Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Факультет інформатики і обчислювальної техніки

Кафедра обчислювальної техніки

Реферат

З архітектури комп’ютерів

на тему

«Огляд мікроконтроллерів різних фірм»

*Виконав:*

Студент групи ІО-12

Нестерук Ю.О.

м. Київ

2013 р.

**1. Управляющие восьмиразрядные микроконтроллеры семейства MCS-51 фирмы Intel и совместимые с ними.**

Несмотря на непрерывное развитие и появление все новых и новых 16- и 32-разрядных микроконтроллеров и микропроцессоров, наибольшая доля мирового микропроцессорного рынка и по сей день остается за 8-разрядными устройствами. Согласно данным компании Semico Research Corp., Phoenix, в 1996 году общий мировой объем продаж микроконтроллеров всех типов составил $11,4 миллиарда, при этом $5,56 миллиарда (или 48.6%) пришлось на долю 8-разрядных кристаллов. Это в 2,5 раза больше объема продаж ближайших конкурентов: 16-разрядных микроконтроллеров ($2.1 млрд.) и DSP ($2.4). По всем прогнозам аналитических компаний на ближайшие 5 лет лидирующее положение 8-разрядных микроконтроллеров на мировом рынке сохранится.

В настоящее время среди всех 8-разрядных микроконтроллеров - семейство MCS-51 является несомненным чемпионом по количеству разновидностей и количеству компаний, выпускающих его модификации. Оно получило свое название от первого представителя этого семейства – микроконтроллера 8051, выпущенного в 1980 году на базе технологии HMOS. Удачный набор периферийных устройств, возможность гибкого выбора внешней или внутренней программной памяти и приемлемая цена обеспечили этому микроконтроллеру успех на рынке. С точки зрения технологии микроконтроллер 8051 являлся для своего времени очень сложным изделием - в кристалле было использовано 128 тыс. транзисторов, что в 4 раза превышало количество транзисторов в 16-разрядном микропроцессоре 8086.

Важную роль в достижении такой высокой популярности семейства 8051 сыграла открытая политика фирмы Intel, родоначальницы архитектуры, направленная на широкое распространение лицензий на ядро 8051 среди большого количества ведущих полупроводниковых компаний мира.

В результате на сегодняшний день существует более 200 модификаций микроконтроллеров семейства 8051, выпускаемых почти 20-ю компаниями. Эти модификации включают в себя кристаллы с широчайшим спектром периферии: от простых 20-выводных устройств с одним таймером и 1К программной памяти до сложнейших 100-выводных кристаллов с 10-разрядными АЦП, массивами таймеров-счетчиков, аппаратными 16-разрядными умножителями и 64К программной памяти на кристалле. Каждый год появляются все новые варианты представителей этого семейства. Основными направлениями развития являются: увеличение быстродействия (повышение тактовой частоты и переработка архитектуры), снижение напряжения питания и потребления, увеличение объема ОЗУ и FLASH памяти на кристалле с возможностью внутрисхемного программирования, введение в состав периферии микроконтроллера сложных устройств типа системы управления приводами, CAN и USB интерфейсов и т.п.

Все микроконтроллеры из семейства MCS-51 имеют общую систему команд. Наличие дополнительного оборудования влияет только на количество регистров специального назначения.

Основными производителями клонов 51-го семейства в мире являются фирмы Philips, Siemens, Intel, Atmel, Dallas, Temic, Oki, AMD, MHS, Gold Star, Winbond, Silicon Systems и ряд других.

В рамках СССР производство микроконтроллера 8051 осуществлялось в Киеве, Воронеже (1816ВЕ31/51, 1830ВЕ31/51), Минске (1834ВЕ31) и Новосибирске (1850ВЕ31).

Микроконтроллеры данного семейства выпускаются в PLCC, DIP и QFP корпусах и могут работать в следующих температурных диапазонах:

• коммерческий (0°C — +70°C);

• расширенный (-40°C — +85° С):

• для военного использования (-55°C — +125° С).

Примерами микроконтроллеров семейства MCS-51 с расширенными возможностями могут служить расширения микроконтроллеров MCS-51/52 8XC51FA, 8XC51GB, 80С152.

**Общие характеристики.**

Микроконтроллер семейства 8051 имеют следующие аппаратные особенности:

• внутреннее ОЗУ объемом 128 байт;

• четыре двунаправленных побитно настраиваемых восьмиразрядных порта ввода-вывода;

• два 16-разрядных таймера-счетчика;

• встроенный тактовый генератор;

• адресация 64 КБайт памяти программ и 64 Кбайт памяти данных;

• две линии запросов на прерывание от внешних устройств;

• интерфейс для последовательного обмена информацией с другими микроконтроллерами или персональными компьютерами.

Микроконтроллер 8751 снабжен УФ ПЗУ объемом 4 Кбайт.

