

УДК 629.36, 681.518.5

АППАРАТНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ БОРТОВОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

Мишулин Ю.Е., Мишулин Е.Ю., Шахнин В.А.

ГОУ ВПО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», Владимир, e-mail: hotz@mail.ru

В статье рассмотрена автоматизированная диагностическая система, представляющая собой комплекс средств для автоматической оценки технического состояния транспортного средства. В состав системы входят комплект датчиков, преобразователи сигналов от датчиков, устройства обработки информации и устройств выдачи информации на информационно-управляющую систему. Проанализированы и предложены различные варианты построения информационно-управляющей системы. Информационно-управляющая система, построена с использованием автономных модулей. Все модули объединены в бортовую двухпроводную или однопроводную сеть. Дублирование линий связи позволяет существенно повысить надежность такой системы. Основу информационно-управляющей системы представляет бортовой компьютер (вычислитель), выполняющий сбор и обработку информации с датчиков, а также формирующий информационные сообщения и управляющие воздействия на исполнительные механизмы. Каждый датчик выполняется в виде законченного мехатронного модуля. Для управления исполнительными устройствами также создается модуль, в состав которого входит вычислитель, усилитель-преобразователь и исполнительный механизм. Даны рекомендации по обработке информации с датчиков и построению вычислительных модулей.

Ключевые слова: транспортное средство, двигатель, шасси, датчик, вычислительное устройство, мехатронный модуль, интерфейс

HARDWARE REALIZATION OF ONBOARD INFORMATION SYSTEM OF THE VEHICLE

Mishulin Y.E., Mishulin E.Y., Shakhnin V.A.

Vladimir state university of a name of Alexander Grigorevicha and Nikolay Grigorevicha Stoletovyh, Vladimir, e-mail: hotz@mail.ru

In article the automated diagnostic system representing a complex of means for an automatic estimation of a technical condition of a vehicle is considered. The system structure includes the complete set of gages, converters of signals from gages, processing devices of the information and devices of delivery of the information on information-steering system. Various variants of construction of information-steering system are analyzed and offered. The information-steering system is constructed with use of independent modules. All modules are united in an onboard two-wire or single-wire network. Duplication of communication lines allows to raise reliability of such system essentially. The basis of information-steering system is represented by the on-board computer (calculator) which is carrying out gathering and processing of the information from gages, and also forming reports of information and steering influences on executive gears. Each gage is carried out in the form of finished mechatronical module. For steering of actuation mechanisms the module which structure includes the calculator, the booster the converter and the executive gear also is created. Recommendations about processing of the information from gages and to construction of computing modules are made.

Keywords: a vehicle, the engine, the chassis, the gage, the computer, мехатронный the module, the interface.

Для контроля и диагностирования систем, агрегатов и узлов шасси при выполнении функциональных задач они должны быть оборудованы датчиками и исполнительными элементами, необходимыми для получения диагностической информации и ее обработки для выдачи диагностического заключения.

Автоматизированная диагностическая система (АДС) представляет собой комплекс средств для автоматической оценки технического состояния машины в процессе выполнения функциональных задач. Принцип работы АДС в простейшем варианте заключается в следующем. Сигналы с датчиков, установленных на объекте диагностирования, поступают в анализатор, который формирует диагностическое заключение и выдает его в виде информации о состоянии контролируемого объекта.

По своей структуре АДС должна состоять из следующих элементов:

- 1) комплекта датчиков, воспроизводящих диагностическую информацию от объекта диагностирования;
- 2) преобразователей, принимающих сигналы от датчиков и преобразующих их в вид, удобный для дальнейшей обработки;
- 3) устройств обработки информации, проводящих оценку полученных данных диагностирования по заданной программе и выдающих конечные результаты в виде электронных сигналов;
- 4) устройств выдачи информации, фиксирующих результаты диагностирования на носителе информации.

В результате проведенного анализа структурно-алгоритмического построения систем диагностирования транспортных средств [1] предлагается аппаратная реали-

зация автоматизированной диагностической системы в виде информационно-управляющей системы транспортного средства (ТС).

