

## СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ И МОНИТОРИНГА (СТДМ)

А.А. Иванов, С.Н. Григорьев (ООО «Компьютерные Информационные Технологии»)

Представлена система технического диагностирования и мониторинга (СТДМ) устройств железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ): назначение системы, ее структура; приведены примеры контролируемых устройств. Подробнее рассмотрены концентраторы сбора данных системы, построенные на базе встраиваемых решений Advantech и работающие под управлением ОС РВ QNX4.

Ключевые слова: железнодорожный транспорт, диагностика, мониторинг, система диспетчерского контроля, устройства железнодорожной автоматики и телемеханики.

### Введение

Железнодорожный транспорт представляет собой сложную, территориально рассредоточенную систему огромного числа технологических подразделений и технических средств. Главная задача железнодорожного транспорта – обеспечение перевозок пассажиров и грузов с максимальной производительностью, с минимальной себестоимостью и гарантированной безопасностью движения.

В целях повышения безопасности в работе железнодорожного транспорта постоянно возрастают требования к техническому обслуживанию устройств автоматики и телемеханики, а также потребность к снижению эксплуатационных расходов в дистанции сигнализации и связи, что приводит к необходимости совершенствования методов и средств технического обслуживания. Благодаря внедренным и широко развивающимся на российских железных дорогах микропроцессорным системам расширились возможности для решения поставленных задач.

### Система диспетчерского контроля

Среди направлений, сопутствующих решению этих задач, была разработана и создана по заданию департамента сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ) МПС РФ СТДМ. Разработкой занималась кафедра «Автоматика и телемеханика на железных дорогах» Петербургского государственного университета путей сообщения (ПГУПС) в рамках отраслевой программы автоматизации хозяйства сигнализации и связи.

Основные цели создания СТДМ:

- получение своевременной, полной и достоверной информации об устройствах системы железнодорожной автоматики и телемеханики (СЖАТ) за счет непрерывного контроля за их техническим состоянием;
- повышение надежности работы устройств за счет своевременного выявления предотказных состояний и профилактики сбоев.

СТДМ позволила осуществлять сбор, обработку, хранение и отображение информации о состоянии объектов контроля в масштабе РВ. Данные по состоянию устройств проходят логическую обработку и могут быть представлены как в текущем времени, так и в архивном режиме.

Основными потребителями получаемой информации является диспетчер дистанции СЦБ, диспетчер дорожной службы СЦБ и другие смежные службы.



Рис. 1. Центр диагностирования и мониторинга Октябрьской железной дороги

На начальном этапе развития системы основная нагрузка по контролю за устройствами СЖАТ лежала на диспетчере дистанции СЦБ, что не давало больших результатов от использования системы. Поэтому появилась потребность в создании центра, наделенного оперативным штатом для логической обработки и ведения статистики данных, получаемых СТДМ.

СТДМ объектов ЖАТ обеспечивает:

- сбор, первичную обработку и передачу информации о процессах на объектах контроля;
- автоматическую регистрацию событий изменения параметров или состояния устройств ЖАТ;
- формирование БД (входных/выходных параметров устройств ЖАТ), прогнозирование по результатам обработки полученной информации тенденций и динамики изменения контролируемых параметров;
- графическое отображение участков контроля, динамическое отображение состояния устройств ЖАТ, сообщений о нарушениях нормальной работы устройств ЖАТ, электроснабжения с уровнями детализации;
- локализацию мест нарушения нормальной работы устройств ЖАТ и определение неисправной аппаратуры;
- контроль работоспособности, автоматическое тестирование системы и средств диагностирования, автоматизированную калибровку измерительных подсистем;
- интеграцию с действующими и создаваемыми системами контроля и управления.

### Структура СТДМ

Обобщенная структура трехуровневой СТДМ представлена на рис. 2.

*Линейный уровень* – инфраструктура станций и перегонов участка железной дороги. Основная задача ли-

нейного уровня – комплексный сбор информации о состоянии объектов контроля в режиме РВ. В линейный уровень системы входят: различные контроллеры сбора данных, концентраторы линейных пунктов диагностирования, увязки с другими СЖАТ на уровне станций и каналообразующая аппаратура для организации сети передачи данных.

