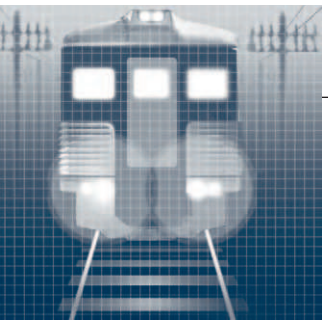

Мониторинг параметров агрегатов железнодорожных путевых машин

Сергей Фокин, Константин Васнев

В статье рассказывается о бортовой системе мониторинга параметров агрегатов, применяемой на путевой машине РПБ-01. Система реализует функции сбора, обработки и отображения информации, а также управления. Использование современных цифровых методов управления в сочетании с надёжной элементной базой и программным обеспечением позволили создать современную систему мониторинга параметров для специального подвижного состава.

История создания системы

В ОАО ВНИКТИ (г. Коломна Московской области) в 2005 году по требованию ОАО «РЖД» была разработана система мониторинга параметров, диагностики и управления для специального подвижного состава (СПС). Сложная техника требует применения современных методов диагностики и мониторинга. Поэтому, когда в 2008 году на заводе ОАО «Калугапутьмаш» началось производство новой путевой машины РПБ-01 (РПБ – распределитель и планировщик балласта), на неё была установлена бортовая система мониторинга параметров производства ОАО ВНИКТИ. Распределитель и планировщик балласта предназначен для планирования и перераспределения свежеотсыпанного или очищенного несмёрзшегося балласта при строительстве, всех видах ремонта и текущем содержании железнодорожного пути. Машина представляет собой самоходный экипаж на рельсовом ходу и состоит из опирающейся на две ходовые двухосные тележки рамы, на которой смонтированы кабина, рабочие органы (плуги, подборщик с элеватором), бункер с напольным транспортёром, энергетическая установка, системы управления и контроля. Это современная путевая машина, которая позволяет повысить производительность труда и качество работ на железной дороге [1].

Назначение и функции системы

Бортовая система контроля, мониторинга и управления СПС предназначена для организации автоматизированного рабочего места машиниста в соответствии с современными требованиями ОАО «РЖД», для ведения непрерывного контроля за агрегатами путевой машины, обеспечения надлежащих условий труда, улучшения эргономики пульта машиниста, реализации человеко-машинного интерфейса, своевременного принятия решений и действий по предотвращению аварийно-опасных ситуаций в процессе работы путевой машины.

Система мониторинга РПБ-01 по своим эксплуатационным качествам отвечает требованиям и условиям применения на железнодорожном транспорте и в промышленности. Система контроля и управления СПС включает в себя аппаратную часть для сбора данных, программы для обработки данных и реализации интерфейса пользователя, устройства отображения информации и средства управления. По этой причине система может применяться в различных отраслях промышленности: в качестве системы автоматического управления она может быть использована для контроля и управления необслуживаемыми промышленными объектами, как, например, различные хранилища, котельные, элеваторы и т.п. Как система автоматизированного управления она может решать задачи измерения и визуализации параметров, контроля и диагностики оборудования, а также выполнять определённые функции управления, например, бортовыми устройствами различных транспортных средств. В качестве бортовой системы мониторинга и управления может применяться на тяжёлых рабочих машинах, на строительной технике, различных видах железнодорожных путевых машин и прочих промышленных видах транспорта [2].

Система контроля параметров РПБ-01 обеспечивает:

