

Дистанционный контроль и управление парком тягового подвижного состава на общеевропейской сети

В Германии разработана система ruDi для контроля и управления парком тягового подвижного состава. Она обеспечивает регистрацию всех эксплуатационных данных, техническую диагностику подвижного состава в оперативном режиме и определяет его местонахождение в пределах европейской сети. На основе непрерывно поступающих данных производится оценка степени загрузки отдельно для каждого типа подвижного состава и определяются предположительные сроки его технического обслуживания. Система позволяет не только определять местонахождение подвижного состава в данный момент, но и способствует оптимизации процесса управления парком подвижного состава и повышению качества организации его технического обслуживания. В связи с этим заметно повышается надежность и эксплуатационная готовность подвижного состава.

Благодаря модульной компоновке система ruDi имеет возможность расширения независимо от изготовителей подвижного состава, ее можно устанавливать на подвижной состав в качестве дополнительного оборудования. Эксплуатационным компаниям система ruDi обеспечивает оперативный контроль парка подвижного состава, улучшение планирования текущего содержания, точную документальную регистрацию всех производимых работ, а также поддержку при расчетах эксплуатационных расходов в течение всего срока жизненного цикла (LCC). Вся информация (защищенная паролем) может выводиться в Интернет и в любое время считываться в любой точке мира.

Предпосылки для разработки систем менеджмента подвижного состава

Возрастающая конкуренция на международном транспортном рынке, а также открытие доступа к железнодорожной сети для частных компаний требуют от предпринимателей, деятельность которых связана с эксплуатацией парка подвижного состава, целенаправленных действий, ориентированных на повышение экономической эффективности. Возмож-

ности экономии расходов на персонал, занятый в сфере технического обслуживания подвижного состава, полностью исчерпаны. В результате сокращения численности парка подвижного состава до необходимого минимума в центре внимания компаний оказались надежность и эксплуатационная готовность локомотивов и моторвагонных поездов. Именно в этой области усматриваются дальнейшие возможности экономии.

С разработкой современной системы управления парком подвижного состава, которая наряду с отслеживанием местонахождения и контролем состояния единиц подвижного состава обеспечивает также возможность планирования их технического обслуживания и эксплуатации, стали возможными целенаправленный контроль парка и управление им. В то же время внедрение этой системы обеспечивает повышение эксплуатационной готовности подвижного состава и сокращение времени простоев в ремонте. Это гарантирует транспортным предприятиям надежность планирования при оперативном управлении парком и дальнейшее повышение качества транспортных услуг.

Только завершенная к началу 1990-х годов разработка и последующее внедрение интегрированных систем телекоммуникации обеспечили возможность внедрения системы менеджмента подвижного состава, так как именно она обеспечивает связь между пространственно распределенными устройствами и контролируруемыми единицами подвижного состава.

Институт транспортной техники и логистики для горнодобывающей и металлургической промышленности при Техническом институте в Ахене уже более 15 лет занимается разработкой компьютеризированных систем для контроля, диагностики и текущего содержания транспортных средств, машин и установок. Совместно с компанией Fritz Rensmann Maschinenfabrik (Дортмунд) этим институтом была разработана и испытана на практике система для диагностики и управления парком подвижного состава, получившая обозначение ruDi.

Система ruDi может эксплуатироваться как самостоятельно, так и в качестве составной части более развитой системы менеджмента подвижного состава VSMS, разработанной компанией Vossloh Schienenfahrzeugtechnik.

