

УДК 681.518.3

В.И. Гребенщиков, А.И. Чивенков

**РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ СБОРА
И ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Приведено обоснование целесообразности использования одноплатных микрокомпьютеров для создания автоматизированных систем сбора информации. Показаны достоинства и недостатки использования специализированных программно-аппаратных средств сбора информации. Предложен принцип наглядной визуализации устройства с применением интерфейса веб-сервера. Описаны принципы работы сетевых протоколов оповещения оператора.

Ключевые слова: микрокомпьютер; одноплатный компьютер; автоматизация; мониторинг; датчики; программное обеспечение; протоколы.

Автоматизированные системы сбора и обмена информацией стремительно совершенствуются и должны соответствовать возрастающим требованиям к функционалу разрабатываемых устройств. При этом на разработчика накладываются все более жесткие ограничения как по стоимости предлагаемого решения, так и по возможности его адаптации к изменению обрабатываемой информации.

В статье [1] рассмотрена целесообразность использования 8-битного микроконтроллера Atmel ATMEGA128A-AU в качестве системы сбора и обмена информацией. Микроконтроллер располагает 128 килобайтами памяти для хранения микропрограммы, но авторы не смогли использовать программы, написанные на языке высокого уровня. Дело в том, что в результате выполнения компиляции с языка «Си» полученный код составил 35 килобайт для протокола TCP/IP и увеличился до 60 килобайт при использовании протокола UDP. Таким образом, для алгоритма обработки информации, поступающей с датчиков, осталась лишь половина программной памяти микроконтроллера.

Кроме того, разработка систем на базе микроконтроллеров предполагает проектирование соответствующей печатной платы, что осложняет последующую модификацию. Таким образом становится проблематичной использование таких систем в научно-исследовательских разработках, предполагающих изменение состава обрабатываемых сигналов и типа информационных каналов.

Можно сделать вывод, что применение микроконтроллеров в составе систем сбора и передачи информации представляется целесообразным на этапе их тиражирования с целью снижения производственных затрат на единицу изделия.

Альтернативным решением использованию микроконтроллеров в составе опытно-промышленных систем сбора и передачи информации является их построение на основе специализированных программно-аппаратных средств. В качестве примера можно привести систему мониторинга и управления цифровой трансформаторной подстанцией [2].

Указанная система была реализована на шасси с интегрированным контроллером реального времени частотой 400 МГц NI cRIO 9076 с установленными в нем 8-канальным модулем измерения напряжения NI 9201, 32-канальный модулем аналогового ввода (16 дифференциальных каналов) разрешением 16 бит NI 9205, а также 8-канальным модулем цифрового ввода – вывода NI 9401. Устройство NI cRIO-9076 состоит из промышленного контроллера реального времени на базе процессора Freescale с тактовой частотой 400 МГц и 4-слотового шасси со встроенной ПЛИС Xilinx Spartan-6 LX45 для подключения и синхронизации каналов ввода/вывода, управления и обработки сигналов.

Данное решение представляют собой законченную реконфигурируемую систему вво-

да-вывода, программируемую с помощью пакета LabVIEW, что существенно упрощает процесс разработки систем сбора и передачи информации. Открытая архитектура системы позволяет менять ее функциональность путем соответствующего подбора модулей. Применение специализированного оборудования представляется эффективным в случае создания единичных устройств, но высокая стоимость используемого оборудования является весомым аргументом, препятствующим их повсеместному использованию.

В тоже время для построения встраиваемых систем управления и мониторинга в таких областях промышленности, как энергетика, в качестве первичных датчиков могут использоваться специализированные устройства, осуществляющие первичную обработку информации о состоянии электрических цепей и передачи их текущих параметров посредством общепринятых протоколов связи.