**Уровень дистанции СЦБ** – линейного предприятия ОАО «РЖД», которое занимается содержанием и обслуживанием устройств СЦБ на станциях и перегонах участка железной дороги. На уровне дистанции располагаются: концентраторы центральных постов диагностирования (ЦПД), дистанционный сервер диагностики, АРМы оперативного персонала дистанции СЦБ. Основная задача уровня дистанции СЦБ – прием обработка и хранение информации о состоянии объектов контроля, поступающей от линейного уровня.

**Уровень службы** (управления дороги) – дорожные серверы мониторинга, АРМы Дорожного центра диагностирования и мониторинга, серверы увязки с другими системами на дорожном уровне. Основная задача уровня службы – комплексный анализ поступающих данных для решения задач центра диагностирования и мониторинга и передача результатов в вышестоящие системы.

#### Устройства, контролируемые СТДМ

Рассмотрим некоторые устройства железнодорожной автоматики и телемеханики, контролируемые СТДМ.



Рис. 3. Измерительный контроллер УКРЦМ на станине поста электрической централизации

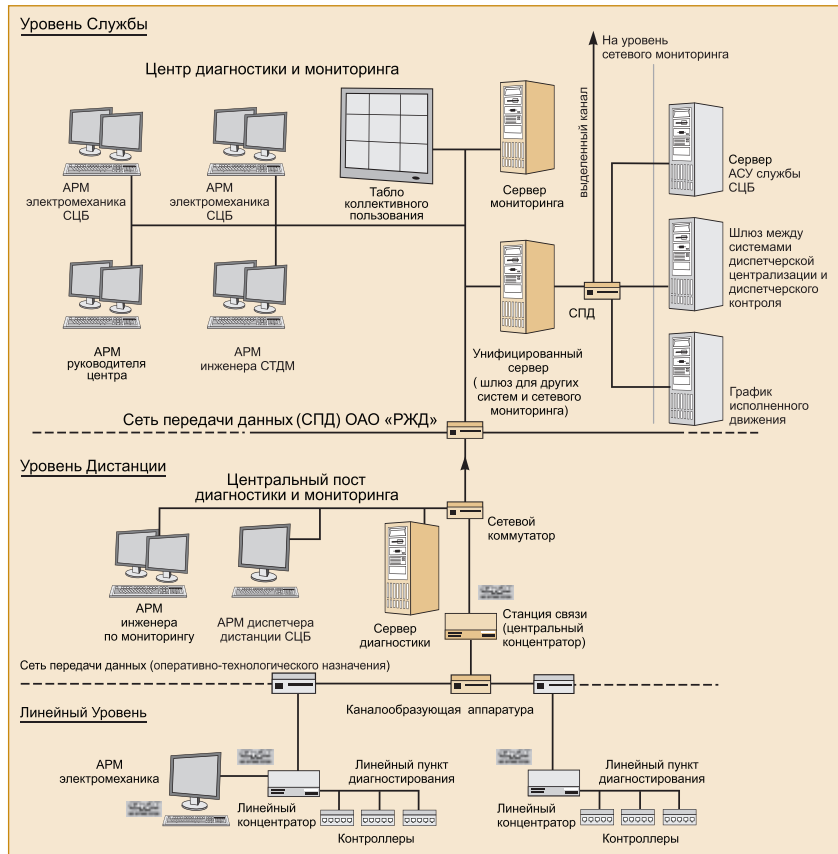


Рис. 2. Структура СТДМ

**Системы электрической централизации** управляют движением поездов на станции и обеспечивают безопасность движения. В настоящий момент на сети дорог используются как релейные системы электрической централизации (РСЭЦ), так и микропроцессорные (МСЭЦ). При работе с РСЭЦ информация о поездном положении и работе самой системы собирается в линейном пункте диагностирования (ЛПД) СТДМ с помощью специализированных контроллеров дискретного ввода. Контроллеры собирают информацию с реле РСЭЦ и с пульта–табло дежурного по станции и передают данные в концентратор ЛПД по RS-485. При работе с МСЭЦ информация передается в ЛПД по цифровому стыку (RS-422/485, Ethernet – в зависимости от вида системы). Измерения параметров работы РСЭЦ и МСЭЦ производятся специализированными контроллерами СТДМ. Измерительные контроллеры связаны с концентратором ЛПД по RS-485 (рис. 3).

