

Новые разработки Самарского университета путей сообщения

О.Н. КОЗМЕНКОВ, канд. техн. наук, доцент, начальник Управления научно-исследовательской работы СамГУПС

Д.Я. НОСЫРЕВ, докт. техн. наук, профессор кафедры «Локомотивы»

А.А. БОНДАРЕНКО, докт. техн. наук, профессор, зав. кафедрой «Путь и строительство ж/д»

О.В. МОСКВИЧЕВ, канд. экон. наук, доцент кафедры «Железнодорожные станции и узлы»

М.А. ГАРАНИН, канд. техн. наук, доцент кафедры «Электроснабжение ж/д транспорта»

В марте 2008 года Самарскому государственному университету путей сообщения исполнилось 35 лет. СамГУПС является единственным железнодорожным вузом в Поволжском федеральном округе, который соединяет интересы железнодорожной отрасли и транспортных предприятий региона. В университете ведутся исследования по 17 важнейшим направлениям работы железнодорожного транспорта. Наряду с госбюджетными темами, преподаватели выполняют договорные научно-исследовательские работы по заказу предприятий ОАО «РЖД» и региональных организаций с учетом их специфики.

Контроль и диагностика локомотивов

Одним из наиболее значимых научных направлений в Самарском государственном университете путей сообщения является разработка методов и аппаратно-программных средств контроля и диагностирования технического состояния локомотивов с целью обеспечения их надежности, экономичности и экологической безопасности в эксплуатации. Перечень основных задач, решаемых при создании системы контроля и диагностирования технического состояния локо-

мотивов, отражает структурная схема, представленная на рис. 1.

Среди основных задач особое место занимают задачи разработки методов и средств контроля и диагностирования узлов и систем локомотива.

Многообразие методов контроля и диагностирования локомотивов обусловлено в основном двумя причинами: сложностью структуры системы контроля и диагностирования, определяемой сложностью структуры тепловозов как объектов диагностирования, и разнообразием задач технического диагностирования, вытекающих из тре-

бований, предъявляемых к системе обслуживания и ремонта локомотивов.

В существующей практике эксплуатации использование косвенных показателей, измеряемых штатными приборами, как правило, ограничивается задачами контроля, в связи с чем большая часть весьма ценной информации о функционировании локомотивов не используется.

В университете разрабатываются функционально-параметрические методы контроля и диагностирования локомотивов, которые реализуются в бортовых и стационарных системах технического диагностирования локомотивов и их систем.

Использование функционально-параметрических методов и средств контроля и диагностирования значительно расширяет функции и перечень регистрируемых параметров, поступающих в бортовые встроенные, переносные и стационарные системы контроля и диагностирования. Поэтому разработанный в университете автоматизирован-

