

УДК 681.32

**МИКРОКОМПЬЮТЕРЫ – ОЧЕРЕДНОЙ ЭТАП РАЗВИТИЯ
МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ**

И.Л. Щербов, К.И. Бескровный
Донецкий национальный технический университет
Институт гражданской защиты Донбасса

В данной статье рассматриваются преимущества микрокомпьютеров перед микроконтроллерами; приведены характеристики популярных микрокомпьютеров; описаны особенности микрокомпьютеров; рассмотрен вопрос использования микрокомпьютеров.

Начало XXI в. характеризуется огромным скачком в области проектирования ЭВМ. В конце XX в. ЭВМ имели достаточно большие размеры и большое энергопотребление, а для проектирования различных систем были широко востребованы микроконтроллеры. В настоящее время уже существуют компьютеры размером с SD-карту, которые по функционалу и производительности заметно превосходят микроконтроллеры, при этом обладают малым энергопотреблением. Среди актуальных задач – возможность внедрения микрокомпьютеров во многие области и сферы деятельности человека.

За время существования термина «компьютер» он сменил несколько значений:

- 100 лет назад: компьютер – механическая вычислительная машина;

- 50 лет назад: компьютер – электронная вычислительная машина (ЭВМ), занимающая целые помещения;

- сегодня: компьютер – системный блок или ноутбук, превосходящий по мощности суперкомпьютеры 50-летней давности, при этом недорогой для того, чтобы быть практически у каждого [1].

Во времена огромных ЭВМ, размером с несколько шкафов, существовал термин «микрокомпьютер». Тогда так называли ЭВМ, которые имели размеры современного системного блока. Постепенно ЭВМ уменьшались и этот термин вышел из употребления, однако со временем термин стал возвращаться. Сначала это были встраиваемые системы управления бытовой техникой, автомобилями и т.д. Сейчас микрокомпьютеры стали намного меньше, тише и производительнее. Первым массовым из них стал Raspberry Pi – одноплатный компьютер с малой стоимостью и размером с кредитную карту (модели А, А+, В,

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ МАШИН И АГРЕГАТОВ

B+, 2B, 3) и даже меньше (модель Zero). Когда только анонсировали данную плату люди очень скептически отнеслись к недорогому компьютеру размером с кредитную карту. Но именно поэтому после поступления в продажу она произвела такой ажиотаж. Сравнительные характеристики представлены в табл. 1 [2].

После выхода Raspberry Pi появилось множество клонов с меньшей ценой и большей производительностью, но без должной поддержки от разработчика. Без поддержки не получалось реализовать потенциал этих устройств, и пользователи теряли к ним интерес переходя на Raspberry Pi. В итоге за три года было продано более 4.5 миллионов устройств. Применять их можно для использования как медиа-, файл-, веб-серверы, рабочие станции, обучающие компьютеры, маршрутизаторы, контроллеры встраиваемых систем, контроллеры систем безопасности и вообще для всех задач, когда микроконтроллеров уже не хватает, а размеры и потребление энергии все еще критичны. Все зависит только от потребностей и фантазии разработчика.

Таблица 1

Технические характеристики Raspberry Pi 2, Raspberry Pi Zero

Модель	Процессор	Память	Графический процессор	Интерфейсы	Питание	Операционная система	Размеры
Raspberry Pi 2	Broadcom BCM2836, ARMv7 Cortex-A7 900МГц, 4 ядра	1 Гигабайт ОЗУ	Broadcom VideoCore IV 250 МГц	40 GPIO Pins, I2C, SPI, ARM JTAG, 4 x USB Ports, 4 Pole Stereo Output, HDMI Port, 10/100 Ethernet, Micro SD Card Slot, Camera Serial Interface (CSI-2), Display Serial Interface (DSI)	5V 1A	Linux-based ОС, Raspbian, Windows 10 IoT и др.	85 x 56 x 17 мм
Raspberry Pi Zero	Broadcom BCM2835, ARMv6 ARM11 1 ГГц, 1 ядро	512 Мегабайт ОЗУ	Broadcom VideoCore IV 250 МГц	40 GPIO Pins, I2C, SPI, ARM JTAG, 1 x USB OTG Port, HDMI Port, Micro SD Card Slot	5V 0.7A	Linux-based ОС, Raspbian и др.	65 x 56 x 12 мм

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ МАШИН И АГРЕГАТОВ

В последнее время на рынке представлено достаточно большое количество микрокомпьютеров для решения различных задач. Описанный выше Raspberry Pi подходит для большинства возможных задач, но у него достаточно большие размеры и заменить им микроконтроллер не всегда получается. Для этого существуют такие микрокомпьютеры, как VoCore, BlackSwift и их аналоги. Сравнительные технические характеристики представлены в табл. 2.

Таблица 2

Технические характеристики VoCore, BlackSwift

Модель	Процессор	Память	Интерфейсы	Питание	Операционная система	Размеры
VoCore	SoC Ralink RT5350 360MHz MIPS	32 Мб ОЗУ (32MB SDRAM), 8Мб SPI Flash	WiFi, USB, UART, I2C, I2S, PCM, JTAG, >20 GPIO;	3.1V – 6V, max I 600mA	Linux-based OpenWrt	25 x 25 x 4 мм
BlackSwift	SoC Atheros AR9331 400МГц	64 Мб ОЗУ (64MB DDR2), 16 МБ NOR Flash	WiFi, USB Host, UART, I2C, I2S, SPI, 25 GPIO;	5V, max I 300mA, min I 60mA	Linux-based OpenWrt	25 x 35 x 4 мм

Данные микрокомпьютеры разработаны из соображений замены микроконтроллеров, имеют встроенный беспроводной интерфейс WiFi, что дает возможность использования без необходимости докупать и устанавливать дополнительный модуль, увеличивающий размеры. Также встроены стабилизаторы питания, благодаря чему можно не опасаться небольших скачков напряжения, устройство продолжит выполнять свои функции. Из-за малых размеров появляются большие возможности для встраивания в уже готовые устройства, в которых внутреннее пространство сильно ограничено. Оба устройства имеют общедоступную принципиальную схему, поэтому есть возможность переделать или улучшить устройство под свои потребности.