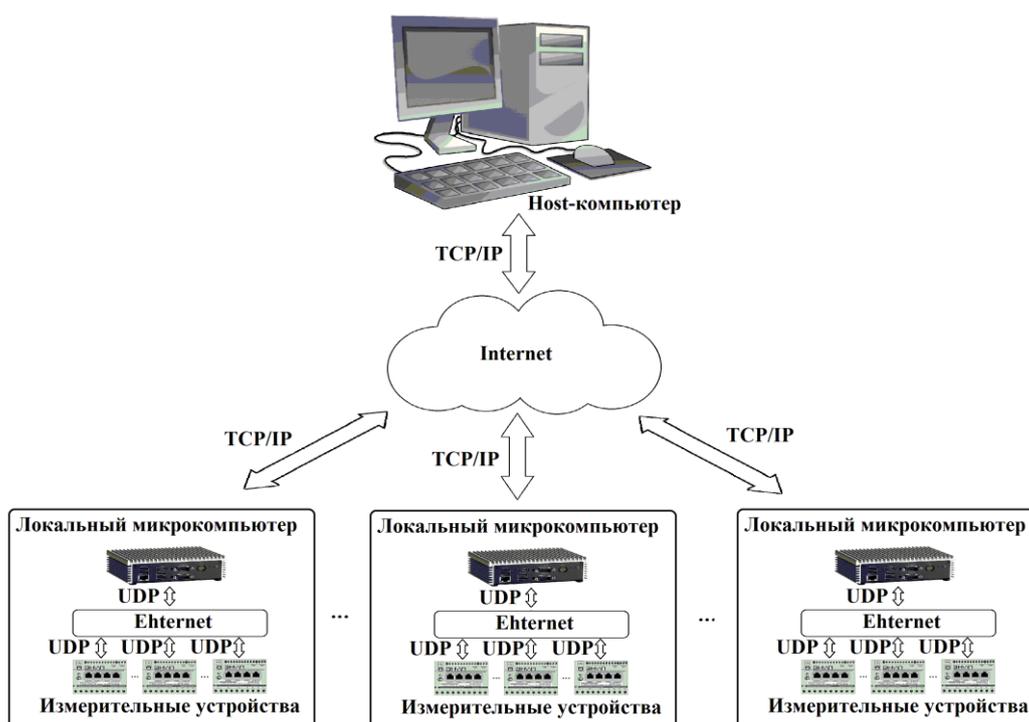


Рис. 1. Структура мониторинга транспортных потоков мощности в интеллектуальной распределительной сети

Например, в рамках выполнения работ по теме «Разработка автоматизированного узла регулирования транспортных потоков мощности в интеллектуальной распределительной электрической сети» (рис. 1) в силовом шкафу установлены многофункциональные измерительные преобразователи ЭНИП-2 а также многофункциональные счетчики электрической энергии Меркурий 234 ARTM (рис. 2).

Многофункциональные счетчики электрической энергии Меркурий 234 ARTM имеют дополнительные интерфейсы на сменных модулях RS-485 и Ethernet.

В свою очередь, измерительный преобразователь ЭНИП-2-45/380-220-A1E4-23 представляет собой многофункциональное измерительное устройство с интерфейсами RS-485 и Ethernet, а также 8-дискретными входами. Большой объем измеряемых и вычисляемых параметров электрической сети в сочетании возможностью передачи данных позволяет создавать на базе ЭНИП-2 распределенные системы мониторинга энергообъектов.

Устройство позволяет производить измерения и вычисления значений следующих параметров режима электрической сети:

- действующие значения напряжений (фазных, междуфазных и средних);
- действующие значения токов (фазных и среднего);

- фазная и суммарная мощность нагрузки (активной, реактивной, полной);
- частота сети;
- фазные и полные $\cos\varphi$.
- активная и реактивная энергия в прямом и обратном направлениях.

Таким образом, в системе сбора и передачи информации, предназначенной для работы в составе физической модели гексагональной (интеллектуальной) сети и реализованной с применением указанного оборудования уже присутствуют первичные устройства сбора информации, обладающие при этом современными интерфейсами для обмена с периферийными устройствами. В данном случае представляется целесообразным реализация системы сбора и передачи данных на основе встраиваемого компьютера eBOX560-880-FL.

