



**ЭКОНОМИЧЕСКИЙ
И СОЦИАЛЬНЫЙ СОВЕТ**

Distr.
GENERAL

TRANS/SC.2/2002/5/Add.2
4 July 2002

RUSSIAN
Original: ENGLISH

ЕВРОПЕЙСКАЯ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ КОМИССИЯ

КОМИТЕТ ПО ВНУТРЕННЕМУ ТРАНСПОРТУ

Рабочая группа по железнодорожному транспорту
(Пятьдесят шестая сессия, 16-18 октября 2002 года,
пункт 8 повестки дня)

**ИНФОРМАЦИЯ ОБ ИЗМЕНЕНИЯХ В РАЗЛИЧНЫХ ОБЛАСТЯХ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**

Добавление 2

**ВЗГЛЯД В БУДУЩЕЕ: САМОРЕГУЛИРУЮЩИЕСЯ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЕ СИСТЕМЫ**

Представлено правительством Соединенных Штатов Америки

Темой, которая проходит через практически все элементы программы НИОКР Федеральной железнодорожной администрации (ФЖА), является использование сенсоров, компьютеров и цифровых средств связи для сбора, обработки и распространения информации с целью повышения безопасности, надежности и эксплуатационной эффективности железных дорог. На этих технологиях основаны саморегулирующиеся транспортные системы (СТС) для шоссейных дорог и массовых транзитных перевозок, равно как и новые системы управления воздушным движением и слежения за морскими

судами. Эти технологии также используются вооруженными силами, крупными компаниями по экспресс-доставке, операторами трубопроводов, полицией, службами пожарной охраны и скорой помощи.

ФЖА и железнодорожные компании работают над созданием **саморегулирующихся железнодорожных систем**, которые использовали бы новые сенсорные и компьютерные технологии и цифровые средства связи для управления составами, тормозными системами и пересечением путей сообщения в одном уровне и для обнаружения дефектов, а также в системах планирования и составления графиков движения поездов. ФЖА считает, что эти технологии позволят предотвращать столкновения и аварии, связанные с превышением скорости, случаи угона поездов и потери ими управления, обеспечить более эффективное использование пропускной способности и материальных средств, повысить надежность, улучшить качество обслуживания потребителей и эффективность использования энергии, сократить объем вредных выбросов, повысить экономическую жизнеспособность и обеспечить рост прибыли, а также позволят железным дорогам соразмерять и ограничивать издержки и "быть готовыми к неожиданностям". Саморегулирующиеся железнодорожные системы позволят железным дорогам гибко и незамедлительно реагировать на быстрые изменения на рынке транспортных услуг.

В настоящем документе рассказывается о различных разработанных или разрабатываемых технологиях, программах и системах.

Цифровые релейные коммуникационные системы являются средством передачи информации на поезда, системы эксплуатации железнодорожных путей, стрелочные переводы и боковые указатели, в центры управления, на сортировочные станции, интермодальные терминалы, пассажирские станции, в службы эксплуатации, системы оперативных данных и заказчикам и от них. Системы релейных коммуникаций заменят или будут дополнять многие из сегодняшних систем обычной радиотелефонной связи неголосовыми цифровыми сообщениями, что качественно расширит возможности существующих коммуникационных сетей и частот. В системах релейных коммуникаций будут использоваться радиочастоты для связи с мобильными принимающими устройствами и между локомотивами, ведущими железнодорожные составы, и различные средства передачи (находящиеся в собственности железнодорожных или коммерческих телекоммуникационных компаний) для обеспечения связи между неподвижными объектами. К этим средствам относятся микроволновое радио, волоконно-оптические кабели, медные кабели, проложенные в земле, сотовые телефоны, спутники связи и даже обычные столбовые линии. С помощью систем релейных коммуникаций информация кодируется цифрами и сообщение дискретно передается одному или нескольким

получателям. Правительство США предоставило железнодорожному сектору через Федеральную комиссию по телекоммуникациям 182 частоты в диапазоне ОВЧ (160 МГц) и 6 частотных пар в диапазоне УВЧ (900 МГц). Частоты УВЧ используются для цифровой связи, и ряд железнодорожных компаний перевели некоторые из предоставленных им частот УВЧ из аналоговой в цифровую систему связи. Предполагается, что в предстоящее десятилетие процесс такого перевода ускорится.

Национальный дифференциал ГСМ (НДГСМ) является продолжением Глобальной системы местоопределения (ГСМ), которая выдает пользователям, способным принимать скорректированный дифференциальный сигнал, информацию о местоположении с точностью 1-3 м¹. Этот дифференциал расширяет сеть ДГСМ Сил береговой охраны США и использует для расчета и передачи скорректированных дифференциальных сигналов списанные объекты Аварийной системы наземной связи (АСЗН) Военно-воздушных сил США. Принимающие устройства НДГСМ будут установлены на локомотивах и подвижных средствах служб эксплуатации железнодорожных путей, где они будут рассчитывать местонахождение и скорость, и эта информация будет передаваться в центр управления железнодорожным движением через железнодорожные цифровые релейные коммуникационные системы. В настоящее время НДГСМ функционирует в режиме одностанционного охвата на примерно 80% территории континентальных США, и предполагается, что он будет полностью введен в эксплуатацию в режиме двустанционного охвата на континентальных США и Аляске в 2004 году. Для обеспечения непрерывности, точности, надежности и целостности Навигационный центр Береговой охраны в Александрии, штат Виргиния, осуществляет управление и мониторинг НДГСМ 24 часа в сутки семь дней в неделю. НДГСМ позволяет ГСМ осуществлять комплексный мониторинг; пользователи получают сигнал о неполадке в течение пяти секунд после того, как такой сигнал поступает с любого из спутников ГСМ. Сигналы НДГСМ может получать любой пользователь, имеющий соответствующее приемное устройство, и плата при этом не взимается.