Для оценки состояния и поведения ТС используется информация, получаемая со следующих датчиков, расположенных на машине:

– датчики давления измеряют давление масла в КПП, ДВС, гидросистеме, пневмосистеме;

– датчики температуры для измерения температуры охлаждающей жидкости ДВС, масла в ДВС, охлаждающей жидкости в компрессоре, масла в гидросистеме.

Перечисленные датчики являются аналоговыми и имеют различные диапазоны измерения. Многие датчики имеют нелинейную характеристику. Используются также дискретные датчики, работающие в качестве сигнализаторов, например, сигнализатор критической температуры охлаждающей жидкости, аварийного дав-

ления масла и другие, концевые выключатели главного фрикциона, горного тормоза, вентилятора. Еще один тип датчиков – импульсные датчики, формирующие последовательность импульсов, например для контроля пройденного пути.

В качестве информационно-управляющей системы используется бортовой компьютер (вычислитель), выполняющий сбор и обработку информации с датчиков, а также формирующий информационные сообщения и управляющие воздействия на исполнительные механизмы. Для подключения датчиков к вычислителю необходимо выполнить обработку сигналов. К обработке сигналов относятся нормирование сигнала (усиление), т.е. приведение его к определенному значению, фильтрация, линеаризация, аналого-цифровое преобразование и другие виды обработки.

Структурная схема информационно-управляющей системы приведена на рис. 1.

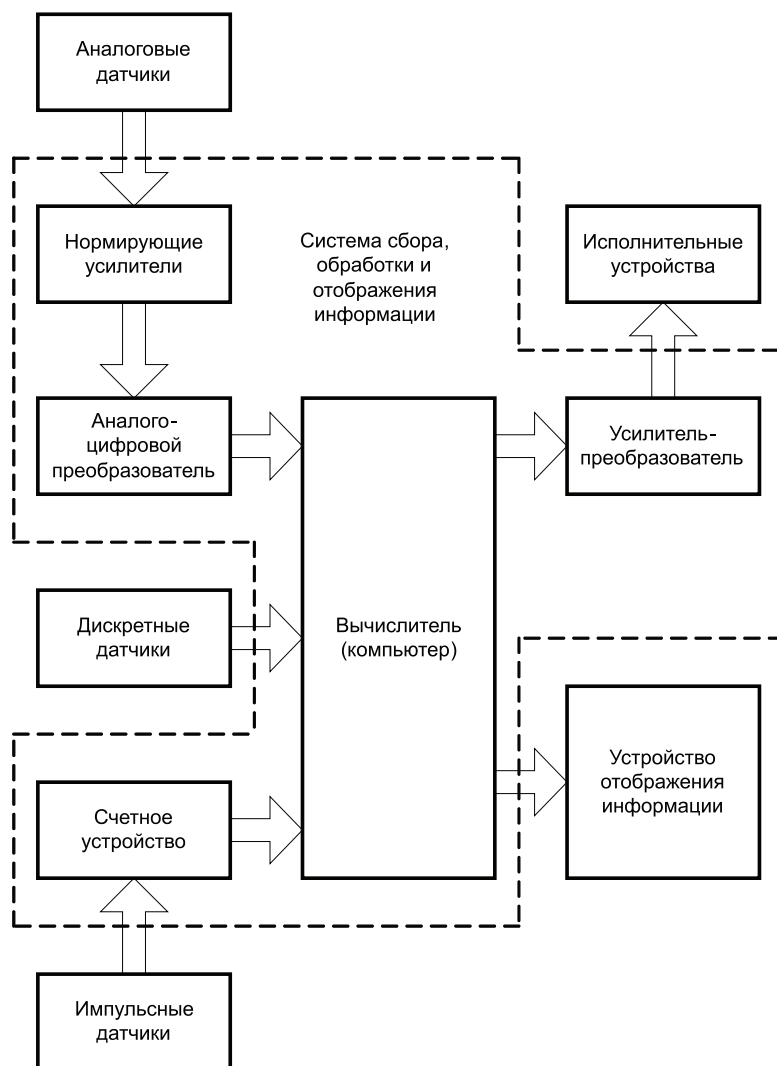


Рис. 1. Информационно-управляющая система

Приведенная система обладает существенным недостатком. Вычислитель оказывается слишком перегруженным, т.к. очень много времени затрачивается на формирование информационных сообщений, что может привести к потере информации с датчиков в критических ситуациях. Поэтому предлагается разделить функции

сбора и обработки информации с датчиков и формирования информационных сообщений на два вычислителя.

