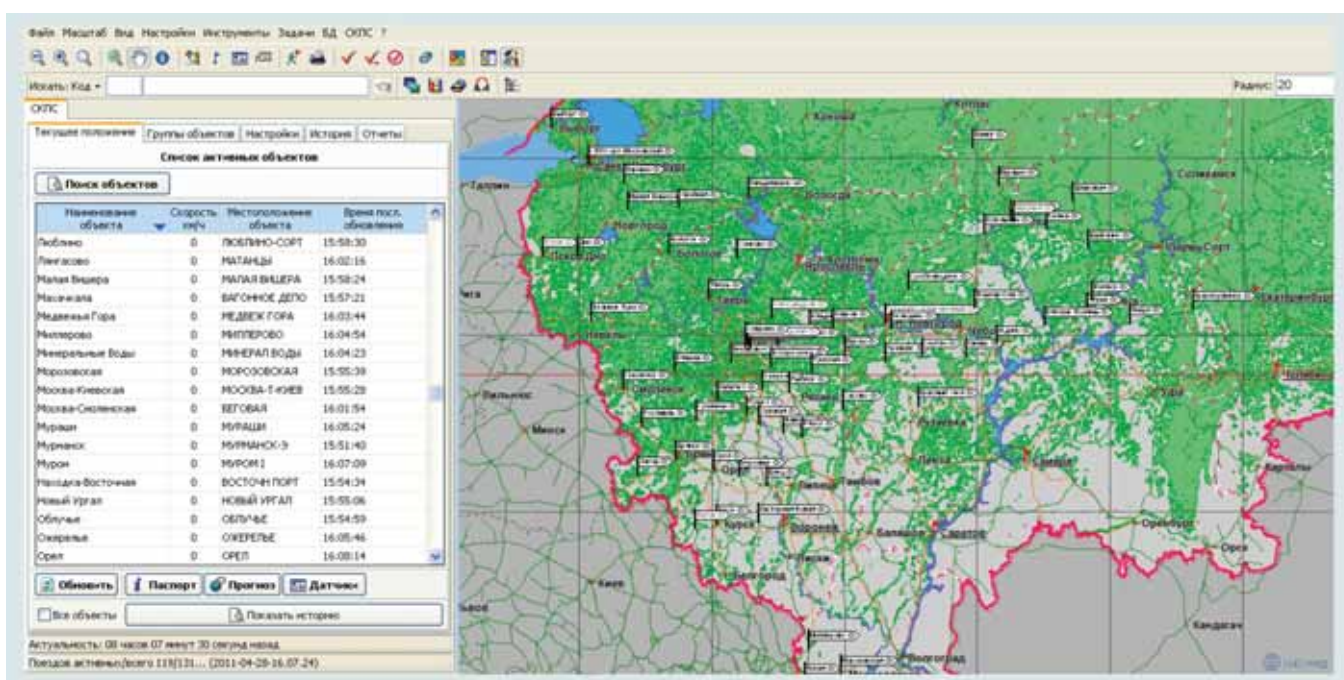


РИС. 3

телей и распределения по множественным группам, поддержки интерфейсов и логического взаимодействия с другими автоматизированными комплексами на базе ОАО «НИИАС» создан Центр сбора и обработки информации. Передача данных с бортовых устройств в Центр осуществляется по каналу связи GPRS, если поезд находится в зоне покрытия сети GSM, и через спутниковый канал связи Inmarsat M2M, если вне зоны.

Основными показателями работы пожарного поезда, как известно, являются: время реагирования на вызов, время нахождения в пути к месту пожара, количество

особенно актуально для дорог с малым покрытием сотовой связью. Следует отметить, что появление так называемых мертвых зон для канала GSM в случае отсутствия спутникового канала связи может снизить уровень контроля и скорость принятия решения при возникновении чрезвычайной ситуации.

Важным аспектом безопасности является передача информации о местоположении пожарных поездов по каналу GPRS в обход публичного сегмента сети Интернет – непосредственно в сеть передачи данных (СПД) ОАО «РЖД». Такая схема обеспечивает защиту

цами, содержащими показатели эффективности и надежности работы. Вся совокупность информации, представленной в системе, служит управленцам мощным инструментом для повышения эффективности, мобильности и безотказности работы пожарных бригад.

В заключение хотелось бы выразить благодарность руководству и сотрудникам Северо-Кавказской и Калининградской дорог за оказанную помощь в установке НСМПП, а также за ответственное отношение к функционированию модуля и проекту в целом.

РАЗВИТИЕ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ РАДИОСВЯЗИ



А.М. ВЕРИГО,
начальник отделения связи



О.С. АНДРУШКО,
главный специалист
отделения



А.В. ЗАХАРОВ,
начальник отдела
передачи информации



Т.В. КЛИМОВА,
ведущий научный
сотрудник

Ключевые слова: поездная радиосвязь, радиоканал передачи данных, цифровая система технологической радиосвязи, требования к стандарту GSM-R

Основные направления модернизации технологической радиосвязи ОАО «РЖД» включают: организацию линейного канала поездной радиосвязи по сетям с пакетной коммутацией; переход на цифровые системы поездной радиосвязи в диапазонах 160, 460 и 900 МГц; развитие технологий передачи данных по радиоканалу для информационно-управляющих систем железнодорожного транспорта.

■ Линейные каналы поездной радиосвязи ПРС и поездной диспетчерской связи ПДС обычно совмещены. При выходе из строя каналообразующей аппаратуры одновременно нарушаются связи ПДС и ПРС [1].

Линейный канал ПРС от диспетчерской станции до стационарных радиостанций является цифровым, но непосредственно у радиостанции он преобразуется в аналоговый. Для повышения надежности связи целесообразно разделить линейные каналы ПРС и ПДС, а линейные интерфейсы ПРС и связанные с ними узлы стационарных радиостанций сделать цифровыми.

Специалисты НИИАС, Ижевского радиозавода и ЦСС совместно разработали основные положения по организации линейного канала поездной радиосвязи с использованием цифрового IP-интерфейса. Создана система симплексной поездной радиосвязи на базе диспетчерской станции и стационарных радиостанций с цифровыми IP-интерфейсами. Система уже прошла линейные испытания на опытном участке и показала высокое качество и быстродействие, расширенные функциональные возможности.

Схема организации линейного канала системы симплексной поездной радиосвязи по сети передачи данных ЕСМА приведена на рис. 1.

В ЛАЗе Управления дороги устанавливается диспетчерская станция ПРС с пультами поездного диспетчера (ДНЦ), энергодиспетчера (ЭЧЦ), тягового диспетчера (ТНЦ) и дежурного электромеханика, в ЦТУ дороги – сервер ЕСМА и АРМ оператора радиосвязи (АРМ ПРС), а на промежуточных станциях – стационарные радиостанции с пультами дежурных по станции ДСП. Оборудование подключается к сети передачи данных системы ЕСМА. Используются линейные цифровые интерфейсы типа 10/100 BASE-T. Если маршрутизатор системы ЕСМА находится на расстоянии более 100 м от стационарной радиостанции, для подтягивания применяются модемы, работающие по физическим линиям. Каждому объекту сети присваивается свой IP-адрес.

Сеть ЕСМА [2, 3] функционирует на основе протокола TCP/IP, поддерживает работу сети IP-телефонии, обеспечивает транспорт для голоса и данных. Она строится главным

образом на базе коммутаторов и маршрутизаторов Cisco.

Технология межсетевого взаимодействия диспетчерских станций и стационарных радиостанций ПРС в IP-сети должна выполняться по стандартным протоколам стека TCP/IP. Кодирование речи осуществляется по рекомендации G.711 с использованием ИКМ-кодека в полосе до 3,1 кГц с пропускной способностью 64 Кбит/с.

По этой технологии оборудованы десять выделенных кругов ПРС на Московской, Северо-Кавказской, Свердловской, Северной и Куйбышевской дорогах [4]. Еще пять кругов будут переведены на новую технологию в течение этого года. Проектируется круг поездной радиосвязи на олимпийском участке Сочи – Адлер – Аэропорт.

На модернизированных кругах ПРС установлены диспетчерские станции СР-Ц-04 и стационарные радиостанции РВС-1-12 производства ОАО «Ижевский радиозавод». Наличие в составе стационарных радиостанций РВС-1-12 двух приемопередатчиков позволяет организовывать на участках с загруженным радиоканалом

радиопроводную связь в двух диапазонах – КВ и УКВ.

Опыт работы показал, что на модернизированных кругах поездная радиосвязь работает устойчиво и с высоким качеством [5]. Повышение качества радиосвязи достигнуто благодаря централизованному выбору стационарных радиостанций при вызове от машиниста локомотива к поездному диспетчеру. При этом уменьшено время установления соединения за счет исключения «медленно думающих» аналоговых блоков. Вместе с традиционными переговорами поездных диспетчеров и дежурных по станции с машинистами появляется возможность организации связи между дежурными соседних станций и поездным диспетчером, а также между дежурными по станциям без выхода в радиоканал. Возможны переговоры дежурных по станциям с машинистами через соседние закрытые станции, причем переговоры не блокируют друг друга. Предусмотрена связь локомотивных диспетчеров и энергодиспетчеров с машинистами локомотивов и дежурными по станциям.

Кроме передачи речевой информации, по IP-сети передаются цифровые управляющие команды и команды мониторинга. Обеспечивается оперативная дистанционная настройка радиоканала и контроль его основных параметров из центров технического обслуживания. Это особенно важно при отладке канала поездной радиосвязи в диапазоне 160 МГц, где проявляются мешающие влияния других стационарных радиостанций. Мониторинг локомотивных и стационарных

радиостанций осуществляется в режиме реального времени с передачей результатов на сервер ЕСМА и дальнейшей двусторонней репликацией баз данных дорожных и центрального серверов.

Одно из основных направлений модернизации систем поездной радиосвязи базируется на применении стандарта GSM-R. Реализация цифровой системы технологической радиосвязи GSM-R обеспечивает комплексный подход к задачам повышения безопасности движения, оперативности управления перевозочным процессом, в первую очередь, для поездной работы на участках высокоскоростного и скоростного движения, а также решение вопросов совместимости систем радиосвязи при пересечении поездами государственных границ стран, железные дороги которых оборудованы GSM-R.

Необходимость осуществления перевозок через границы государств Европы, появление высокоскоростных поездов и современных систем управления движением поездов выявили потребность в стандартизации систем железнодорожной технологической радиосвязи. Она началась в 90-х гг. при активном содействии Ассоциации европейских железных дорог. Результатом стала разработка стандарта GSM-R, основанного на технических решениях GSM. Сейчас протяженность железных дорог европейских стран, оборудованных системой GSM-R, составляет более 50 тыс. км.

Оснащение участков российских железных дорог системой GSM-R в настоящее время становится актуальной задачей, поскольку на

дорогах соседних стран (Литва, Белоруссия, Украина и др.) они уже внедряются или запланировано их строительство. Кроме того, с появлением подвижного состава с изменяемой шириной колесной пары, а также в связи с намеченным строительством железнодорожных путей с шириной колеи 1520 мм на участке Кошице – Братислава (Словакия) – Вена (Австрия) и созданием в Вене логистического центра взаимное проникновение подвижного состава будет принимать все большие масштабы.

Внедрение системы GSM-R позволит: обеспечить интероперабельность (совместимость) на международных линиях, включая высокоскоростные; заменить существующие аналоговые системы радиосвязи цифровыми; осуществить интеграцию сетей технологической радиосвязи и радиоканалов передачи данных в единую цифровую сеть; оказывать новые услуги связи пассажирам и перевозчикам грузов, а также другим предприятиям, связанным с железнодорожными перевозками; усовершенствовать системы управления движением поездов, мониторинга состояния подвижного состава и др.

Система GSM-R имеет централизованную структуру построения. Структурная схема организации системы для сети железных дорог приведена на рис. 2 и 3.