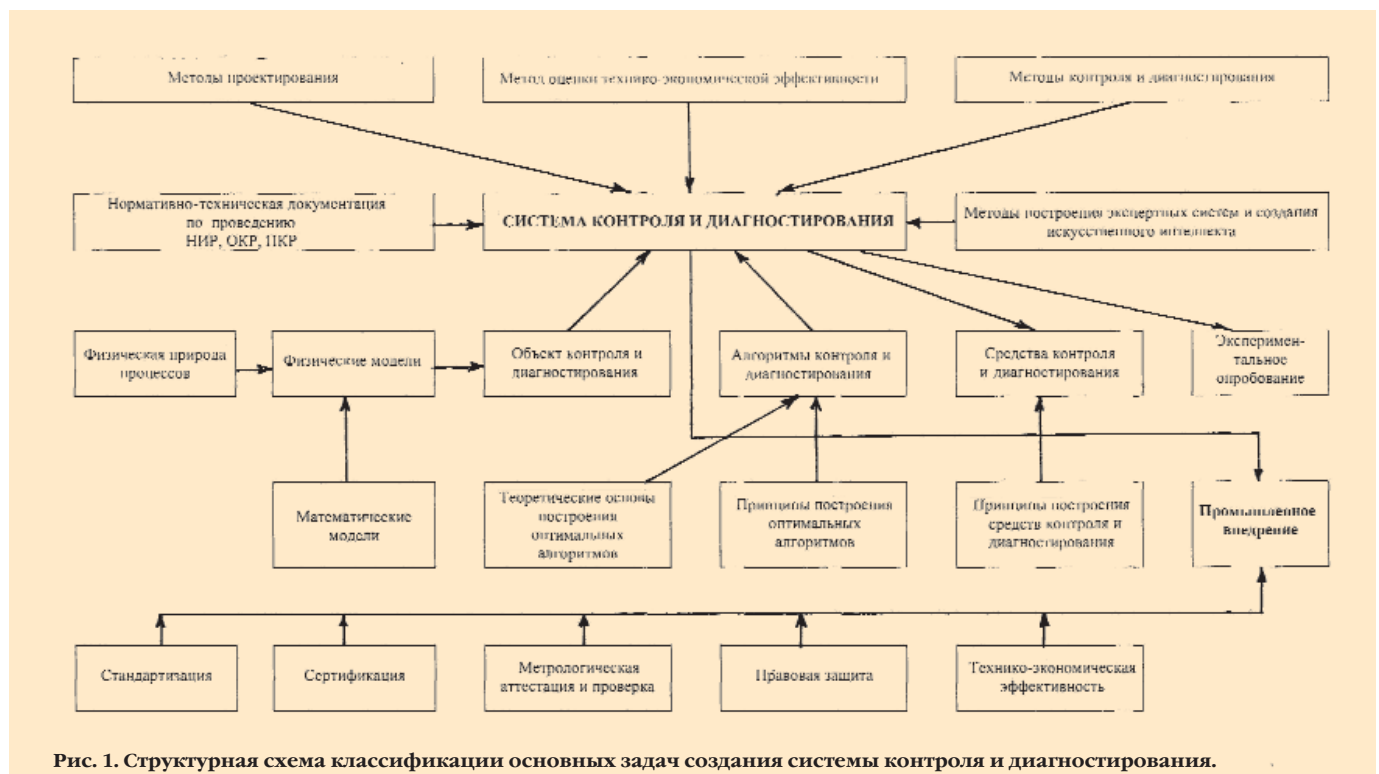


Рис. 1. Структурная схема классификации основных задач создания системы контроля и диагностирования.

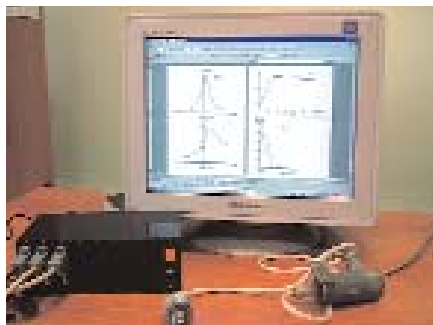


Рис. 2. Модуль для регистрации статических и динамических параметров работы дизеля.

ный комплекс контроля и диагностирования тепловозных дизелей по параметрам рабочего процесса реализует большое количество функций, направленных на оценку технического состояния



Рис. 3. Устройство для контроля внутрицилиндровых параметров.



Рис. 4. Электронное устройство для определения фазовых характеристик рабочего процесса.



Рис. 5. Устройство для контроля горения в цилиндрах дизеля.

дизеля, его систем и узлов, а также выработку оперативных ремонтных и управляющих воздействий, направленных на поддержание технического состояния дизеля на заданном нормативно-технической документацией уровне.

Этот комплекс построен по модульному принципу. Он включает в себя: модуль реостатных испытаний с подсистемой ввода быстропеременных процессов, модуль для регистрации статических и динамических параметров, а также локальные устройства регистрации режимов работы дизеля и параметров внутрицилиндровых процессов.

Внешний вид модуля для регистрации статических и динамических параметров представлен на рис. 2.

Этот модуль позволяет регистрировать динамические процессы в цилиндрах дизеля, а также в газовоздушном тракте топливной, водяной и масляной системы. Этот модуль работает совместно с устройствами для контроля внутрицилиндровых параметров и горения в цилиндрах дизеля и определения фазовых характеристик рабочего процесса, внешний вид которых приведен на рис. 3, 4, 5.

Устройства, приведенные на рис. 3–5, предназначены для нормирования сигналов быстропеременных процессов с датчиков давления, температуры, излучения, ионных токов и определения их фазовых характеристик по углу поворота коленчатого вала.

Контроль и диагностирование технического состояния тепловозных дизелей по внутрицилиндровым параметрам позволяет своевременно обнаружить и устранить неисправности, возникающие в системах дизеля.

Для контроля и диагностирования отдельных систем разработаны локальные устройства, внешний вид которых приведен на рис. 6–9.

Принцип работы устройства учета загрузки дизель-генераторной установки основан на измерении тока и напряжения генератора и идентификации позиций контроллера машиниста, расчета мощности и вырабатываемой электрической энергии дизель-генераторной установки тепловоза.

