

А. Шобель, доктор філософії, професор-доцент, TUV, Австрія

НАПОЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

На второй конференции по системам мониторинга подвижного состава (WTMS), которая состоялась в ноябре 2013 года во Франкфурте-на-Майне, представитель Европейского железнодорожного агентства (ERA) ознакомил собравшихся с законодательной базой, регулирующей использование железнодорожных систем наблюдения и контроля всех типов в правовом поле Европейского Союза. Участники форума получили возможность убедиться в экономической эффективности систем мониторинга. Наиболее проблемным аспектом использования систем WTMS является надежность привязки результатов измерений к идентификационным номерам вагонов. Одна из наиболее значимых задач на ближайшую перспективу — организация обмена информацией, получаемой от систем WTMS, на международном уровне.

► Нормативно-правовая база ЕС

Анализ результатов мониторинга подвижного состава и инфраструктуры обеспечивает возможность корректировки и совершенствования работы систем управления железных дорог и организации технического обслуживания. Регламент ЕС 1078/2012 определяет процесс согласований в этой сфере между железнодорожными предприятиями, операторами инфраструктуры и подразделениями технического обслуживания. Общие методы обеспечения безопасности базируются на выборе приоритетов при реализации процедур мониторинга, оперативности (ранние предупреждения для своевременного предотвращения угроз безопасности движения) и координации между всеми участниками перевозочного процесса и технического обслуживания подвижного состава,

а также документировании процесса мониторинга с целью его контроля регулирующими органами. Функции контроля над соблюдением этих принципов осуществляет Европейское железнодорожное агентство в сотрудничестве со структурами железнодорожного транспорта.

► Канада: мониторинг пассажирских поездов

Региональная транспортная компания GO Transit, работающая в провинции Онтарио, осуществляет пассажирские перевозки в регионе Большого Торонто и Гамильтона, где на территории 11 тыс. км² проживает около 7 млн человек. Компания перевозит более 57 млн пассажиров ежегодно. В 2008 году был принят план Big Move, который впоследствии стал основой 25-летнего регионального плана развития, определившего приоритеты, перспективную стратегию и программу комплексного развития транспорта. В настоящее время темпы роста перевозок личными автомобилями в регионе опережают темпы роста численности населения, которая, по прогнозам, составит 9,2 млн человек в 2036 году. Перспективная транспортная система должна быть основана на скоординированном взаимодействии различных видов транспорта и призвана обеспечить максимальную эффективность и бесперебойность сообщений.

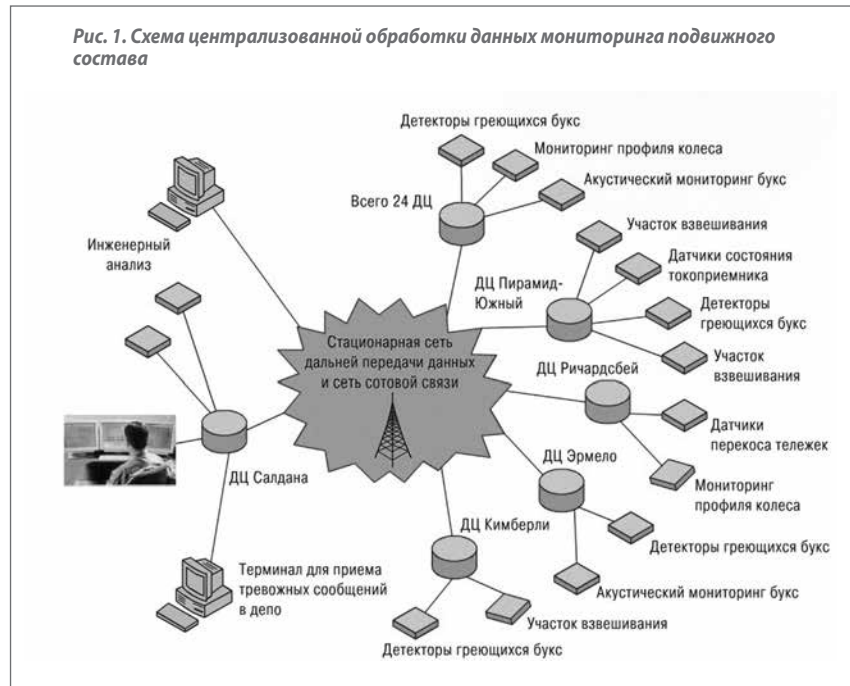
В русле этой стратегии выработаны меры повышения привлекательности транспортных услуг для традиционных и новых клиентов с целью обеспечения роста перевозок и улучшения эксплуатационных показателей на сети GO Transit. При этом приоритетной остается задача поддержания подвижного состава и транспортной инфра-