Системы абсолютного контроля поездов (АКП) - это комплексные системы управления, контроля, коммуникаций и информации, обеспечивающие надежное, безопасное, точное и эффективное движение поездов. Системы АКП повысят надежность

¹ Как указано в *Федеральном радионавигационном плане, 1999 год*, "предполагаемая точность Службы НДГСМ по всем установленным зонам охвата превышает 10 м (2drms). Точность НДГСМ на каждом участке вещания находится под строгим контролем и, как правило, превышает 1 м". Хотя речь идет об опубликованных данных, информация с мест указывает на еще большую точность. Высокочастотные приемники обеспечивают точность, превышающую 1 м, даже на границе зоны охвата.

железнодорожного движения, значительно уменьшив вероятность столкновения поездов, жертв среди железнодорожных рабочих и ущерба оборудованию, а также аварий, связанных с превышением скорости. Национальное управление по безопасности на транспорте назвало АКП одной из своих "десяти лучших" инициатив по обеспечению безопасности на национальном транспорте. Системы АКП включают в себя цифровые релейные коммуникационные системы, системы непрерывного и точного определения местонахождения - такие, как НДГСМ, - бортовые компьютеры с цифровыми картами, устанавливаемые на локомотивах и подвижных средствах служб эксплуатации железнодорожных путей, дисплеи в кабинах, дроссельные тормозные интерфейсы на локомотивах, боковые интерфейсные установки на стрелочных переводах и боковых указателях, а также компьютеры и дисплеи в центрах управления. Системы АКП могут также взаимодействовать с системами тактического и стратегического планирования перевозок, системами отчетности об исполнении нарядов на работы и системами слежения за исправностью локомотивов. Системы АКП выдают бригадам поездов и подвижных средств служб эксплуатации железнодорожных путей разрешения на выезд, следят за местонахождением поездов и подвижных эксплуатационных средств, могут автоматически обеспечивать исполнение распоряжений о передвижениях и постоянно вносить в системы оперативных данных информацию о местонахождении поездов, локомотивов, вагонов и бригад. Предоставляемая АКП возможность дистанционного контроля позволит центру управления останавливать поезда, если локомотивная бригада оказывается не в состоянии вести состав. Помимо обеспечения более высокого уровня надежности и безопасности, системы АКП также позволяют железной дороге функционировать по графику и увеличивать сроки пробега техники при обеспечении ее большей надежности, добиваться более эффективного использования средств и увеличивать пропускную способность железнодорожных путей. Они помогут железным дорогам соразмерять и сокращать расходы и более эффективно использовать энергию. Экспериментальные варианты АКП прошли успешные испытания лет десять назад, но эти системы никогда еще широкомасштабно не использовались. Другие демонстрационные проекты в настоящее время находятся в стадии планирования и испытаний. Ожидается, что широкое развертывание АКП на железных дорогах начнется на более позднем этапе в течение нынешнего десятилетия.

Пневматические тормоза с электронным контролем (ПТЭК) - В нынешних тормозных системах используется воздух для приведения тормозов в действие - как для торможения, так и отпускания тормозов. В новых тормозах ПТЭК используется электронный сигнал для торможения и отпускания тормозов, что позволяет одновременно задействовать все тормоза в составе, значительно сокращая тормозной путь и уменьшая воздействие сил сцепления и холостого хода. В одной из систем, проходящих испытание, электронные сигналы передаются по проводам, а в другой - для передачи сигналов

используется широкий спектр радиочастот. Каждая из этих систем также позволяет получать данные с бортового оборудования, путевых сенсоров и сенсоров грузов и передавать их на локомотив, где с ними ознакомится бригада, а затем передавать их через цифровые релейные коммуникационные системы в центры управления, эксплуатационные службы и, если это необходимо, заказчикам. Тормоза ПТЭК прошли испытания на угольных платформах и двухштабельных интермодальных контейнерах в США, Канаде и Австралии, в результате чего было установлено, что они повышают энергоотдачу поездов. Ожидается, что в предстоящее десятилетие они получат более широкое распространение.

Информационные интерфейсы - Бортовые дисплеи АКП будут воспроизводить текущую информацию о положении дел и передавать бригадам локомотивов указания по контролю и управлению. Они будут давать информацию о местонахождении поезда и его скорости, рассчитанной системой местоопределения, предстоящих особенностях трассы, силах, воздействующих на состав, фактической и рекомендуемой регулировке дроссельных и тормозных систем, поступающих из центров управления по релейной системе связи указаниях и распоряжениях о поддержании той или иной скорости, представлять данные об исправности локомотива, поступающие со всех его узлов, и данные бортового и бокового оборудования, путевых сенсоров и сенсоров грузов. На дисплеях также будут воспроизводиться информация о состоянии состава и специальные эксплуатационные указания по вагонам, поступающие с систем слежения за исправностью состава, данные с хвостовых приборов и тормозов ПТЭК, а также любая другая информация, которая будет посылаться через коммуникационную систему. Дисплеи, установленные в центрах управления для диспетчеров, будут показывать точное местонахождение и скорость движения каждого поезда и подвижных средств эксплуатационных служб, железнодорожных составов, воспроизводить информацию о соблюдении графиков и планы, вырабатываемые тактическими и стратегическими службами транспортного планирования. Проблема при разработке дисплеев состоит в том, чтобы обеспечить демонстрацию только необходимой информации и отсеять все ненужное. Дисплеи, которые в настоящее время устанавливаются на локомотивах и в центрах управления, смогут воспроизводить информацию, поступающую от саморегулирующихся железнодорожных систем.