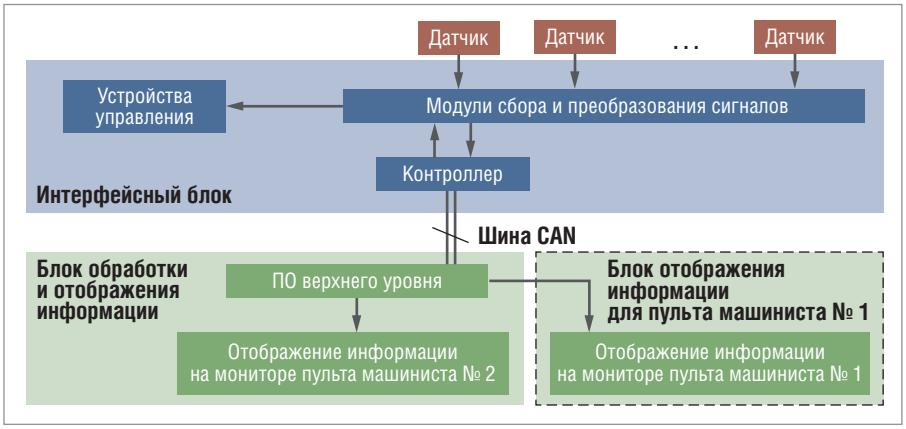

Рис. 1. Структурная схема системы мониторинга параметров РПБ-01



Рис. 2. Пульт машиниста машины РПБ-01



Рис. 3. Блок обработки и отображения информации РПБ-01

- автоматизированный комплексный контроль текущих параметров с выдачей сообщений о неисправности узлов и агрегатов или выходе контролируемых параметров за допуски, а также вывод текущих параметров и сообщений на экран блока обработки и отображения информации в удобном для пользователя виде;
- ведение журнала состояния объекта и системных событий за требуемый срок в зашифрованном виде с возможностью последующего просмотра;
- автоматизированное управление работой объекта с рабочего места оператора;
- автоматическое управление работой объекта;
- лёгкую модифицируемость и масштабируемость системы [3].

Архитектура системы

Для создания бортовой системы мониторинга требуются надёжные электронные компоненты, способные работать в жёстких условиях механических, электромагнитных и климатических воздействий, поэтому для реализации проекта были выбраны комплектующие ведущих российских и зарубежных фирм. Аппаратная часть системы мониторинга состоит из двух основных блоков:

1) интерфейсный блок, осуществляющий приём сигналов от датчиков агрегатов и систем объекта автоматизации, первичную программную обработку этих данных и преобразование их в машинный код для обработки программой более высокого уровня;
2) блок обработки и отображения информации, который служит в основном для реализации человеко-машинного интерфейса.

Структурная схема системы РПБ-01 приведена на рис. 1.

Интерфейсный блок представляет собой защищённый промышленный шкаф (металлический короб) производства Rittal, установленный под пультом машиниста (рис. 2).

Система обмена данными с датчиками и исполнительными механизмами реализована с помощью распределённой системы ввода-вывода FASTWEL I/O. Сигналы с датчиков, расположенных на различных агрегатах объекта, поступают на соответствующие модули ввода-вывода. Все модули ввода-вывода расположены в едином блоке сбора данных. Так образуется узел системы сбора и обработки данных. Сбор сигналов в едином блоке повышает надёжность системы, упрощает её обслуживание и устойчивость к механическим воздействиям [4]. Модули получают информацию с датчиков, установленных на контролируемых агрегатах путевой машины, либо выдают управляющие сигналы на реле. Диагностируемые параметры разделены на типы: дискретные, частотные, аналоговые. Для их обработки используются соответствующие модули ввода-вывода. Вычислительным центром интерфейсного блока является промышленный контроллер CPM701. Контроллер обрабатывает полученные данные и формирует пакеты CAN. Данные из контроллера поступают по CAN-шине в блок обработки и отображения информации.

Блок обработки и отображения информации представляет собой встраиваемый модуль для установки в пульт управления путевой машины (рис. 3).

Блок состоит из

- одноплатного компьютера формата PC/104-Plus, расширенного интерфейсным модулем CAN,
- сенсорного дисплея с диагональю 10″.

Одноплатный компьютер представлен процессорной платой PCM-3362 фирмы Advantech. В качестве интерфейсного модуля CAN используется плата NIM351 производства FASTWEL.

Блок обработки и отображения информации осуществляет приём, обработку данных, полученных от интерфейсного блока, и формирование человеко-машинного интерфейса. Кроме этого, он формирует аварийные сигналы и команды, управляющие агрегатами путевой машины. Дисплей оснащён датчиком освещённости, что позволяет регулировать яркость отображения картинки в зависимости от освещения в кабине.

Для обеспечения температурного режима блока обработки и отображения информации в корпусе имеется автоматическая система поддержания температуры. Диапазон рабочей температуры задаётся разработчиком по согласованию с заказчиком.