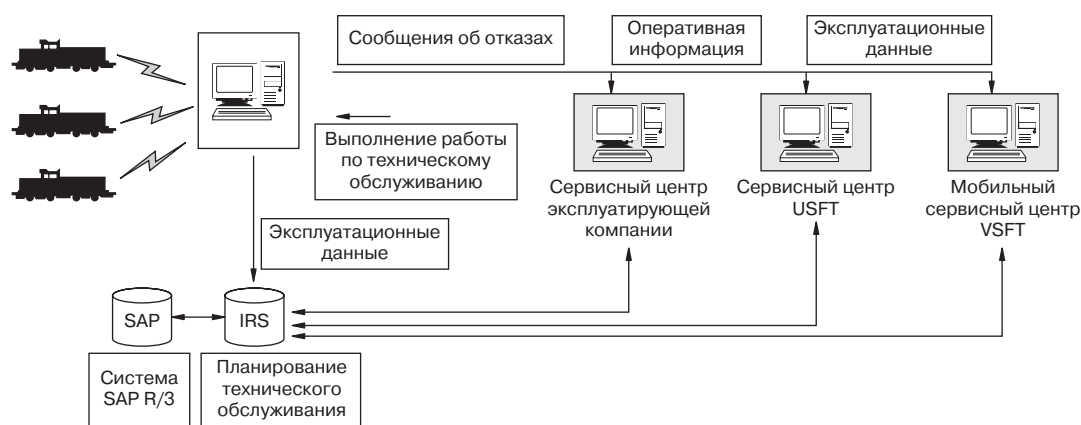


Рис. 1. Структура интегрированной системы ruDi/VSMS

Традиционным видом деятельности компании VSFT, расположенной в Киле, было строительство тепловозов с гидравлической передачей. В рамках либерализации рынка железнодорожных транспортных услуг VSFT все больше выступает также как исполнитель работ по обслуживанию и ремонту подвижного состава, а также в качестве предприятия, организующего презентации подвижного состава и занимающегося арендой и лизингом локомотивов. При такой многофункциональной деятельности компании, изготавливающей, обслуживающей и эксплуатирующей тяговый подвижной состав, с особой остротой встал вопрос о необходимости в разработке системы управления парком подвижного состава (VSMS). При разработке такой системы компанией VSFT были учтены все требования заказчиков. Система VSMS охватывает весь процесс изготовления, эксплуатации и технического обслуживания тягового подвижного состава.

Функции системы VSMS

VSMS объединяет в себе систему планирования, организации и документальной регистрации процессов технического обслуживания тягового подвижного состава, а также системы регистрации затрат и эксплуатационных показателей. На всех стадиях изготовления, эксплуатации и текущего обслуживания подвижного состава непрерывно и в реальном масштабе времени регистрируются эксплуатационные показатели (часы работы, пробег, расход топлива и т. д.). Кроме того, проводится анализ отказов с классификацией их по сериям подвижного состава, типам узлов и компаниям-изготовителям.

На основе полученных данных ведется автоматизированное планирование мероприятий по техническому обслуживанию с указанием требующихся ресурсов. Эти мероприятия документально регистрируются системой, на основе чего формируется «исто-

рия» текущего содержания подвижного состава и его узлов с учетом действующих инструкций. В результате благодаря доступности документации специалисты сервисных служб в любой точке мира получают информационную поддержку в оперативном режиме.

С другой стороны, специалистами сервисной службы производится непосредственная и точная регистрация без использования бумажных носителей всех проведенных мероприятий по техническому обслуживанию, а также связанных с ними расходов (рис. 1).

Постоянный контроль за расходами на обслуживающий персонал и материальными ресурсами обеспечивает их учет в течение всего срока службы (затрат LCC). Кроме того, собранные данные позволяют проводить анализ показателей RAMS (надежность, эксплуатационная готовность, ремонтпригодность, безопасность).

Постоянная документальная регистрация соответствующих параметров позволяет систематически фиксировать все возникающие отклонения от нормального состояния и анализировать частоту и причины возникновения неисправностей. Анализ показателей LCC и RAMS для различных целей может проводиться с классификацией по серии подвижного состава, типу узла, а также по изготовителю или компании, эксплуатирующей подвижной состав. Таким образом, все собираемые данные служат основой как для расчета показателей LCC и RAMS, так и для разработки базирующейся на четкой информации системы профилактического и ремонтного обслуживания подвижного состава.

Важной составной частью планирования работ по текущему содержанию тягового подвижного состава, управления и документирования являются регистрация и обработка в реальном масштабе времени эксплуатационных характеристик (например, частоты вращения дизелей, температуры, давления). Эту важную задачу выполняет система ruDi в составе VSMS, разработанной компанией Vossloh.

Система ruDi

Система управления парком железнодорожного подвижного состава ruDi обеспечивает постоянную регистрацию в реальном масштабе времени соответствующих эксплуатационных показателей и позволяет проводить в оперативном режиме техническую диагностику и определять местонахождение подвижного состава на любой сети.

Она работает независимо от установленных на подвижном составе систем управления и поэтому не оказывает влияния на допуск подвижного состава к эксплуатации. Однако с помощью стандартных интерфейсов, таких, например, как информационная шина CAN, данные могут быть взяты из систем управления и обработаны для осуществления функций контроля.