Структурная схема информационно-управляющей системы, содержащая систему сбора и обработки информации и систему отображения информации, приведена на рис. 2.

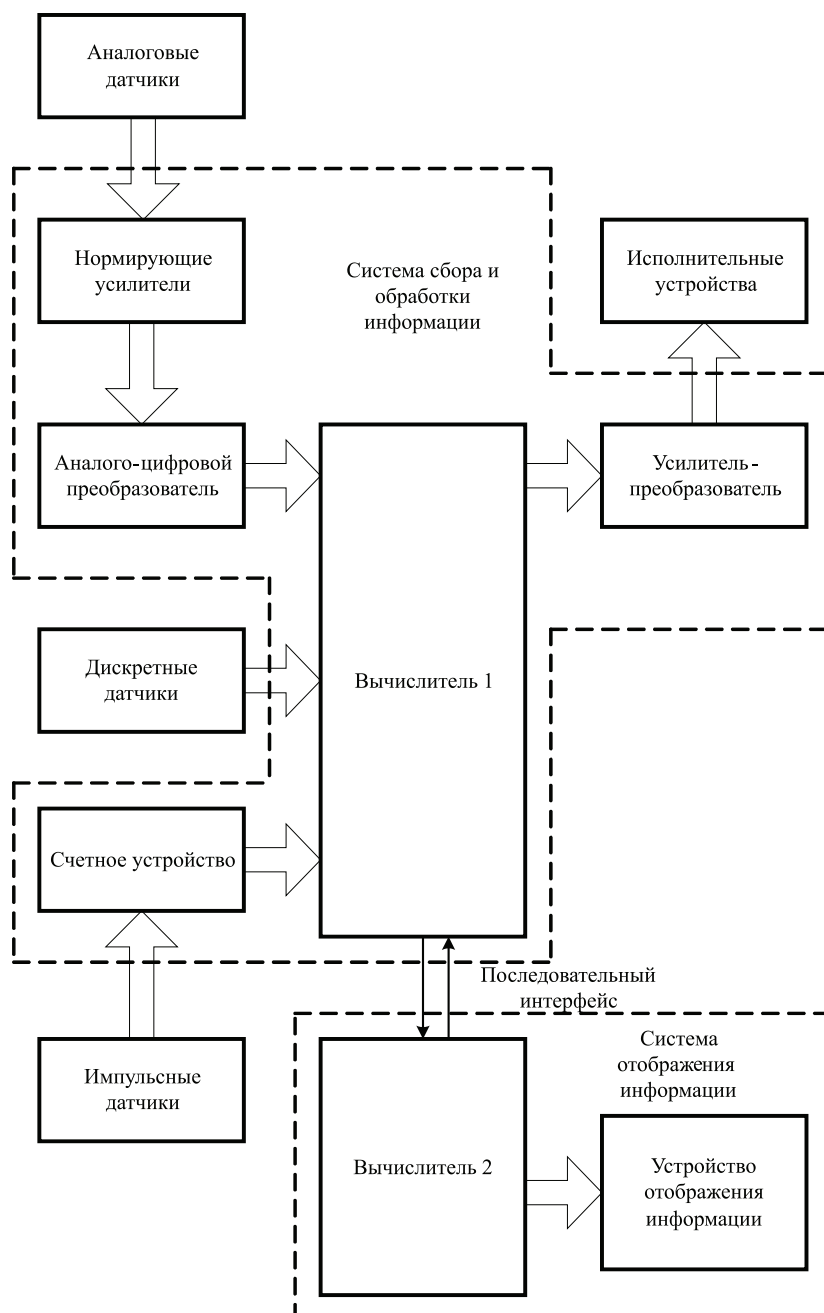


Рис. 2. Информационно-управляющая система с двумя вычислителями

Такой подход к построению информационно-управляющей системы также имеет ряд недостатков, относящихся к топологии системы.