Дистанционные системы измерений и мониторинга приобретают все большее значение на железнодорожном транспорте. Ужесточение требований к безопасности и эксплуатационной готовности поездов и железнодорожной инфраструктуры требует использования современных технических средств и методов автоматического контроля.

структури в хорошому технічному стані. Ріст перевезок вимагає підвищення ефективності використання і експлуатаційної готовності подвижного складу. Для рішення цієї задачі передбачено, в частині, масове впровадження на залізничній мережі напольних засобів контролю технічного стану подвижного складу для рішення експлуатаційних і технічних проблем шляхом реалізації стратегії упереджувальних дій, закладених в програмі технічного обслуговування і ремонту подвижного складу.

► ЮАР: комплексна система

Напольні контрольні-вимірні засоби, що використовуються для оперативної оцінки технічного стану подвижного складу, еволюціонували від датчиків нагріву букс до нейронної мережі, аналізуючої потоки даних і зображень від напольних датчиків. Ці технічні засоби дозволяють постійно контролювати параметри більшості компонентів подвижного складу, що мають критичне значення для безпеки і надійності перевезок. Однак дані вимірювань можуть ефективно використовуватися тільки в прив'язці до конкретної одиниці подвижного складу. Оснащення парку вагонів ідентифікаційними датчиками TFR дало можливість розробити комплексну уніфіковану систему оперативного контролю технічного стану поїздів ІТСМС. В даний час на мережі, де об'їжджають вагони з датчиками TFR, використовуються різноманітні контрольні-вимірні системи, причому пріоритет надається системам, що дозволяють діагностувати компоненти подвижного складу, відмови яких можуть критично впливати на роботу залізничної дороги в цілому. Система збору даних пристосована для роботи з будь-якими протоколами передачі повідомлень, застосовуваними в країні, завдяки чому зменшуються витрати на закупку і інтеграцію обладнання. Інформація з усіх вимірних комплексів збирається в 24 накопичувальні систе-



мах, розподілених по території країни (рис. 1).

Тревожні ситуації виявляються як непрямою вимірною системою, так і в процесі обробки результатів вимірювань. Такі ситуації класифікуються за трьома категоріями: що вимагають негайної зупинки поїзда, допускають продовження поїзда до найближчої станції і допускають продовження в ремонтне депо. Інформація по першим двом категоріям передається в відповідний центр управління рухом і ремонтне депо.

Оскільки інформація з вимірних комплексів може бути використана для різних цілей, автоматизація її обробки і розподілу має пріоритетне значення. По тому були об'єднані в єдиний комплекс численні джерела даних, що видають ретроспективну інформацію про виконані ремонти, технічний стан подвижного складу, свідчення комерційного характеру, наприклад супровідні документи і т. п. Крім того, розроблені алгоритми автоматизованої обробки вхідних даних з метою видачі звітів для користувачів різних категорій. Наприклад, вихідна інформація може відображатися на моніторах в режимі реального часу, відправлятися в вигляді тревож-

них попереджень експлуатаційним і ремонтним службам, а також надаватися в вигляді стандартних періодичних звітів.

Відправляти вагон на ремонт за попередженням, що стосується одного або двох його компонентів, економічно невигідно. Накопичення результатів вимірювань параметрів технічного стану вагона дозволяє застосовувати багатовимірну оцінку перед прийняттям рішення про виведення його з експлуатації. Перелік одиниць подвижного складу, що підлягають направленню на ремонт, формується і відправляється в автоматичному режимі, можливо також деталізоване графічне оформлення надаваної інформації. По результатам обробки даних можуть формуватися різні звіти, наприклад по зносу колесних пар в конкретному парку вагонів. Такі можливості створюють сприятливі умови для організації технічного обслуговування подвижного складу відповідно до його фактичного стану.