В кабине путевой машины установлено два пульта машиниста (пульт № 1 и пульт № 2), поэтому необходимо дублировать отображаемую информацию на каждом пункте управления. Для этого используется *блок отображения информации для пульта машиниста № 1*. Конструктивно он выполнен в том же виде, что и блок обработки и отображения информации, но состоит лишь из сенсорного дисплея с диагональю 10″ и осуществляет только функцию дублирования изображения.

Программное обеспечение

Программное обеспечение в системе диагностики и управления включает:

- программу работы микроконтроллера;
- программу блока обработки и отображения информации.

Программа работы микроконтроллера осуществляет опрос модулей ввода-вывода блока обработки и отображения ин-

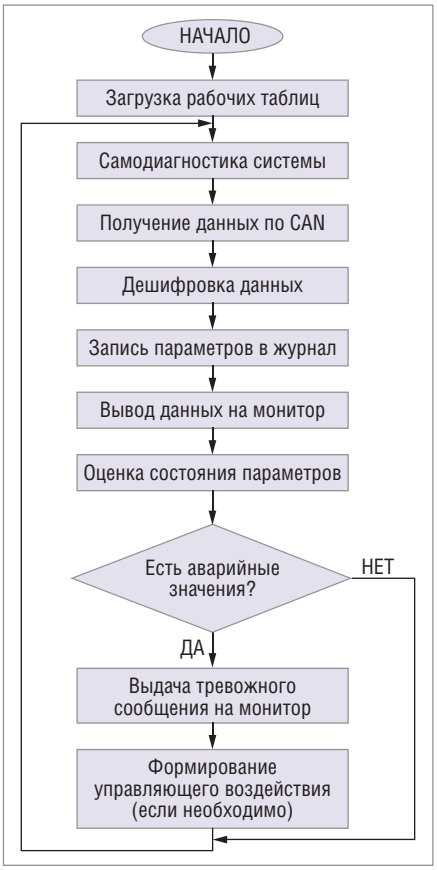

Рис. 4. Алгоритм работы программы блока обработки и отображения информации

формации, формирование CAN-пакетов и передачу этих пакетов по CAN-шине.

Для реализации человеко-машинных интерфейсов системы контроля и диагностики используется программа блока обработки и отображения информации, написанная в среде LabView 2011 и установленная в памяти системной платы. Программа получает данные в виде CAN-пакетов, расшифровывает полученную информацию, обрабатывает полученные данные по заложенным разработчиком алгоритмам. В соответствии с полученными данными программа отображает параметры агрегатов путевой машины, выводит предупреждающие сообщения, формирует управляющие воздействия. Пользователь программы (машинист или сервисный специалист) может вносить определённые изменения в работу программы верхнего уровня: проводить тарировку датчиков, изменять аварийные и предупреждающие границы параметров, задавать границы изменения измеряемой величины.

Упрощённо алгоритм программы можно изобразить следующим образом (рис. 4).

При подаче питания на блок обработки и отображения информации загружается операционная система Windows Embedded, затем запускается программа блока обработки и отображения информации. При запуске программы происходит её самодиагностика. При выявлении каких-либо неисправностей в информационной строке появляется предупреждающее сообщение и рекомендации по их устранению. В процессе работы программа ведёт журнал событий и сохраняет архив данных за заданный интервал времени в зашифрованном виде.

Для рационального размещения приборов, отображающих контролируемые параметры путевой машины на дисплее системы мониторинга, имеются 4 диагностических экрана, каждый из которых отображает определённые параметры, соответствующие выбранному режиму:

- экран основной (рис. 5);
- экран гидросистемы;
- экран рабочих органов (рис. 6);
- экран гидропередачи.

Бортовая система мониторинга путевой машины включает 3 режима работы:

- режим подготовки к запуску;
- режим транспортный;
- режим рабочий.

В соответствии с текущим режимом в программе устанавливаются соответствующие диапазоны аварийных значений, формируются цветовые схемы приборов.

Диагностические параметры в зависимости от их состояния отображаются на экране с помощью следующих цветов:

- зелёный – нормальное значение параметра;
- жёлтый – предаварийное значение параметра;
- красный – аварийное состояние.

В случае аварийного значения какого-либо параметра программа выводит предупреждающее сообщение (рис. 7). При отсутствии реакции машиниста на аварийное сообщение через несколько секунд после появления предупреждения издаётся звуковой сигнал. Если машинист или оператор не реагирует, то в целях безопасности система мониторинга может остановить работу или блокировать движение машины.