Датчики расположены на машине в различных точках. Это приводит, во-первых, к сложной организации разводки кабель-

ного оборудования. Многие датчики имеют слабый сигнал, и при прокладке кабеля на большое расстояние происходит ослабление сигнала, засорение его помехами, наводками. Кроме того, система имеет низкую надежность. При обрыве кабеля инфор-

мация с датчика полностью теряется, или, что еще хуже, вычислитель может понять отсутствующий сигнал за исправный, что приводит к аварийным ситуациям.

Для решения этой задачи предлагается иной подход к построению информационно-управляющей системы. Каждый датчик выполняется в виде законченного мехатронного модуля, содержащего непосредственно первичный преобразователь (датчик), устройство преобразования сиг-

нала и вычислитель. В классе мехатронных устройств – так называемые МЕМСы. Для управления исполнительными устройствами также создается модуль, в состав которого входит вычислитель, усилитель-преобразователь и исполнительный механизм.

Структурные схемы модулей показаны на рис. 3. Каждый модуль выполняется в виде специализированного контроллера, содержащего вычислительное устройство и преобразователь.

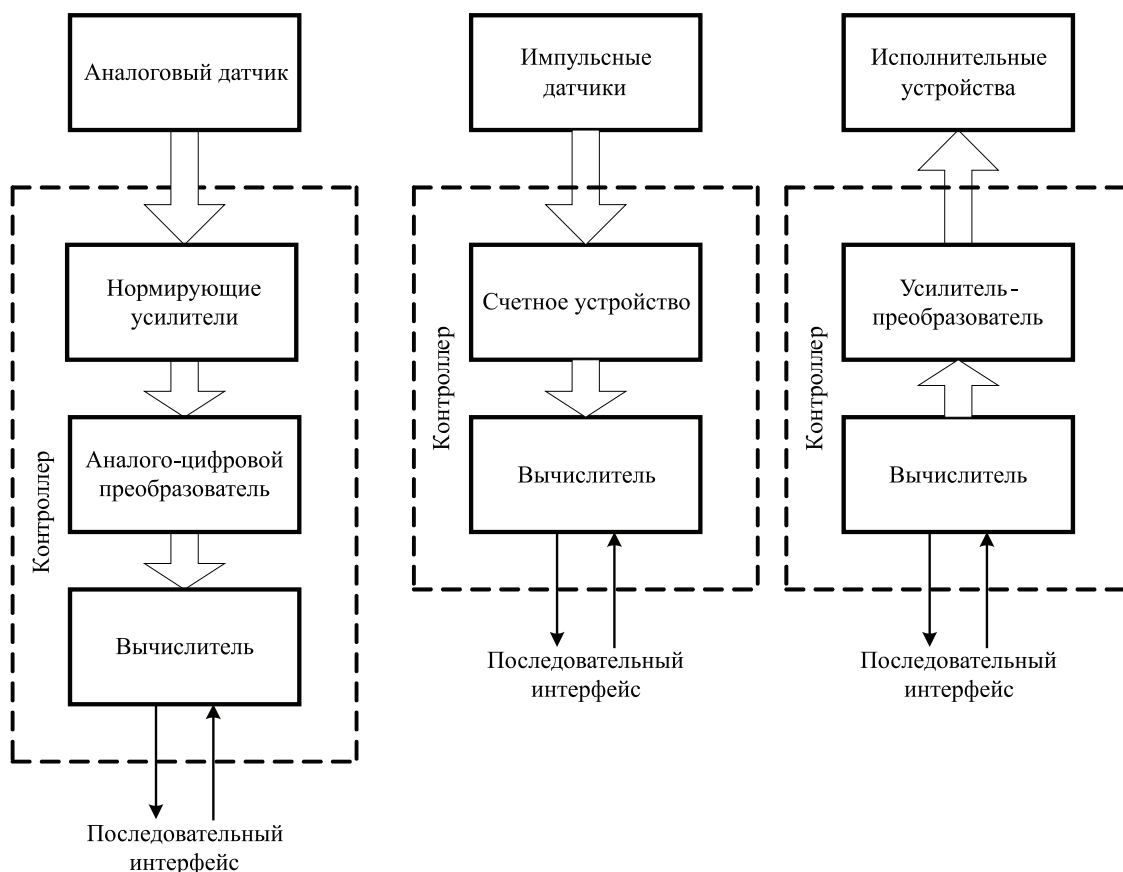


Рис. 3. Модули преобразователей

Так как для обработки информации с дискретных датчиков не требуется сложных преобразований, то их можно подключить к модулю аналогового или импульсного датчика, который физически расположен ближе к дискретному датчику. В этом случае модули необходимо снабдить несколькими входами дискретного ввода.