За счет модульной структуры система ruDi обладает высокой гибкостью применения и может устанавливаться как на новом, так и на эксплуатирующемся подвижном составе любых компаний-изготовителей. Еще одним преимуществом системы менеджмента подвижного состава ruDi является использование радиосвязи для передачи данных (таких, например, как сигналы от спутниковых систем GSM или GPRS), благодаря чему система является мобильной.

Обработка данных может проводиться по желанию либо самим заказчиком, либо сторонней фирмой, оказывающей такие услуги. Если эксплуатирующее предприятие пользуется услугами специализированной фирмы по обработке данных, то через определенные промежутки времени оно получает актуальную информацию о своем подвижном составе или может само получить такую информацию через Интернет.

Система ruDi имеет, в частности, следующие стандартные функции:

- дистанционная техническая диагностика;
- регистрация эксплуатационных показателей;
- определение интервалов технического обслуживания;
- документальная регистрация всех произведенных работ по текущему содержанию;
- проверка качества для сертификации;
- анализ затрат по месту их возникновения;
- определение местонахождения подвижного состава;
- защита от хищений;
- определение коэффициента использования подвижного состава.

Компоненты аппаратного и программного обеспечения системы ruDi

Система ruDi состоит из двух основных частей: мобильного оборудования подвижного состава и стационарной центральной информационной станции (рис. 2).

Основной составной частью оборудования подвижного состава является бортовой компьютер с радиомодемом (стандарт GSM/GPRS) и подключаемым блоком спутникового позиционирования GPS для определения местонахождения подвижного состава. При необходимости оборудование подвижного состава может дополняться индивидуальными датчиками.

Бортовой компьютер был специально разработан для этих целей. Благодаря очень прочной конструкции он наилучшим образом проявил себя в условиях железнодорожной эксплуатации. У него имеется восемь аналоговых и восемь цифровых входов, а также достаточный объем памяти для автономной эксплуатации локомотива без обмена информацией с диспетчерским пунктом.

Центральная информационная станция

Центральная информационная станция состоит из обычного персонального компьютера и специального программного обеспечения для обработки данных и технической диагностики. На информационной станции запоминаются все данные и параметры подвижного состава, в то время как место расположения этой станции можно выбирать произвольно.

В режиме, который устанавливается пользователем, бортовой компьютер автоматически передает текущие сообщения на центральную информационную станцию, где они сохраняются в памяти. Однако в случае необходимости бортовой компьютер может также самостоятельно передавать предупредительные и аварийные сообщения по электронной почте или в виде SMS. Со стороны центральной информационной станции в любое время может быть установлена связь для получения данных с подвижного состава, необходимых для пользователя.

Данные, поступающие на центральную информационную станцию, обрабатываются индивидуально для клиентов. Их можно запрашивать по факсу, электронной почте или через Интернет в форме еженедель-

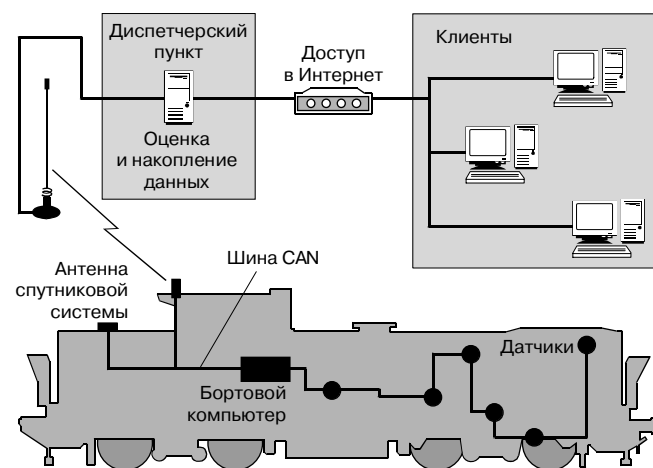


Рис. 2. Структура системы ruDi

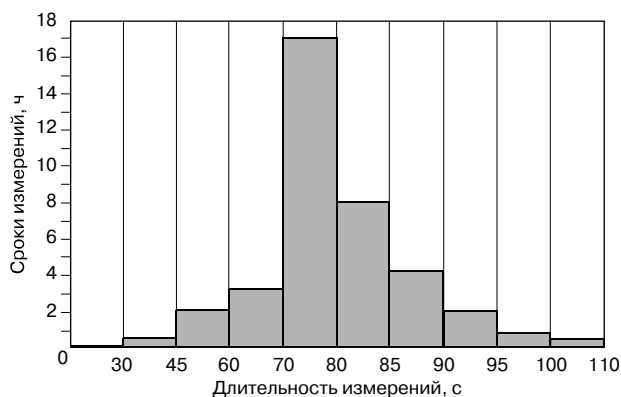


Рис. 3. Распределение классифицированных результатов измерения температуры масла в тепловозном дизеле

