

# НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ И СХЕМЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА Дзейтов И.М.

*Дзейтов Идрис Магомедович – студент,  
кафедра информационных сетей и техносферной безопасности,  
Российский государственный социальный университет, г. Москва*

**Аннотация:** в статье анализируется, что микроконтроллер (МК) — это компьютер, разместившийся в одной микросхеме. Отсюда и его основные привлекательные качества: малые габариты; высокая производительность, надежность и способность быть адаптированным для выполнения самых различных задач.

Микроконтроллер помимо центрального процессора (ЦП) содержит память и многочисленные устройства ввода/вывода: аналого-цифровые преобразователи, последовательные и параллельные каналы передачи информации, таймеры реального времени, широтно-импульсные модуляторы (ШИМ), генераторы программируемых импульсов и т.д.

**Ключевые слова:** микроконтроллер, схемы подключения микроконтроллера.

## ВВЕДЕНИЕ

Можно считать что микроконтроллер (МК) — это компьютер, разместившийся в одной микросхеме. Отсюда и его основные привлекательные качества: малые габариты; высокие производительность, надежность и способность быть адаптированным для выполнения самых различных задач.

Микроконтроллер помимо центрального процессора (ЦП) содержит память и многочисленные устройства ввода/вывода: аналого-цифровые преобразователи, последовательные и параллельные каналы передачи информации, таймеры реального времени, широтно-импульсные модуляторы (ШИМ), генераторы программируемых импульсов и т.д. Его основное назначение — использование в системах автоматического управления, встроенных в самые различные устройства: кредитные карточки, фотоаппараты, сотовые телефоны, музыкальные центры, телевизоры, видеомагнитофоны и видеокамеры, стиральные машины, микроволновые печи, системы охранной сигнализации, системы зажигания бензиновых двигателей, электроприводы локомотивов, ядерные реакторы и многое, многое другое. Встраиваемые системы управления стали настолько массовым явлением, что фактически сформировалась новая отрасль экономики, получившая название EmbeddedSystems (встраиваемые системы) [1].

Достаточно широкое распространение имеют МК фирмы ATMEL, которые располагают большими функциональными возможностями.

Применение МК можно разделить на два этапа: первый — программирование, когда пользователь разрабатывает программу и прошивает ее непосредственно в кристалл, и второй — согласование спроектированных исполнительных устройств с запрограммируемым МК. Значительно облегчают отладку программы на первом этапе — симулятор, который наглядно моделирует работу микропроцессора. На втором этапе для отладки используется внутрисхемный эмулятор, который является сложным и дорогим устройством, зачастую недоступным рядовому пользователю.

В то же время в литературе мало уделено внимания вопросам обучения программированию некоторых недорогих МК, в сочетании с реальными исполнительными устройствами.

Разработка макета программатора отличающегося простотой, наглядностью и низкой себестоимостью, становится необходимой как для самого программирования кристаллов, так и для наглядного обучения широкого круга пользователей основам программирования МК [2].

### 1. Назначение и область применения, их архитектура

Микроконтроллер — компьютер на одной микросхеме. Предназначен для управления различными электронными устройствами и осуществления взаимодействия между ними в соответствии с заложенной в микроконтроллер программой. В отличие от микропроцессоров, используемых в персональных компьютерах, микроконтроллеры содержат встроенные дополнительные устройства. Эти устройства выполняют свои задачи под управлением микропроцессорного ядра микроконтроллера.

К наиболее распространенным встроенным устройствам относятся устройства памяти и порты ввода/вывода (I/O), интерфейсы связи, таймеры, системные часы. Устройства памяти включают оперативную память (RAM), постоянные запоминающие устройства (ROM), перепрограммируемую ROM (EPROM), электрически перепрограммируемую ROM (EEPROM). Таймеры включают и часы реального времени, и таймеры прерываний. Средства I/O включают последовательные порты связи, параллельные порты (I/O линии), аналого-цифровые преобразователи (A/D), цифроаналоговые преобразователи (D/A), драйверы жидкокристаллического дисплея (LCD) или драйверы вакуумного

флуоресцентного дисплея (VFD). Встроенные устройства обладают повышенной надежностью, поскольку они не требуют никаких внешних электрических цепей [3].

В отличие от микроконтроллера контроллером обычно называют плату, построенную на основе микроконтроллера, но достаточно часто при использовании понятия «микроконтроллер» применяют сокращенное название этого устройства, отбрасывая приставку «микро» для простоты. Также при упоминании микроконтроллеров можно встретить слова «чип» или «микрочип», «кристалл» (большинство микроконтроллеров изготавливают на едином кристалле кремния), сокращения МК или от английского microcontroller — МС.

В зависимости от стоимости и габаритов устройства, которым требуется управлять, определяются и требования к контроллеру. Если объект управления занимает десятки метров по площади, как, например, автоматические телефонные станции, базовые станции сотовых систем связи или радиорелейные линии связи, то в качестве контроллеров можно использовать универсальные компьютеры. Управление при этом можно осуществлять через встроенные порты компьютера (LPT, COM, USB или Ethernet). В такие компьютеры при включении питания заносится управляющая программа, которая и превращает универсальный компьютер в контроллер.