Системы регистрации бригад и хронометрирования будут использовать такие способы идентификации, как пароли, электронные карточки или биометрические средства для обеспечения того, чтобы управлять локомотивом могли только те члены железнодорожных бригад, которые имеют соответствующий допуск. Центры управления будут давать разрешение на выезд только после того, как они убедятся в том, что на локомотиве находится именно та бригада, которая должна там быть и которая должным

образом идентифицировала себя. Время регистрации бригады на локомотиве, отправления с исходной станции, прибытия на конечную станцию и окончания рабочей смены будет автоматически пересылаться через цифровую релейную коммуникационную систему в центры управления и системы оперативных данных. В результате отпадет необходимость вести учет вручную и записывать данные о поденной работе, что также обеспечит точность данных о рабочих сменах, вносимых в систему оперативных данных для подсчета причитающейся заработной платы.

Система наблюдения за бдительностью бригад помогает локомотивным бригадам сохранять внимательность и бдительность на рабочем месте посредством использования технических средств, которые не мешают работе. Необдуманнные решения и другие связанные с человеческим фактором ошибки, создающие опасность при выполнении профессиональных обязанностей, зачастую бывают вызваны ослаблением внимания или бдительности. Непосредственное хронометрирование и информация об *индивидуальных уровнях бдительности* позволят членам бригад изменить свое поведение и уменьшить риск, связанный с небезопасным выполнением функций. В рамках этой системы будут предложены соответствующие контрмеры по уменьшению риска, такие, как непродолжительный сон, общение друг с другом и смена положения, а в случае высокой степени риска (например, когда член бригады засыпает) система уведомит об этом центр управления через цифровую релейную коммуникационную систему и остановит поезд. Непосредственное хронометрирование и информация об *уровнях бдительности сотрудников* позволят менеджерам динамично корректировать рабочие графики и обеспечивать, чтобы задания, связанные с большим риском, выполнялись наиболее отдохнувшими лицами или бригадами. Заложенные в систему критерии усталости и бдительности позволят точно предупреждать об опасности, связанной с возможной потерей бдительности отдельными лицами или группами лиц, с тем чтобы для обеспечения оптимальной производительности можно было принимать контрмеры либо до, либо во время рабочей смены.

Терминалы для путевых рабочих (ТПР) являются средством передачи информации и распоряжений путевым рабочим и от них. ТПР состоит из переносного компьютера или персонального микрокомпьютера (ПМК), радиодатчика и приемника системы определения местоположения. ТПР отправляет отчеты о положении дел с мест в центры управления через цифровую релейную коммуникационную систему и передает путевым рабочим распоряжения, получаемые из центров управления. Благодаря ТПР путевым рабочим не нужно будет говорить с диспетчером, чтобы получать распоряжения. ТПР будет передавать информацию о местоположении всех поездов, находящихся в непосредственной близости, и бригада сможет определить, когда путь будет свободен, и использовать ТПР для того, чтобы запросить разрешение занять путь на это время.

Компьютер центра управления проверяет предполагаемое распоряжение с точки зрения безопасности, и, если оно влечет за собой опасность, то диспетчер дает разрешение, которое затем автоматически появляется на дисплее диспетчера и на ТПП. По завершении путевых работ ТПП будет использован для передачи распоряжения о снижении скорости на путях посредством передачи этой информации в компьютер центра управления. ТПП будет также использоваться для передачи административных данных (например, о времени работы бригад, использовании техники и ее состоянии, расходе материалов и потребностях в них, а также производительности труда) путевым эксплуатационным службам и в железнодорожную систему оперативных данных.

Бирки **автоматической идентификации оборудования (АИО)** устанавливаются с двух сторон всех товарных вагонов и локомотивов в США и Канаде с 1995 года. Считывающие устройства АИО, установленные вдоль путей на сортировочных или железнодорожных станциях и в железнодорожных узлах, считывают с бирок буквенные и цифровые коды, идентифицирующие каждый вагон, с помощью радиосигналов УВЧ (900 МГц). Считывающие устройства собирают информацию о всех вагонах в составе и затем передают ее в железнодорожную систему оперативных данных через цифровую релейную коммуникационную систему или по специально выделенным телефонным линиям. Поскольку системы АКП всегда имеют информацию о точном местонахождении каждого поезда, то АИО, в сочетании с АКП, позволяет железнодорожным компаниям всегда точно знать местонахождение каждого вагона и груза. Некоторые железнодорожные компании установили значительное число считывающих устройств и интегрировали их с другими системами оперативных данных; другие не сделали этого. Предполагается, что полностью сеть считывающих устройств будет установлена и интегрирована с другими системами в первой половине текущего десятилетия. Считывающие устройства АИО будут интегрированы с боковыми сенсорами оборудования, с тем чтобы можно было точно идентифицировать компоненты подвижного состава, имеющие дефекты.

Боковые сенсоры оборудования устанавливаются вдоль путей для выявления ряда дефектов на компонентах подвижного состава и передачи информации о наличии дефектов, с тем чтобы, в случае необходимости, поезд можно было остановить, а эксплуатационные бригады могли произвести соответствующий ремонт. Боковые сенсоры могут выявлять такие дефекты, как перегрев подшипников и колес, износ подшипников, неисправности тормозов, загрязнение поверхности колес, их износ, наличие на них трещин и выбоин, сход колес с рельсов, чрезмерное колебание рельсов, волочащиеся части подвижного состава, чрезмерная поперечная и вертикальная нагрузка,

скос платформ и чрезмерно высокий и широкий груз. Вместе с сенсорами считывающие устройства АИО будут в состоянии точно идентифицировать компоненты подвижного состава, имеющие дефекты.

В настоящее время информация сенсоров, как правило, передается синтезированным голосом по радио. После того как будут развернуты релейные коммуникационные системы, информация будет передаваться бригадам поездов в центры управления и эксплуатационные службы с интерфейсных компонентов боковых сенсоров.