ных отчетов. В этих еженедельных отчетах указывается средняя продолжительность работы всех узлов подвижного состава за рассматриваемый промежуток времени, а также предполагаемые сроки технического обслуживания. Кроме того, клиенты регулярно получают в компактном виде информацию о неисправностях и проведенных работах по техническому обслуживанию на подвижном составе.

Информация в Интернете

Информация о подвижном составе предоставляется в Интернете по адресу www.rudi-web.de. В этом портале клиентура в любой стране мира может получить информацию о состоянии своего подвижного состава. Но на том же сайте заинтересованные лица могут также получить информацию об услугах, оказываемых по системе ruDi.

При предоставлении доступа к данным, предназначенным для клиентуры, особое внимание уделяется надежному подтверждению права доступа.

После регистрации пользователя каждому клиенту предоставляется индивидуальный доступ только на те страницы в Интернете, которые предназначены для него. Таким образом предотвращается злоупотребление данными или их несанкционированный просмотр посторонними лицами.

После успешного завершения регистрации на сайте появляется состоящая из двух полей входная заставка системы ruDi.

На правом поле этой заставки представлен весь подвижной состав эксплуатационной фирмы, охваченный системой. На левом поле указывается местонахождение подвижного состава или соответствующая структура железных дорог.

По цветовому фону, которым сопровождается изображение локомотива, пользователь может судить о срочности проведения мероприятий по техническому обслуживанию. Для этого используются зеленый, желтый и красный цвета.

Если локомотив представлен на красном фоне, то это означает, что на нем нужно срочно проводить

работы по техническому обслуживанию. О каком конкретном узле идет речь, пользователь может узнать, щелкнув мышью на поле конкретного локомотива. При этом открывается новое окно со всеми данными и сроками проведения работ по техническому обслуживанию.

Зеленый фон поля, наоборот, означает, что на данном подвижном составе не требуется проведения работ по техническому обслуживанию, так как узлы еще не выработали свой ресурс и имеется достаточный резерв.

Желтый цвет является предупредительным и означает, что в ближайшем будущем предстоят работы по техническому обслуживанию.

По цветовому фону полей локомотивов на входной заставке пользователь может быстро оценить общее состояние всего парка.

Основной функцией системы управления парком подвижного состава ruDi является регистрация эксплуатационных показателей и степени загрузки тягового подвижного состава. Для этого производится сбор данных, получаемых при измерениях на всех важных узлах и на тех, которые указаны заказчиком. При этом отдельные результаты измерений не просто откладываются в память с отметкой времени, а в зависимости от величины приписываются к одному из 16 классов, сформированных предварительно на основе значений измеряемых параметров. Этот процесс представляет собой особый вид классификации результатов.

С помощью сигналов произвольной конфигурации границы классов могут индивидуально контролироваться на каждом локомотиве.

Результат такой классификации может быть представлен в виде процентного распределения частоты измерений (рис. 3), по которому можно судить о загрузке узлов. Этот способ в ходе эксплуатации локомотива позволяет компактно хранить большие объемы информации в течение длительного времени и без искажений передавать данные с помощью устройств радиосвязи. Параллельно с классификацией измеренных значений производится также расчет часов работы различных контролируемых узлов, например, тепловоза (дизеля, передачи, компрессора и т. д.). Для этого используются «интеллектуальные» методы расчета, с помощью которых первоначально найденное ориентировочное число часов работы в зависимости от загрузки детали или узла соответственно увеличивается или уменьшается. Этим способом определяется реальная загрузка узлов.

Разница между установленной этим способом реальной продолжительностью работы и указанной в инструкции по обслуживанию позволяет определить остающийся резерв пробега для каждого узла и рассчитать срок очередного технического обслуживания.

Для наглядности сроки следующего технического обслуживания могут быть также представлены графиче-

чески. Для этого сначала строится график часов работы оборудования в зависимости от календарного времени. Точкой пересечения этого графика с горизонтальной прямой, соответствующей максимальному межремонтному пробегу, определяется срок проведения очередного технического обслуживания (рис. 4).