Если же к контроллеру предъявляются особые требования, такие, как работа в условиях тряски, расширенном диапазоне температур, воздействия агрессивных сред, то приходится использовать промышленные варианты универсальных компьютеров [4]. Естественно, что эти компьютеры значительно дороже обычных универсальных компьютеров, но всё равно они позволяют экономить время разработки системы, за счёт того, что не нужно вести разработку аппаратуры контроллера.

Контроллеры требуются не только для больших систем, но и для малогабаритных устройств, таких как радиоприёмники, радиостанции, магнитофоны или сотовые аппараты. В таких устройствах к контроллерам предъявляются жёсткие требования по стоимости, габаритам и температурному диапазону работы. Этим требованиям не могут удовлетворить даже промышленные варианты универсального компьютера. Обычно МК содержат значительное число вспомогательных устройств, благодаря чему обеспечивается их включение в реальную систему с использованием минимального количества дополнительных компонентов [5]. В состав этих МК входят:

- Схема начального запуска процессора (Reset);
- Генератор тактовых импульсов;
- Центральный процессор;
- Память программ (E (E) PROM) и программный интерфейс;
- Средства ввода/вывода данных;
- Таймеры, фиксирующие число командных циклов.

Общая структура МК дает представление о том, как МК связывается с внешним миром. Более сложные встраиваемые МК могут дополнительно реализовывать следующие возможности:

- Встроенный монитор/отладчик программ;
- Внутренние средства программирования памяти программ (ROM);
- Обработка прерываний от различных источников;
- Аналоговый ввод/вывод;
- Последовательный ввод/вывод (синхронный и асинхронный);
- Параллельный ввод/вывод (включая интерфейс с компьютером);

Подключение внешней памяти (микропроцессорный режим).

## **2. Среда программирования. Схемы подключения микроконтроллера.**

Программная среда "AVR Studio" — это мощный современный программный продукт, позволяющий производить все этапы разработки программ для любых микроконтроллеров серии AVR. Пакет включает в себя специализированный текстовый редактор для написания программ, мощный программный отладчик.

Кроме того, «AVRStudio» позволяет управлять целым рядом подключаемых к компьютеру внешних устройств, позволяющих выполнять аппаратную отладку, а также программирование («прошивку») микросхем AVR.

Программная среда «AVRStudio» работает не просто с программами, а с проектами. Для каждого проекта должен быть отведен свой отдельный каталог на жестком диске. В AVRStudio одновременно может быть загружен только один проект [6].

При загрузке нового проекта предыдущий проект автоматически выгружается. Проект содержит всю информацию о разрабатываемой программе и применяемом микроконтроллере. Он состоит из целого набора файлов.

Главный из них — файл проекта. Он имеет расширение `.aps`. Файл проекта содержит сведения о типе процессора, частоте тактового генератора и т.д. Он также содержит описание всех остальных файлов, входящих в проект. Все эти сведения используются при отладке и трансляции программы.

Кроме файла `aps`, проект должен содержать хотя бы один файл с текстом программы. Такой файл имеет расширение `asm`. Недостаточно просто поместить файл `asmv` в директорию проекта. Его нужно еще включить в проект. Проект может содержать несколько файлов `asm`. При этом один из них является главным. Остальные могут вызываться из главного при помощи оператора `include`. На этом заканчивается список файлов проекта, которые создаются при участии программиста [7].

**Algorithm Builder** предназначен для производства полного цикла разработки начиная от ввода алгоритма, включая процесс отладки и заканчивая программированием кристалла.

`AlgorithmBuilder` довольно нетрадиционная программа в плане языка программирования; ассемблер, завернутый в красивую обертку визуального программирования. `AlgorithmBuilder` — визуальный ассемблер или построитель ассемблера с помощью которого на выходе можно получить максимально эффективный код.

Работа с переменными и константами организована гениально просто. Инициализация производится в отдельном окне в виде таблицы — освобождая алгоритм от лишних записей. В буквальном смысле слова все разложено по полочкам.

`AlgorithmBuilder` имеет удобный настройщик периферии (таймеры, UART, ADC, SPI и т.д.) позволяющий, не читая даташитов, просто выбрать необходимые параметры работы устройства в окне настройки. В этом же окне `Builder` честно покажет набор инструкций, обеспечивающих эти параметры.

Переходы осуществляются в программе очень наглядно — вектором. Если требуется перейти по условию в какую либо точку программы — нужно просто провести вектор в эту точку. Это освобождает программу от бесчисленных имен меток, которые в классическом ассемблере являются неизбежным балластом. Переходы по именованным меткам так же возможны [8].

Внутрисхемное программирование кристалла. При использовании внутрисхемного программатора микроконтроллер подключается к COM-порту компьютера через несложный адаптер (три диода и несколько резисторов). Также есть вариант USB-подключения. Программатор ведет подсчет числа перепрограммирований кристалла, сохраняя счетчик непосредственно в кристалле. Процесс программирования кристалла очень прост — в два «хода».