Оцінити якість роботи вимірних систем дозволяє аналіз на точність і непротиворічливість отриманих даних. Персонал, що відповідає за технічне обслуговування і ремонт цих систем, отримує зворотний зв'язок, що дозволяє оцінити необхідність виконання

корректировки, калибровки или выявить характерные недостатки в конструкции оборудования.

Данные, поступающие от системы динамического взвешивания грузовых вагонов, служат для выявления в пути следования случаев перегруза или неправильных размещения и крепления груза в вагоне. Эта информация особенно востребована на линиях с тяжеловесным движением, по которым в ЮАР перевозят руду и каменный уголь в океанские порты.

► Единая информационная модель в Австралии

Данные о техническом состоянии подвижного состава, полученные до и после выполнения технического обслуживания или ремонта, могут быть противоречивы и вызывать затруднения при их анализе. Так, контрольные данные какого-либо компонента подвижного состава становятся ненужными после замены этого компонента. Возможны ситуации, при которых компонент отремонтирован для последующей установки на другой вагон. Поэтому необходимо знать «историю» компонента в течение всего срока службы.

Данные оперативного контроля технического состояния подвижного состава уязвимы с точки зрения ошибок считывания информации с датчиков, погрешностей передачи данных, воздействий окружающей среды, изменений в составе поезда и влияния человеческого фактора. Поэтому в целях повышения качества и достоверности информации применяются трейдинг и нормализация поступающих данных с исключением при анализе резко отклоняющихся значений.

Получаемые от систем WTMS данные используются при идентификации отказов, оценке эксплуатационных рисков, планировании технического обслуживания и ремонта подвижного состава, проведении научных исследований. Эффективность использования таких систем подтверждается быстрым ростом их числа на железных дорогах мира. Как следствие, лавинообразно растет объем доступных для использования данных. В этих условиях объектив-

ная целевая интерпретация данных при использовании их для принятия управленческих решений представляет собой довольно сложную задачу.

На практике имеет место определенная несогласованность в работе систем, регистрирующих данные от измерительных комплексов и отслеживающих проведение технического обслуживания или ремонта подвижного состава. Эта несогласованность может стать причиной неправильной интерпретации тревожных и аварийных сообщений, что может повлечь за собой неадекватные действия ремонтных предприятий, такие как повторное направление подвижного состава в ремонт, неэффективное использование производственных мощностей и увеличение расходов. Для минимизации влияния этих факторов может применяться сопоставление данных систем WTMS и ремонтных служб и сведение их в единую базу данных. Единая информационная модель позволит однозначно привязать результаты измерений к конкретным компонентам, предотвращая тем самым неправильную интерпретацию информации. Это сопоставление даст возможность отслеживать перемещение компонентов между различными вагонами и их параметры в течение всего срока службы в целях выявления тенденций, свойственных парку в целом.

Опыт австралийских специалистов по разработке методов решения перечисленных проблем охватывает также вопросы взаимодействия автоматизированных информационных систем со сторонними ремонтными предприятиями, а также формирование крупных центров по хранению и обработке данных.

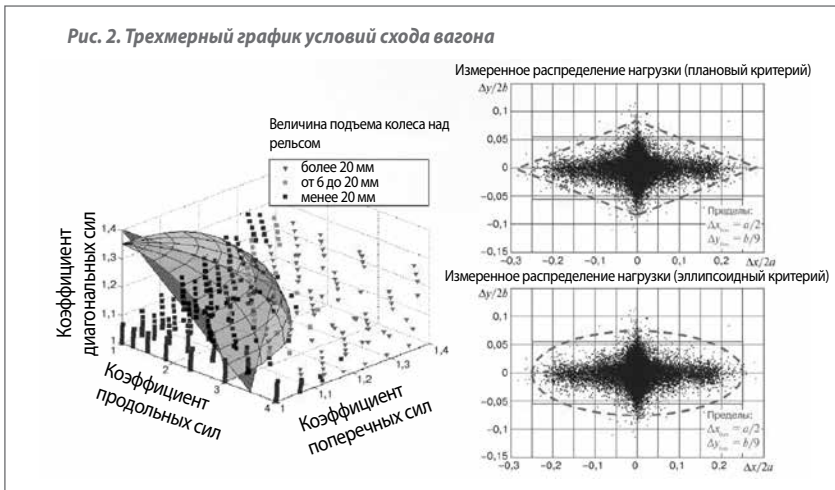
► Перспективные разработки напольных систем мониторинга подвижного состава