Железным дорогам, имеющим большие локомотивные парки, система *ruDi* может значительно облегчить планирование объемов и сроков проведения работ по текущему содержанию тягового подвижного состава.

Проводящиеся мероприятия по текущему содержанию и поступающие сообщения о неисправностях автоматически протоколируются и могут сохраняться для отражения в документации по качеству текущего содержания или распечатываться в виде протокола. Такое автоматическое протоколирование является обязательным для получения полной истории того или иного локомотива.

История для всех единиц локомотивного парка дополняется графическим отображением перемещений по сети каждого из локомотивов. Такое отслеживание является составной частью функции системы *ruDi* по определению местонахождения подвижного состава.

Расчет расходов LCC подвижного состава

Концепция оценки расходов жизненного цикла (LCC) получила широкое распространение во всех отраслях экономики, в том числе и на железнодорожном транспорте. Главным преимуществом этой концепции для пользователей является облегчение принятия решений об инвестициях и возможность оказывать влияние на общие расходы с использованием сравнительного анализа расходов на приобретение новой техники и дополнительных расходов, необходимых для ремонта старой. В настоящее время в связи с постоянным сокращением жизненных циклов продукции концепция LCC становится все более актуальной.

Основной задачей расчетов LCC является заблаговременное планирование, регулирование и контроль успешности жизненного цикла продукции. С помощью метода LCC расходы и доходы можно анализировать и прогнозировать уже на стадии разработки с целью регулирования последующих эксплуатационных затрат еще до начала производства. Таким образом, расчет по методу LCC оказывает существенную помощь при планировании и принятии решений, а также может использоваться для обоснования или оценки уже принятых решений.

Метод LCC является инструментом системы менеджмента затрат, который служит для анализа и регулирования аспектов экономической эффективности в течение всего жизненного цикла объекта от

его разработки, реализации и использования вплоть до утилизации. Кроме того, могут разрабатываться различные модели LCC с учетом особенностей предприятия и специфики задач.

В отличие от традиционных методов расчета, которые отражают затраты и доходы, возникающие только в период эксплуатации объекта, в методе LCC учитываются, кроме того, расходы предшествующего и последующего периодов, а также другие, связанные с объектом, такие, например, как издержки в результате простоя. Таким образом, при составлении баланса учитываются не только расходы, связанные с приобретением и возникающие при использовании объекта. Разработка систем менеджмента расходов, таких, как LCC, не может заменить традиционных методов расчета расходов, а скорее служит для расширения их возможностей.

Период, предшествующий времени нахождения объекта на рынке, охватывает все виды деятельности, необходимые для его изготовления. Сюда относятся, например, расходы на исследования и разработку, а также затраты, связанные с внедрением изделия (например, презентация на выставке) и адаптацией к условиям рынка.

Период, следующий за временем нахождения объекта на рынке, включает в себя все расходы, возникающие после изготовления и реализации объекта. К ним относятся, например, расходы на гарантийное обслуживание, возможный возврат продукции, а также затраты на текущее содержание.

Так, расходы в течение жизненного цикла железнодорожного подвижного состава складываются из следующих затрат:

- инвестиционных;
- на монтаж и ввод в эксплуатацию;
- на потребляемую энергию;
- эксплуатационных;
- ремонтных;

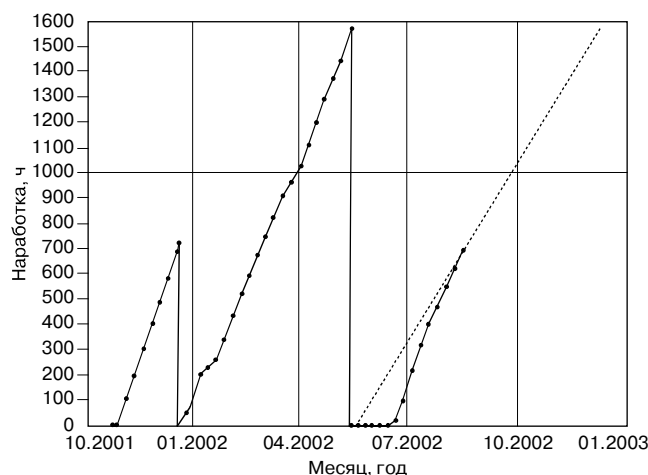


Рис. 4. Графическое представление сроков технического обслуживания

- компенсационных в результате простоев и отказов;
- экологических;
- на вывод из эксплуатации и утилизацию.