Для связи модулей преобразователей с главным бортовым компьютером каждый модуль должен иметь последовательный интерфейс связи, например RS-485, USB или CAN. CAN-интерфейс постепенно становится стандартом для распределенных систем управления на транспорте, в автомобильной технике и робототехнике. Можно также использовать интерфейс SERCOS, разработанный для цифровых

следящих приводов и представляющий собой локальную кольцевую оптоволоконную сеть.

Структурная схема информационно-управляющей системы, построенной с использованием автономных модулей, приведена на рис. 4. Все модули объединены в бортовую двухпроводную или однопроводную сеть. Дублирование линий связи позволяет существенно повысить надежность такой системы.

На первый взгляд такой подход приведет к существенному удорожанию информационно-управляющей системы. Однако это не так. Каждый вычислитель предназначен для выполнения узкоспециализированных задач и выполняется на недорогих контроллерах.

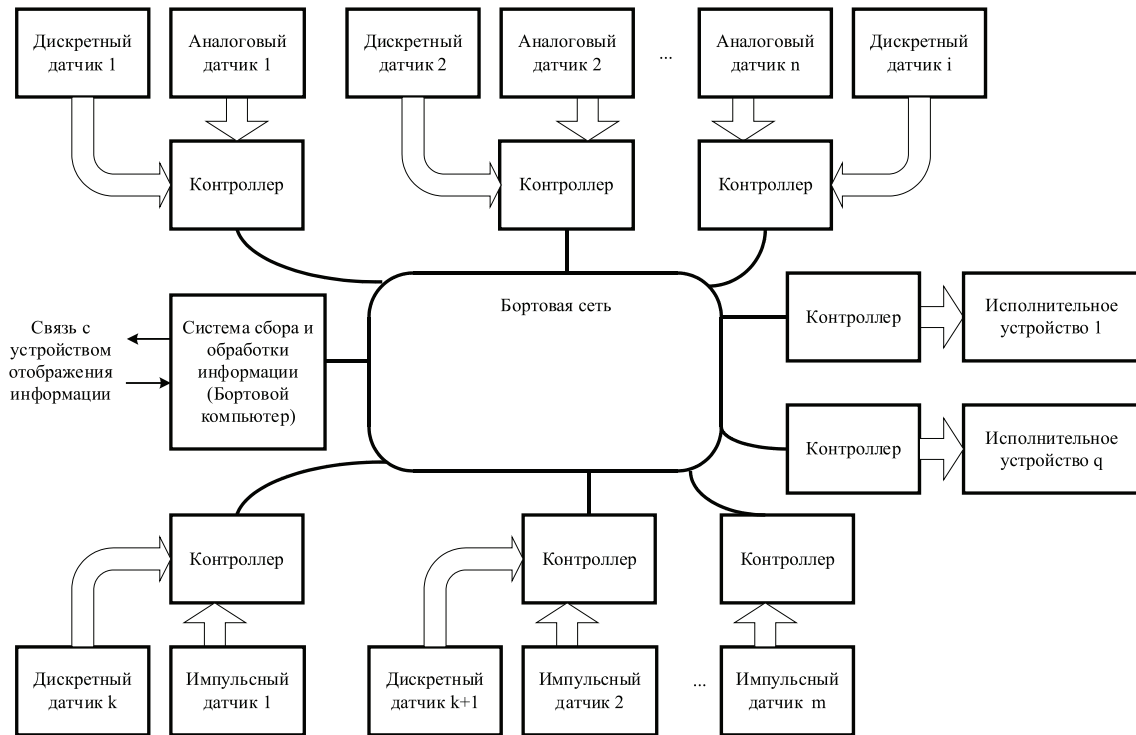


Рис. 4. Информационно-управляющая система на автономных модулях

Еще один подход к построению модуля это использование программируемых логических интегральных схем – ПЛИС. ПЛИС представляет собой матрицу логических вентилей, логика работы и переключения которых может быть задана программным образом. Популярность данной технологии обусловлена, прежде всего, малыми размерами устройств, скоростью их работы, малым энергопотреблением и гибкостью по отношению к обновлению логики работы ядра ПЛИС.