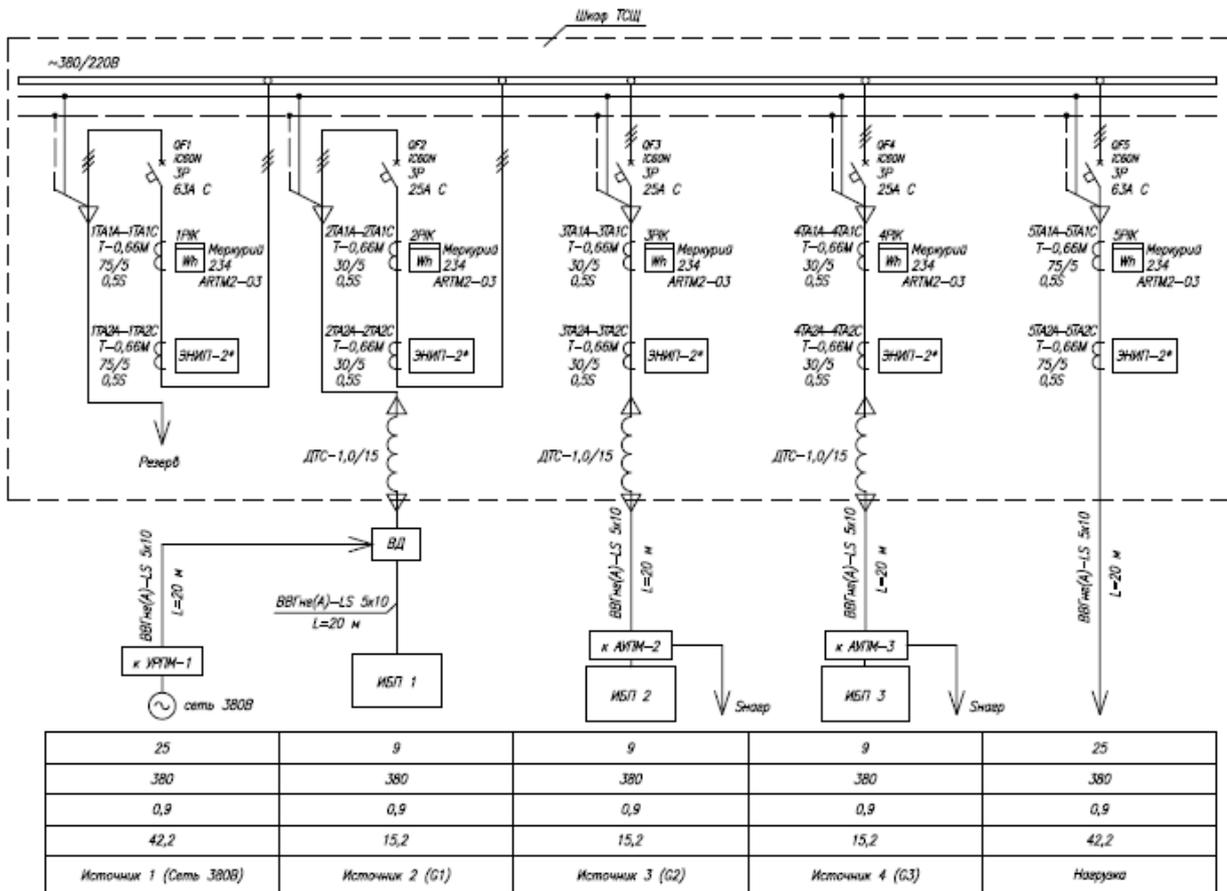


Рис. 2. Физическая модель автоматизированного узла регулирования

В случае возникновения необходимости работы с дополнительными аналоговыми датчиками понадобится подключение внешних АЦП. В тоже время на рынке присутствует достаточное количество современных АЦП работающих по USB, что позволяет получать данные с минимальными потерями в производительности.

По сравнению с микроконтроллерами микрокомпьютеры обладают значительно большими функциональными возможностями для создания систем сбора и передачи информации, поскольку, несмотря на малые размеры, их вычислительные мощности равны полноценным системным блокам. Благодаря поддержке большинства операционных систем, высокоуровневых объектно-ориентированных языков программирования, наличию стандартных шин передачи данных данное устройство представляет интерес при решении задач, связанных автоматизацией процесса сбора и передачи информации.