Модель расчета расходов по методу LCC, предназначенная для изготовителя, подробно учитывает все предварительные расходы на такие работы, как планирование, исследования и разработка, конструирование.

Система управления парком подвижного состава *ruDi* является основной составной частью современных моделей LCC, предназначенной для планирования и принятия решений, а также для обоснования уже принятых решений. Данные, полученные в системе *ruDi*, позволяют анализировать и регулировать расходы по текущему содержанию подвижного состава в течение всего жизненного цикла. Таким образом, система менеджмента подвижного состава *ruDi* является основой для расчета эксплуатационных затрат и расходов на текущее содержание.

Итоги эксплуатации системы и выводы

Система контроля и диагностики *ruDi*, разработанная совместно Институтом горнодобывающей и металлургической техники в Ахене и компанией *Fritz Rensmann Maschinenfabrik* (Дортмунд), получила свое дальнейшее развитие до масштабов мощной системы контроля и менеджмента парка железнодорожного подвижного состава по всей Европе и была успешно испытана на практике благодаря интересу, проявленному к этой системе самым крупным в Германии производителем тепловозов с гидравлической передачей — компанией *VSFT*.

Систему *ruDi* можно использовать как в качестве самостоятельного инструмента для регистрации эксплуатационных показателей, дистанционной диагностики, расчета сроков проведения работ по текущему содержанию, определения загрузки подвижного состава, анализа расходов, определения местонахождения подвижного состава и обеспечения защиты от хищений, так и в качестве составной части более крупной системы *VSMS*.

В начале 2001 г. после успешного завершения эксплуатационных испытаний, в которых было использовано до десяти локомотивов различных типов и серий, а также разных лет выпуска, система *ruDi* была сдана в эксплуатацию в составе центральной информационной станции в Ахене. С тех пор накоплен значительный опыт эксплуатации локомотивов, оборудованных этой системой, как в Германии, так и за ее пределами.

Данные, поступающие с локомотивов, хранятся в запоминающем устройстве центральной информационной станции в Ахене. По желанию клиентуры эта информация может обрабатываться индивидуально и предоставляться заказчику в виде еженедельных отчетов, диаграмм степени загрузки и/или

протоколов неисправностей. Аварийные сообщения сразу же отправляются по E-mail или в виде SMS-сообщений, так что в случае необходимости могут быть оперативно приняты соответствующие меры.

Кроме того, для клиентуры в любое время доступны короткие сообщения на индивидуальных страничках в Интернете, доступ на которые защищен паролем. Собранные данные предоставляются также в распоряжение системы планирования текущего содержания эксплуатирующей компании или вводятся непосредственно в систему *VSMS*. Здесь они используются в качестве основы для разработки планов сервисной службой, эксплуатационными компаниями и службой управления парком подвижного состава, а также могут применяться для учета расходов LCC. Наиболее точный расчет показателей LCC является в настоящее время одним из основных условий успешного управления парком подвижного состава, предназначенного для аренды и лизинга.

Важную роль в менеджменте тягового подвижного состава играет предварительная обработка и классификация данных бортовым компьютером. Он может в непрерывном режиме и в полном объеме сохранять все данные, поступающие в течение нескольких месяцев. При возникновении проблем с передачей данных по радио, вызванных техническими причинами, или в случае работы локомотива вне сети GSM данные сохраняются без потерь до шести месяцев и могут быть переданы при восстановлении связи.

Первый же анализ эксплуатационных данных дал неожиданные результаты. Так, порожний пробег локомотивов в некоторых случаях оказался настолько большим, что пришлось полностью перестраивать систему управления в тяговом хозяйстве. Кроме того, контроль работы компрессора уже через короткое время показал, что за счет конструктивных и регулировочных мер частота его включений может быть уменьшена как минимум вдвое.

Неожиданными оказались также результаты контроля заправки тепловозов топливом. Неоправданно часто локомотивы с баком, наполовину заполненным топливом, отправлялись на заправку, что отрицательно сказывалось на эксплуатационной готовности парка локомотивов.

В Австрии одна из компаний, эксплуатирующих локомотивы, на основе результатов контроля частоты и условий холодного пуска дизелей планирует внедрить ряд мероприятий по снижению их износа.

Компании, специализирующиеся на аренде и лизинге тягового подвижного состава, усматривают в сборе и архивировании данных по спектрам нагрузок хорошую основу для более эффективного сотрудничества с клиентурой.