С помощью системы GSM-R может осуществляться контроль местоположения поездов и локомотивов, бригад, работающих на станциях и перегонах, оповещение пассажиров и работников

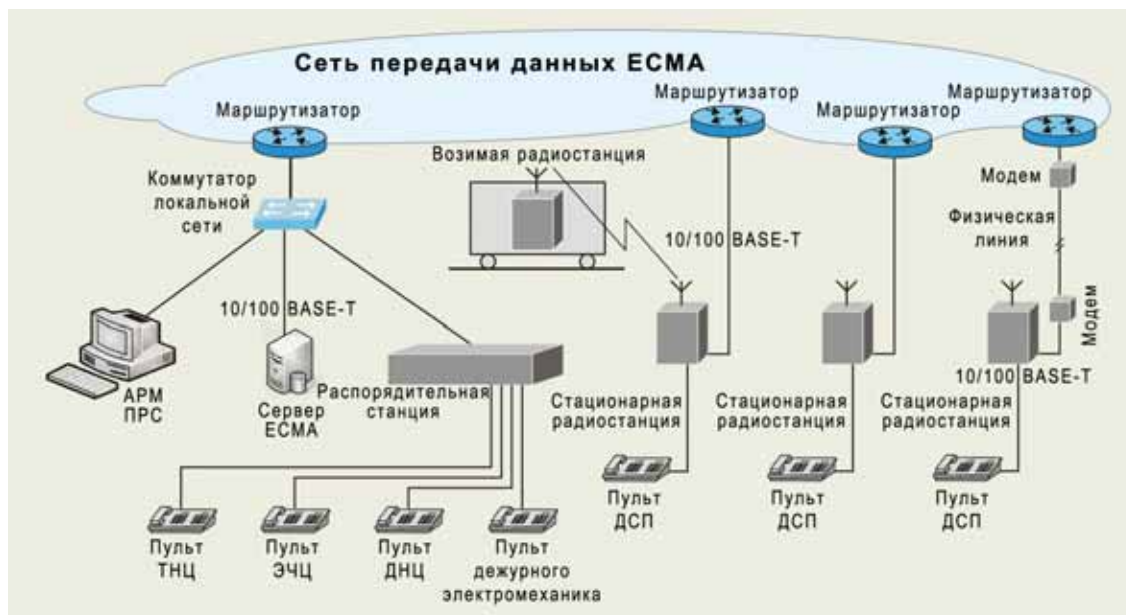


РИС. 1

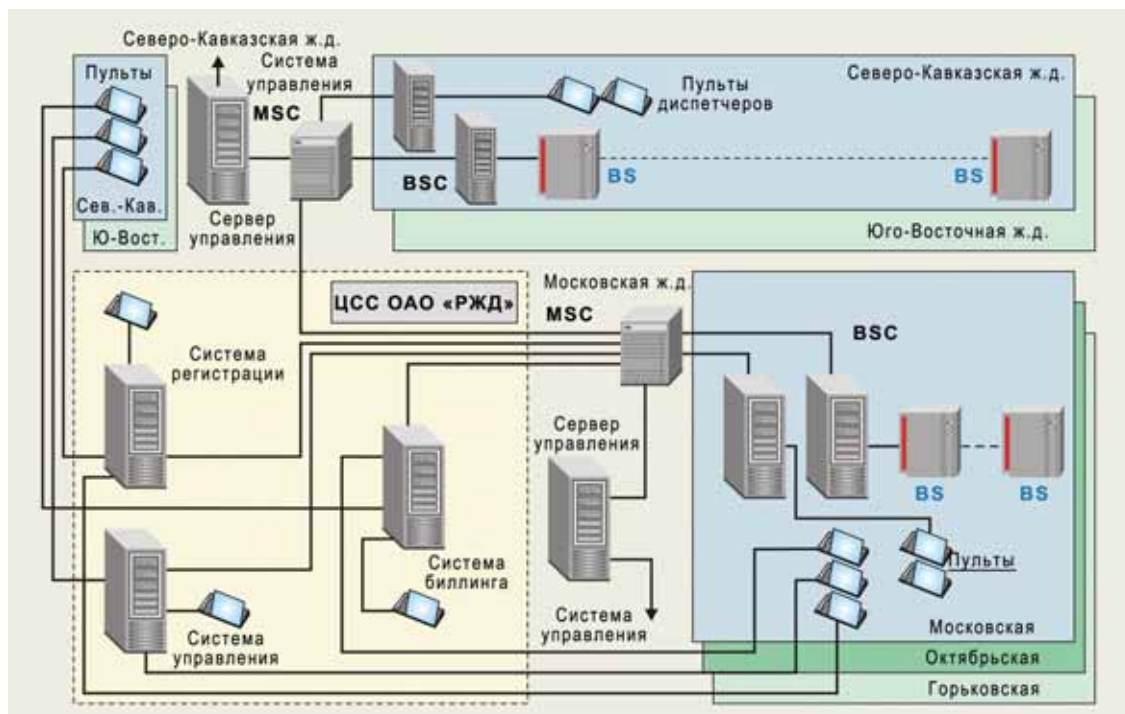


РИС. 2

бригад в поездах в случае возникновения чрезвычайных ситуаций и ремонтных бригад о приближении поезда и др. Кроме того, организовываться каналы передачи данных для систем управления движением, в том числе на участках скоростного и высокоскоростного движения, каналы передачи речи и данных для систем управления соединенными и тяжеловесными поездами, а также каналы связи

с ремонтными бригадами. Вместе с тем решаться задачи контроля состояния объектов инфраструктуры, обеспечения оперативного управления движением благодаря наличию непрерывного канала связи (исключается необходимость повтора установления соединений в случае выхода абонента из зоны обслуживания), использованию индивидуальных вызовов, внедрению централи-

зованной системы регистрации переговоров.

Международным союзом железных дорог (МСЖД) разработаны рекомендации, устанавливающие функциональные и системные требования к GSM-R. Они включают в себя как требования к системе в целом и отдельным ее элементам, так и описание их применения с точки зрения пользователя, а также определяют общие схемы органи-

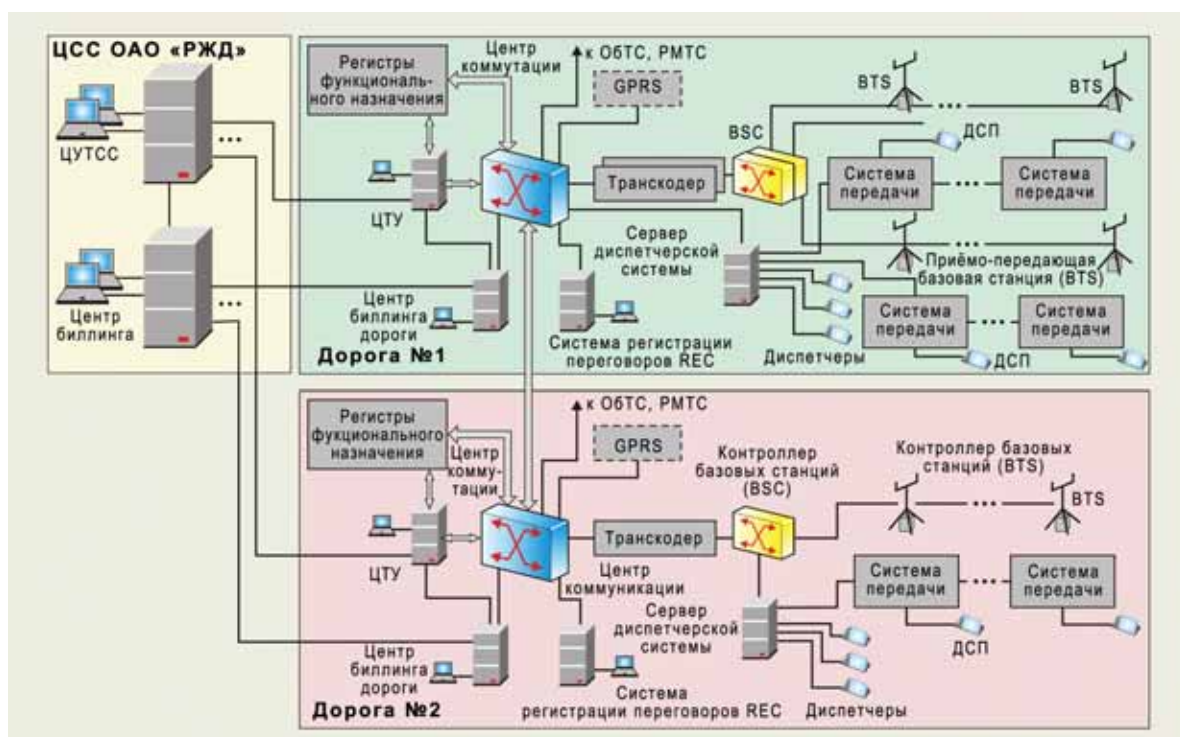


РИС. 3

зации сети, основные технические параметры, интерфейсы и др. Кроме того, указаны требования к сети, ее конфигурации, основным параметрам аппаратуры, локомотивной и носимым радиостанциям. Приведены также требования к оборудованию, устанавливаемому у диспетчеров, схема нумерации, описание общих правил управления абонентами сети и общих принципов функциональной адресации и адресации в зависимости от местоположения, общее описание требований по передаче текстовых сообщений и аварийных вызовов.

На основании этих рекомендаций в ОАО «НИИАС» разработан проект документа по техническим требованиям к цифровой системе технологической радиосвязи стандарта GSM-R ОАО «РЖД». Этот документ учитывает технологические особенности построения поездной радиосвязи в условиях российских железных дорог, а также опыт испытаний GSM-R на участках Свердловской и Калининградской дорог.

В технические требования на системы GSM-R ОАО «РЖД» внесены некоторые дополнения и изменения относительно требований МСЖД. В том числе введены требования об обязательном наличии системы регистрации переговоров, пультов управления дежурных по станциям, радиопультов, двух- и трехдиапазонных локомотивных радиостанций, радиостанций передачи данных; о необходимости шлюзов для сопряжения с ЕСМА, СОРМ и взаимодействия с системами радиосвязи диапазонов 2 и 160 МГц на уровне диспетчерских терминалов, пультов управления дежурных по станциям и локомотивных радиостанций. Изменены требования по зонам установления

групповых вызовов, внесены требования об установлении групповых вызовов дежурных по станциям; включены требования о наличии режима GPRS, передачи данных с коммутацией каналов между абонентскими радиостанциями и центром коммутации. Указано на необходимость: регистрации не только аварийных вызовов, но и всех переговоров, а также сеансов передачи данных; создания схем резервирования; выполнения более жестких требований по устойчивости к внешним воздействиям (рабочие и предельные температуры).

Технологии развития подвижной железнодорожной радиосвязи на современном этапе могут быть значительно расширены. При этом следует рассматривать варианты организации связи на основе ЦСТР с точки зрения реализации качественного информационного обмена, необходимого для надежного и безопасного функционирования систем управления движением поездов, локомотивов и других объектов управления.

Вместе с GSM-R возможно использование системы TETRA на крупных железнодорожных станциях. Этой системой недавно оснащена станция Челябинск-Главный Южно-Уральской дороги. Она включает в себя две базовые радиостанции, установленные в здании ЦТК-1 парка «А» и на посту ЭЦ-4 парка «Г»; коммутационное оборудование, размещенное также в здании ЦТК-1; рабочее место оператора; маршрутизатор; стойки электропитания; два антенно-мачтовых сооружения высотой 34 м, антенны базовых радиостанций; локомотивные и носимые терминалы (рис. 4).

Система поддерживает режимы

передачи речи и данных. Предусмотрена организация 30 информационных каналов. Базовые станции обеспечивают полную зону покрытия станции Челябинск-Главный для локомотивных и носимых радиостанций.

На основе созданной инфраструктуры цифровой радиосвязи стандарта TETRA предложены технологии организации интегрированной широкополосной системы передачи информации для станций. Они включают подсистемы: цифровой станционной радиосвязи; контроля и автоматизированного управления роспуском и формированием составов; определения местонахождения локомотивов и ремонтных бригад для управления и оптимизации их работы; автоматического управления маневровыми локомотивами.

Сейчас прорабатываются этапы реализации технологических задач по совершенствованию деятельности станции Челябинск-Главный на основе предложенных технологий.

Таким образом, можно сказать, что система GSM-R создает базу для построения систем управления на участках скоростного и высокоскоростного движения поездов, а TETRA предназначена для комплексного решения технологических задач на крупных станциях. Однако внедрение ЦСТР сдерживается из-за ряда факторов. Это – высокая стоимость оборудования и строительства, наличие ограничений при согласовании радиочастотного диапазона, большой временной период от разработки проекта до сдачи системы заказчику. Поэтому параллельно с проектированием цифровых систем необходимо находить и реализовывать технические решения по использованию каналов передачи данных в диапазоне 160 МГц на основе применения надежных и современных радиомодемов. Прежде всего, это относится к участкам дорог 2, 3 и 4-й категорий, а также к сравнительно небольшим по перерабатывающей способности станциям.