Измеритель максимального давления предназначен для дистанционного измерения давления сгорания P_{max} по цилиндрам дизеля, давления сжатия P_c по цилиндрам дизеля на номинальном режиме и режиме холостого хода, а также постоянного или медленно изменяющегося давления.

Измеритель максимального давления состоит из измерительного блока, комп-



Рис. 6. Устройство учета загрузки дизель-генераторной установки.



Рис. 7. Измеритель максимального давления.



Рис. 8. Устройство измерения тока, напряжения и мощности.



Рис. 9. Счетчик электрической энергии постоянного тока.

лекта датчиков с переходными корпусами, соединительного сетевого кабеля.

Устройство измерения тока, напряжения и мощности предназначено для измерения тока, напряжения и мощности при испытаниях дизель-генератора и электрических машин.

Устройство выполнено в виде автономного измерительного блока, содержит гальванические съемные каналы измерения тока, напряжения и схему вычисления мощности.

Счетчик электрической энергии постоянного тока служит для учета

расхода электрической энергии потребителями и вырабатываемой электрической энергии дизель-генераторами. Данное устройство включает модуль измерения и модуль индикации. С помощью модуля индикации контролируется текущее значение энергии, мощность, ток и напряжение. Текущие значения параметров сохраняются в памяти блока измерения.

Для контроля технического состояния турбокомпрессора и защиты его от разноса и помпажа разработаны устройства, приведенные на *рис. 10, 11*, в которых реализуются способы, защищенные патентами.

Устройство для контроля технического состояния турбокомпрессора УТКС-0186 предназначено для оперативного контроля технического состояния одновременно двух турбокомпрессоров и может быть использовано для измерения частоты вращения тяговых двигателей локомотивов, коленчатых валов дизелей, турбогенераторов и других роторных машин.

Устройство для защиты турбокомпрессора от разноса и помпажа предназначено для контроля частоты вращения одновременно двух турбоком-



Рис. 10. Устройство для контроля технического состояния турбокомпрессора УТКС-0186.



Рис. 11. Устройство для защиты турбокомпрессора от разноса и помпажа.

прессоров; выделения сигнала при достижении частоты вращения допустимой величины, а также приближении к границам помпажа; особенность изделия — высокое быстродействие и одновременный контроль и защита двух турбокомпрессоров.

Устройство выполнено в виде автономного блока, содержит разъемы для подключения датчиков частоты вращения, цифровой индикатор и стрелочный индикатор рассогласования частоты вращения.

Разработаны экономичные, экологические стенды для испытания турбокомпрессоров.

Для тестирования и диагностирования электронных блоков приборов безопасности локомотивов разработан автоматизированный стенд, общий вид которого приведен на *рис. 12*.

Автоматизированный стенд тестирования и диагностирования электронных блоков локомотива выполнен для проверки устройства контроля бдительности машиниста (УКБМ) и устройства оперативного регулирования мощности локомотива (УОРМЛ).

Все технические решения защищены патентами, а программные средства — свидетельствами на программные продукты.

Применение нанотехнологий уменьшает затраты

В принятой стратегии развития отрасли до 2030 года специальный раздел посвящен ресурсосбережению. Созданные учеными университета технологии и оборудование для сварки рельсов без оплавления и осадки с нагревом токами высокой частоты и применением нанопорошков позволяют экономить до 260 кг металла на километр пути.

Причем эта технология подходит как для новых объемно-закаленных рельсов, так и старогодных. Сама технология, разработанная в сотрудничестве с учеными ряда КБ авиапромышленности, проста: в стык между рельсами укладывается нанопорошок или нановолокно, которое нагревают индукторами. В результате на каждом сварном стыке можно экономить 3–5 см рельсов, срок службы выполненных соединений возрастает на 20–30%. Поскольку в месте сварки не используются присадочные материалы, то твердость стыка повышается на 150 Нв.

Еще одно преимущество нового метода — сварной шов теперь не нужно обтачивать, что снижает трудозатраты



Рис. 12 Автоматизированный стенд тестирования и диагностирования электронных блоков локомотива.

всех работ на 80% по сравнению с применяемыми сейчас методами электроконтактной сварки рельсовой стали.

На эту разработку получены 2 патента РФ. Опробование метода на РСП станции Сызрань (Куйбышевская железная дорога) подтвердило надежность технологии и принесло эффект в размере 14,5 млн руб. в год.