Боковые сенсоры путей устанавливаются для выявления ряда дефектов, которые возникают на рельсах и вдоль путей, а также определения состояния полотна и наличия препятствий на рельсах и передачи этой информации, с тем чтобы, если это необходимо, поезд можно было остановить или замедлить, а эксплуатационные бригады могли произвести необходимый ремонт. Среди проблем и дефектов, которые могут выявляться боковыми сенсорами, можно назвать такие, как неправильное положение стрелочного перевода, лопнувшие рельсы, смещение рельсов, затопление, каменная осыпь и снегопад, чрезмерная нагрузка на рельсы, смещение мостов и рамных опор, засоренность дренажных труб, погодные условия (температура и вероятность ее изменения, скорость ветра, осадки и т.д.), землетрясения и общая информация о надежности и целостности путей и сооружений. В настоящее время информация с этих сенсоров, как правило, передается с помощью боковых указателей. После установки систем релейных коммуникаций информация будет передаваться бригадам поездов, в центры управления и эксплуатационные службы с интерфейсных компонентов боковых сенсоров.

Системы наблюдения за исправностью локомотивов состоят из сенсоров, которые устанавливаются на машины, тяговые двигатели, электросистемы, вентиляционные и выхлопные системы, а также топливные баки локомотивов. Большинство новых локомотивов оборудовано подобными сенсорами. Данные, поступающие со всех элементов состава, демонстрируются бригадам локомотивов, после чего заносятся в бортовые компьютеры для считки по прибытии локомотивов в ремонтные мастерские. Данные будут передаваться через цифровые релейные коммуникационные системы в центры управления, эксплуатационные службы и локомотивные парки, с тем чтобы вести наблюдение за производительностью и эффективностью локомотивов в режиме реального времени. Каждый из этих получателей информации может послать запрос на тот или иной локомотив через релейную систему и получить отчет о его исправности. Эти данные будут также поступать в ремонтные мастерские и анализироваться там, с тем чтобы техническое обслуживание можно было производить по мере необходимости, а не по графику. Работа тяговых двигателей будет проверяться как в режиме тяги, так и в режиме динамического торможения. Системы

наблюдения за исправностью локомотивов позволят повысить энергоэффективность локомотивов и уменьшить выбросы в атмосферу. За минувшее десятилетие проводились ограниченные испытания системы наблюдения за исправностью локомотивов в режиме реального времени. Регистрирующие устройства, используемые для расследования происшествий, могут записывать собираемую системами мониторинга информацию о дроссельных и тормозных механизмах и сопоставлять ее с информацией о точном местонахождении и времени, поступающей с приемников GSM/НДГSM.

Системы энергетического менеджмента (СЭМ) - это отдельные компьютерные программы, устанавливаемые на локомотивах для оптимизации расхода топлива и/или выбросов в атмосферу. СЭМ будет получать информацию о характере и состоянии железнодорожных путей, пределах скорости, железнодорожных составах и локомотивах, характеристиках расхода топлива силовой установкой локомотива, информацию от систем наблюдения за исправностью локомотива о работе силовой установки и тягового двигателя, длине и весе состава, а также времени прохождения конкретных пунктов, заданных системой тактического планирования движения. Затем они будут определять рекомендуемую скорость движения состава в соответствии с его эксплуатационными характеристиками при минимальном расходе топлива и/или объеме выбросов в атмосферу и обеспечении благоприятных условий управления составом. Теоретическая работа по СЭМ уже проделана, но опытная система еще не разработана.

Бортовые сенсоры наблюдения за состоянием железнодорожного полотна будут устанавливаться на инспекционных вагонах, а в конечном счете, возможно, и на локомотивах для выявления различных дефектов и неблагоприятных условий, возникающих на рельсах и железнодорожном полотне, с тем чтобы поезд можно было, в случае необходимости, остановить или замедлить, а ремонтные бригады могли бы провести необходимый ремонт. Бортовые сенсоры смогут выявлять такие дефекты, как каверны в рельсах, лопнувшие и смещенные рельсы, а также чрезмерная нагрузка на рельсы. Будет также собираться информация о погодных условиях (температура, ее возможные изменения, осадки и т.д.). Информация, поступающая со всех этих сенсоров, будет воспроизводиться в инспекционном вагоне или кабине локомотива и передаваться из вагона или локомотива через цифровые релейные коммуникационные системы в центры управления и эксплуатационные службы.

Вагонные бортовые компонентные сенсоры будут установлены на подвижном составе для выявления ряда дефектов и передачи информации, с тем чтобы поезд, в случае необходимости, можно было остановить, а ремонтные бригады могли провести необходимый ремонт. Бортовые сенсоры смогут выявлять наличие таких дефектов и неблагоприятных условий, как перегрев подшипников и колес, воздействие и вибрация

вследствие сношенности колес или схода их с рельсов либо рифлености, чрезмерное колебание платформ, чрезмерная нагрузка на лонжероны, а также состояние тормозной системы. Информация будет поступать с сенсоров на локомотив через коммуникационный канал тормозной системы ПТЭК, где с ней будут знакомиться члены бригады, и передаваться через цифровую релейную коммуникационную систему в центры управления и эксплуатационные службы. Некоторая работа по созданию этих сенсоров уже проведена, но необходимым предварительным условием для их внедрения является развертывание цифровой релейной коммуникационной системы и установка тормозов ПТЭК.

Бортовые вагонные сенсоры грузов устанавливаются на грузовых вагонах для наблюдения за состоянием перевозимых грузов. Бортовые сенсоры смогут измерять такие параметры, как температура, давление, положение груза, излучение и вибрация. Будет также вестись наблюдение за сохранностью грузов. Информация с сенсоров будет передаваться через коммуникационный канал тормозной системы ПТЭК на локомотив, где с ней будут знакомиться члены бригады, и передаваться через цифровую релейную коммуникационную систему в центры управления, эксплуатационные службы и заказчикам. В случае выявления проблем поезд будет остановлен и ремонтные бригады проведут соответствующий ремонт. Некоторые заказчики используют свои собственные сенсоры и системы спутниковой связи для получения информации непосредственно с вагонов, минуя информационные каналы железнодорожных компаний.