В 2010 г. специалисты ОАО «НИИАС» провели работу по организации радиоканала передачи данных в диапазоне 160 МГц для системы АБТЦ-М участка Электросталь – Ногинск Московской дороги. При этом значительно расширены функциональные возможности системы АБТЦ-М благодаря организации радиоканала передачи данных для резервирования проводного канала передачи

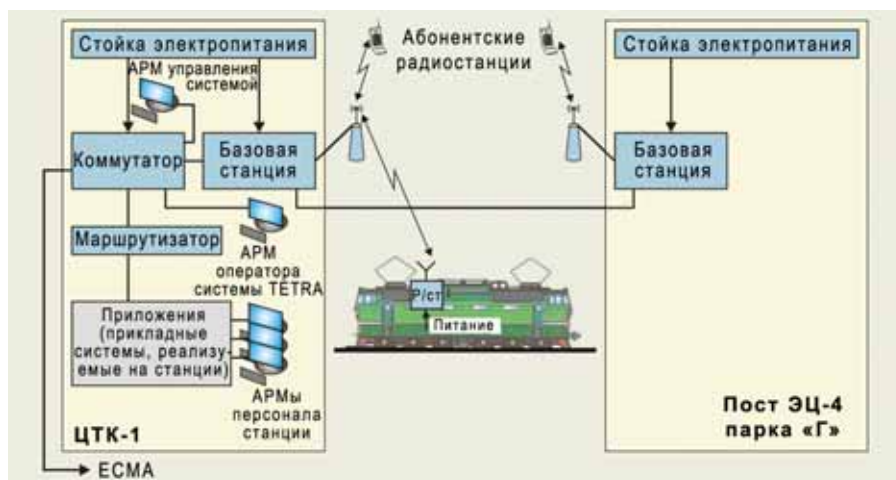


РИС. 4

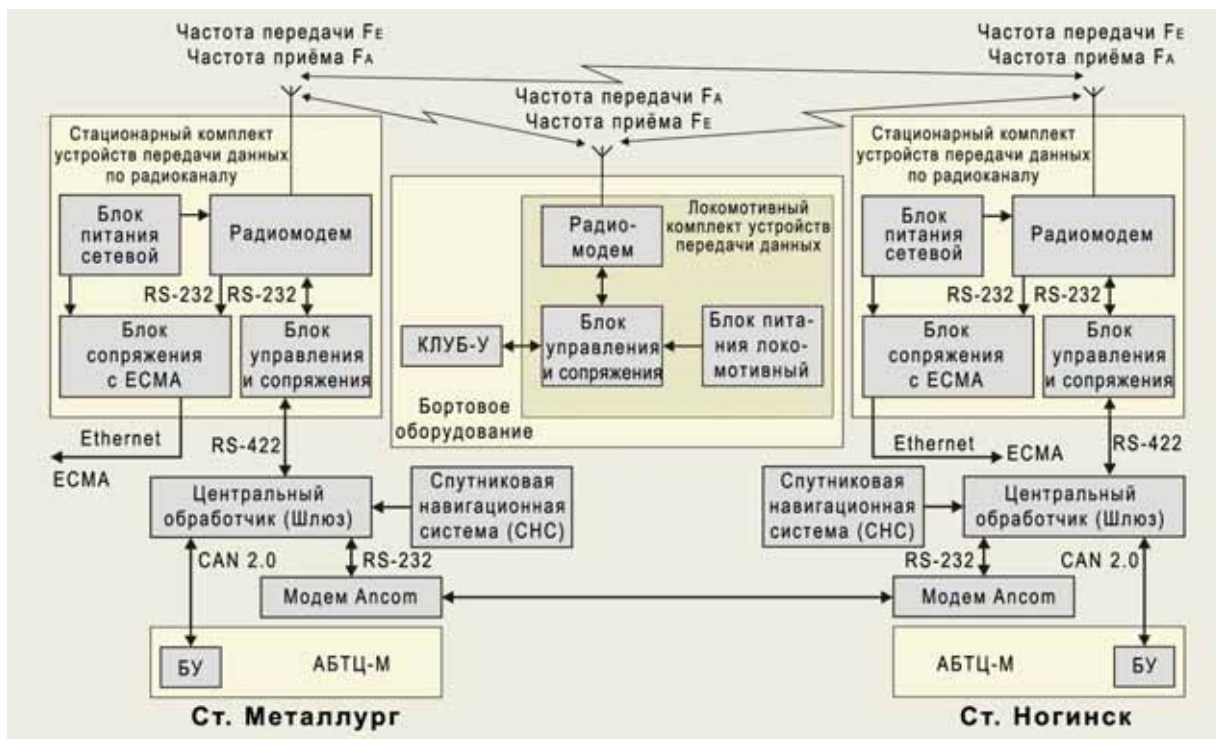


РИС. 5

информации между конечным оборудованием железнодорожной автоматики, размещенным на стационарных и подвижных объектах железнодорожного транспорта.

Созданная в рамках этой работы информационная система обеспечивает: передачу данных по радиоканалу от центрального обработчика АБТЦ-М к поездным устройствам безопасности КЛУБ-У о состоянии рельсовых цепей перегона, о показаниях входного светофора и маршруте приема (или отправления) на станцию (со станции). Кроме того, осуществляется передача данных от поездных устройств безопасности КЛУБ-У к центральному обработчику системы АБТЦ-М о линейной координате и скорости движения поезда, о его номере и типе. Одновременно обеспечивается электромагнитная совместимость передачи данных для АБТЦ-М с ПРС и другими видами технологической радиосвязи в диапазоне 160 МГц.

Схема организации связи приведена на рис. 5. На станциях Ногинск и Электросталь установлены стационарные комплекты устройств передачи данных по радиоканалу на базе радиомодема ВЭБР 160/35 ТМС и блока управления и сопряжения с системой. На подвижных объектах размещены локомотивные комплекты таких же устройств. Радиомодемы соответствуют требованиям ГОСТ 12252–86. Класс излучения – 16К8-F2D. Блок

сопряжения с ЕСМА выполняет контроль модема и блока питания с преобразованием результатов проверки для передачи в ЕСМА.

На перегоне Metallurg – Ногинск частота передачи стационарных модемов CM1 и CM2 – F_E , приема – F_A . Для всех поездных модемов частота приема – F_E , передачи – F_A . Все поездные радиомодемы при нахождении поезда в пределах одного перегона осуществляют передачу на одной частоте во временном интервале, номер которого получают в момент регистрации. Стационарные модемы всю необходимую информацию и синхронизацию получают от центральных обработчиков (шлюзов) системы АБТЦ-М. Длина сообщений от стационарных комплектов СПД составляет 240 байт, длина сообщений от локомотивных комплектов СПД – 20 байт. Стационарные и поездные комплекты СПД работают в синхронном режиме на передачу и прием в отведенные интервалы времени в радиоканале со скоростью 4,8 кбит/с.

Действие сети передачи данных по радиоканалу сводится к следующему. При появлении на участке подвижной единицы по сигналу от АБТЦ-М через центральный обработчик и блок управления и сопряжения запускается радиомодем и передает пакет данных (телеграмму). Одновременно от шлюза пакет данных поступает на соседнюю станцию по существующему про-

водному каналу. Этот пакет по радиоканалу принимают все подвижные объекты, находящиеся в зоне радиодоступности. Радиомодемы бортового оборудования, принявшие пакет данных, передают их в систему КЛУБ-У. По завершении передачи данных в этом же цикле начинается передача от радиомодема соседней станции.

В настоящее время специалисты института изучают возможность расширения области внедрения АБТЦ-М для работы на перегонах и станциях, интеграции системы на основе единого протокола взаимодействия с информационно-управляющими системами МАЛС, КУПОЛ и другими с использованием радиоканала 160 МГц.

ЛИТЕРАТУРА

1. Цифровые интерфейсы стационарных радиостанций // «Автоматика, связь, информатика», 2006, № 3.
2. Централизованная система управления сетью связи технологического сегмента // «Автоматика, связь, информатика», 2006, № 3, с. 22–25.
3. ЕСМА: реализация и перспективы развития // «Автоматика, связь, информатика», 2007, № 3, с. 9–11.
4. Приоритеты связистов: безопасность, эффективность, качество // «Автоматика, связь, информатика», 2011, № 4, с. 8–11.
5. «Система технологической радиосвязи по цифровым каналам связи на железных дорогах (варианты)». Патент № 2381939, приоритет от 23.03.2009 г.

УСТОЙЧИВАЯ РАДИОСВЯЗЬ В ДИАПАЗОНЕ 160 МГц В ТОННЕЛЯХ



А.М. ВЕРИГО,
начальник отделения связи



А.А. ЧЕРНИКОВ,
зам. начальника
отделения



Ю.В. ВАВАНОВ,
ведущий научный
сотрудник



О.К. ВАСИЛЬЕВ,
начальник отдела
технологической связи

Ключевые слова: *сдвоенные поезда, система передачи данных и речи, щелевой кабель, радиомодемы, тоннели, датчики положения поезда*

Управление соединенными грузовыми поездами невозможно на участках железных дорог с плохими условиями прохождения радиосигналов, в том числе и в тоннелях [1, 2]. Система передачи данных и речи (СПДР-Т) в тоннелях позволяет существенно улучшить радиосвязь и за счет этого увеличить число участков обращения соединенных, длинносоставных и тяжеловесных поездов, а также систем управления тормозами с головы и хвоста поезда (СУТП с блоком БХВ) по радиосвязи.

■ Система передачи данных и речи в тоннелях (СПДР-Т) обеспечивает работу эксплуатируемых на сети радиомодемов Т96SR (ИСАВП-РТ), IP23C/B «ВЭБР 160/31» и IP22CB-2 «МОСТ» и вновь разрабатываемых адаптивных радиомодемов. Последние предназначены для работы в режиме одночастотного симплекса на 16 радиочастотах в полосе 155,0–155,5 МГц, распределенных на четные и нечетные направления движения. Кроме того, с помощью СПДР-Т возможна организация поездной радиосвязи между машинистами локомотивов в пределах сдвоенного поезда в тоннелях и на подходах к ним [3].

Сложность организации радиосвязи в тоннелях с использованием классических методов (работа через базовые радиостанции, ретрансляторы и др.) объясняется следующими причинами:

разнотипностью эксплуатируемых радиомодемов по видам модуляции и кодирования;

невозможностью модернизации типовых режимов радиомодемов, работающих на открытом пространстве;

функционированием радиомодемов и поездной радиосвязи в режиме одночастотного симплекса; работой на одной из 16 радиочастот, заранее установленной или автоматически выбранной, соответственно четного или нечетного направлений;

невозможностью установки дополнительной временной задержки.

Использовать для этих целей существующие зарубежные и отечественные системы практически невозможно.

В процессе построения систем тоннельной радиосвязи были рассмотрены разные способы организации двухстороннего канала: с помощью дуплексёров, циркуляторов, устройств коммутации каналов и др. В окончательном варианте принято решение о физическом разделении трактов приёма и передачи с применением автономных фидеров и антенн, располагаемых у порталов тоннеля. Решение оказалось экономически выгодным благодаря прокладке внутри тоннеля недорогого щелевого кабеля, сравнительно

простых усилителей и антенно-фидерных устройств.

К основным элементам системы относятся: излучающий кабель; усилители сигналов для компенсации затухания в кабеле; антенны и устройства, обеспечивающие работу системы (оборудование электропитания, шкафы с подогревом и вентиляцией, система мониторинга и др.).

Физическое разделение трактов осуществляется путем пространственного разнеса управляющего и управляемого объектов за счет секционирования излучающего кабеля так, чтобы между его отрезками всегда находился усилитель. Для исключения взаимных влияний трактов передачи и приема друг на друга излучающий кабель подвешивается в тоннеле с двух сторон.

Протяженность секций определяется расположением ведущего и ведомого локомотивов в составе соединенного поезда [1], а также ведущего и ведомого локомотивов или блока хвостового вагона длинносоставных и тяжеловесных поездов в соответствии [2, 4].

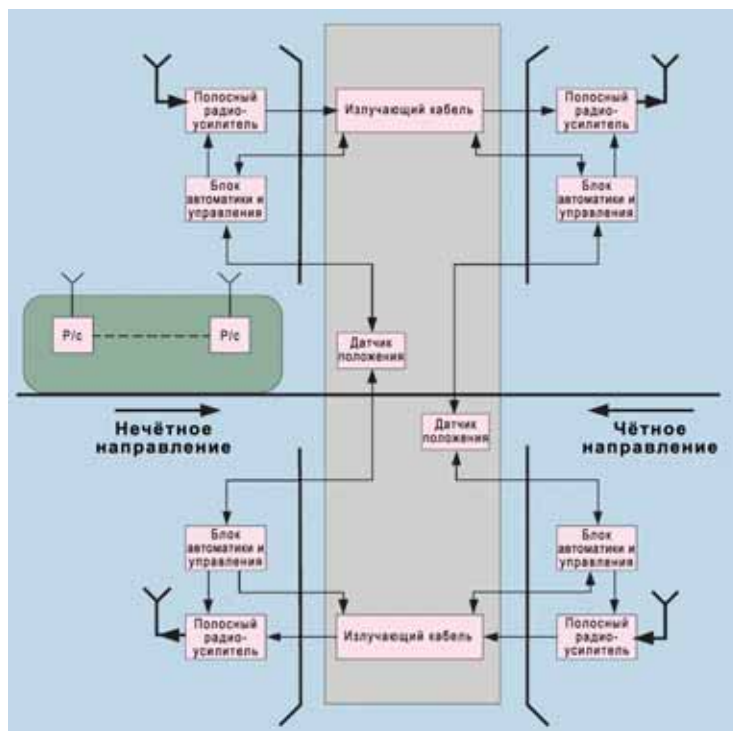
Конструктивные особенности и параметры кабеля, подвешиваемого в тоннеле, включая тип, место подвески и способ его крепления, число секций и их протяженность, промежуток разрыва кабеля между секциями в тоннеле и на подходах к порталам, коэффициент усиления в заданной полосе частот, определяются: габаритами тоннеля и облицовкой его стен, видом тяги, типом поезда (соединенный, длинно-составный или тяжеловесный), наличием блока хвостового вагона, возможностью прохода поездов в четном и нечетном направлениях и характеристикой надтоннельного пространства.

Месторасположение антенн у порталов тоннеля, тип и коэффициент усиления усилителя в заданной полосе частот определяются характером местности на расстоянии 1–1,5 км от тоннеля; наличием и расположением мешающих радиостанций, работающих в диапазоне 151–156 МГц; конструкцией портала тоннеля в отношении возможности максимального разнесения антенн тракта передачи и приема; характеристикой надтоннельного пространства.

Схемы построения системы передачи данных и речи в тоннелях и на подходе к ним зависят от типа тоннеля.