Основной целью финансируемого комиссией Европейского Союза проекта D-Rail является сокращение случаев схода подвижного состава с рельсов и уменьшение влияния сходов на работу железных дорог. Для этого исследуются параметры,

способствующие сходу, с использованием моделей взаимодействия поезда и пути. Внимание исследователей сконцентрировано на возможности схода подвижного состава на прямых участках и в кривых, на стрелочных переводах и крестовинах, а также в результате возникновения обезгрузки колеса вследствие колебаний жидкости в цистерне. Установлено, что при движении по прямому пути и стрелочным переводам дисбаланс нагрузки на колеса является определяющим фактором возможности схода вагона.

Применительно к сходам на стрелочных переводах и крестовинах рассматривался сценарий с подъемом гребня колеса при движении по стрелочному переводу с малым радиусом переводной кривой. Были выполнены четыре различных исследования 25 параметров пути и подвижного состава с проведением экспериментов по взаимодействию контактирующих поверхностей. При этом выявлено, что на сход в основном влияют взаимодействие в пятне контакта колесо-рельс, воздействие на ходовую часть при продольных и поперечных колебаниях жидкости в цистернах, а также вращающий момент, возникающий при прохождении неровности и в особенности при перекосе пути. В целях определения ориентировочных предельных показателей была получена трехмерная диаграмма условий схода (рис. 2). Каждая точка поверхности диаграммы соответствует определенной комбинации показателей продольных и поперечных колебаний жидкого груза в цистерне и вращающего момента, действующего на ходовую часть вагона. Кроме того, определены соотношения продольной, поперечной и диагональной сил в смоделированных условиях и усредненных вертикальных сил, передаваемых от колес. Эти величины определяют местоположение каждой из точек поверхности трехмерного графика.

Цвет каждой точки соответствует значению подъема колеса при прохождении стрелочного перевода и имеющих место неровностях пути. Очевидно, что подъем колеса, а следовательно, и риск схода



увеличивается с увеличением совокупности сил, но зависит от их соотношения. Поэтому для точного определения предрасположенности подвижного состава к сходу с рельсов необходимо учитывать соотношение сил на всех его колесах. Полученные результаты могут использоваться при разработке критериев риска схода как следствия дисбаланса нагрузок на колеса вагона, измеренных в пунктах динамического взвешивания.

Режим обмена грузовыми вагонами регламентируется европейским соглашением RIV, в котором определены нормы номинальной полезной загрузки грузовых вагонов. Поскольку указанные в этих правилах предельные величины получены на основе статических расчетов, они не учитывают такие факторы, как жесткость подвески и ее нелинейность у грузового вагона. Условно-расчетные величины распределения нагрузки могут значительно отличаться от тех, что фиксируются измерительными комплексами на колесах реальных вагонов.

На основе номинальных предельных значений сил, вызываемых колебаниями жидкости в цистернах, и графика определяются граничные значения, при превышении которых должно выдаваться аварийное предупреждение по коэффициенту нагрузки. Для поперечного дисбаланса вагона соотношение нагрузок составляет 1 : 1,35, а для продольного — 1 : 3. Предельное значение для одной оси колесной пары, при котором будет выдаваться аварийное предупреждение, может быть 1 : 1,7,

что соответствует действующим нормам Федеральных железных дорог Швейцарии и может быть признано приемлемым исходя из результатов моделирования.

Если при движении грузового вагона в порожнем состоянии соотношение диагонального дисбаланса составляет 1 : 1,3, это должно быть основанием для технического осмотра ходовой части, а с дисбалансом 1 : 1,7 — для остановки поезда. Результаты моделирования показывают, что такое соотношение является критическим с точки зрения опасности схода.