Предполагается, что эксплуатация встраиваемого компьютера должна производиться в условиях ограниченного пространства, где требуется его естественное охлаждение, высо-

кая защита от проникновения пыли и виброустойчивость. Основой компьютера служит алюминиевый П-образный радиатор с ребрами охлаждения, к которому крепятся стальные передняя и задняя панели, а также нижняя крышка, т.е. фактически радиатором охлаждения системы служит весь корпус (рис. 3).

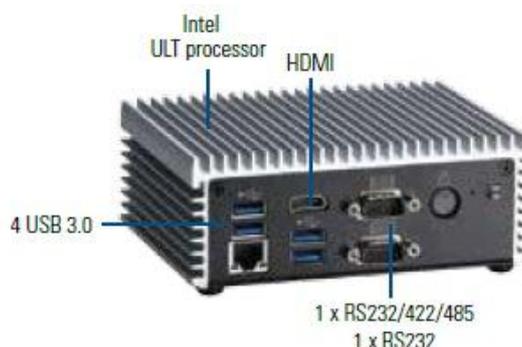


Рис. 3. Встраиваемый компьютер eBOX560-880

Имеются три модели компьютера eBOX560-880, отличающиеся друг от друга только установленным на системной плате SoC-процессором. SoC (System-on-a-Chip) — однокристалльная система, выполняющая функции целого устройства (например, компьютера) и размещенная на одной интегральной схеме. Модели eBOX560-880-FL-4300U (Intel® Core™ i5-4300U) и eBOX560-880-FL-2980U (Intel® Celeron® 2980U) построены на процессорах семейства Haswell ULT, выполненных по технологии 22нм. Модель eBOX560-880-FL-5010U (Intel® Core™ i3-5010U) выполнена на процессоре следующего поколения Broadwell ULT с техпроцессом 14 нм.

В качестве компьютера, на основе которого реализована система сбора и передачи информации использован встраиваемый одноплатный компьютер eBOX560-880-FL-4300U, технические характеристики которого представлены в табл. 1.

Таблица 1

Технические характеристики eBOX560-880-FL-4300U

Процессор	Intel Core i5-4300U Haswell 1.9ГГц, 3МБ
Ethernet	2 x 10/100/1000 МБит/с
COM порты	1 x RS-232, 1 x RS-232/422/285
USB порты	4 x USB 3.0
Тип оперативной памяти	1 x DDR3L SO-DIMM до 8Гб
VGA контроллер	Intel HD Graphics
Интерфейсы	HDMI, DisplayPort(до двух дисплеев)
Отсеки для накопителей	1 x 2.5" SATA HDD/SSD
Слоты расширения	1 x Mini PCI-Express
BIOS	AMI
Источник питания	Внешний адаптер AC/DC 12В постоянного тока
Конструкция	Алюминиевый корпус
Охлаждение	Fanless (Пассивное)
Габаритные размеры (ДхШхВ), мм	141,5 x 106 x55 мм
Рабочая температура, град. С	-20 ... 50С
Относительная влажность, %	10 ~ 95% (без образования конденсата)
Возможности монтажа	Монтаж на стене, установка на столе
Сертификаты	CE Class A
Соответствие стандартам	ROHS

Значительным преимуществом предлагаемого решения является то, что eBOX560-880-FL-4300U полноценный компьютер, на котором можно запустить операционную систему Windows и появляется возможность использовать современное программное обеспечение, например пакеты MatLab или LabVIEW совместимые с операционной системой.

После установки и настройки необходимого программного обеспечения, компиляторов и интерпретаторов, а так же установки поддержки сетевых протоколов TCP/IP и UDP микрокомпьютер монтируется непосредственно в силовом шкафу и подключается к устройствам, осуществляющим сбор и первичную обработку информации от установленных датчиков. Поскольку встраиваемый компьютер обладает малыми размерами, его можно монтировать в любом подходящем месте шкафа управления, однако при этом следует предусмотреть наличие возможности свободно к нему подключаться. Для того, чтобы не устанавливать непосредственно в силовом шкафу монитор и клавиатуру должна быть обеспечена возможность удаленного доступа к встраиваемому микрокомпьютеру.