Тип 1 – короткие однопутные

РИС. 1



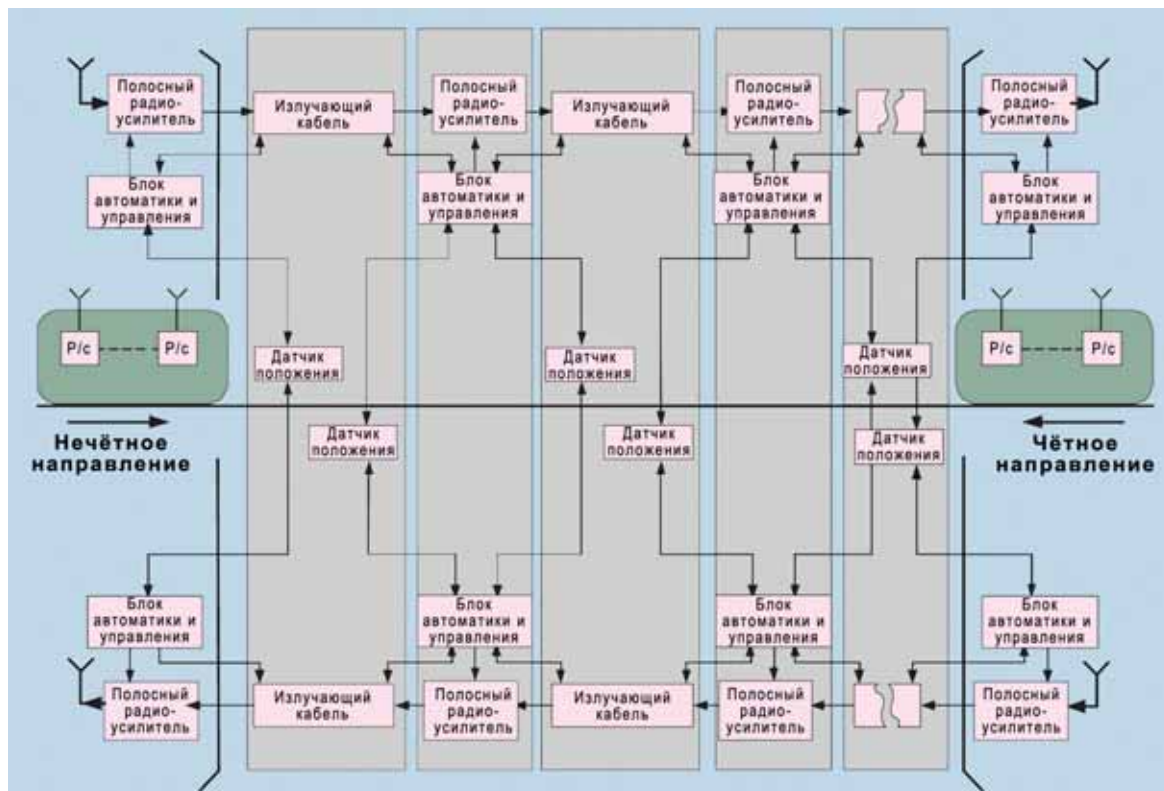
тоннели с одной секцией излучающего кабеля, стандартной организацией системы передачи данных и речи при трассе типа 1 или 2 [4] (рис. 1).

Тип 2 – однопутные средней протяженности тоннели с двумя и более секциями излучающего кабеля, стандартной организацией системы передачи данных и речи

при трассе типа 1 или 2 на подходах к тоннелю (рис. 2).

Тип 3 – тоннели повышенной протяженности, имеющие специфические особенности внутри и на подходах к тоннелю. При этом учитываются двухпутность тоннеля; большое число секций (накопление шумов), сложный рельеф местности на подходе к тоннелю

РИС. 2



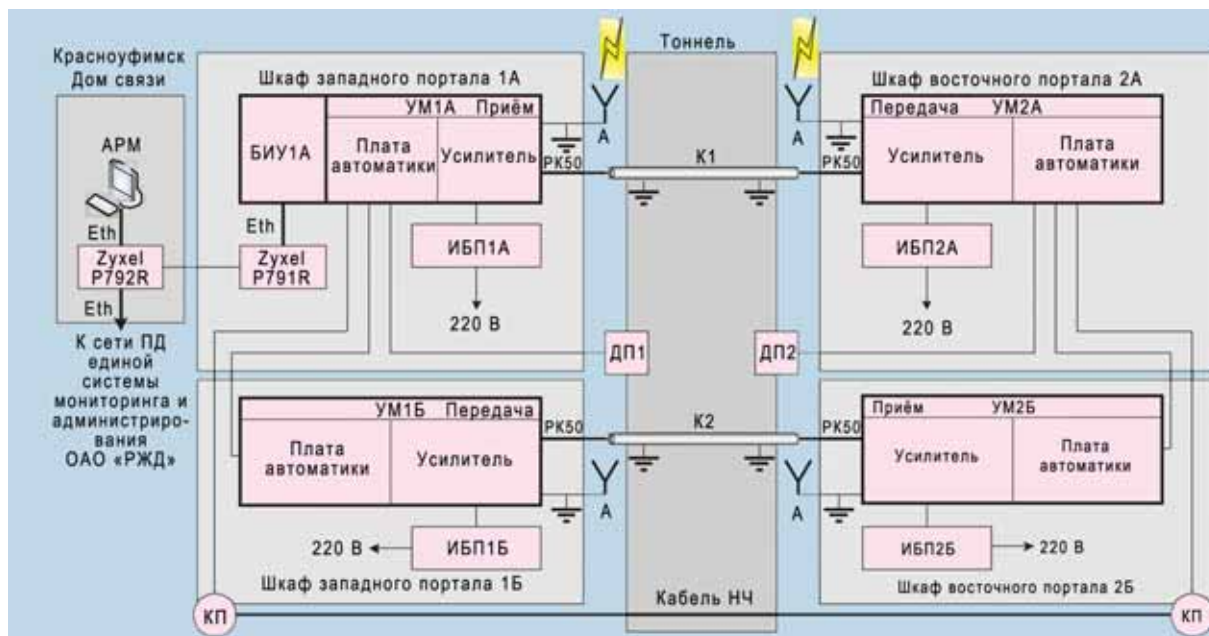


РИС. 3

(трассы типа 3 – 5); прохождение поездов, управляемых СУТП; возможность распространения электромагнитной энергии по кабелю и в пространстве.

В некоторых случаях, вследствие особенностей, связанных с нестандартным решением организации радиосвязи, тоннели типа 1 и 2 могут переходить в тип 3. Возможна организация радиосвязи в тоннелях, особенно коротких, без подвески излучающих кабелей. Иногда целесообразна подвеска излучающего кабеля за пределами тоннеля.

Таким образом, для принятия оптимального решения необходимо на этапе предпроектных обследований проводить предварительные натурные измерения по прохождению радиосигналов в тоннелях и на подходах к ним.

В настоящее время системой СПДР-Т оборудован один из тоннелей № 4а на участке Красноуфимск – Зюря Горьковской дороги (рис. 3). Система прошла эксплуатационные и приемочные испытания и введена в постоянную эксплуатацию. Теперь при проезде по тоннелю грузовых поездов с системой СУТП и блоком БХВ обеспечивается передача данных без сбоев.

Здесь в состав системы СПДР-Т вошли излучающие кабели К1 и К2; два устройства усиления радиосигнала (два усилителя приёма, два – передачи); три платы автоматики и блок управления; четыре стационарные антенны

диапазона 160 МГц; устройства заземления; четыре стойки бесперебойного электропитания (ИБП); два датчика положения (ДП); система мониторинга оборудования СПДР-Т, включенная в ЕСМА.

Усилительные устройства, платы автоматики, блок управления и система бесперебойного электропитания размещены в четырех шкафах. Шкафы установлены вблизи порталов тоннеля с расчетом, что длина соединительных кабелей высокой частоты составляет не более 10 м. В шкафах имеется система автоматического подогрева и вентиляции. Датчики положения располагают внутри тоннеля на расстоянии не более 20 м от портала. Излучающие кабели размещают внутри тоннеля на высоте 2,5 м и соединяют с усилителями тоннельной радиосвязи при помощи коаксиальных кабелей.

Система СПДР-Т действует следующим образом. До входа поезда в тоннель все элементы находятся в исходном (выключенном) состоянии, кроме датчиков ДП, которые постоянно включены. При входе соединенного поезда в тоннель срабатывает ДП, регистрирует наличие поезда в первой секции тоннеля и через блоки автоматики включает систему, которая обеспечивает режим радиосвязи между ведущим и ведомым локомотивами (или между головным локомотивом и хвостовым вагоном).

Опыт эксплуатации системы СПДР-Т подтвердил необходи-

мость проведения предварительного анализа инфраструктуры тоннеля, расчёта условий распространения сигналов в диапазоне 160 МГц в соответствии с [3], измерений переходных затуханий между антеннами у порталов и оценки ЭМС на этапе предпроектных исследований. Это даст возможность исключить опасность самовозбуждения усилительных устройств и обеспечить необходимый запас устойчивости при уровнях сигналов в трактах приёма и передачи, достаточных для работы системы СУТП с блоком БХВ, а также поездной радиосвязи без сбоев.

Успешная эксплуатация СПДР-Т позволила принять решение о тиражировании системы на сети, что подтверждено распоряжением руководства ОАО «РЖД».

ЛИТЕРАТУРА

1. Правила организации обращения соединенных грузовых поездов с системой автоматизированного вождения грузовых поездов с рас-
пределённой тягой. (ИСАВП-РТ) № ЦТТ-18 от 20.10.2007 г.
2. Инструкция по организации обращения грузовых поездов повышенного веса и длины на железных дорогах РФ № ЦД-ЦТ-851 от 12.08.2001 г.
3. Правила организации и расчета сетей железнодорожной радиосвязи, утвержденных ОАО «РЖД» № ХЗ-7970 от 26.08.2004 г.
4. Инструкция по эксплуатации системы управления тормозами поездов повышенного веса и длины (СУТП) от 21.08.2007 г. ОАО «РЖД».

ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТЬ КОМАНД УПРАВЛЕНИЯ СТАЦИОНАРНЫМИ РАДИОСТАНЦИЯМИ



С.И. ТРОПКИН,
старший научный сотрудник



А.В. ЖЕЛЕЗНОВ,
ведущий инженер
Владимирского
КБ радиосвязи

Ключевые слова: аналоговый линейный канал, помехоустойчивость приема, тональные команды, двухчастотный код

Известно, что область применения цифровых систем радиосвязи на железнодорожном транспорте постоянно расширяется, но аналоговые системы еще занимают довольно значительное место. Рассмотрим, как обеспечивается помехоустойчивость команд, передаваемых по аналоговому каналу для управления стационарными радиостанциями в линейных сетях поездной радиосвязи.

■ В сетях ПРС в качестве линейных используются каналы НЧ или ТЧ, организованные с помощью аналоговой аппаратуры. Поскольку ПРС работает в симплексном режиме, то стационарными радиостанциями, распределенными по участку, необходимо управлять со стороны распорядительной станции. Управление осуществляется посредством команд, представляющих собой тональные послылки различной длительности. К ним относятся команды подключения стационарных радиостанций к линейному каналу и их отключения (сигнал избирательного подключения СИП и ОТБОИ), установки радиостанций в режим передачи (ПЕРЕДАЧА) и в режим приема (ПРИЕМ), диагностического контроля состояния радиостанций (КОНТРОЛЬ).

Каждая команда состоит из двух тональных послылок различных частот (двухчастотный последова-

тельный код), причем длительность команд СИП, ОТБОИ и КОНТРОЛЬ составляет 500 мс, ПЕРЕДАЧА и ПРИЕМ – 200 мс. Малая длительность двух последних команд обусловлена необходимостью исключения пропадания начальных звуков передаваемого сообщения, поскольку абонент после нажатия тангенты или педали, как правило, сразу начинает говорить.

Стационарные радиостанции должны обеспечивать устойчивый прием команд малой длительности, поступающих из линейного канала, в условиях воздействия речевых сигналов. Наихудшие условия приема команд ПЕРЕДАЧА и ПРИЕМ создаются, когда из-за большого затухания на конечную станцию диспетчерского круга с распорядительной станции поступает сигнал управления с низким уровнем, а на расположенных рядом отдельных пунктах дежурные

ведут переговоры. Однако команда управления должна принимать с высокой достоверностью и не подавляться речевым сигналом. При этом необходимо исключить формирование ложной команды. В случае неприема команд управления связь между абонентами сети ПРС прерывается.

В техническом задании на разработку стационарных радиостанций РС-46М и РС-46МЦ указано, что приемники должны иметь вероятность подавления команды (отношение неприятых к переданным командам) не более 3×10^{-3} , а формирования ложной команды – не более 1×10^{-6} . Соотношение помеха/сигнал должно составлять 30 дБ (здесь под помехой понимается речевой сигнал).