Однако для окончательного доведения этой технологии до уровня промышленного применения необходимо продолжить научные исследования.

Университет готов предложить созданную технологию уборки состыкованных инвентарных рельсов с перегонов, используя рельсовозный состав для перевозки длинномерных рельсовых плетей. О необходимости организации такой работы на совещаниях ОАО «РЖД» упоминалось неоднократно. В ближайшее время мы сможем довести эту технологию до внедрения на всей сети железных дорог.

Совместно с самарским научным центром «ЦСКБ-Прогресс» ведется разработка методики мониторинга состояния железнодорожных путей и сооружений с использованием спутниковых средств дистанционного зондирования земли. Она особенно актуальна для участков, подверженных сходу снежных лавин и подтоплениям пути во время паводков.

Развитие транспортных технологий

Основной тенденцией в развитии транспортных технологий остается контейнеризация перевозок. Данный вид перевозок имеет ряд очевидных преимуществ, которые дают ему право считаться одним из наиболее перспективных направлений развития транспортной системы страны.

Одним из узких мест в транспортной системе страны является стык между железнодорожным и другими видами транспорта, особенно при перевозке грузов через морские и реч-

ные порты. В настоящее время основным недостатком контейнерных перевозок на железной дороге является длительный простой вагонов с контейнерами под операциями ожидания расформирования, накопления, ожидания подачи на контейнерную площадку, ожидания уборки с контейнерной площадки, ожидания формирования.

В основном причинами длительных простоев является фактическое расположение и технологическая зависимость контейнерных терминалов от железнодорожных станций, к которым они примыкают.

В целях сокращения таких простоев и ускорения продвижения контейнерных поездов по сети железных дорог учеными университета предлагается новый способ обработки контейнерных поездов. В предлагаемом варианте операции подачи вагонов на контейнерную площадку совмещены с операциями по расформированию, а уборка вагонов совмещена с формированием состава. Способ обработки контейнерных поездов на станции строится следующим образом.

От прибывшего в парк приема состава отцепляется поездной локомотив. Маневровым локомотивом состав с контейнерами расформировывается непосредственно на контейнерной площадке, где вагоны расставляются по путям погрузки-выгрузки в соответствии с назначением их дальнейшего следования.

Пути погрузки-выгрузки специализируются по направлениям и назначениям согласно плану формирования. Секторы-накопители контейнеров имеют ту же специализацию, что и погрузочно-выгрузочные пути, рядом с которыми они находятся.

Для местных контейнеров отведены крайние сектора и пути площадки для удобства перегрузки на авто-, морской или речной транспорт и сокращения пробега погрузчика. С обеих сторон, вдоль крайних путей, устраиваются автопроезды для движения автотранспорта.

После проведения погрузочно-выгрузочных и сортировочных операций маневровым локомотивом производят подборку вагонов по станциям назначения, формируя из них состав на путях контейнерной площадки, после чего выставляют его в парк отправления. В парке отправления маневровый локомотив отцепляют от состава, прицепляют поездной локомотив и после проведения необходимых ос-

мотров и вручения машинисту пакета документов состав отправляется со станции. Схема станции для работы с контейнерными поездами по предлагаемой технологии представлена на рис. 13.

Эффект от применения предлагаемой технологии будет складываться из следующих составляющих:

- экономия эксплуатационных расходов за счет сбережения вагоночасов;
- увеличение суммы прибыли за счет использования высвобожденного подвижного состава и контейнеров для освоения дополнительного объема перевозок;
- экономия капитальных затрат за счет высвобождения подвижного состава и контейнеров;
- экономия капитальных вложений в связи с сокращением стоимости грузовой массы в процессе перевозки;
- сокращение сроков доставки грузов в контейнерах, что, в свою очередь, послужит привлечению дополнительного объема контейнеропригодных грузов на железнодорожный транспорт;
- сокращение расходов, связанных с неоднократной сортировкой вагонов на станциях;
- рационализация взаимодействия между различными видами транспорта интермодальной транспортной цепи;
- повышение качества перевозок и снижение транспортных издержек в конечной стоимости товаров;
- создание условий для снижения

тарифов на перевозки грузов во внутреннем и внешнем сообщениях.

Сокращение времени доставки контейнеров, а также сопутствующих расходов, позволит перейти на новый, более технологически совершенный уровень работы, что, в свою очередь, увеличит не только доходность и устойчивость функционирования на транспортном рынке, но и повысит качество координации работы и взаимодействия различных видов транспорта.