ПЛИС представляет собой микросхему, содержащую миллионы несоединённых логических вентилей И/ИЛИ, которые с помощью специальных программных средств могут быть настроены и электрически сконфигурированы для выполнения специфических аппаратных функций.

Обычно программирование ПЛИС микросхем требует от пользователя знания достаточно сложных языков, таких, как VHDL. Именно сложность программирования ПЛИС привела к тому, что многие инженеры отказываются от использования старой технологии в приложениях измерений, автоматизации, управления и сбора данных. Современная технология реконфигурируемого ввода/вывода позволяет существенно сократить время, затрачиваемое на обучение инженеров программированию ПЛИС.

Компания National Instruments предлагает технологию реконфигурируемого вво-

да/вывода (reconfigurable input/output) RIO и представляет пользователям возможность графического моделирования и конфигурирования ПЛИС в приложениях измерений и автоматизации. Таким образом, интеграция технологии реконфигурированного ввода/вывода переводит процесс создания приборов на совершенно другой уровень, предлагающий разработчикам более гибкие инструменты для удовлетворения требований заказчика.

Устройства на базе ПЛИС обладают реконфигурируемой цифровой архитектурой, включающей в себя матрицу конфигурируемых логических блоков, окруженных периферийными блоками ввода/вывода. В пределах матрицы ПЛИС возможна произвольная маршрутизация сигналов посредством управления программируемыми переключателями и коммутируемыми линиями. Цепи ПЛИС представляют собой реконфигурируемую счетную машину, осуществляющую параллельную обработку данных и исполняющую приложения на аппаратном уровне микросхемы. Можно разработать на базе ПЛИС свои собственные схемы управления и сбора данных с тактированием и синхронизацией процессов с точностью до 25 нс. Благодаря возможности параллельной обработки данных, заложенной в ПЛИС, добавление новых вычислений в программу, исполняемую на микросхеме, не приводит к уменьшению скорости исполнения приложений.

Реконфигурируемая ПЛИС в сочетании с процессором реального времени, а вместе это Compact RIO, позволяют создавать автономные встраиваемые и распределенные приложения, а также промышленные модули ввода/вывода со встроенным согласованием сигналов, возможностью прямого подключения датчиков и поддержкой горячего подключения. ПЛИС, как ядро системы, обладает встроенными механизмами передачи данных во встроенный процессор реального времени для их последующего анализа, обработки и сохранения, а также для связи с внешними устройствами. При этом каждый из модулей ввода/вывода содержит в себе встроенные разъемы, систему согласования сигналов, цепи преобразования (такие как ЦАП и АЦП), а также изоляционные барьеры. Поддержка расширенного диапазона напряжений и различных промышленных типов сигналов позволяет напрямую подключить к модулям датчики и управляемые устройства.

Благодаря своей невысокой стоимости, надежности и пригодности для использования в широком классе встраиваемых контрольно-измерительных приложений, Compact RIO может применяться практически во всех отраслях промышленности. Так, на базе систем Compact RIO решаются такие задачи, как групповое управление, дискретное управление, управление движением, бортовые измерения, мониторинг состояния машин, быстрое прототипирование управляющих систем, промышленные системы управления и сбора данных, распределенные системы управления и сбора данных, мобильный/портативный анализ шумов, вибраций и т.д.

В частности, ориентированная на создание пользовательских приложений технология RIO позволяет, например, создать аппаратную систему управления шаговым или серво приводом, используя ПЛИС для расшифровки сигналов с тахометра или с квадратурного энкодера с целью проведения измерений координаты и скорости.

Появление устройств с поддержкой реконфигурируемого ввода/вывода существенно расширяет возможности технологии приборов. Для программирования устройств с технологией RIO применяется программная среда LabVIEW, которая позволяет разрабатывать аппаратную часть контрольно-измерительных систем, идеально настроенных для решения специфических задач.