**Системы автоматической блокировки (АБ)** управляют движением и обеспечивают безопасность движения поездов на перегоне. Различают системы АБ с централизованным и распределенным размещением аппаратуры. В первом случае вся релейная аппаратура размещена в модулях, расположенных на станциях, ограничивающих перегон, или в середине перегона. На самом перегоне располагаются только светофоры. В случае АБ с распределенным размещением аппаратуры системы располагается

в релейных шкафах вдоль путей перегона. Контроль АБ с централизованным размещением аппаратуры СТДМ осуществляется, так же как и контроль РСЭЦ: ввод дискретных данных реализуется через специализированные контроллеры дискретного ввода, измерения через специализированные измерительные контроллеры, связь с концентратором по RS-485. При работе с распределенными системами АБ контроллеры сбора данных располагаются непосредственно в релейных шкафах на перегоне (рис. 4). Передача данных в концентратор ЛПД на станции осуществляется по существующим физическим линиям (по меди) на расстояние до 30 км.

**Системы автоматической переездной сигнализации (АПС)** обеспечивают безопасность на переездах и пешеходных дорожках путем управления светофорами и заградительными устройствами. Переезды, расположенные на станции, входят в состав РСЭЦ и контролируются аналогично им. Переезды и дорожки, расположенные на перегоне, контролируются так же, как объекты распределенной АБ.

**Питающие установки** – это системы, обеспечивающие электропитание всех устройств СЦБ на станции и перегоне. Контроль СТДМ питающих установок включает:

- измерение напряжений и токов в первичных и вторичных цепях питания;
- контроль состояния контакторов и автоматов питания (через контроллеры дискретного ввода);
- контроль качества электроэнергии по ГОСТ с помощью специализированных приборов (связь с приборами по RS-485);
- контроль работы устройств бесперебойного питания, связь по RS-485 или Ethernet;
- контроль работы шкафов управления дизель-генераторными установками (связь – по CAN);
- контроль сопротивления изоляции источников питания (связь с приборами по RS-485).

**Системы пожарной и охранной сигнализации (ПОС).** Этими системами оснащаются модули АБ с централизованным размещением аппаратуры (АБТЦ) – модули контейнерного типа с аппаратурой АБТЦ, расположенные на станции или перегоне, и посты РСЭЦ (здания с аппаратурой РСЭЦ или МСЭЦ, расположенные на станции). ПОС также включают систему автоматического пожаротушения. Концентратор ЛПД подключается к ПОС по RS-422 и получает информацию о состоянии датчиков (шлейфов) ПОС и самодиагностику системы.

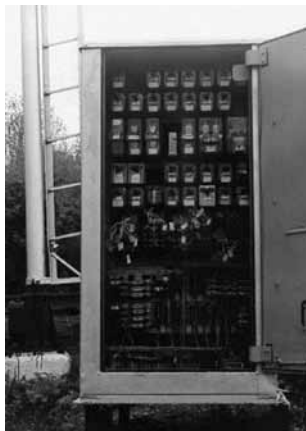


Рис. 4. Контроллер АКСТ в релейном шкафу автоблокировки



Рис. 5. Концентратор IPC610 в шкафу ЛПД. Пост электрической централизации ст. Гатчина

### Аппаратные средства СТДМ

СТДМ – сложный аппаратно-программный комплекс, элементы которого территориально распределены, начиная от линейного уровня (постов РСЭЦ, модулей АБТЦ и т.д.) и заканчивая уровнями Управлений дорог и Департаментом ОАО «РЖД». На каждом уровне используются свои аппаратные и программные средства. Рассмотреть все элементы системы в рамках одной статьи достаточно сложно. Поэтому далее подробно рассматривается ключевой элемент линейного уровня системы – концентратор ЛПД и построенное на его базе АРМ электромеханика.