Прием команд с высокой достоверностью обеспечивается программным методом. В радиостанции РС-46М алгоритм приема

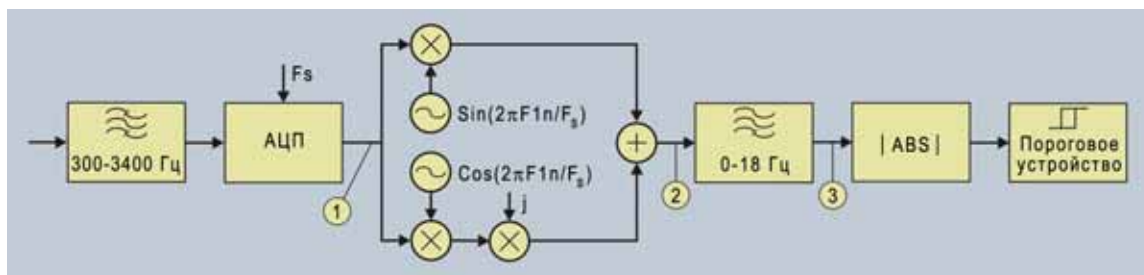


РИС. 1

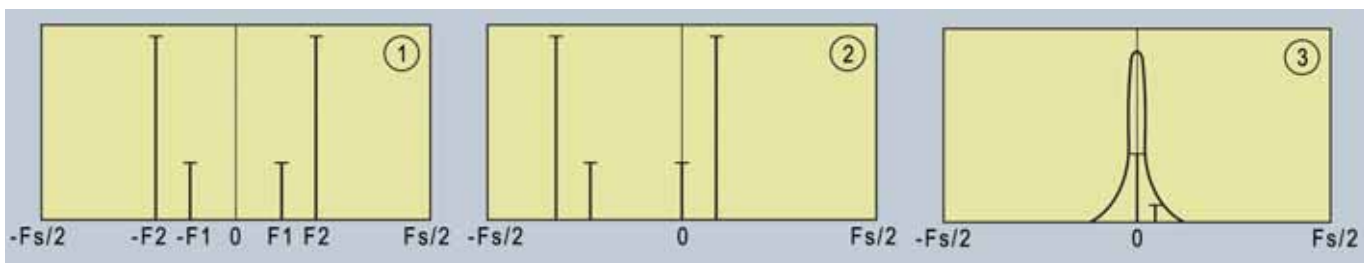


РИС. 2

команд реализуется приемником тональных сигналов, упрощенная схема которого показана на рис. 1.

Условно примем, что частота дискретизации F_s аналого-цифрового преобразователя (АЦП) равна 8000 Гц, полезного сигнала F_1 – 1071 Гц, а помехи F_2 – 1500 Гц. Сигнал, поступающий из линейного канала, после входного фильтра и АЦП попадает на два умножителя. В одном из них он умножается на отсчеты функции синуса с частотой F_1 и принимается как действительная часть, в другом – умножается на отсчеты функции косинуса F_1 и принимается как мнимая часть сигнала. Далее все вычисления производятся с комплексными числами.

В точках 1, 2 и 3 (см. рис.1) сняты спектрограммы (рис. 2). В точках 1 и 2 спектральная составляющая полезного сигнала после умножителя сдвигается в нулевой частотный диапазон (на рис. 2 спектрограммы 1 и 2). Характеристика узкополосного НЧ фильтра, который срезает сигналы помехи, показана на спектрограмме 3 (см. рис. 2). Абсолютное значение ком-

плексного числа, установленное блоком IABS1, определяет уровень оставшихся спектральных составляющих, в данном случае уровень полезного сигнала. Пороговое устройство, сравнивая его с заданным порогом, показывает наличие или отсутствие полезного сигнала.

Микроконтроллер считывает сигналы, обнаруженные приемниками, которые настроены на частоты соответствующих команд управления и контроля. В соответствии с установленными порогом микроконтроллер определяет наличие конкретной команды, пришедшей из линейного канала.

Для повышения помехоустойчивости на входе приемника имеется фильтр, который предотвращает проникновение на вход АЦП сигналов с частотой более $F_s/2$. Они через зеркальные каналы могут попасть в полосу приема полезного сигнала. При превышении входным сигналом определенного уровня могут появиться гармонические составляющие, которые попадут в полосу приема полезного сигнала. Для исключения этого явления в схему приемника на вхо-

де АЦП включают дополнительный компрессор или схему АРУ.

Испытание приемников стационарных радиостанций с целью определения возможности возникновения ложных команд было выполнено с использованием схемы, представленной на рис. 3. На вход приемника команд радиостанции РС-46М с чувствительностью –25 дБ подавался речевой сигнал уровнем +5 дБ. В качестве речевого сигнала использовались фонограммы и программы радиовещания, причем фонограммы были смонтированы из магнитофонных записей переговоров по поездной диспетчерской связи. Для учета всех вариантов речевой информации, передаваемой по каналам ПДС, на магнитофонную ленту записывались мужские и женские голоса в различных диспетчерских кругах. На фонограммах были зарегистрированы только переговоры, а интервалы исключены. Во время воспроизведения фонограммы общей продолжительностью 2 ч ложные срабатывания приемника, настраиваемого последовательно на прием различных команд, отсутствовали.

Вероятность подавления команд определялась с помощью схемы, изображенной на рис. 4. В качестве датчика кодов использовался имитатор распорядительной станции СР, образующий для команд СИП кодограммы, следующие с интервалом 0,5 с, а для кодов управления передачей и приемом – с интервалом 0,25 с. Одновременно определялась вероятность подавления кодограммы передачи и приема. При этом каждый вид кодограммы передавался около 3000 раз.

Результаты испытаний показывают, что приемники тональных команд радиостанции РС-46М удовлетворяют требованиям технического задания в отношении помехоустойчивости приема и исключения формирования ложных команд.

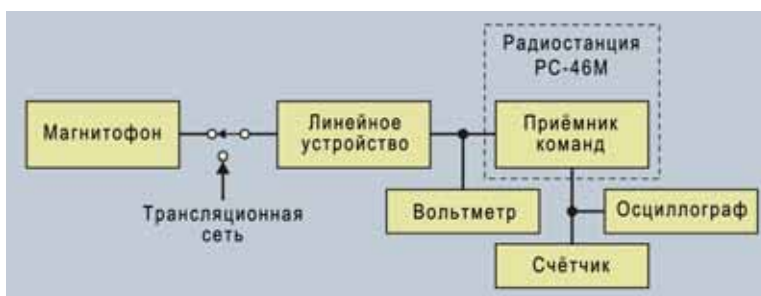


РИС. 3

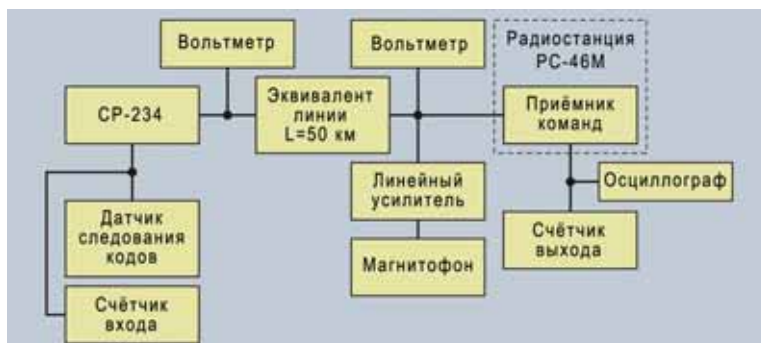


РИС. 4

А.М. ЗАМЫШЛЯЕВ,
руководитель НТК по системам
обеспечения безопасности движения
и автоматизации станционных
процессов, канд. техн. наук
А.Г. САВИЦКИЙ,
заместитель начальника отделения
комплексной оптимизации
управления станционными
процессами, канд. техн. наук
М.В. ИЛЬЧЕВ,
начальник отдела автоматизации
управления локомотивами на станции
С.И. ДОЛГАНЮК,
заместитель начальника отдела
автоматизации управления
локомотивами на станции,
канд. техн. наук
А.В. ШУРДАК,
главный специалист отдела
автоматизации управления
локомотивами на станции

ИНТЕГРАЦИЯ СИСТЕМЫ МАЛС В УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ

Анализ аварийных ситуаций, возникающих на станциях при выполнении маневровой работы, указывает на «человеческий фактор» как на причину возникновения практически всех нарушений. Неправильное восприятие команды, перепутывание машинистом направления движения или сигнала, разрешающего движение, субъективная оценка составителем расстояния до стоящих вагонов – вот неполный перечень причин, приводящих к повреждению вагонов, локомотивов, грузов, взрезу стрелок, боковым ударам и другим происшествиям. Решение многих из перечисленных вопросов лежит в области формализации и автоматизации управления маневровым локомотивом, минимизации влияния «человеческого фактора», т.е. совпадает с задачами, решаемыми системой маневровой АЛС.

■ Система маневровой АЛС обеспечивает безопасность работы, выполняемой маневровыми локомотивами в горизонтальных парках станции и на сортировочной горке; повышает эффективность использования маневровых локомотивов; создает информационную платформу для оптимизации управления технологическим процессом на станции.

Поставленные задачи реализуются путем управления маневровыми локомотивами по радиоканалу передачи данных; организации контроля за перемещением локомотивов и вагонов по станции;

мониторингом функционирования устройств системы, приборов СЦБ, действий маневровых бригад и дежурных по станции.

Технические средства системы МАЛС (рис. 1) включают в себя станционные устройства и бортовую аппаратуру, а также пульт составителя. На рисунке приняты следующие обозначения: РО МАЛС – радиооборудование МАЛС, ССН – средства спутниковой навигации, КСАУ СП – комплексная система автоматизированного управления сортировочным процессом, АСУ СТ – автоматизированная система управления станцией, СПОМ

– система принудительной остановки маневрового локомотива.

Станционные устройства состоят из референсной станции спутниковой навигации с антенно-фидерными устройствами, стационарных устройств системы передачи данных и подсистемы формирования управления, контроля реализации маневровых перемещений и мониторинга функционирования технических средств МАЛС. К нижнему уровню этой подсистемы относятся контроллеры сбора данных КСБ МАЛС от устройств электрической или горочной централизации.

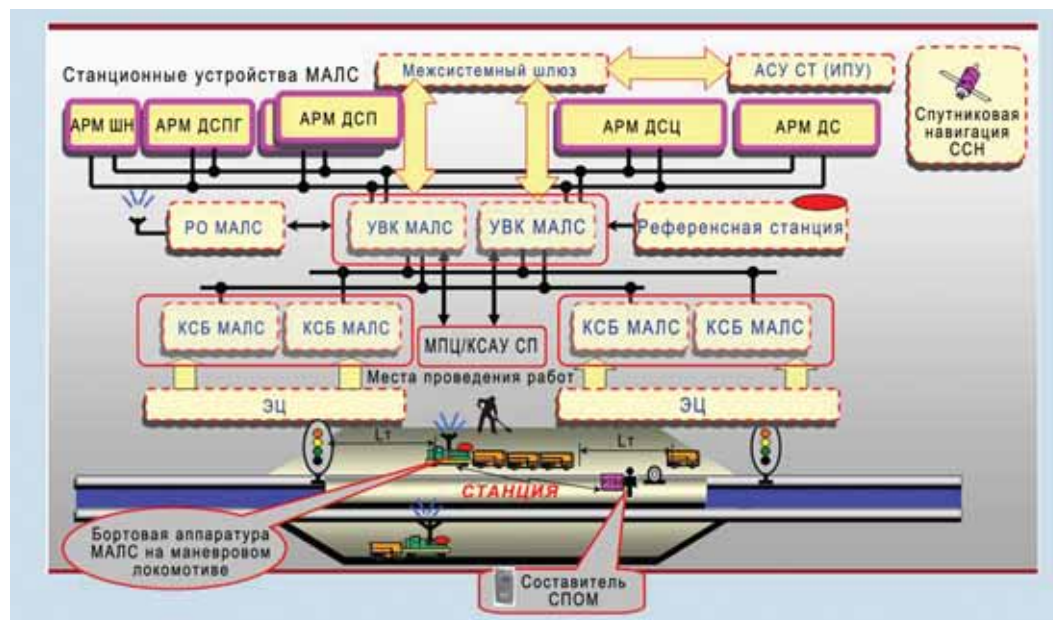


РИС. 1



В начале каждого цикла станционные устройства посылают широковещательную телеграмму, которая содержит информацию для всех локомотивов, зарегистрированных в системе управления.

Затем каждое бортовое устройство в выделенном интервале времени передает на станцию контрольную информацию в соответствии с порядковым номером команды в телеграмме станционных устройств.

При появлении в зоне контроля и управления маневровой АЛС нового локомотива по запросу станционных устройств устанавливается радиосвязь с бортовыми устройствами, ему присваивается его порядковый номер, затем он позиционируется с учётом данных ЭЦ и спутниковой навигации, и после этого включается в контур управления системы.

На мониторе вычислительного блока (рис. 4) у машиниста отображается маршрутное задание, допустимое и фактическое значение скорости и текущая длина маршрута. Здесь приняты следующие обозначения: Сд – текущая длина маршрута; БУ – блок-участки; Вдслед – следующее допустимое значение скорости, а на мониторах станционных АРМов (рис. 5) системы отображается местоположение локомотива и параметры его движения.

Телеграмма маршрутного задания, поступающая от станционных устройств в бортовой контроллер по радиоканалу, содержит наименование элементов, указывающих границы маршрута (лидер светофора или номер пути), и описание всех элементов маршрута (изолированных секций, стрелок, светофоров, включая длины секций, уклоны и допустимые скорости на секциях согласно технико-распорядительному акту станции). На основании полученной информации бортовой контроллер определяет параметры движения: назначение – лидер светофора или номер пути в конце маршрута; длину маршрута, как суммарную длину входящих в него участков в метрах, учитывая координаты светофора с запрещающим показанием; количество свободных участков и допустимую скорость движения.