К информационным и вычислительным ресурсам системы диагностики и контроля предъявляется ряд требований. Основной задачей всех измерительных систем явля-

ется измерение и/или генерация реальных физических сигналов. В процессе сбора данных физические величины, такие, как напряжение, ток, давление и температура преобразуют в цифровой формат и вводят их в компьютер. Распространенные методы сбора данных реализуются с помощью встраиваемых в компьютер устройств и автономных измерительных приборов, поддерживающих интерфейс GPIB, систем стандарта PXI (расширение PCI для измерительной техники) и приборов с портом RS-232.

GPIB (General Purpose Interface Bus) – стандартная шина, предназначенная для управления электронными измерительными приборами с помощью компьютера. Ее также называют IEEE 488, поскольку ее характеристики определяются стандартами ANSI/IEEE 488-1978, 488.1-1987, 488.2-1992. Максимальное расстояние между любыми двумя приборами – 4 м, среднее расстояние между приборами по всей шине – 2 м. Максимальная (общая) длина кабеля – 20 м. К каждой шине подключается максимум 15 приборов, причем не менее двух третей из них должны быть включены.

Прежде чем компьютерная измерительная система сможет измерить некоторую физическую величину, например, температуру, физический сигнал с помощью датчика или измерительного преобразователя должен быть преобразован в электрический – ток или напряжение. Под преобразованием сигналов следует понимать процесс предварительной обработки сигналов с целью улучшения точности измерений, качества изоляции цепей (развязки), фильтрации и т.д.

Чтобы измерять сигналы с датчиков, необходимо преобразовать их в форму, которую может воспринять устройство аналого-цифрового преобразования. Например, у большинства термомпар выходное напряжение очень мало и соизмеримо с шумом. Следовательно, перед оцифровкой такого сигнала его необходимо усилить. Усиление (нормирование) является одной из форм преобразования. К другим типовым разновидностям преобразования сигналов относятся линеаризация, возбуждение датчика, развязка.

На рис. 5. показаны некоторые распространенные типы датчиков и сигналов и требуемые для них виды преобразования.

Таким образом, наиболее целесообразно строить информационно-управляющую систему на основе автономных модулей. В качестве измерительных устройств текущих параметров следует применять интеллектуальные датчики (МЭМСы).



Рис. 5. Типы датчиков и сигналов и виды преобразования

Бортовая сеть должна быть в варианте одно или двухпроводной или на оптоволоконной линии передачи. Учитывая специфику транспортного средства в части характера выполняемых работ и безопасности экипажа, линия связи должна быть резервирована (в простейшем варианте дублирование по бортам).

Список литературы

1. Кобзев А.А., Мишулин Ю.Е., Соцков Д.А. «Автостоп» – система экстренного торможения // Автомобильная промышленность. – 2011. – №1. – С. 14–16.
2. Кобзев А.А., Мишулин Ю.Е., Шахнин В.А. Программная реализация системы диагностирования двигателя и шасси транспортного средства.
3. Ляхов С.В., Белоус М.М. Комплекс для исследования систем активной безопасности автомобиля // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2009. – №5. – С. 53–58.
4. Основы технической диагностики // Модели объектов, методы и алгоритмы диагноза; под ред. П.П. Пархоменко. – М.: Энергия, 1976. – 464 с.

5. Соцков Д.А., Мишулин Ю.Е., Тимофеева С.И. Повышение эффективности работы системы «автостоп» ИРМ в экстренных ситуациях // Состояние и перспективы развития средств разведки и преодоления минно-взрывных заграждений: сборник докладов научно-практической конференции. ФГУ «15 ЦНИИИ Минобороны России». – Нахабино, 2009. – С. 59–63.

Рецензенты:

Гоц А.Н., д.т.н., профессор кафедры тепловых двигателей и энергетических установок Владимирского государственного университета им. А.Г. и Н.Г. Столетовых Министерства образования и науки РФ, г. Владимир;

Халатов Е.М., д.т.н., профессор, начальник расчетно-аналитического центра КБ «Арматура» – Филиала ГКНПЦ им. М.В. Хруничева, г. Ковров.

Работа поступила в редакцию 11.11.2011.