Перерабатывающая способность предлагаемого контейнерного пункта равна 347 40-футовых контейнеров в сутки, что эквивалентно 253 310 TEU в год. Экономический эффект от предлагаемой технологии работы с контейнерами может составить более 450 млн руб.

О развитии систем учета ТЭР

Компания ОАО «РЖД» является крупным потребителем энергетических ресурсов, необходимых для реализации как основного процесса — перевозочного, так и сопутствующих технологических процессов структурных подразделений. Ежегодно ОАО «РЖД» расходует до 5% потребляемой в стране электроэнергии и около 10% дизельного топлива. Это около 25,5 млн тонн условного топлива.

Согласно «Белой книге» ОАО РЖД снижение издержек компании планируется осуществлять в том числе за счет оптимизации бизнес- и технологических процессов на основе их со-

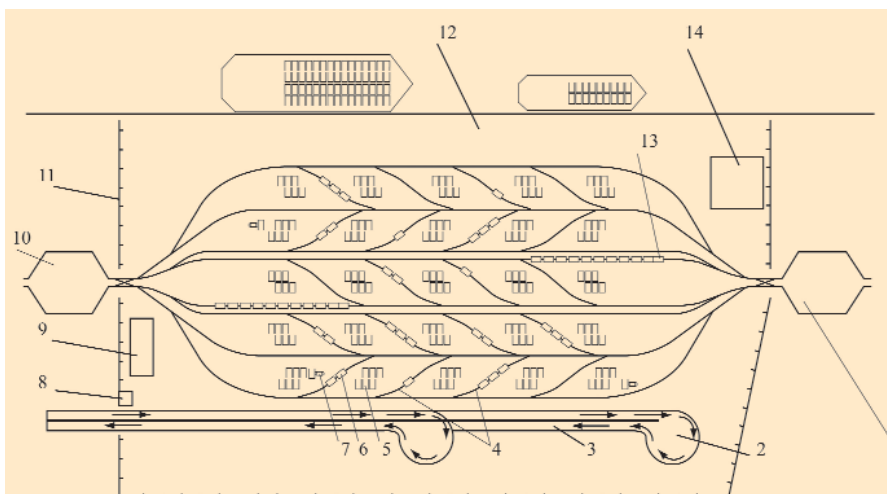


Рисунок 13. Схема станции по обработке контейнерных поездов.

- | | | |
|---|----------------------------------|--|
| Условные обозначения: | 6 – вагоны с контейнерами; | 12 – причал; |
| 1 – парк приема; | 7 – автопогрузчик; | 13 – обрабатываемый состав; |
| 2 – поворотная площадка; | 8 – контрольно-пропускной пункт; | 14 – пункт текущего ремонта контейнеров. |
| 3 – автодорога; | 9 – товарная контора; | |
| 4 – погрузочно-выгрузочные пути; | 10 – парк отправления; | |
| 5 – секторы для размещения контейнеров; | 11 – ограждение; | |

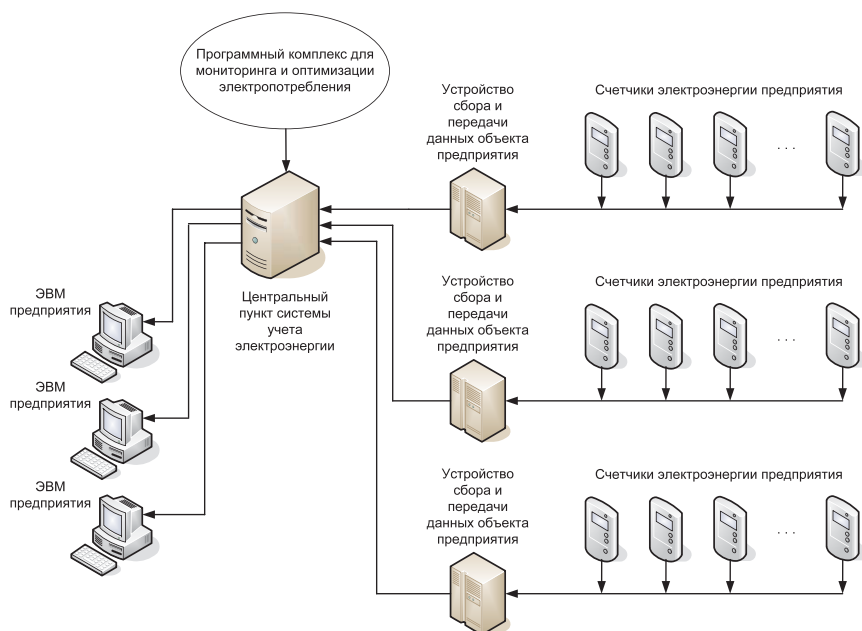


Рис.14. Взаимодействие программного комплекса для мониторинга и оптимизации электропотребления с автоматизированной системой технического учета электроэнергии.