Мониторная отладка на кристалле. `AlgorithmBuilder` обеспечивает мониторинговую отладку на кристалле (`OnChipdebug`) которая позволяет наблюдать содержимое реального кристалла в заданной точке останова. При этом для связи микроконтроллера с компьютером используется только один вывод, причем по выбору пользователя. Мониторная отладка может быть применена к любому типу кристалла, имеющего SRAM. Это софтверный вариант `debugWIRE` [10].

Для того, чтобы написанная программа превратилась в результирующий код и заработала в конкретном микропроцессорном устройстве, ее нужно оттранслировать и «зашить» в программную память микроконтроллера.

При написании программ обычно нельзя обойтись без процедуры отладки. Отладка выполняется на компьютере при помощи специальной инструментальной программы — отладчика. Он позволяет пошагово выполнять отлаживаемую программу, а также выполняет ее поэтапно с использованием, так называемых точек останова.

В процессе выполнения программы под управлением отладчика можно на экране компьютера:

- 1) видеть содержимое любого регистра микроконтроллера;
- 2) видеть содержимое ОЗУ и EEPROM;
- 3) наблюдать за последовательностью выполнения команд, контролируя правильность отработки условных и безусловных переходов;
- 4) наблюдать за работой таймеров, обработкой прерываний.

В процессе отладки также можно наблюдать логические уровни на любом внешнем выходе микроконтроллера. А также имитировать изменение сигналов на любом входе. Процесс отладки позволяет убедиться в том, что разрабатываемая программа работает именно так, как нужно.

Существует три основных вида отладчиков:

- программные;
- аппаратные;
- комбинированные программно-аппаратные.

### **WinAVR**

`WinAVR` представляет собой набор инструментальных средств для работы с микроконтроллерами семейства AVR фирмы ATMEL [11]. В него вошли следующие компоненты:

- a) компилятор языка `Cavr-gcc`,
- b) библиотека компилятора `avr-libc`,
- c) ассемблер `avr-as`,
- d) интерфейс программатора `avrdude`,
- e) интерфейс JTAG ICE `avrisce`,
- f) `Debuggeravr-gdb`,

g) редакторprogrammersnotepad.

Весь этот набор собран в один инсталляционный пакет и предназначен для установки на платформу Windows.

Главным преимуществом моего выбора именно этой микросхемы является ее широкая доступность и не высокая цена.

#### **Заключение**

Рассмотренная выше практическая задача дает четкое представление о значимости представленного устройства. Трудно представить сферу современной деятельности человека, где не использовались бы данные устройства. Телефоны, телевизоры, жидкокристаллические мониторы, кондиционеры, холодильники, новогодние гирлянды, компьютеры и многое другое не могут работать без микроконтроллеров. Микроконтроллеры намного лучше своих предшественников: ламп и полупроводников. Они намного меньших размеров и обладают большей производительностью.

В процессе выполнения курсовой работы были рассмотрены практические примеры подключения микроконтроллеров и их программирование.

Применение микроконтроллеров в технике очень актуально. Так как они существенно ускоряют работу поставленной им задачи. Отсюда и важность их изучения и применения в устройствах.

#### **Список литературы**

1. *Белов А.Б.* Конструирование устройств на микроконтроллерах / Наука и Техника, 2005. 255 с.
2. *Предко М.* Руководство по микроконтроллерам. Том 1. / Пер. с англ. под ред.И.И. Шагурина и С.Б. Лужанского. М.: Постмаркет, 2001. 416 с.
3. *Предко М.* Руководство по микроконтроллерам. Том 2. / Пер. с англ. под ред.И.И. Шагурина и С.Б. Лужанского М.: Постмаркет, 2001. 488 с.
4. *Вуд А.* Микропроцессоры в вопросах и ответах. / Пер. с англ. под ред. Д.А. Поспелова. М.: Энергоатомиздат, 1985. 184 с.
5. *Уильямс Г.Б.* Отладка микропроцессорных систем: / Пер. с англ. М.: Энергоатомиздат, 1988. 253 с.
6. *Угрюмов Е.П.* Цифровая схемотехника. Спб.: БВХ. Санкт-Петербург, 2000. 528 с.
7. *Алексенко А.Г., Шагурин И.И.* Микросхемотехника. М.: Радио и связь, 1990. 496 с.
8. *Бродин Б.В., Шагурин И.И.* Микроконтроллеры: Справочник. М.: ЭКОМ, 1999. 395 с.
9. Программируемые логические ИМС на КМОП-структурах и их применение. / П.П. Мальцев, Н.И. Гарбузов, А.П. Шарапов, А.А. Кнышев. М.: Энергоатомиздат, 1998. 158 с.
10. *Соловьев В.В., Васильев А.Г.* Программируемые логические интегральные схемы и их применение. Мн.: Беларуская наука, 1998. 270 с.
11. *Лаптев В.* Цифровой измеритель температуры на базе AVRмикроконтроллера и RS-цепочки. Электронные компоненты, 2001. № 2. С. 46—49.