**Аппаратные средства концентраторов ЛПД.** Концентраторы ЛПД построены на базе встраиваемых аппаратных средств Advantech. В качестве шасси используются корпуса IPC610 различных модификаций. Это удобное и надежное шасси хорошо зарекомендовало себя в ходе эксплуатации системы. В корпусе располагается пассивная объединительная плата (backplane) со слотами ISA и PCI. В настоящий момент в качестве основной используется PCA-6114P7 с 6 ISA и 7 PCI слотами. В более ранних модификациях использовались backplane только с ISA слотами. В backplane установлена процессорная плата (одноплатный компьютер) стандарта PICMG 1.0. На протяжении раз-

вития системы использовались процессорные платы Advantech PCA-6168 и PCA-6178, на настоящий момент основная процессорная плата – PCA-6010. Из достоинств перечисленных процессорных плат можно выделить их надежность, наличие встроенных средств диагностики и самовосстановления (WDT), поддержку ОС PV QNX4. Из недостатков, в частности, платы PCA6010 – неполную поддержку шины ISA (нет поддержки DMA).

Для организации взаимодействия с контроллерами сбора данных, с другими микропроцессорными СЖАТ и коммуникационной каналообразующей аппаратурой концентратор должен иметь достаточное число интерфейсных портов. В настоящее время в системе используются последовательные интерфейсы семейства RS (RS-232/485/422, “токовая петля”), Ethernet и CAN. Для формирования дополнительных портов концентратор оснащается платами расширения стандарта ISA или PCI.

Для создания дополнительных Ethernet портов на концентраторе используются сетевые платы стандарта PCI. Выбор производителя плат определялся поддержкой кристалла в QNX4. Наибольшее распространение в системе получили сетевые платы RTL



(сетевой драйвер Net.rtl) и 3Com (сетевой драйвер Net.ether905)

Для оснащения концентратора дополнительными последовательными портами используются мультипортовые платы стандарта ISA и стандарта PCI. Из ISA плат применяются платы Advantech PCL745 (2 порта RS-485/422), PCL846 (4 порта RS-485/422), PCL741 (2 порта RS-232/«токовая петля»). К недостаткам ISA плат можно отнести необходимость аппаратного задания настроек порта (адрес ввода/вывода и прерывания, тип стыка), что может приводить к ошибкам. Также в системе используются мультипортовые платы стандарта PCI PCI1611 (4 порта RS-485/422). Настройка вида интерфейса портов платы производится программно. Для реализации указанной настройки был разработан свой менеджер ресурсов Dev.ser, который позволяет работать со всеми типами мультипортовых плат, применяемых в системе. В менеджере также реализована возможность подслушивания трафика, идущего через последовательный порт, без влияния на работу передачи данных по порту. Все используемые мультипортовые платы имеют опторазвязанные порты. Это позволяет повысить надежность системы и упростить процесс пусконаладочных работ и сервисного обслуживания.

Для добавления на концентратор CAN портов используются платы PCL841 (ISA) и PCI1680 (PCI). Для работы с CAN портами в QNX4 был разработан менеджер устройств Dev.can с поддержкой стандартов CAN-2.0A CAN-2.0B.

Концентратор ЛПД располагается в помещении поста РСЭЦ или модуля АБТЦ в 19" шкафу. Вместе с концентратором в шкафу располагаются устройства бесперебойного питания, связевая аппаратура, измерительные контроллеры и клеммные панели (рис. 5).

#### Программное обеспечение концентраторов ЛПД и ЦПД

**Операционная система.** ПО концентраторов СТДМ функционирует под управлением многозадачной ОС жесткого РВ QNX4. Выбор ОС РВ QNX4 был сделан на этапе построения первых вариантов системы в конце 90-х годов XX века. На тот момент использовалась версия QNX4.23, которую впоследствии заменила вер. 4.25. В качестве аргументов в пользу QNX выступали простота работы с аппаратными средствами, хорошее документирование ОС, лицензионная и патентная чистота. ОС достаточно легко осваивается программистами, имеющими опыт работы под DOS или Linux.

Немаловажным аргументом при выборе ОС стала удобная и оперативная техническая поддержка со стороны официального дистрибьютора QNX Software Systems Ltd компании SWD Software, а также возможность обучения разработчиков эффективной работе с ОС РВ QNX.