Отдельно стоит упомянуть Intel Edison. Этот микрокомпьютер кардинально отличается от всех, что были описаны выше него. В Intel Edison установлен процессор x86 с CISC (*Complex Instruction Set Computer*) архитектурой, а в обозначенных ранее с ARM – Acorn RISC (*Reduced Instruction Set Computer*) Machine. Т.о. процессор Intel Edison имеет полный набор команд, а другие упрощенный набор команд [5].

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ МАШИН И АГРЕГАТОВ

Особенности CISC процессоров: нефиксированное значение длины команды; арифметические действия кодируются в одной команде; небольшое число регистров.

Особенности RISC процессоров:

- фиксированная длина машинных инструкций (например, 32 бита) и простой формат команды;

- специализированные команды для операций с памятью — чтения или записи. Операции вида «прочитать-изменить-записать» отсутствуют. Любые операции «изменить» выполняются только над содержимым регистров;

- большое количество регистров общего назначения (32 и более);

- отсутствие поддержки операций вида «изменить» над укороченными типами данных – байт, 16-битное слово;

- отсутствие микропрограмм внутри самого процессора. То, что в CISC процессоре исполняется микропрограммами, в RISC процессоре исполняется как обыкновенный машинный код, не отличающийся принципиально от кода ядра ОС и приложений.

Современные x86 процессоры являются CISC-процессорами с RISC-ядрами: встроенный в микросхему аппаратный транслятор декодирует сложные CISC-инструкции в набор простых RISC-команд. Даже несмотря на то, что каждая CISC-инструкция может «разбиваться» на несколько RISC-команд, скорость выполнения последних обеспечивает прирост производительности [3].

В этот микрокомпьютер, помимо процессора, установлен микроконтроллер Intel Quark, работающий на частоте 100 МГц. Технические характеристики Intel Edison (табл. 3) позволяют выполнять операции, которые не могут выполнить микроконтроллеры, при этом имея довольно малые размеры. На плате устройства расположено всего 2 разъема: один для внешней антенны, а другой содержит всю остальную периферию, что очень удобно для встраивания в системы и в случае поломки можно просто заменить модуль [5].

Таблица 3

Технические характеристики Intel Edison

Модель:	Intel Edison
Процессор:	Intel Atom 500 МГц, x86 2 ядра, Intel Quark 100 МГц
Память:	1Гб LPDDR3 ОЗУ, 4Гб (eMMC)
Интерфейсы:	WiFi, Bluetooth, USB OTG, UART, I2C, I2S, SPI, SD Card, RTC 32 КГц и 19 МГц, 12 GPIO;
Питание:	5V
Операционная система:	Yocto-Linux
Размеры:	35.4 x 25.0 x 3.9 мм

Для использования в качестве домашнего ПК отлично подходит Intel Compute Stick и его более дешевые аналоги с такими же характеристиками.

Он обладает высокой производительностью при малых размерах, что позволяет использовать его в качестве рабочей станции, но он не подходит для встраиваемых систем, т.к. имеет высокое энергопотребление и большое количество выделяемого тепла. Однако он может заменить большинство ПК, используемых дома и в учебных заведениях. Главным минусом этого устройства и микрокомпьютеров в целом является то, что при недостатке производительности не будет возможности заменить какой-либо компонент на более производительный, придется менять устройство целиком, что не всегда удобно и экономически целесообразно.

Таким образом, микрокомпьютеры являются очень перспективным направлением развития микроэлектроники, но на данный момент они являются заменой для микроконтроллеров и лишь немногие могут заменить ПК. Проблема развития данного сегмента заключается в попытке заработать на старых технологиях, а не разрабатывать что-то новое. Повсеместное внедрение микрокомпьютеров охватит все сферы жизни человека. В нашу жизнь войдут управляемая голосом бытовая техника, автомобили с автопилотом, биометрическая идентификация человека при открывании двери или при совершении банковских операций.

Список литературы:

1. Белозеров, О.И. Информатика: Учебное пособие / О.И. Белозеров. – Хабаровск: РИЦ ХГАЭП, 2008. – 131 с.
2. Ричардсон, М. Заводим Raspberry Pi / пер. с англ./ М. Ричардсон М., Ш. Уоллес. – Амперка, 2013. – 230 с.
3. Таненбаум, Э. Архитектура компьютера / Э. Таненбаум. – СПб.: Питер, 2007. – 844 с.: ил.
4. Блог компании BlackSwift / Хабрахабр. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habrahabr.ru/company/blackswift/blog/246673/> (дата обращения: 02.05.16).
5. Блог компании Intel / Хабрахабр. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habrahabr.ru/company/intel/blog/249845/> (дата обращения: 02.05.16).
6. Блог компании MakeItLab / Хабрахабр. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habrahabr.ru/company/makeitlab/blog/238897/> (дата обращения: 02.05.16).
7. Характеристики – Black Swift [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.black-swift.ru/?id=12> (дата обращения: 02.05.16).