Удаленный доступ обеспечивается при помощи установленной терминальной программы и настройки соединения по безопасному протоколу SSH (Secure Shell). После чего, к микрокомпьютеру можно будет подключиться, введя в терминальной программе имя пользователя и IP адрес устройства. Также следует предусмотреть визуализацию полученных компьютером данных. Представляется, что указанную визуализацию наиболее целесообразно обеспечить через развертывание на микрокомпьютере WEB сервера. В этом случае на запрос клиента по протоколу HTTP устройство формирует WEB страницу с данными, представленными виде соответствующих таблиц и графиков. Использование такой структурированной информации явно предпочтительнее работе с удаленным компьютером посредством ввода запросов в командной строке операционной системы и последующего получения цифробуквенной информации о значении того или иного контролируемого параметра.

Использование протокола SNMP (Simple Network Management Protocol — стандартный интернет-протокол для управления устройствами в IP-сетях на основе архитектур TCP/UDP) предоставляет возможность реализации оповещения оператора об интересующих его событиях, расширяя тем самым его возможности по управлению системой. Настроить такое оповещение можно, например, по наиболее критичным для системы событиям, требующим незамедлительного вмешательства оператора.

Таким образом, использование в составе системы сбора, обработки и передачи информации встраиваемого одноплатного компьютера (eBOX560-880-FL) позволяет выполнять быструю адаптацию устройства без внесения каких-либо изменений в аппаратной части, что позволяет значительно сократить трудозатраты на внесение требуемых изменений.

Выводы

Применение микроконтроллеров представляется целесообразным в системах сбора и передачи информации на этапе их массового производства с целью снижения стоимости.

Построение опытно-промышленных систем сбора и передачи информации на основе специализированных программно-аппаратных средств с открытой архитектурой позволяет менять ее функциональность системы путем соответствующего подбора модулей.

Использование среды графического программирования существенно упрощает процесс разработки и модификации. Основным сдерживающим фактором в применении таких систем является высокая стоимость используемого оборудования.

Встраиваемые одноплатные микрокомпьютеры обладают вычислительными мощностями, не уступающими полноразмерным системным блокам, и по сравнению с микроконтроллерами, имеют значительно больше функциональных возможностей для создания сложных систем сбора и передачи информации.

В качестве АЦП можно использовать внешние устройства, подключаемые через USB.

Использование относительно недорогих одноплатных микрокомпьютеров, в частности eBOX560-880-FL, позволяет существенно снизить временные и финансовые затраты на разработку системы сбора и передачи информации.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ (соглашение № 14.577.21.0098 о предоставлении субсидии по теме «Разработка автоматизированного узла регулирования транспортных потоков мощности в интеллектуальной распределительной электрической сети», шифр 2014-14-579-0034).

Библиографический список

1. **Иванов, И.М.** Применение микрокомпьютеров Friendly ARM в качестве платформы для спутниковых терминалов сбора и передачи данных / И.М. Иванов, Ю.А. Понятов // Вестник КазНТУ. – Алматы. – 2013. – №3 (97).
2. Пат. 2552842 Рос. Федерация. Цифровая трансформаторная подстанция / Р. Ш. Бедретдинов, И. А. Липужин, А. Б. Лоскутов, Е. Н. Соснина, И. В. Белянин, А. И. Чивенков; НГТУ (RU); Заявл. 17.10.2013; Опубл.10.06.2015.

*Дата поступления
в редакцию 15.09.2016*

V.I. Grebenschikov, A.I. Chivenkov

DEVELOPMENT OF SYSTEMS AUTOMATED INFORMATION COLLECTION AND TRANSMISSION

Nizhny Novgorod state technical university n. a. R.E. Alexeyev

The article presents the rationale for the use of single-board microcomputers to create automated information-gathering systems. Advantages and disadvantages of the use of specialized software and hardware /information-gathering. The principle of visual imaging device using the interface provided on the web server. The principles of network protocols alert the operator.

Key words: microcomputer; single board computer; automation; monitoring; sensors; protocols; software.