Программное обеспечение построено по модульному принципу с разделением функций между отдельными процессами. Взаимодействие между моду-

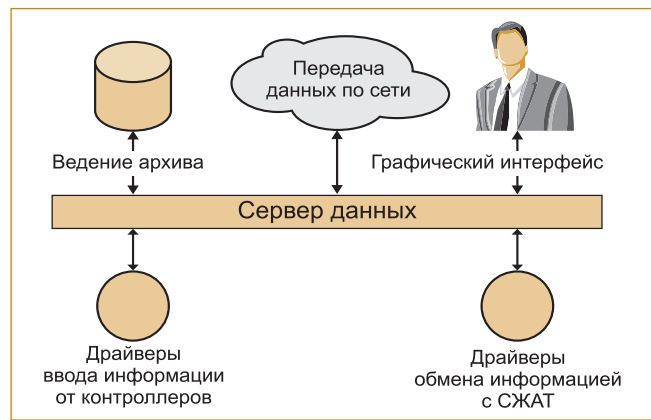


Рис. 6. Обобщенная структура прикладного ПО концентратора

лями организовано на базе стандартных механизмов POSIX. В ПО широко используются механизмы IPC QNX (сообщения, прокси, сигналы), многопоточная обработка (в рамках ограничений QNX4 на работу с потоками). Задачи на различных узлах взаимодействуют по FLEET, также реализован альтернативный вариант связи концентраторов по TCP/IP.

Передача данных серверам верхнего уровня системы, а также связь с некоторыми микропроцессорными СЖАТ осуществляется с использованием IP протоколов (TCP и UDP).

Для администрирования и технической поддержки системы используется удаленный доступ с использованием Phindows и JumpGate.

**Структура и назначение прикладного ПО.** Модульное построение прикладного ПО позволяет использовать для каждой конкретной конфигурации целевой машины (концентратора) только те модули, которые необходимы для его работы. Тем самым достигается оптимальное использование вычислительных ресурсов концентратора. Кроме того, возможно добавление новых программных модулей для расширения функциональных возможностей системы без изменения уже существующих программ.

С точки зрения решаемых задач модули ПО можно разделить на группы (рис. 6):

- программы съема и передачи информации обеспечивают ввод в систему информации о состоянии объектов контроля.
- серверы передачи данных обеспечивают маршрутизацию данных между процессами внутри концентратора.
- программы ведения архивов, обеспечивающие ведение архивов собираемой информации на концентраторе.
- программы передачи данных по сетям, обеспечивающие передачу собираемой информации между концентраторами и на серверы верхнего уровня.
- программы графического интерфейса служат для организации интерфейса пользователя на концентраторе.
- вспомогательные и сервисные программы используются для диагностики работы системы при проведении пусконаладочных работ.

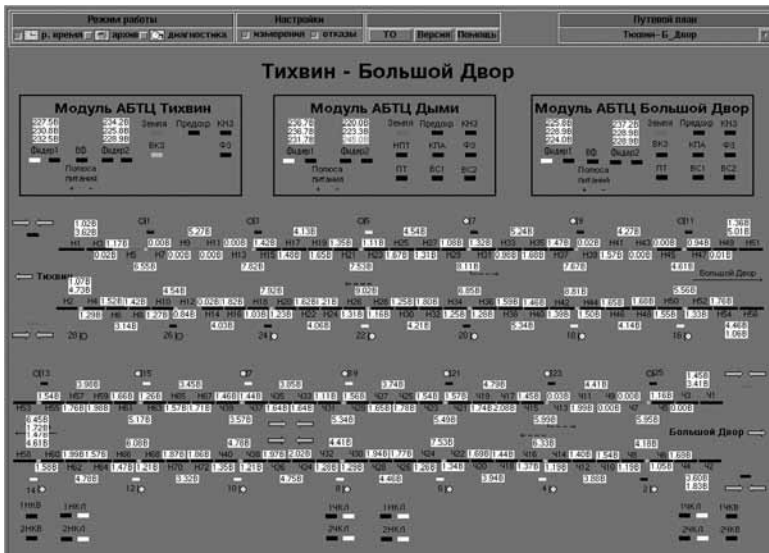


Рис. 7. Окно поездного положения АРМ электромеханика

**Информационное взаимодействие с внешними устройствами и системами.** В системе используются следующие драйверы:

- ввода информации от контроллеров собственной разработки;
- ввода информации от контроллеров сторонних разработчиков;
- организации информационного обмена с другими микропроцессорными устройствами СЖАТ.

При взаимодействии с контроллерами направление передачи данных одностороннее – от контроллера к концентратору. Состав и объем передаваемой информации определяется типом контроллера.