В рамках программы также рассматриваются вопросы точности измерений в пунктах контроля осевых нагрузок, анализа данных для оценки дисбаланса нагрузок на колеса грузовых вагонов, а также выдачи информации о средних значениях нагрузки на колеса для контроля их

дисбаланса и о максимальных значениях этих нагрузок для идентификации повреждения колесных пар.

► Интеграция систем WTMS в комплекс управления перевозками

Несмотря на то, что во всем мире железнодорожный транспорт считается самым безопасным, ежегодно случается несколько крупных железнодорожных катастроф. Большая их часть, особенно это относится к грузовому движению, происходит по причинам неисправности буксовых подшипников и тормозов, дисбаланса загрузки вагона, несоблюдения габарита погрузки, возгораний и дефектов пути.

Системы WTMS способны осуществлять контроль критически важных параметров в режиме реального времени. Это позволяет предотвращать аварийные ситуации и смягчать последствия аварий (рис. 3).

Итальянская компания Ansaldo STS осуществляет разработку платформы T & IMP, позволяющей интегрировать в единый комплекс разнообразные напольные системы WTMS, поставляемые самой компанией и сторонними изготовителями.

Платформа интегрирует в единый комплекс системы контроля соответствия поездов требованиям безопасности перевозочного процесса на железной дороге (TCCS), взвешивания подвижного состава



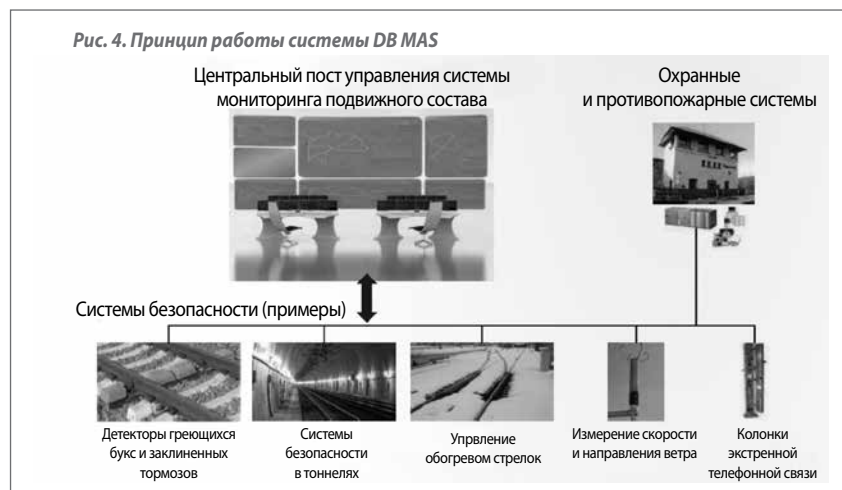
в движении (WIM), контроля ударных нагрузок, передаваемых от колес на рельсы (WILD), контроля перегретых букс и колес (HABD / HWD), обмера колес (WMS), акустического контроля роликовых буксовых подшипников (ABD) и контроля нагрева рельсов (RHT).

Основная задача систем WTMS в области обеспечения безопасности движения поездов состоит в том, чтобы выдавать аварийные предупреждения, соответствующие видам выявленных дефектов, имеющих критическое значение для безопасности движения, с целью своевременной остановки поезда и предотвращения аварии. Очевидно, что реализация этих функций дает и реальный экономический эффект, проявляющийся в уменьшении ущерба от аварий, повышении уровня готовности железнодорожных путей и предотвращении сбоев в движении по причинам аварий и внеплановых остановок поездов.

Ряд дефектов, выявляемых системами WTMS, хотя и не являются критически важными с точки зрения безопасности движения, но могут приводить к ускоренному износу компонентов железнодорожной инфраструктуры. При этом своевременное устранение подобных дефектов косвенно способствует повышению безопасности за счет предотвращения развития дефектов некоторых видов, например длительного негативного воздействия дефектов поверхности катания колеса на элементы тележки.

Еще одно важное свойство систем WTMS — это возможность использования данных измерений совместно с результатами моделирования износа и отказов в целях прогнозирования оптимальных сроков проведения конкретных мероприятий технического обслуживания и ремонта подвижного состава.