Таким образом, база данных для формирования и реализации маршрутных заданий поддерживается только станционными устройствами, что автоматически обеспечивает идентичность информации на станции и локомотиве. При обслуживании одним локомотивом нескольких станций гарантировано получение маршрутного задания от станции, в зоне управления которой нахо-



РИС. 4

дится локомотив, без процедуры адаптации бортовых устройств с участием человека.

Для горочных маршрутов дополнительно определяется режим движения: основной, предварительный или попутный надвиг или роспуск.

Допустимая скорость движения на маршруте приравняется к меньшему значению технологических скоростей изолированных секций, занимаемых в текущий момент маневровым составом. Дополнительные ограничения на скорость движения могут вводиться дежурным по станции со своего АРМа или определяться порядком движения маневрового состава: 40 км/ч – движение локомотивом вперед; 25 км/ч – движение вагонами вперед.

Порядок движения маневрового состава может устанавливать вручную машинист с клавиатуры вычислительного блока или система в момент занятия составом изолированной секции. Сравнение координаты пересекаемого изолированного стыка с координатой локомотива, определяемой устройствами спутниковой навигации, позволяет уточнить местоположение локомотива впереди или сзади состава.

До решения этого вопроса, при отсутствии директивы машиниста, задается меньшее из допустимых значений скорости (25 км/ч или меньше).

В ряде случаев, например при надвиге состава, первоначальная координата его головы неизвестна, поэтому длина маршрута вычисляется, как суммарная длина свободных участков. Отсчет текущей длины начинается с момента занятия первого свободного по маршруту участка.

Таким образом, безопасность реализации маневрового марш-

ruta до сигнала или в тупик обеспечивается контролем текущей длины маршрута и допустимой скоростью движения.

В режиме ручного управления, когда состав ведёт машинист, на бортовой монитор дополнительно выводится информация о следующем допустимом значении скорости и расстоянии до его изменения. Само изменение допустимой скорости сопровождается звуковым сигналом. При превышении допустимой скорости более чем на 2 км/ч система автоматически разбирает тягу и включает вспомогательный прямодействующий тормоз по ступеням давления. После достижения допустимой скорости тормоза отпускаются автоматически, и разрешается набор тяги. Если после включения прямодействующего тормоза скорость продолжает расти, то включается приставка ПЭКМ 485, которая осуществляет полное служебное торможение до остановки состава. При необходимости вычислительный блок МАЛС формирует команду на обесточивание катушки электропневматического клапана, приводя в действие устройства экстренного торможения.

С приближением к границе маршрута скорость движения задается в соответствии с тормозной кривой, рассчитываемой вычислительным блоком, и обеспечивается машинистом при ручном управлении, а при угрозе нарушения тормозной кривой – автоматическим служебным и экстренным торможением. При этом заранее обесточивается электропневматический клапан с учетом инерционности работы штатных приборов «автостопа». Из-за инерционности применять такие приборы для маневровой работы неэффективно. Поэтому, если состав останавливается до начала экстренного торможения,

цепь ЭПК автоматически восстанавливается.

В режиме телеуправления, когда скоростной режим движения маневрового состава определяется и реализуется бортовой аппаратурой системы управления, рассчитывается заданная скорость. При этом учитываются особенности изменения её допустимого значения и возможности управления мощностью дизеля, включая ступенчатое управление позициями контроллера локомотива и плавное управление током независимой обмотки возбуждения генератора.

Для режима роспуска на сортировочной горке заданное значение скорости роспуска определяется контроллером вершины КСАУ СП по данным сортировочного листка и параметрам её спускной части. Это значение вводится в станционные устройства МАЛС по согласованному интерфейсу.

Допустимый уровень безопасности для системы МАЛС соответствует уровню безопасности SIL 2, т.е. 10^{-6} 1/ч на один локомотив. При ручном управлении локомотивом с уровнем безопасности 10^{-4} 1/ч вероятность опасного отказа составляет 10^{-10} 1/ч на локомотив. Это соответствует уровню функциональной безопасности, достигнутому современными системами МПЦ.

Риски проезда светофора с запрещающим показанием, возникающие при реализации функции МАЛС, обусловлены неправиль-

ной оценкой расстояния до конца маршрута, значения скорости движения или несвоевременным получением команды на остановку.

Команда на остановку формируется и реализуется системой автоматически (помимо ранее рассмотренных случаев) при: скатывании локомотива, т.е. при движении с отключенной тягой и скоростью более 1 км/ч; перекрытии светофора, разрешающего движение; получении команды принудительной остановки от дежурного по станции или составителя.

В двух последних случаях несвоевременность выполнения команды может вызываться сбоями в работе системы передачи данных или бортовых устройств МАЛС. Поэтому в системе предусмотрен ключ безопасности, обесточивающий катушки электропневматического клапана при программном сбое в работе бортовой аппаратуры или неполучении информации по радиоканалу в течение трех циклов обмена между станционными и бортовыми устройствами МАЛС подряд.

Скорость и направление движения оцениваются в системе МАЛС с помощью двух двухканальных датчиков импульсов, расположенных на разных осях локомотива, и по данным спутниковой навигации. Погрешности буксования и юза определяются выбором меньшего значения скорости при её наборе и большего значения при торможении.

Сложнее контролировать те-

кущую длину маршрута. Первоначально установленная длина корректируется в моменты занятия изолированных секций. Однако эти моменты могут восприниматься с запаздыванием, обусловленным несвоевременным срабатыванием рельсовых цепей (потеря шунта), временем обработки сигнала от путевого приёмника в МПЦ или РПЦ или потерями телеграмм при радиообмене. Все эти случаи рассмотрены в системе и разработаны методы их парирования.

Точность отслеживания местоположения маневрового состава на маршруте основана на параллельном функционировании в МАЛС трех систем измерения. Первая непосредственно измеряет путь, пройденный маневровым составом по показаниям датчиков импульсов системы, установленных на локомотиве. В условиях потери отдельных радиотелеграмм от бортовых устройств для повышения точности системы на станционные устройства передаются графики пройденного за последние 10 с пути работающими в системе локомотивами.

Вторая оценивает пройденный путь по изменению координаты локомотива на цифровой модели путевого развития станции, измеренной по показаниям дифференциальной системы спутникового позиционирования. Эта система измерения основана на применении точных дифференциальных методов спутникового позиционирования локомотива (до 1,5 м). Цифровая модель путевого развития станции, включающая измеренные с высокой точностью спутниковые координаты изолированных стыков, светофоров и предельных столбиков, острьяков, центров стрелочных переводов, длин изолированных секций, создается на этапе проектирования.

В отличие от первых двух систем, функционирующих на базе бортовых устройств МАЛС, третья система работает на базе станционных устройств МАЛС и оценивает положение границ маневрового состава по моментам занятия и освобождения изолированных секций маршрута. Её точность пропорциональна времени запаздывания информации, поступающей в систему МАЛС от приёмников рельсовых цепей (при маршрутно-релейной централизации) или устройств МПЦ (РПЦ).

Поэтому считаем целесообразным в системах МПЦ и РПЦ огра-



РИС. 5

ничить время задержки восприятия и передачи сигналов занятия и освобождения изолированных секций до 1 с.

При реализации маршрутов на занятый путь, достаточно часто встречающихся при маневрах, на мониторе машиниста отображается информация о таком маршруте, указывающая номер пути с надписью «на занятый путь» вместо литеры сигнала (см. рис. 4). В этом случае координата стоящих на пути вагонов, как правило, неизвестна, что в значительной мере влияет на длину маршрута и скоростной режим движения маневрового состава.

Для оптимизации соотношения показателей безопасности и эффективности маневровой работы в системе МАЛС принят следующий алгоритм функционирования при маршруте на занятый путь.

На мониторе машиниста появляется комментарий «контроль вагонов» красного цвета. Если машинист не берет на себя ответственность за реализацию такого маршрута, то система ведет его по скоростной кривой с остановкой перед вступлением на занятый путь, а после остановки разрешает движение по нему со скоростью не более 5 км/ч. Это обеспечивает безопасное соударение маневрового состава с вагонами, стоящими на занятом пути, а в случае значительного расстояния до них снижает эффективность маневров.

Машинист с помощью клавиатуры вычислительного блока может сформировать команду о контроле вагонов, тогда цвет надписи «контроль вагонов» на мониторе с красного меняется на зеленый. В этом случае маневровому составу разрешается движение по занятому пути со скоростью не более 20 км/ч без остановки перед вступлением на него.

Чтобы обеспечить безопасность маневров и сохранность вагонов, разработан дополнительный алгоритм для случаев, когда вагоны на путь ставит локомотив, оборудованный системой МАЛС. Тогда при выполнении маневровой работы измеряется длина маневрового состава, которая равняется пройденному локомотивом пути между моментами занятия и освобождения смежных изолированных секций или одной изолированной секции за вычетом её длины. Как правило, несколько выполненных измерений с одним маневровым составом определяют

его длину с точностью до 5–7 м. Далее после остановки состава на пути фиксируют координаты его границ, а после выхода локомотива с этого пути определяют длину выехавшего состава и границы оставленных вагонов. При таком алгоритме функционирования движение на занятый путь может быть приравнено к движению на закрытый сигнал. Движение под запрещающее показание светофора часто встречается при маневрах.

Команда, разрешающая проехать светофор с указанием его литеры, формируется дежурным по станции с АРМ МАЛС, а в случае интеграции системы с микропроцессорной централизацией – станционными устройствами МАЛС с АРМ МПЦ. При этом проверяется, что секции за светофором с запрещающим показанием замкнуты в маршруте и свободны. Например, на станции Автово Октябрьской дороги, оборудованной системами ЭЦ-ЕМ и МАЛС, дежурные по станции для задания такого маршрута применяют команду искусственного замыкания стрелок в маршруте.

На мониторе машиниста локомотива в этом случае появляется соответствующая команда «под запрещающий» (см. рис. 4) под литерой светофора, который разрешается проехать. Далее состав может двигаться по заданному маршруту обычным порядком или будет остановлен у следующего светофора. После вступления состава на последний участок перед закрытым светофором на локомотивном светофоре МАЛС вместо белого огня загорается сигнал КЖ, предупреждая ма-

шиниста о скором завершении маршрута.

В системе МАЛС предусмотрены технические решения, которые обеспечивают безопасность составителя при производстве маневров. Они реализованы на базе интеграции бортовых устройств МАЛС и системы «СПОМ». Для этого изменено назначение кнопки составителя системы «СПОМ», каждое нажатие которой либо разрешает, либо запрещает движение локомотива. Состояния тройника релейного элемента на выходе локомотивных устройств «СПОМ» заведены в бортовой контроллер МАЛС. После стандартной процедуры регистрации, выполняемой машинистом и составителем в начале смены, составитель разрешает или запрещает локомотиву движение. Об этом оба получают речевую команду по каналам технологической связи. В случае запрещения движения локомотив автоматически ставится на тормоза с отключением тяги. Получение такой команды при движении локомотива приводит к служебному и экстренному торможению.

В процессе функционирования устройств МАЛС управляющий вычислительный комплекс регистрирует и архивирует текущую технологическую ситуацию, протоколы взаимодействия отдельных устройств системы между собой и с внешними устройствами.

Наиболее востребованными являются протоколы взаимодействия с системами МРЦ (опрос матрицы контактов) и МПЦ, работы радиоканала передачи данных и скоростного режима движения локомотивов (рис. 6), где зеленым

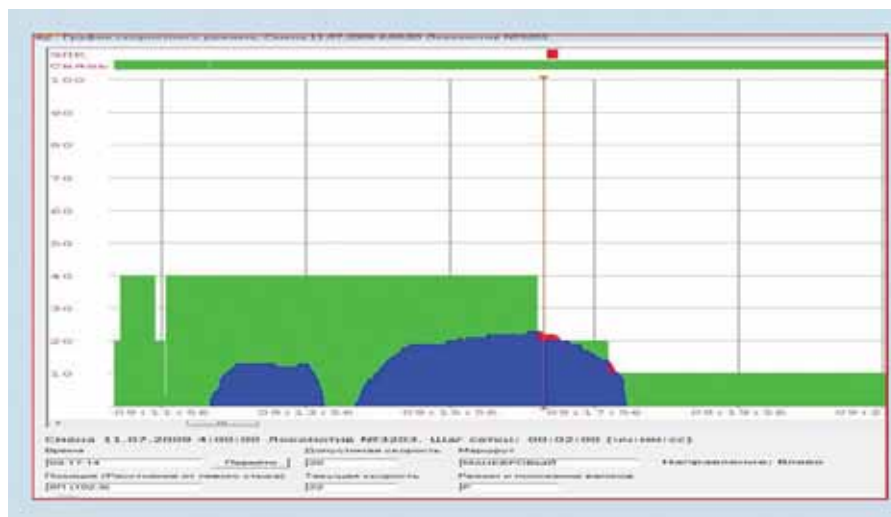


РИС. 6

цветом показаны значения допустимой скорости, синим цветом – фактической скорости и красным цветом – случаи её превышения. В верхней зоне отражается наличие радиоканала и работа электропневматического клапана. При установке курсора в окнах, расположенных в нижней части протокола, указывается текущее значение скорости, координата и наименование изолированной секции, занимаемой маневровым локомотивом.