При взаимодействии с микропроцессорными устройствами СЖАТ передача данных может быть как односторонней, так и двухсторонней. Причем в микропроцессорные СЖАТ могут передаваться данные, собранные контроллерами и полученные

от других микропроцессорных СЖАТ. Таким образом, концентратор ЛПД может выступать мостом при передаче данных между двумя микропроцессорными устройствами СЖАТ.

В качестве физического уровня передачи данных используются интерфейсы RS-485/422/232, токовая петля, CAN, Ethernet. В качестве канального (транспортного) уровня передачи данных используются стандартные протоколы ModBUS, ADAM4000, CAN 2.0, TCP, UDP, а также специализированные протоколы.

В рамках принятой архитектуры построения ПО в СТДМ может быть реализован информационный обмен практически с любой системой, имеющей в составе цифровой стык промышленного стандарта. Причем могут быть использованы как протоколы, разработанные в СТДМ, так и протоколы, реализованные в подключаемой системе.

### Программное обеспечение АРМ электромеханика СЦБ

АРМ электромеханика СТДМ может быть реализовано как в виде отдельного компьютера, так и непосредственно на концентраторе ЛПД СТДМ. АРМ реализовано в виде многооконного интерфейса с использованием GUI Photon (рис. 7).

Задачи, решаемые АРМ электромеханика:

- обеспечение пользователей АРМ СТДМ (электромехаников, старших электромехаников) полной и достоверной информацией о состоянии объектов контроля на станциях и перегонах в режиме РВ;
- возможность просмотра архива всей собираемой информации за период хранения архива (по умолчанию составляет 30 сут);
- обеспечение пользователя диагностической информацией о состоянии устройств съема данных СТДМ,

информационных стыковок с другими микропроцессорными СЖАТ и работе системы передачи данных СТДМ;

- предоставление инструментов для использования автоматизированной технологии обслуживания устройств СЦБ на станциях и перегонах. В рамках этой задачи пользователь получает возможность формировать протоколы автоматизированных измерений, выводить их на печать и сохранять их в архиве АРМ электромеханика для дальнейшего использования.

Функции АРМ электромеханика расширяются за счет применения в системе новых измерительных контроллеров, а также использования ручного ввода результатов измерения для работ, которые в настоящий момент не могут быть полностью автоматизированы.

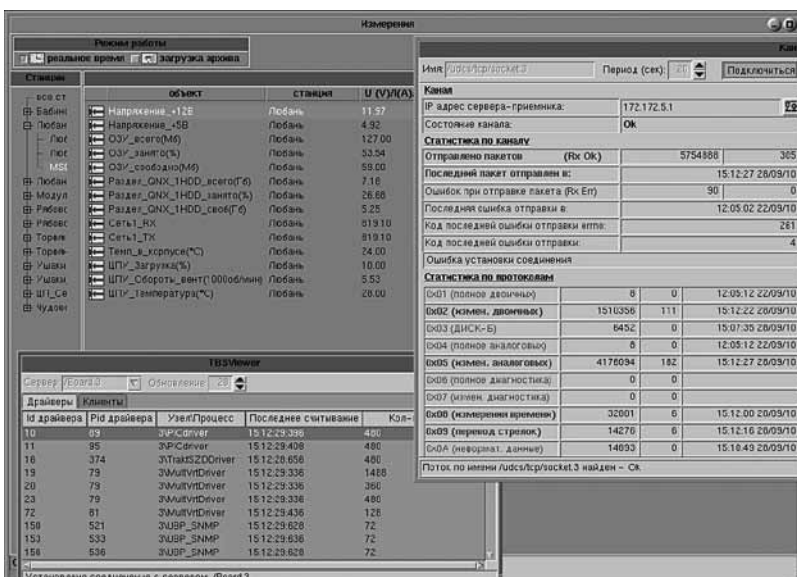


Рис. 8. Графическое представление самодиагностики системы

**Средства самодиагностики системы**

Основные возможности самодиагностики СТДМ:

- контроль работы аппаратных средств концентраторов и всех контроллеров сбора данных, используемых в системе, а также информационных стыковок с другими микропроцессорными СЖАТ. Собираемая информация доступна для просмотра в режиме РВ и в архиве;
- контроль работоспособности основных модулей системного и прикладного ПО с реализацией механизма их автоматического перезапуска в случае аварийного завершения или перезагрузки концентратора;
- для всех основных этапов передачи и обработки данных внутри системы реализованы механизмы просмотра их состояния в режиме РВ (в графическом виде, рис. 8), а также ведение логов основных событий их работы. Это позволяет специалистам сервис-центра оценивать работу системы “на лету”, в режиме РВ не вмешиваясь в работу системы, и производить разбор уже произошедших ситуаций после поступления рекламаций по работе системы.