Платформа T & IMP обеспечивает возможность сбора, анализа и доставки информации на рабочие места дежурных операторов, находящихся на значительном удалении от систем контроля и измерений. Каждая система отвечает за контроль конкретного параметра, привязывая результаты измерений к конкретному поезду и вагону. Точность привязки позво-



ляет операторам при отклонении какого-либо параметра от нормы идентифицировать неисправный объект, проверить информацию и принять эффективные меры в соответствии со сложившейся ситуацией. Кроме того, ретроспективный анализ данных обеспечивает эффективную информационную поддержку планирования технического обслуживания и ремонта, поскольку становится возможным прогнозировать сроки проведения профилактических мероприятий подвижного состава и пути.

Платформа T & IMP обеспечивает возможность сбора информации, строго соответствующей текущей задаче, и позволяет операторам опрашивать периферийные системы в целях исследования состояния поездов, вагонов и их компонентов при проследовании ими систем контроля, а также анализировать тенденции изменения показателей контролируемых объектов. На основе этой информации и статистических данных можно прогнозировать отказы и оптимизировать планирование технического обслуживания и ремонта для сокращения затрат без ущерба для безопасности движения поездов.

► DB переходят на систему DB MAS

Сеть железных дорог Германии (DB) активно используется для международного транзита. Поэтому решения, принимаемые DB, оказывают влияние на условия международных перевозок и требуют тщательной подготовки.

Разработка системы DB MAS, в основе которой лежат перспективные решения в области централизованных систем контроля состояния подвижного состава и которая пришла на смену прежней системе MAS 90, преследует цель последовательно применять открытые интерфейсы и стандартные протоколы (рис. 4).

Интерфейс пользователя хорошо адаптирован для решения различных производственных задач. Он поддерживает несколько уровней сети, способен обеспечить согласование системы с разнообразными видами линейного оборудования, реализует функцию сжатия данных для использования в центрах управления перевозочным процессом высшего уровня. При этом никакие данные не отсеиваются, информация легко отслеживается и остается доступной в течение длительного времени.

Перечисленные особенности DB MAS создают условия для анализа и изучения информации. Это позволяет перейти от системы, просто реагирующей на отклонения от нормы, к системе, способной планировать упреждающие действия.

► Типовой подход к организации международного обмена данными

Типовой подход к организации международного обмена данными предполагает не ограничивать передачу между операторами железнодорожной инфраструктуры и пользователями только результатами измерений. Это должно быть сочетание

предварительно проанализированных результатов измерений и рекомендуемого алгоритма их оценки, включая пороговые величины. При этом данные измерений и алгоритм должны быть представлены в унифицированном формате с заранее определенными типами данных и математических операций. В результате пользователи данных всегда смогут адекватно интерпретировать и корректировать полученную информацию в соответствии с собственными требованиями к различным существующим и будущим системам контроля, не создавая при этом новых интерфейсов или специфических форматов данных.

В зависимости от назначения информацию можно разделить на три класса:

- класс 1 — предварительные отчеты и алгоритм в унифицированном формате. К данному классу относится обязательная информация, необходимая, чтобы отчеты систем контроля могли использоваться во всех странах Европы. Для передачи предварительно проанализированных данных пригодны все их виды, в том числе определенные значения, векторы и двухмерные матрицы приемлемого размера. Пользователи данных могут применять менее трудоемкие рекомендуемые алгоритмы оценки полученных данных или модифицировать алгоритмы в соответствии с собственными критериями, зависящими, например, от характеристик пути или пороговых значений параметров, для принятия решения о необходимости технического обслуживания;
- класс 2 — отдельные значения в унифицированном формате, применимые для анализа тенденций, но относящиеся к необязательным, хотя и рекомендуемым. Анализ тенденций изменения возможен только в отношении отдельных значений, поэтому возникает необходимость объединить в таком формате все характеристики каждой единицы подвижного состава. Таким образом, информация этого класса относится к расширяемому перечню харак-

теристик грузовых вагонов, используемых повсеместно в Европе. Для представления данных и расчетов отдельных значений используется тот же унифицированный формат, что и для класса 1. Располагая информацией класса 2, пользователи могут выполнять анализ тенденций изменения параметров. При этом они могут выбирать, какие системы включать в этот анализ. Если имеются алгоритмы преобразования данных, позволяющие добиться совместимости с другими аналогичными системами, может быть выполнена специальная адаптация, позволяющая увеличить число систем в целях более глубокого комплексного анализа тенденций. Применение этого приложения возможно только для унифицированной номенклатуры подвижного состава;