Технические средства системы МАЛС предусматривают просмотр протоколов с АРМ обслуживающего персонала станционных устройств или АРМ удаленного мониторинга в диагностическом центре дороги и в офисе разработчиков, а скоростемерных лент – с АРМ техника-расшифровщика скоростемерных лент локомотивного депо.

Диагностические протоколы позволяют проанализировать в реальном режиме времени действия станционных и локомотивных устройств, включая работу приборов СЦБ, скорости движения локомотива и действия дежурного по станции и машиниста за выбранный период времени.

Система МАЛС не только повышает безопасность движения на железнодорожных станциях, но и увеличивает эффективность маневровой работы, а также создает информационную платформу автоматизации решения задач планирования и отчетности работы станции.

Поэлементный анализ маневровых операций показывает, что информированность машиниста о текущей длине и допустимой скорости движения маневрового состава способствует повышению скорости реализации маневрового маршрута. Информированность дежурного по станции о местоположении локомотива и ходе выполнения маневров сокращает время ожидания следующего маршрутного задания. Визуализация и протоколирование маневровой работы мобилизуют машиниста и составителя на повышение её показателей, при этом исключаются непроизводительные расходы времени и дизельного топлива. Информированность маневрового диспетчера и начальника станции о текущем местоположении локомотивов и выполненных ими операциях улучшает организацию маневровой работы и увеличивает

эффективность использования локомотива.

Интеграция системы МАЛС с широко применяемыми на западе системами радиодистанционного управления локомотивами с носимого пульта машиниста-составителя позволит в ряде случаев сократить маневровую бригаду до одного человека благодаря автоматическому управлению локомотивами на маршруте. За машинистом-составителем сохранятся только функции прицепки и отцепки составов, закрепления и снятия закрепления, подтягивания состава к сигналу или призме на небольшом расстоянии.

В системе МАЛС применяются современные системы цифровой радиосвязи для организации радиоканала передачи данных. В настоящее время для организации радиоканала системы МАЛС на станциях Солнечная Московской дороги и Автово Октябрьской дороги используются узкополосные радиомодемы диапазона 160 МГц с шагом сетки частот 25 кГц. Радиоканал передачи данных на базе узкополосных модемов значительно ограничивает функционирование системы МАЛС, в первую очередь, в связи с низкой скоростью передачи данных, как правило, не превышающей единиц килобит в секунду. С помощью таких радиосредств контролируют 5–6 локомотивов на одной частоте при длительности цикла до 2 с.

Для расширения функциональности системы МАЛС необходимо значительное (до 0,5 с) снижение длительности цикла информационного обмена бортовых и станционных устройств. Это повышает точность позиционирования локомотивов и оперативность управления ими, особенно при дистанционном управлении с пульта составителя.

В настоящее время местоположение локомотива определяется посредством систем спутниковой навигации ГЛОНАСС/GPS в режиме DGPS. На локомотиве решается навигационная задача с использованием дифференциальных поправок, получаемых от стационарно установленного оборудования. Режим DGPS обеспечивает погрешность местоположения в плане станции до 1,5 м. Чтобы дистанционно управлять тягой с помощью системы МАЛС и повысить точность местоположения локомотива при движении

на занятый путь в режиме контроля вагонов, необходимо снизить погрешность до 0,5 м. Это можно обеспечить посредством режима RTK, в котором передаются необработанные измерения псевдодаленостей по радиоканалу. В результате значительно увеличивается объем передаваемых по радиоканалу данных.

Повысить пропускную способность радиосистемы передачи данных МАЛС с использованием узкополосных радиомодемов можно, увеличив число используемых системой частотных каналов и применив модемы с более высокой скоростью передачи за счет многопозиционных модуляций (8-PSK; 4-, 16-, 64-QAM и др.).

Увеличить число используемых системой частотных каналов сложно из-за загруженности диапазона 160 МГц. При этом значительно затрудняется частотное планирование и частотно-территориальный разнос существующих и проектируемых радиосредств. Частично проблему можно решить, применив фильтрующие элементы, которые в диапазоне 160 МГц имеют неэффективные массогабаритные характеристики.

Модемы с многопозиционной модуляцией по сравнению с модемами с двухпозиционной модуляцией (PSK, GMSK и др.) имеют меньшую дальность радиосвязи из-за меньшей помехоустойчивости.

Таким образом, узкополосные УКВ каналы в перспективных реализациях системы МАЛС стоит рассматривать только с точки зрения резервных каналов, обеспечивающих ограниченную функциональность системы или как основной канал при внедрении МАЛС на станциях с небольшим числом (5–6) задействованных в маневровой работе локомотивов.

В перспективе в системе МАЛС планируется использовать современные узкополосные цифровые стандарты радиосвязи (ЦСТР) транкингового типа (TETRA, APCO25, GSM-R) и широкополосные (DECT, Wi-Fi, WiMAX, ZigBee). Опыт применения двух первых широкополосных стандартов уже получен при работах на станциях Солнечная Московской дороги и Окуловка Октябрьской дороги. Узкополосные стандарты планируется внедрить на станции Челябинск-Главный Южно-Уральской дороги и олимпийских объектах в Сочи.

В.А. ВОРОНИН,
начальник отделения
внедрения систем ЖАТ,
канд. техн. наук
В.В. ВОРОБЬЕВ,
начальник отдела автобло-
кировки и путевых устройств
интервального регулирования
С.Н. ЕСЫРЕВ,
главный инженер службы
автоматики и телемеханики
Московской дороги

АЛСО С ПОДВИЖНЫМИ БЛОК-УЧАСТКАМИ

На перегоне Электросталь – Ногинск Московской дороги протяженностью более 5 км уже второй год эксплуатируется система автоматической локомотивной сигнализации АЛСО с подвижными блок-участками. Система реализована на базе аппаратуры микропроцессорной системы автоблокировки АБТЦ-М, принятой к тиражированию.

■ Особенностью системы является отсутствие сигнальных знаков границ блок-участков, которые применяются на перегонах, оборудованных типовой системой АЛСО. Термин «подвижный» или «плавающий» блок-участок подразумевает одну или совокупность нескольких рельсовых цепей за хвостом поезда, кодируемых одним и тем же сигналом АЛС. Пример построения системы показан на рис. 1.

За хвостом поезда формируется защитный участок, не кодируемый сигналами АЛС. Для сигналов АЛСН этот участок должен быть не менее тормозного пути поезда, движущегося со скоростью 60 км/ч, а для сигналов АЛС-ЕН – 20 км/ч. В защитный участок включается одна или несколько рельсовых цепей в зависимости от их длины на таком участке. Кроме того, длина защитного участка зависит от профиля пути, поэтому она может отличаться для четного и нечетного направлений движения.

За хвостом поезда после защитного участка формируется участок из одной или нескольких рельсовых цепей, кодируемых кодовым сигналом «КЖ». Этот участок должен быть не менее тормозного пути служебного торможения, начиная со скорости 60 км/ч и до остановки. Проектируя перегонные устройства, в техническом задании необходимо для более полного использования пропускной способности перегона рассчитывать длины участков кодирования в соответствии с фактически реализуемыми скоростями движения поездов, например, по приказу начальника дороги. В большинстве случаев в техническом задании на проектирование указываются скорости движения на перспективу, что снижает пропускную способность перегона. Следует иметь в виду, что в микропроцессорных системах можно в перспективе перестроить программное обеспечение под новые значения реализуемых скоростей движения.

За участком, кодируемым кодовым сигналом «КЖ», формируется участок, кодируемый сигналом «Ж». Длина этого

участка должна позволять машинисту с помощью служебного торможения снизить скорость движения поезда с максимальной до 60 км/ч. За этим участком формируется участок до головы идущего сзади поезда или до станции, кодируемый кодовым сигналом «З» системы АЛСН.

При освобождении хвостом поезда очередной рельсовой цепи все участки кодирования условно перемещаются на одну рельсовую цепь вперед. Таким образом, система с подвижными блок-участками основывается на принципе перемещения участков кодирования за хвостом поезда.

При проектировании устройств многозначной автоматической локомотивной сигнализации АЛС-ЕН применяется модернизированная таблица сигнализации, утвержденная ОАО «РЖД». Основным отличием этой таблицы от применяемой на линии Санкт-Петербург – Москва является отказ от передачи в бортовые устройства значений максимально допустимой скорости движения.

На перегоне Электросталь – Ногинск при проектировании определены максимально допустимые скорости движения для конкретных рельсовых цепей, округленные в сторону уменьшения с точностью до 10 км/ч. Иными словами, при расчетном значении максимально допустимой скорости 67 км/ч в проекте указывается 60 км/ч. Такое значение вносится в рабочий проект оборудования участка. При кодировании рельсовых цепей сигналами АЛС-ЕН формируется определенное количество свободных рельсовых цепей

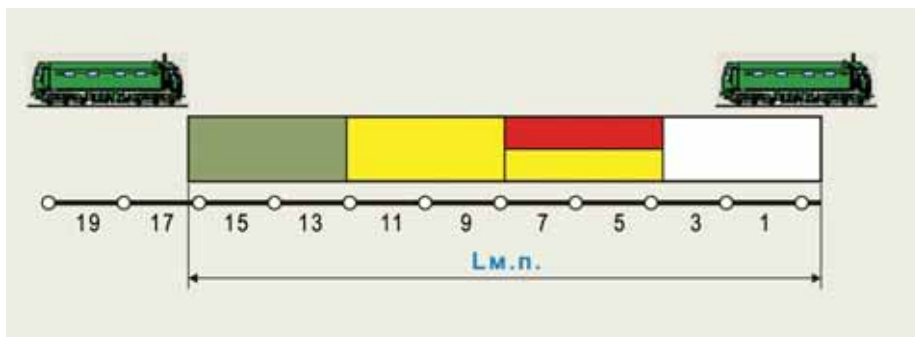


РИС. 1

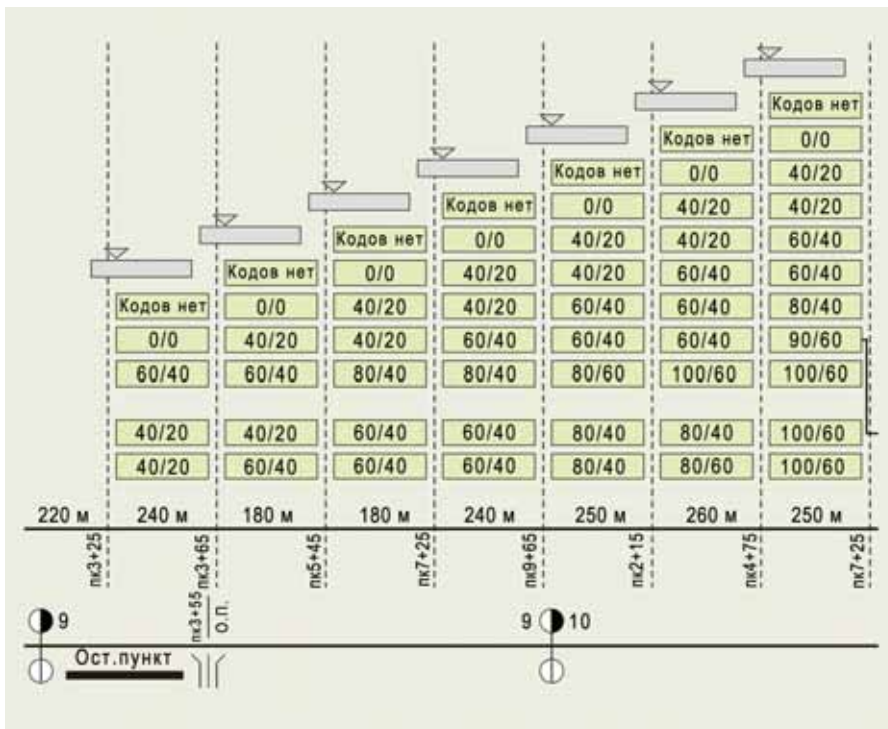


РИС. 2

до хвоста идущего впереди поезда или препятствия. Бортовые устройства на основании этих данных и данных о категории поезда формируют значение допустимой скорости движения, которая должна быть не больше указанной в проекте.

С целью упрощения программного обеспечения бортовых устройств в проекте перегона Электросталь – Ногинск принято, что рельсовые цепи примерно одинаковой длины в пределах от 180 до 250 м. Такие рельсовые цепи не обеспечивают максимальную пропускную способность участка, так как при малых скоростях движения, например в зоне платформ, их длина должна быть меньше, а с ростом скорости движения может быть увеличена. Для опытной эксплуатации системы с подвижными блок-участками решено пренебречь незначительным снижением пропускной способности и уменьшить нагрузку на программное обеспечение бортовых устройств КЛУБ-У.

Фрагмент графика сигнализации АЛС перегона Электросталь – Ногинск для четного направления движения в районе остановочного пункта приведен на рис. 2. Для этого участка, являющегося лимитирующим, проведем расчет пропускной способности (межпоездного интервала) при условии времени стоянки поезда 40 с. С целью упрощения расчета примем ускорение замедления/разгона пригородного поезда равным $0,7 \text{ м/с}^2$, а максимальную скорость движения по перегону согласно приказу начальника Московской дороги – 60 км/ч .

При расчете межпоездного интервала необходимо учитывать, что каждый следующий поезд, движущийся за предыдущим, должен двигаться с установленной максимальной скоростью по рельсовой цепи, кодируемой кодовым сигналом «З», и иметь возможность войти на следующую рельсовую цепь, также кодируемую сигналом «З».