Саморегулирующиеся системы пересечения путей сообщения в одном уровне - Саморегулирующиеся транспортные системы (СТС) для автомобильных дорог взаимодействуют на шоссейно-железнодорожных пересечениях (ШЖП) с саморегулирующимися железнодорожными системами. Информация о приближении поезда и времени его прибытия, собираемая либо системой АКП, либо сенсорами, установленными на рельсах или на железнодорожном полотне, будет передаваться центрами управления железнодорожным движением в центры управления движением по шоссейным дорогам и в цифровую релейную коммуникационную систему, а также водителям транспортных средств с помощью установленных вдоль шоссе информационных щитов или специальными коротковолновыми радиостанциями на установленных в транспортных средствах дисплеи или звуковые системы предупреждения. Аналогичным образом сенсоры ШЖП будут посылать информацию в центры управления железнодорожным движением или на поезда через цифровые релейные коммуникационные системы, если какое-либо ШЖП будет заблокировано заглохшим транспортным средством. Демонстрационные испытания саморегулирующихся систем пересечения путей сообщения в одном уровне были проведены в восьми штатах. Архитектурные элементы описания ШЖП были внесены в

Национальный архитектурный план СТС, и началась разработка стандартов на саморегулирующиеся системы пересечения путей сообщения в одном уровне, с тем чтобы обеспечить их эксплуатационную совместимость в масштабах всей страны.

Саморегулирующиеся метеорологические системы объединяют сети местных погодных сенсоров и контрольно-измерительных приборов, установленных как вдоль железнодорожных путей, так и на локомотивах; используя национальные, региональные и местные прогнозы, они оповещают центры управления железнодорожным движением, бригады поездов и эксплуатационные службы о существующих или потенциально опасных погодных условиях. Саморегулирующиеся метеорологические системы будут заблаговременно оповещать о таких связанных с погодными условиями явлениях, как наводнения, размыв железнодорожных путей, снегопады, оползни или каменные осыпи, сильные ветры, туманы, опасность выгибания рельсов, а также других явлениях, которые требуют внесения коррективов в движение поездов или работу эксплуатационного персонала. Данные о погодных условиях, собираемые на железных дорогах, также будут передаваться в метеорологические центры, чтобы дополнить информацию, поступающую туда из других источников. Необходимым предварительным условием для внедрения таких систем является создание цифровой релейной коммуникационной системы.

Системы тактического планирования движения (ТПД) подготавливают планы, в которых указано, когда поезда прибывают в каждый пункт на территорию, контролируемую тем или иным диспетчером, когда они должны встречаться и разъезжаться и какой из поездов должен занимать боковой путь. По мере осуществления планов система ТПД принимает очень подробную информацию о движении поездов, поступающую с системы АКП, и сопоставляет ее с запланированными результатами. При наличии существенных расхождений с планом система ТПД подготовит новый план, соответствующим образом изменив пункты скрещения и расхождения поездов, с тем чтобы ликвидировать нежелательное опоздание. Для составления оптимального диспетчерского плана системы ТПД используют сложные нелинейные оптимизационные методы. После того как система ТПД подготавливает план, диспетчеру остается только его принять. Затем компьютеризированная диспетчерская система АКП выдает все директивы, необходимые для осуществления плана, и рассылает их через цифровую релейную коммуникационную систему по поездам и ремонтным подвижным средствам. Некоторые экспериментальные системы ТПД были разработаны и прошли испытания.

Системы стратегического планирования движения (СПД) – Системы ТПД не могут функционировать, если они не располагают информацией о графике движения каждого поезда. Системы СПД оценивают движение поездов, используя комплекс графиков, разработанных вне этих систем и содержащих информацию о запланированных

остановках и последовательности движения поездов как на собственной железной дороге, так и в связи с другими железными дорогами. Объединяя информацию о фактическом движении поездов, поступающую от ТПД, информацию о согласованности их движения и детальную информацию о составах по всем поездам, передаваемую системами оперативных данных, системы СПД принимают ведущие к минимизации издержек решения о целесообразности изменения очередности и графиков движения поездов в режиме реального времени. СПД – это самые высшие в иерархии АКП системы управления в режиме реального времени. Системы СПД будут в состоянии давать информацию о соблюдении поездами графиков, действительном местонахождении каждого поезда с учетом его типа (например, углевозы, смешанные составы, зерновозы, междугородные пассажирские поезда) и будущем местонахождении поездов на основе текущих данных об их движении. Федеральное управление гражданской авиации разработало систему СПД (называющуюся "централизованное управление потоками") в помощь авиадиспетчерской системе США; эта же концепция будет применена в отношении систем СПД на железнодорожном транспорте.

Системы управления сортировочными станциями (СУСС) являются важнейшим связующим звеном, обеспечивающим организованное движение составов и вагонов. СУСС будет получать информацию о местонахождении и компоновке каждого состава, зарегистрированного в системе, в режиме реального времени и вести учет всех вагонов, находящихся на сортировочной станции. Она будет получать информацию о целях и задачах от системы СПД. Это позволит СУСС наиболее оптимально компоновать составы, т.е. определять порядок классификации прибывающих вагонов, порядок, в котором их следует отводить с основных путей, и порядок компоновки отправляющихся составов. СУСС будет контролировать график прибытия и отправления поездов, а также график проведения всех видов работ на сортировочной станции. Она будет передавать системе СПД данные о планируемом времени отправления каждого поезда с сортировочной станции, с тем чтобы СПД могла эффективнее выполнять работу по определению временных параметров для оптимального функционирования системы.