*Иванов Александр Алексеевич - главный инженер, Григорьев Сергей Николаевич - начальник отдела ООО “Компьютерные Информационные Технологии”.*  
 Контактные телефоны: (812)647-90-15, 436-49-81.  
 E-mail: sng78@mail.ru

**Внедрение системы**

По состоянию на начало 2011 г. СТДМ внедрена на 15 дорогах сети ОАО “РЖД”. Число контролируемых станций – > 1000 ед. Система продолжает активно внедряться на новых участках и модернизироваться на уже пущенных объектах.

Среди наиболее масштабных внедрений системы можно выделить:

- контроль участков высокоскоростного движения на участках Москва – Санкт-Петербург (Сапсан, Октябрьская железная дорога), Санкт-Петербург – Буловская (Аллегро, Октябрьская железная дорога), Москва – Нижний Новгород (Сапсан, Московская и Горьковская железные дороги)
- контроль грузового хода Октябрьской железной дороги (Бабаево – Мга – Гатчина – Усть Луга)
- контроль участка Тайшет – Иркутск (Транссиб, Восточно-Сибирская железная дорога)
- контроль участков движения Аэроэкспрессов к аэропортам Москвы.

**WINDOWS EMBEDDED – ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ СОВРЕМЕННОГО МИРА****А.А. Кузнецов (Компания «Кварта Технологии»)**

*Кратко представлены семейства решений компании Microsoft, базирующиеся на ОС Windows Embedded и отвечающие жестким требованиям современных разработчиков интеллектуальных устройств: Standard, Compact, POSReady, Server и Enterprise.*

*Ключевые слова: встраиваемые решения, операционные системы, интеграция, поддержка оборудования, интеллектуальные устройства.*

Мир встраиваемых систем быстро эволюционирует. Многие современные встраиваемые компьютеры по вычислительной мощности уже сопоставимы с ПК, произведенными несколько лет назад. Интеллектуальные устройства могут иметь развитые графические и мультимедийные возможности, поддерживать ресурсоемкие приложения, обрабатывать большие объемы данных. Встраиваемые системы все чаще обладают развитыми коммуникациями – от съемных накопителей данных до беспроводной связи, что позволяет использовать их для сбора и передачи данных в самых разных сферах – на транспорте, в медицине, торговле, промышленной автоматизации, потребительской электронике и др. В повседневной жизни мы активно пользуемся встраиваемыми системами – совершаем платежи с помощью терминалов, приобретаем товары в киосках самообслуживания, получаем информацию в интерактивных справочных системах, просматриваем видеоролики и рекламу на цифровых вывесках, не говоря уже о смартфонах, портативных плеерах и других персональных устройствах. Автомобильные информационно-развлекательные системы и цифровые панели интегрируют такие разнородные данные, как показатели приборов, прогноз погоды

в месте назначения и загруженный из Internet трек-лист альбома, воспроизводимого в медиаплеере.

Широкая востребованность и активное развитие встраиваемых систем обусловлены, с одной стороны, растущими ожиданиями их потребителей, а с другой – стремлением компаний использовать потенциал встраиваемых компьютеров для усовершенствования производственных процессов, обслуживания клиентов, мониторинга и других задач. Конкуренция между производителями интеллектуальных устройств стимулирует оптимизацию разработки последних: производителю нужен приемлемый баланс между стоимостью программной и аппаратной платформ для устройств, затратами на разработку ПО, а также на обслуживание и модернизацию устройств в долгосрочной перспективе. Существенную роль в этом балансе играет встраиваемая ОС, которая определяет множество статей расходов, связанных с созданием устройства. Вот несколько факторов, влияющих на выбор ОС производителем встраиваемых систем:

- Популярность у разработчиков. Чем больше программистов отдают предпочтение данной ОС, тем проще собрать квалифицированную команду для реализации проекта на ее основе.