Лимитирующим по пропускной способности участком является подход к остановочному пункту, когда

последующий поезд максимально сближается с идущим впереди, еще не отправившимся с остановочного пункта.

Если принять за точку отсчета координату головы идущего впереди поезда, стоящего у платформы, то время, необходимое следующему за ним поезду для достижения этой координаты, составит:

$$T_{\text{мп}} = T_{\text{ст}}^1 + T_{\text{раз}}^1 + T_x^2 + T_{\text{т}}^2,$$

где $T_{\text{мп}}$ – межпоездной интервал;

$T_{\text{ст}}^1$ – время стоянки первого поезда (40 с);

$T_{\text{раз}}^1$ – время разгона первого поезда;

T_x^2 – время хода второго поезда, за которое он с максимальной скоростью проходит расстояние до точки начала торможения для остановки на платформе;

$T_{\text{т}}^2$ – время, необходимое на торможение второго поезда до остановки.

Учитывая, что максимально допустимая скорость 60 км/ч , получаем:

$$T_{\text{раз}}^1 = T_{\text{т}}^2 = 60 / 3,6 / 0,7 = 24 \text{ с.}$$

Минимальное расстояние между поездами, позволяющее последующему поезду не снижать скорость из-за стоящего на платформе идущего впереди поезда, составляет:

$$L = L_{\text{п}} + 6L_{\text{рц}} = 1450 \text{ м,}$$

где $L_{\text{п}}$ – длина поезда (250 м);

$6L_{\text{рц}}$ – длина шести рельсовых цепей на подходе к платформе (1200 м).

Расстояние, необходимое второму поезду для торможения с установленной скорости до остановки, составит:

$$L_{\text{т}} = T_{\text{т}}^2 \cdot V_{\text{ср}},$$

где $T_{\text{т}}^2$ – время, необходимое для торможения (24 с);

$V_{\text{ср}}$ – средняя скорость поезда при торможении, равная $(60+0)/2=30 \text{ км/ч}$ ($8,33 \text{ м/с}$);

$$L_{\text{торм}} = 24 \cdot 8,33 = 200 \text{ м.}$$

Таким образом, из общего расстояния между поездами (1450 м) всего 200 м второй поезд идет с торможением, а остальное расстояние проходит с установленной скоростью.

$$T_x^2 = ((1450 - 200) / 60) \cdot 3,6 = 75 \text{ с.}$$

Приближенное значение межпоездного интервала составит:

$$T_{\text{мп}} = 40 + 24 + 75 + 24 = 163 \text{ с, т.е. менее 3 мин.}$$

Благодаря системе автоматической локомотивной сигнализации с подвижными блок-участками можно снизить величину межпоездного интервала на 15–20 % по сравнению с автоблокировкой с фиксированными блок-участками. Кроме того, использование многозначной автоматической локомотивной сигнализации АЛС-ЕН позволяет сблизить поезда на минимально возможное по безопасности расстояние с плавным снижением значения допустимой скорости, что очень важно при сбоях в движении или увеличении времени стоянки идущего впереди поезда.



Ю.А. ИВАНОВ,
научный сотрудник

ТЕХНОЛОГИИ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ В СИСТЕМАХ АВТОВЕДЕНИЯ

Для обеспечения лидирующих позиций на рынке транспортных услуг, многие компании стремятся к созданию условий безопасного и эффективного функционирования железнодорожного транспорта, что в свою очередь требует внедрения и использования принципиально новых технических решений. В результате создаются и совершенствуются комплексы управления и обеспечения безопасности на локомотивах, включая разработку «интеллектуального» поезда со встроенной системой автоведения и самодиагностики, разрабатываются принципиально новые системы диагностики и мониторинга объектов инфраструктуры и подвижного состава.

■ На примере зарубежных компаний рассмотрим последние разработки, повышающие экономическую эффективность железнодорожного транспорта.

Австралийско-британский концерн RioTinto планирует применять при транспортировке железной руды от западных австралийских шахт до порта автоматизированные поезда (рис. 1). Исследования, проведенные при разработке таких поездов на базе системы «автомашинист», показали, что в дальнейшем это решение сможет удовлетворить потребности азиатского континента. Многие разработчики компании Rio Tinto считают, что развитие проекта автоведения поезда – важный шаг, который увеличит поставки руды

для Китая и других стран. Системе автоведения предполагается использовать в существующей системе управления поездом. С развитием и внедрением технологии автоведения дополнительно разрабатывается система безопасности, в частности, модернизируются железнодорожные переезды, а также создаются новые стандарты для грузовых перевозок.

■ Немецкий концерн Siemens TS разработал моторный вагон CargoMover (рис. 2), который предназначен для перевозки грузов на короткие расстояния в автоматическом режиме. Система мониторинга путей в режиме реального времени безошибочно определяет наличие на пути чело-

века или препятствия и при любой погоде обеспечивает необходимую безопасность. Этот инновационный проект сочетает в себе преимущества грузовых автомобилей и поезда. Каждое транспортное средство может перевозить до 60 тонн полезного груза, но использует энергии меньше, чем два грузовых автомобиля. Такой вагон выгодно использовать в железнодорожных перевозках на расстояние до 150 км. Перевозки в обычных грузовом поезде в этих условиях экономически не оправданы.

Коммерческая привлекательность вагона CargoMover в том, что доставка груза может быть заказана индивидуальным клиентом. Как только заказ будет введен в



РИС. 1



РИС. 2



РИС. 3



РИС. 4

компьютер управляющей системы CargoMover, система автоведения автоматически определяет свой маршрут движения с учетом расписания движения поездов. Вагон CargoMover не блокирует движение других поездов и в перспективе сможет работать без ограничения по времени ночью.

Для обнаружения препятствий на пути следования вагон CargoMover использует систему автоматического мониторинга путей, оснащённую лазерными, радарными и видеодатчиками. Установленные на вагоне лазерные сканеры и радиолокационный радар в режиме реального времени ведут мониторинг пути следования вагона CargoMover. С помощью системы видеонаблюдения можно уточнять цифровую модель пути следования вагона, пространство которой отображено в виде кристаллической решётки. Эта модель сформирована лазерным сканером и радаром. Препятствия идентифицируются путём сопровождения фрагментов изображения в определённых ячейках решётки. Такой способ распознавания позволяет во время движения поезда согласовать цифровую модель следования вагона с цифровой картой пути. Корреляционный анализ значительно ускоряет обработку результатов для принятия решения системой автоведения. Используя информацию от видеокamer, можно получать дополнительные признаки препятствий перед вагоном на расстоянии до 50 м, определять местоположение стрелочных переводов, а также проводить обнаружение объектов на пути и в междупутьях.

Для качественного обнаружения движущихся объектов с

использованием информации от видеокamer необходимо иметь достаточную освещённость. Из-за этого видеокamerы пока применяют только в дневное время. Однако систему можно усовершенствовать, оснастить её мощными инфракрасными прожекторами для работы в тёмное время суток.

Параллельно с анализом видовой информации система мониторинга путей вагона CargoMover передает видеoinформацию в ситуационный центр, где контролируется движение вагона. Вагоны CargoMover перевозят грузы в автоматическом режиме по обычным железнодорожным сетям, на которых выделяются «временные окна» в графике движения поездов. Таким образом, вагоны являются универсальным железнодорожным транспортным средством для перевозки грузов на малые расстояния и могут составить серьёзную конкуренцию грузовому автомобильному транспорту.

■ Менеджеры американской компании General Electric, заинтересованные в повышении эффективности грузовых перевозок и снижении издержек из-за недостатка квалифицированного персонала, пришли к выводу, что разработка средств автоматического контроля и управления движением локомотива в автоматическом режиме повысит эффективность и качество этих перевозок на железнодорожном транспорте. Благодаря использованию радиоканала для передачи информации на расстояние можно контролировать характеристики движения локомотива и техническое состояние его основных систем в режиме реального времени.

Установленная на локомотиве система «интеллектуальный поезд» записывает на регистрирующее устройство (рис. 3) текущую информацию от датчиков диагностики, видео- и звуковую информацию и параметры движения поезда. В случае чрезвычайных обстоятельств во время движения поезда по радиоканалу в режиме реального времени «тревожные сообщения» передаются в ситуационный центр. Далее они обрабатываются диспетчером центра, который принимает решение о предотвращении чрезвычайного происшествия.

С помощью радиосвязи из ситуационного центра можно сформировать запрос на диагностику основных систем локомотива. После этого система «интеллектуальный поезд» проводит диагностику поезда и передаёт в ситуационный центр ответное сообщение о состоянии его основных ходовых частей и систем. Информация от тестируемого локомотива анализируется диспетчером.

В «интеллектуальный поезд» входит система мониторинга путей LocoCAM, которая анализирует видовую информацию на наличие чрезвычайных ситуаций на путях следования локомотива. Видеокamera, установленная в кабине локомотива, оптически приближает подозрительные объекты, а алгоритм системы мониторинга путей определяет степень важности ситуации для безопасного движения локомотива. В частности, реализованы «алгоритм брошенных предметов с моста» и «алгоритм определения препятствий на пути локомотива». Система мониторинга путей регистрирует всю видовую информацию

на бортовом самописце в режиме реального времени.

■ Шведская транспортная компания GreenCargo внедрила систему автоведения грузовым локомотивом с помощью технологии дистанционного управления по радиоканалу (рис. 4). Локомотив в основном применяется для выполнения маневровых работ. Управление им осуществляется оператором с переносной радиостанции, подвешенной на груди, или со стационарной радиостанции диспетчерского пункта. Система дистанционного вождения с использованием радиоканала повысила безопасность выполнения маневровых работ и сократила число обслуживающего персонала при их проведении.

В компании ОАО «Российские железные дороги» стратегическим направлением научно-технического развития на период до 2015 г. является внедрение системы автоведения. Сотрудники ОАО «НИИАС» разрабатывают программно-аппаратный комплекс обнаружения и идентификации световой сигнализации (ПАК ДИСС), который осуществляет видеомониторинг путевой световой индикации для бортовых систем автоведения и безопасности. Цель работ – создание алгоритмического обеспечения для обнаружения железнодорожных светофоров в последовательности снимков, полученных с видеокамеры, установленной в кабине локомотива, а также внедрение опытного образца ПАК ДИСС на одном из участков железной дороги.

На многих железных дорогах используются различные системы автоматической локомотивной сигнализации. Система АЛС с каналом передачи информации по рельсовым цепям не может исключить влияние намагниченности рельсов, наводок от внешних источников, частых отказов передающей и приёмной аппаратуры, а также рельсовой линии [1]. Для исключения этих недостатков планируется использовать дублирующую систему контроля световой сигнализации ПАК ДИСС, что позволит обеспечить безопасность движения поездов и существенное сокращение числа аварий.

С помощью технологии ПАК ДИСС можно вести круглосуточный анализ видовой информации

пути движения локомотива в режиме реального времени. В качестве вспомогательной системы машинист использует АЛС, а при несоответствии между сигналами руководствуется показаниями путевых светофоров [2]. При возникновении чрезвычайной ситуации, в частности несоответствия значения АЛС и путевого светофора, ПАК ДИСС выдаёт звуковое сообщение машинисту и увеличенное видеозображение детектируемого светофора. Эта информация передается по CAN интерфейсу на дисплей КЛУБ-УМ, что значительно облегчает машинисту визуальный контроль значения путевого светофора. Таким образом, ПАК ДИСС может работать как средство контроля системы АЛС, так и выполнять некоторые функции помощника машиниста.

Использование технологий компьютерного зрения для анализа видовой информации ПАК ДИСС является первым шагом в разработке полностью автономной системы автоведения локомотивом на магистральных линиях России. «Интеллектуальный поезд» подразумевает разработку эффективной системы принятия решения. Применение лазерных, радарных и видеодатчиков для получения полной путевой информации во время движения локомотива позволит принять единственно правильное решение.

Полностью автономные системы автоведения для поездов подземного или лёгкого метро с выделенными линиями – неотъемлемые показатели технического прогресса. Проанализировав тенденции развития автоведения подвижных средств за последние годы, можно сделать выводы о важности использования автоматических систем управления техническими средствами в будущем. И чем совершеннее технологии будут использоваться, в частности, при транспортировке грузов, тем эффективнее будет модель развития общества.

ЛИТЕРАТУРА

1. Власенко С., Лабренц А., Протцнер С. Системы АЛС для высокоскоростного сообщения // «Автоматика, связь, информатика», 2011, № 3, с. 39.

2. Инструкция по движению поездов и маневровой работе. Параграф 1.2.

АВТОМАТИКА СВЯЗЬ ИНФОРМАТИКА



Главный редактор:
Т.А. Филюшкина

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

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

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

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

Телефоны: отделы СЦБ и пассажирской автоматики – (499) 262-77-50;
отдел связи, радио и вычислительной техники – (499) 262-77-58;
для справок – (499) 262-16-44

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

Подписано в печать 30.05.2011
Формат 60х88 1/8.
Усл. печ. л. 6,84 Усл. кр.-отт. 8,00
Уч.-изд. л. 10,1

Зак. 1297
Тираж 3720 экз.

Синерджи Отпечатано
в типографии
«СИНЕРЖИ»

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