- класс 3 — в этом классе представлены специфические необработанные данные. Несмотря на то, что данные класса 3 ориентированы на обмен между немногочисленными структурами, они должны доводиться до всех пользователей, которые смогут интерпретировать их индивидуально. В результате у всех пользователей данных имеется возможность применения комплексного алгоритма оценки, предполагающего наличие больших объемов данных. Пока такой подход связан с высокой трудоемкостью для пользователей и не находит широкого применения.

Реализация концепции зависит от возможности использования идентификаторов вагонов. Без надежной идентификации международный обмен данными будет ограничен информацией о поездах постоянной составности.

► Единый интерфейс для обмена стандартизованными данными

В соответствии с предписаниями ЕС 62/2006 «Технические требования эксплуатационной совместимости железных дорог — применение телематики в грузовых перевозках (TAF TSI)» и 454/2011 «Применение телематики

в пассажирских перевозках» (TAP TSI) железнодорожный транспорт обязан поддерживать основные бизнес-процессы участием в стандартизованном электронном обмене данными. При этом основные требования в части единых стандартов относятся к единому интерфейсу (CI), который является обязательным условием для присоединения к единому европейскому сообществу железных дорог (рис. 5).

Единый интерфейс предусматривает возможность:

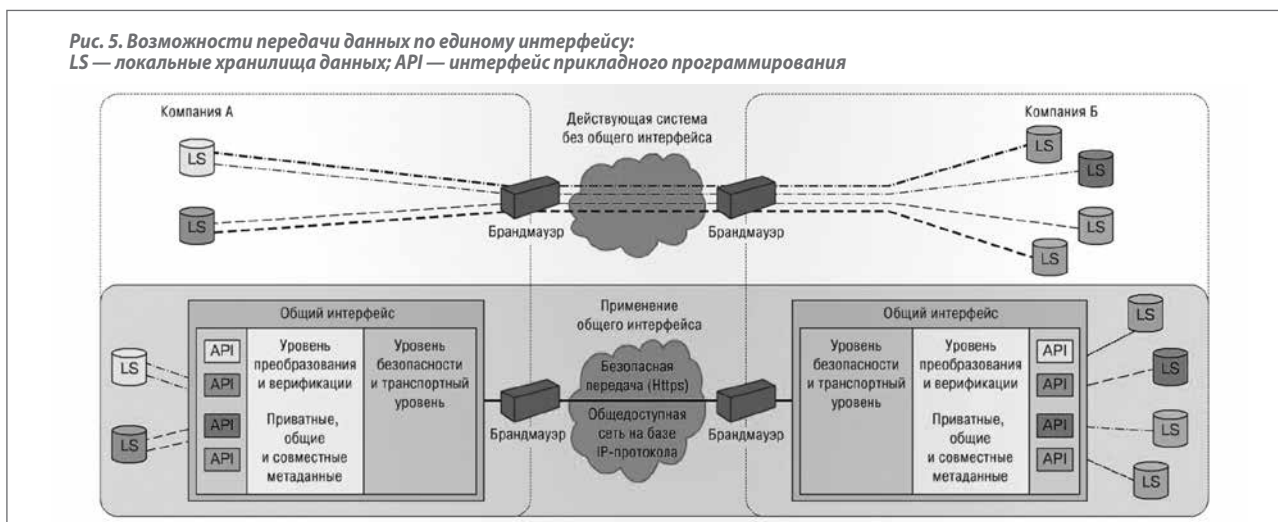
- форматировать исходящие сообщения в соответствии с метаданными;
- шифровать исходящие сообщения и подписывать электронной подписью;
- отправлять исходящие сообщения по адресам;
- подтверждать подлинность входящих сообщений;
- дешифровать входящие сообщения;
- осуществлять проверку входящих сообщений на соответствие метаданным;
- обеспечивать доступ к различным базам данных.