Системы отчета о нарядах на работу (УНР) рассылают поездным бригадам через цифровую релейную коммуникационную систему указания центров управления относительно отцепки и прицепки груженых и порожних вагонов в пути. Когда бригады сообщают о выполнении нарядов на работу, система автоматически обновляет информацию о подвижных составах и передает информацию о местонахождении вагонов и составов через цифровую релейную коммуникационную систему в железнодорожную систему оперативных данных и заказчикам. На локомотивах информация УНР будет воспроизводиться на тех же экранах, которые будут воспроизводить указания и

информацию, поступающие от АКП. Система УНР была установлена одной крупной железнодорожной компанией, которая использовала для этого специальную цифровую релейную коммуникационную систему.

В системах составления графиков движения локомотивов данные о расписании движения поездов, характере местности, технических характеристиках локомотивов, их исправности, графиках обслуживания и осмотра и предполагаемых железнодорожных составах используются для сцепки локомотивов с составами с применением линейных программных алгоритмов. Более точная информация о железнодорожных составах, поступающая от той или иной системы составления графиков движения и резервирования поездов, позволит более рационально распределять локомотивы по составам. Соблюдение составами и, следовательно, локомотивами графиков движения необходимо для выполнения локомотивами последующих работ. Системы составления графиков движения локомотивов были разработаны и используются большинством железнодорожных компаний. Если в системы составления графиков движения локомотивов будет поступать реальная информация об исправности локомотива, настоящем и будущем местонахождении поездов и предполагаемых составах, то коэффициент использования локомотивов может быть значительно повышен.

Системы резервирования и составления графиков движения вагонов - Системы резервирования товарных вагонов позволяют заказчикам заблаговременно резервировать товарные вагоны соответствующей грузоподъемности и предлагать маршрут их следования; составление графиков движения товарных вагонов позволяет железнодорожным компаниям планировать движение каждого отдельного товарного вагона с учетом известного спроса со стороны заказчиков. Планирование движения вагонов ведет к сокращению ненужных перемещений порожних вагонов и простой грузов и порожняка на промежуточных сортировочных станциях. Это уменьшает потребности в парке и повышает коэффициент использования подвижных средств. Системы резервирования и составления графиков движения вагонов, аналогичные системам резервирования и бронирования авиабилетов, могут функционировать только тогда, когда железнодорожные компании работают по графику, а системы резервирования и составления графиков движения вагонов в свою очередь делятся информацией с системами составления графиков движения локомотивов и являются необходимым условием управления доходами. Одна крупная железнодорожная компания разработала и использовала систему составления графиков движения вагонов на протяжении ряда лет. Однако неспособность этой компании обеспечить соблюдение поездами графиков движения приводила к тому, что в процессе следования вагоны зачастую надо было прицеплять к другим составам.

Системы составления графиков работы поездных бригад - Когда работа составов спланирована и проводится по графику, то график работы поездных бригад также может составляться на несколько дней или недель вперед. Это приведет к тому, что большинство членов поездных бригад будут заранее знать, когда им предстоит работать, и смогут жить в нормальном режиме, выделяя достаточно времени на сон и отдых, что позволит уменьшить напряженность в семье и в общении с людьми и снизить эмоциональный и физический стресс. В системах составления графиков работы поездных бригад будет использоваться информация, поступающая от СПД и АКП, а также информация о членах бригад (выслуга лет, нынешнее место работы, предпочитаемые часы работы, недавние рейсы), положения Закона о продолжительности рабочего дня и трудовых договоров, с тем чтобы можно было наиболее рентабельно комплектовать составы и поездные бригады. На некоторых европейских железных дорогах в настоящее время используются такие системы составления долгосрочных графиков работы бригад.

Системы управления доходами позволяют железнодорожным компаниям проводить разнообразную ценовую политику, которая максимизирует прибыль посредством увязки взимаемой за услугу цены с потребительским спросом. Применительно как к грузовым, так и к пассажирским железнодорожным перевозкам управление доходами требует наличия возможностей резервирования и составления графиков движения и сложных информационных систем для слежения за изменениями пропускной способности, сложными переменными параметрами обслуживания и множественными ценами. С помощью системы управления доходами железнодорожные компании могут выявлять возможности для полного использования существующей пропускной способности путем предоставления более дешевых услуг клиентам, которые менее требовательны к качеству обслуживания. В то же время она будет указывать, когда и насколько следует повысить цены для более требовательных клиентов, перевозящих грузы или путешествующих в пиковые периоды. Компания "Амтрак" и все крупнейшие авиакомпании в настоящее время используют системы управления доходами.

Системы аварийного предупреждения, установленные в центрах управления, обеспечивают автоматическое уведомление всех соответствующих организаций о железнодорожных авариях, происшествиях или опасностях. Они обеспечивают более четкую координацию и контроль за действиями этих организаций: железнодорожных аварийных бригад, полиции, пожарной охраны и служб неотложной медицинской помощи, а также других структур на уровне округов, штатов и федеральных властей. Эти системы основаны на принципах географического взаимодействия. Когда через цифровую релейную коммуникационную систему поступают сообщения об авариях, происшествиях или опасностях с точным и конкретным указанием географических координат, система аварийного предупреждения может найти необходимые аварийные

службы для данной местности, уведомить их и передать им точную информацию о месте происшествия. Эти системы осуществляют контроль за временем поступления вызова и прибытия аварийных служб на место происшествия, с тем чтобы можно было проанализировать их работу. Они позволяют быстрее решать проблемы и возобновлять железнодорожное движение.