Уникальные особенности проекта

Система контроля и диагностики РПБ-01 не является единственной в своём роде. На современной путевой технике применяются системы мониторинга, диагностики, контроля и управления как зарубежного, так и российского производства. Однако систему РПБ-01 выгодно отличает среди аналогов качественный человеко-машинный интерфейс, простота адаптации системы к заданным техническим требованиям, универсальность. Использование высококачественных комплектующих гарантирует высокую надёжность системы. В системе диагностики РПБ-01 соблюдены нормы и требования ОАО «РЖД» и ВНИИЖГ.

Результаты внедрения

В результате установки данной системы на путевую машину РПБ-01 улучши-



Рис. 5. Внешний вид основного экрана

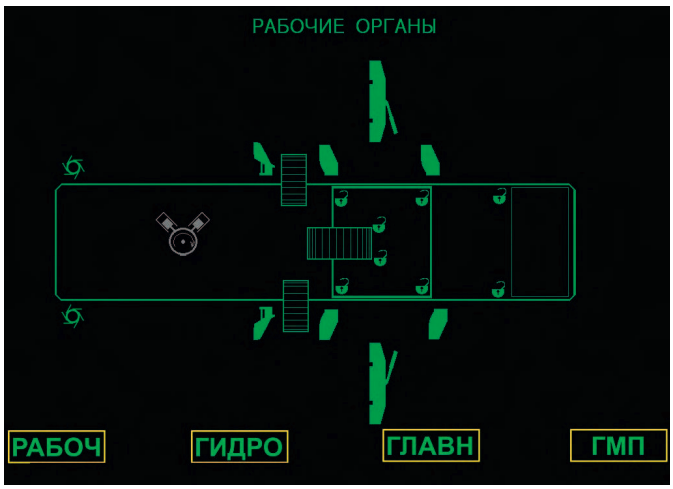

Рис. 6. Внешний вид экрана рабочих органов

лись эргономические характеристики пульта машиниста. Вместо большого количества стрелочных манометров и прочих приборов на пульте машиниста присутствует лишь 10-дюймовый дисплей, на котором машинист может видеть более шестидесяти параметров. Переключение между технологическими экранами осуществляется с помощью сенсорных кнопок на дисплее. Организация рабочего места машиниста значительно улучшилась, так как с применением системы диагностики машинист РПБ-01 может наблюдать положение всех рабочих органов, параметров агрегатов машины, не покидая рабочего места. Постоянно ведётся доработка системы мониторинга параметров в соответствии с совершенствованием РПБ-01 и пожеланиями заказчика.



Рис. 7. Аварийное сообщение на экране гидросистемы

Заключение

Таким образом, в ОАО ВНИКТИ была разработана и внедрена в производство система контроля, диагностики и управления специального подвижного состава. Система способна контролировать более сотни параметров, построена по модульному принципу: легко наращивается и адаптируется к заданным техническим условиям. Она может работать с различными типами датчиков и исполнительных устройств. По желанию заказчика её можно дополнить навигационной подсистемой, системой связи с диспетчерским пунктом, отображать на мониторах видеоизображения с бортовых камер машины. Бортовая система мониторинга параметров успешно применяется на путевой машине РПБ-01 производства ОАО «Калугапутьмаш». ●

Литература

1. Современным требованиям – новые путевые машины ОАО «Калугапутьмаш» [Электронный ресурс] // Транспортная газета «Евразия Вести». – 2008. – № 8. – Режим доступа : http://www.eav.ru/publ1.php?publid=2008-08a11.
2. Фендриков А., Коновалов С., Речмедилов В., Жигалкин Д. и др. Автоматизированная система контроля и управления промышленными объектами АСК-3 // Современные технологии автоматизации. – 2004. – № 4.
3. Маковей Н., Бобрицкий И., Леонов Д., Коновалов С. и др. Автоматизированная система контроля параметров узлов и агрегатов тяжёлых путевых машин // Современные технологии автоматизации. – 1997. – № 3.
4. FASTWEL I/O распределённая система ввода-вывода : Руководство по эксплуатации / ФАПИ.421459.700 РЭ. Версия 2.2. – М. : FASTWEL, 2009.

E-mail: Sergei-Kolomna@mail.ru