В соответствии с европейским планом стратегического развертывания (SEDP) в качестве общего решения были определены единые компоненты для сектора железнодорожного транспорта, в том числе единый интерфейс для всех участников TAF / TAP, единый домен центрального хранилища, технология сертификации открытых ключей для обеспечения защиты передаваемой информации по стандарту X-509, сертификат TAP TSI.

В настоящее время железнодорожные компании большинства европейских стран обмениваются информацией со своими бизнес-партнерами, используя старые форматы МСЖТ-40711, Hermes 30, МСЖТ-912, а также txt, csv и xml. Для передачи информации между железнодорожными компаниями используются транспортные протоколы FTP, WMO и IP.

Разработанный во исполнение спецификаций TAF TSI и TAP TSI единый интерфейс уже сегодня может использоваться для обеспечения защищенной передачи данных между операторами железнодорожной инфраструктуры и перевозок, а так-

Рис. 5. Возможности передачи данных по единому интерфейсу:
LS — локальные хранилища данных; API — интерфейс прикладного программирования



же и для обмена нерегламентированной информацией.

Предлагаемое решение основано на применении ПО с открытым исходным кодом.

Комплекс разработанной системы допускает обмен сообщениями между старыми приложениями в автоматизированных системах железнодорожных компаний с использованием стандартных протоколов FTP, WMQ / JMS, JMS, IP, электронной почты и др. Любое старое приложение может иметь связь с локальным единым интерфейсом (LI) с использованием одного из поддерживаемых стандартных протоколов и различных форматов сообщений. Информационный обмен между железнодорожными компаниями стандартизирован на основе единых форматов сообщений или форматов сообщений совместного использования двумя или более компаниями.

Железнодорожным компаниям предлагается устанавливать у себя единые интерфейсы CI / LI как отдельную систему. По получении сообщения система CI / LI должна произвести его предварительную проверку и преобразовать в нормализованный формат XML. После того как сообщение нормализовано, оно подвергается структурированию в зависимости от вида сообщения, а затем преобразуется в стандартный формат метаданных xml. Далее сообщение шифруется, при необходимости подписывается электронной подписью и передается в систему CI / LI принимающей компании по одной из сетей (Internet, Intranet, VPN).


Локальный единый интерфейс получателя при передаче защищенной информации производит ее дешифрацию, распаковку и проверку электронной подписи. После этого сообщение из стандартного формата XML переводится обратно в его исходный стандартный формат и рассылается приложениям по принадлежности. Если существующая система LS уже работает с форматами сообщений TAF / TAP, перевод сообщений из формата старого приложения может быть заблокирован.

Группа единых компонентов TAF TSI должна представить сертификаты для защищенной связи с использованием формата X509, включая шифрование и использование электронной подписи.

Система имеет ряд очевидных преимуществ: железнодорожные компании могут обмениваться данными в формате TAF / TAP, не изменяя своих старых приложений; внедрение в полном объеме технологии открытых ключей косвенно позволяет сократить суммарные эксплуатационные затраты; система CI / LI может быть адаптирована для работы с различными стандартами и форматами данных, участвующих в информационном обмене; обеспечивается высокая производительность информационного обмена (порядка 100 сообщений в секунду); приложение является масштабируемым с использованием различных стратегий внедрения; достигнута совместимость с различными платформами при работе под операционными системами Windows и Linux RedHat.

Под эгидой ERA единый интерфейс был подвергнут комплексу испытаний, по итогам которых было отмечено, что предложенную схему обмена стандартизированными сообщениями настоятельно рекомендуется использовать в телематических системах, задействованных в отрасли железнодорожного транспорта.

■ Заключение

Растущий интерес разработчиков и пользователей к напольным системам мониторинга технического состояния подвижного состава и инфраструктуры железнодорожного транспорта обусловлен многозадачностью и перспективностью использования таких систем. За счет прогнозируемого и предупреждающего технического обслуживания и ремонта достигается улучшение технического состояния и эксплуатационной готовности подвижного состава и железнодорожного пути, что позитивно влияет на экономические показатели железных дорог и безопасность движения. Повышение эффективности и производительности железных дорог в целом выливается в значительный экономический эффект от внедрения систем WTMS. 

Поступило в редакцию
12.01.2015 г.

■ Источник:

<http://www.1435mm.ru/>
<http://www.zdmira.com/>