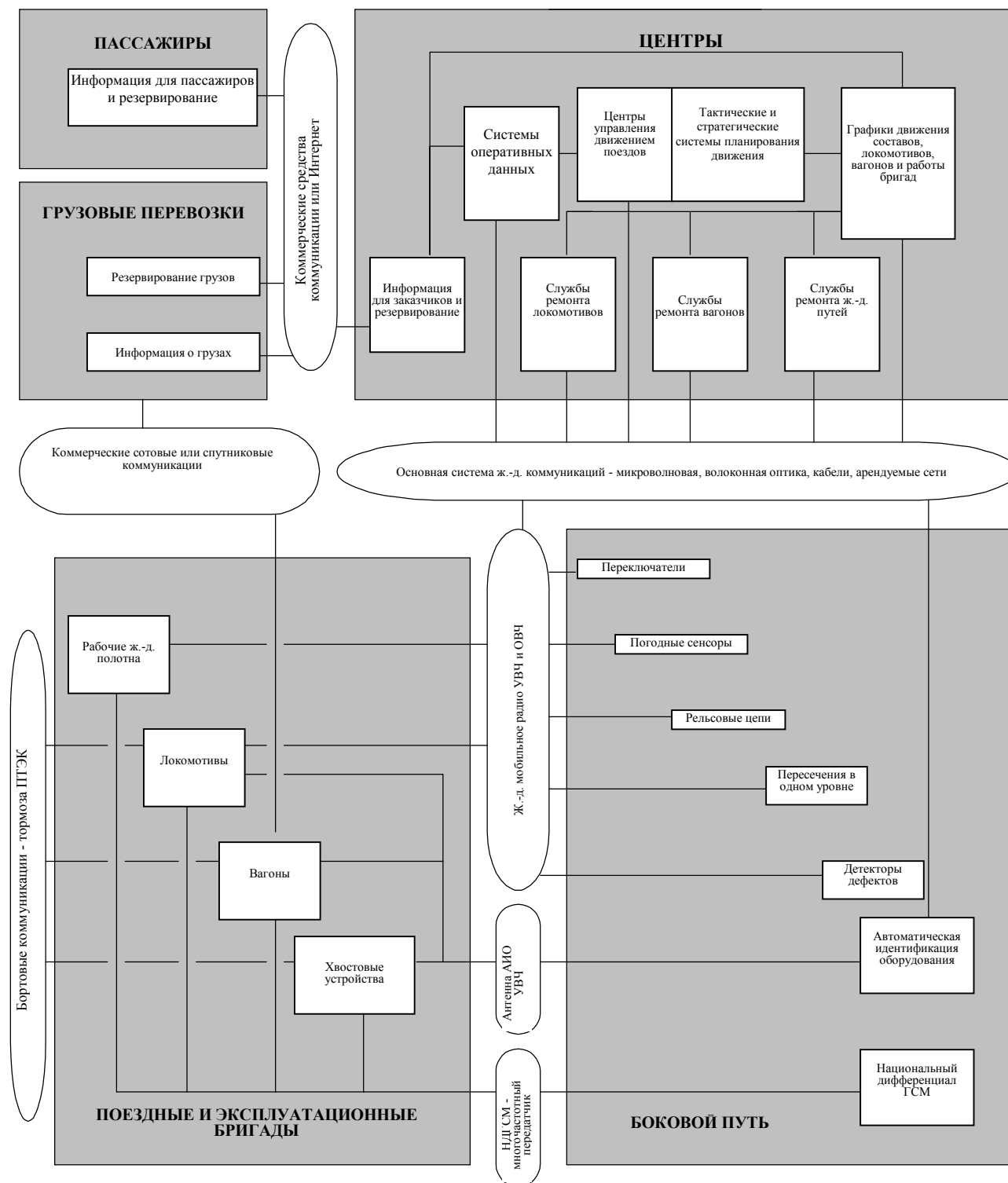
В информационных системах для пассажиров используется информация о местонахождении поезда, поступающая в режиме реального времени с установленных на локомотивах приемников ГСМ и передаваемая через цифровые системы связи, для оповещения пассажиров междугородних и пригородных поездов об ожидаемом времени прибытия своих поездов. Эта информация будет воспроизводиться на экранах с бегущей строкой на железнодорожных станциях и сайтах с географическими картами, размещенными в Интернете. Эта информация будет использоваться пассажирскими железнодорожными компаниями, которые зачастую арендуют время проезда у грузовых железнодорожных компаний, для автоматического сбора данных о соблюдении их поездами графиков движения. Как правило, эти системы работают в автономном режиме через средства сотовой или спутниковой связи, но они будут интегрированы с другими системами и будут использовать информацию, получаемую от системы АКП, и передавать ее через железнодорожную цифровую релейную коммуникационную систему.

Система защиты является одним из важнейших аспектов, от которого зависит внедрение многих только что описанных систем и инициатив. Она должна стать частью саморегулирующихся железнодорожных систем до их развертывания. Данные о поездах, вагонах, бригадах и грузах должны носить конфиденциальный или частный характер, и необходимо не допускать несанкционированного извлечения информации из цифровой релейной коммуникационной системы. Аутентификация данных обеспечит подлинность, неизменность и полноту содержания. Кодирование является защитным механизмом, который переводит обычный текст в кодовый, понять который не смогут те, кто не имеет доступа к соответствующему коду. Хранение данных саморегулирующихся железнодорожных систем также необходимо осуществлять с использованием защиты, контролируя доступ, с тем чтобы не допустить потери данных. Системы аварийного предупреждения позволят центрам управления выявлять аварийные ситуации и проверять их достоверность, исходя из получаемых данных, и уведомлять о них соответствующие государственные органы и должностных лиц железнодорожных компаний.

Структура саморегулирующихся железнодорожных систем

Для демонстрации взаимодействия всех прежних систем и инициатив и выявления ключевых элементов стандартизации разрабатывается структура саморегулирующихся железнодорожных систем. Первым шагом в этом направлении является нижеприведенная схема, представляющая собой диаграмму взаимосвязей, которая устанавливает ключевые элементы саморегулирующихся железнодорожных систем и существующие между ними элементы взаимозависимости и взаимодействия. Она основана на принципах,

САМОРЕГУЛИРУЮЩИЕСЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЕ СИСТЕМЫ



разработанных Группой планирования Национальной структуры СТС. Диаграммы такого типа известны как "сосисочные диаграммы", где "сосиски" представляют собой различные типы коммуникационных звеньев, которые передают информацию между транспортными средствами, неподвижными установками, расположенными вдоль транспортных магистралей, центрами контроля и управления и заказчиками.