вершенствования, выявления резервов и снижения непроизводительных или неэффективных расходов ресурсов.

Реализация данного направления невозможна без развития систем учета топливно-энергетических ресурсов (ТЭР), позволяющих предприятиям вести учет объемов отпущенных и потребленных топливно-энергетических ресурсов, проводить оперативный анализ графиков и режимов их потребления. Такой анализ дает возможность своевременно выявлять факты нерационального и несанкционированного использования ТЭР, оптимизировать режимы потребления и наиболее полно использовать имеющийся потенциал энергоресурсов.

Существующие системы учета электроэнергии (коммерческого и технического учета), используемые и внедряемые на предприятиях железнодорожного транспорта, имеют две функциональные возможности: учет расхода электроэнергии и учет потерь электроэнергии.

Предлагается модернизировать существующую систему учета электрической энергии с помощью программных средств, разработанных специалистами Самарского государственного университета путей сообщения и объединенных в программный комплекс для мониторинга и оптимизации электропотребления.

Использование предлагаемого программного комплекса в составе существующей АСКУЭ позволит добавить следующие функциональные возможности:

1. Учет технологических потерь электроэнергии в системе электроснабжения по направлениям:

- нагрузочные потери;
- условно-постоянные потери;
- потери, обусловленные неточностью приборов учета электроэнергии;
- климатические потери;
- расход электроэнергии на собственные нужды.

2. Прогнозирование расхода электроэнергии на предстоящее время.

3. Прогнозирование потерь электроэнергии на предстоящее время.

4. Автоматизированный энергоаудит системы электроснабжения предприятия, включая:

- оценку мест нерационального расходования электроэнергии;
- оценку «узких» мест системы электроснабжения предприятия;
- оценку элементов системы электроснабжения с повышенными потерями электроэнергии;
- выработку мероприятий по оптимизации электропотребления (сокращению потерь, усилению системы и т.д.);
- составление отчета.

5. Мониторинг удельного расхода электроэнергии.

6. Оценка эффективности компенсации реактивной мощности.

Добавление вышеприведенных функциональных возможностей к существующим системам учета электроэнергии позволит получить новую, не имеющую аналогов систему мониторинга электроэнергии, состоящую из

аппаратно-технической части и программного обеспечения. Аппаратно-технической частью будет являться любая система учета электроэнергии, а программным обеспечением будут являться программные модули, объединенные в программный комплекс для мониторинга и оптимизации электропотребления.

Схема работы предлагаемого программного комплекса в составе системы учета электроэнергии и виды экранных форм разработанных программных средств приведены на рис. 14.

Особый интерес представляет введение дополнительной функции мониторинга удельного расхода электроэнергии. Для реализации этой функции необходим учет технологического процесса предприятий. Для железной дороги основным технологическим процессом является перевозочный процесс, его контроль возможен посредством мониторинга графика исполненного движения. Для других предприятий контроль технологического процесса возможен на базе использования системы автоматизированного управления технологическими процессами (АСУТП), которая позволит вести не только мониторинг технологических процессов, но и управление ими.

Предлагаемый программный комплекс позволит предприятиям железнодорожного транспорта детализировать расход всех ресурсов по подразделениям, разрабатывать мероприятия по экономии, оценивать состояние ресурсосберегающих устройств, оптимально планировать затраты на проведение ремонтных работ. Система позволит обеспечить информацией руководство предприятия о превышениях лимита расхода подразделениями или о несанкционированном доступе к энергоресурсам. Внедрение системы позволит предприятию контролировать правильность выставляемых счетов энергоснабжающими и другими организациями, осуществляющими поставку ресурсов.

Учеными Самарского государственного университета путей сообщения постоянно ведутся научные разработки в различных областях науки и техники. Из года в год достигаются все новые вершины в области естествознания и передовых технологий. Обладая огромным научным потенциалом, университет и в дальнейшем будет представлять свои разработки для совершенствования и оптимизации работы железнодорожной отрасли.