Выводы и заключения

Внедрение саморегулирующихся железнодорожных систем не обойдется без трудностей. Некоторыми самыми большими из них являются такие, как масштабность затрат, наличие средств в железнодорожном секторе и борьба за привлечение капитала между железнодорожными компаниями. Железнодорожным компаниям необходимо будет понять, что оптимальное инвестирование в саморегулирующиеся железнодорожные системы благодаря повышению коэффициента использования основных средств приведет к сокращению расходов на локомотивы, вагоны и железнодорожные пути. Для развертывания саморегулирующихся железнодорожных систем железнодорожные компании могут использовать средства, предоставляемые программой финансирования реконструкции и модернизации железных дорог (ФРМЖД), осуществляемой ФЖА.

Существуют различные варианты внедрения саморегулирующихся железнодорожных систем; не все железнодорожные компании захотят инвестировать средства во все их компоненты. Однако использование неверного критерия при принятии решения, такого, как минимизация издержек в какой-либо отдельной подсистеме (например, телекоммуникации), приведет, вследствие увеличения других расходов, к полуоптимальному развертыванию или отказу от развертывания вообще. При создании саморегулирующихся железнодорожных систем задача железнодорожной компании состоит в том, чтобы оптимизировать соотношение между общей выгодой и общими издержками по всей системе, а не только между выгодами и издержками в рамках подсистем.

Вопросы эксплуатационной совместимости актуальны для некоторых, но не для всех саморегулирующихся железнодорожных систем. Для широкого развертывания системы абсолютного контроля поездов необходимо оборудовать локомотивы радиоустановками, которые использовали бы единые частоты и протоколы, общими системами местоопределения и компьютерами, работающими в едином режиме. Поскольку два существующих типа тормозной системы ПТЭК несовместимы друг с другом, железнодорожному сектору необходимо решить, какая из этих систем будет отраслевым стандартом. Для развертывания других систем, таких, как системы тактического и

стратегического планирования движения, системы наблюдения за исправностью локомотивов и боковые сенсоры оборудования, не требуется унификации в рамках железнодорожного сектора.

Внедрение саморегулирующихся железнодорожных систем может занять десять или более лет, т.е. может завершиться тогда, когда многие старшие руководители железнодорожных компаний выйдут в отставку. Сегодня в некоторых железнодорожных компаниях не хватает квалифицированных сотрудников, знающих эти новые технологии. Потребуется специально готовить или нанимать сотрудников, имеющих соответствующую квалификацию. Некоторые железнодорожные компании высказывают озабоченность по поводу той ответственности, которая может лечь на них в том случае, если они признают, что эти новые технологии сделают железнодорожный транспорт более безопасным или эффективным.

Когда внедряются новые технологии и меняются методы работы, вполне естественно, что некоторые лица и даже учреждения будут опасаться этих перемен и противиться им. Однако некоторые будут активно приветствовать эти перемены. Как представляется, некоторые железнодорожные компании не хотят списывать или рассматривать в качестве некупаемых инвестиции в материальные активы, которые более не будут необходимы в рамках саморегулирующихся железнодорожных систем.

Поставщики не хотят инвестировать значительные собственные средства в разработку саморегулирующихся железнодорожных систем, не имея определенных гарантий в отношении того, что железнодорожные компании будут готовы вложить средства в их развертывание. ФЖА признает наличие такой ситуации и поэтому участвует в финансировании НИОКР и демонстрационных проектов по ряду компонентов саморегулирующихся железнодорожных систем.

Отделы маркетинга некоторых железнодорожных компаний высказывают сомнения в отношении реакции их клиентов на улучшение предоставляемых услуг. Эти отделы сомневаются в том, что клиенты будут готовы платить больше за лучшее обслуживание или что больше транспортных потоков переместится с шоссейных на железные дороги. Хотя у железнодорожных компаний имеется мало данных, свидетельствующих об эластичности спроса их клиентов на существенно более качественные услуги, у них есть достаточно данных, отражающих реакцию их клиентов, когда качество железнодорожного обслуживания ухудшилось и было восстановлено после нескольких недавних слияний.

ФЖА признает, что все эти проблемы и препятствия могут показаться трудно преодолимыми организациям, которым предстоит внедрять саморегулирующиеся

железнодорожные системы. ФЖА также признает, что развертывание СТС, новых систем управления воздушным движением и систем слежения за морскими судами происходит не без проблем. Тем не менее ФЖА считает, что саморегулирующиеся железнодорожные системы являются ключом к тому, чтобы повысить уровень безопасности железнодорожных перевозок - грузовых, междугородных пассажирских и пригородных, сократить опоздания, снизить издержки, увеличить реальную пропускную способность, повысить надежность, лучше удовлетворять потребительский спрос, эффективнее использовать энергию, сократить выбросы в атмосферу и сделать железные дороги более жизнеспособными с экономической точки зрения.

Саморегулирующиеся железнодорожные системы позволят железнодорожным компаниям справляться с непредвиденными ситуациями, предоставляя информацию о текущих операциях и существующих условиях с минимальными задержками или вообще без таковых. Это позволит управляющим и диспетчерам быть более осведомленными о состоянии всей железной дороги, на раннем этапе обнаруживать признаки проблем и вносить соответствующие коррективы. Информация будет поступать к тем лицам, которые способны принять меры по исправлению ситуации.

Саморегулирующиеся железнодорожные системы могут быть развернуты как автономные системы, и в этом случае польза от них будет ограниченной, или же они могут быть внедрены как интегрированные системы, и тогда их преимущества могут быть использованы в совокупности. Железнодорожному сектору настоятельно рекомендуется рассмотреть возможность применения комплексного подхода при внедрении этих систем.