Микроконтроллер выполнен на основе высокоуровневой n-МОП технологии. Через четыре программируемых параллельных порта ввода/вывода и один последовательный порт микроконтроллер

взаимодействует с внешними устройствами. Основу структурной схемы (рис. 1) образует внутренняя двунаправленная 8-битная шина, которая связывает между собой основные узлы и устройства микроконтроллера: резидентную память программ (RPM), резидентную память данных (RDM), арифметико-логическое устройство (ALU), блок регистров специальных функций, устройство управления (CU) и порты ввода/вывода (P0-P3).

**2. Семейство микроконтроллеров PICХХХ Microchip Technology**

**PIC** — [микроконтроллеры](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B8%D0%BA%D1%80%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BB%D0%BB%D0%B5%D1%80) [Гарвардской архитектуры](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B0%D1%80%D0%B2%D0%B0%D1%80%D0%B4%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%B0%D1%80%D1%85%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0), производимые американской компанией [Microchip Technology Inc.](http://ru.wikipedia.org/wiki/Microchip_Technology" \o "Microchip Technology) Название PIC является сокращением от *Peripheral Interface Controller*, что означает «периферийный интерфейсный контроллер». Название объясняется тем, что изначально PIC предназначались для расширения возможностей ввода-вывода 16-битных микропроцессоров [CP1600](http://ru.wikipedia.org/wiki/General_Instrument_CP1600).

В номенклатуре Microchip Technology Inc. представлен широкий спектр 8-и, 16-и и 32-битных микроконтроллеров и цифровых сигнальных контроллеров под маркой PIC. Отличительной особенностью PIC-контроллеров является хорошая преемственность различных семейств. Это и программная совместимость (единая бесплатная среда разработки MPLAB IDE), и совместимость по выводам, по периферии, по напряжениям питания, по средствам разработки, по библиотекам и стекам наиболее популярных коммуникационных протоколов. Номенклатура насчитывает более 500 различных контроллеров со всевозможными вариациями периферии, памяти, количеством выводов, производительностью, диапазонами питания и температуры и т. д.

**8-битные микроконтроллеры**

8-битные микроконтроллеры имеют модифицированную [гарвардскую архитектуру](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B0%D1%80%D0%B2%D0%B0%D1%80%D0%B4%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%B0%D1%80%D1%85%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0) и делятся на 2 больших семейства: PIC10/12/16 и PIC18.

**8-битные микроконтроллеры PIC10/12/16**

8-битные микроконтроллеры PIC10/12/16 представлены двумя базовыми архитектурами ядра: BASELINE и MID-RANGE.

**Архитектура базового (BASELINE) семейства**

Базовая архитектура (BASELINE) состоит из контроллеров семейства PIC10 и части контроллеров семейств PIC12 и PIC16. Основываются они на 12-и разрядной архитектуре слова программ и представлены контроллерами в корпусах от 6 до 28-и выводов. Упрощенная архитектура базового семейства предоставляет наиболее дешевое решение из предлагаемых Microchip. Широкий диапазон напряжений питания, возможность работы при низких напряжениях преследует целью возможность применения микроконтроллеров в батарейных устройствах.

* маловыводные и миниатюрные корпуса
* Flash память программ
* низкое потребление тока
* низкая цена
* легкое освоение, всего 35 команд

**Архитектура среднего (MID-RANGE) семейства**

Архитектура среднего семейства (Mid-Range) нашла применение в микроконтроллерах серий PIC12 и PIC16, и имеет ширину слова памяти программ 14 бит. Эти микроконтроллеры выпускаются в корпусах от 8 до 64 выводов. Микроконтроллеры с Flash памятью работают в диапазоне напряжений питания от 2.0 до 5.5В, имеют систему прерываний, аппаратный стек и энергонезависимую память данных [EEPROM](http://ru.wikipedia.org/wiki/EEPROM), а также богатый набор периферии, такой как [USB](http://ru.wikipedia.org/wiki/USB), [SPI](http://ru.wikipedia.org/wiki/Serial_Peripheral_Interface), [I²C](http://ru.wikipedia.org/wiki/I%C2%B2C), [USART](http://ru.wikipedia.org/wiki/USART), [LCD](http://ru.wikipedia.org/wiki/LCD), [компараторы](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80), [АЦП](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%A6%D0%9F) и т. п.

* различные корпуса: 6 — 64 выводов
* Flash память программ
* малый ток потребления
* богатая периферия
* производительность 5 MIPS
* легкое освоение, всего 35 команд

**Расширенное ядро микроконтроллеров среднего семейства**

В более новых микроконтроллерах Microchip применяет улучшенную архитектуру 8-битных PIC микроконтроллеров среднего семейства PIC12 и PIC16:

* увеличенный объем памяти программ и данных
* более глубокий и улучшенный аппаратный стек
* дополнительные источники сброса
* расширенная периферия, периферия включает модуль mTouch ™ для создания сенсорных пользовательских интерфейсов
* уменьшенное время входа в [прерывание](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%B5%D1%80%D1%8B%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5)
* производительность увеличена на 50 %, а размер кода снижен на 40 %
* 14 дополнительных инструкций, оптимизированных под С-компилятор — итого, 49 инструкций

**8-битные микроконтроллеры PIC18**

Высокопроизводительное семейство 8-битных микроконтроллеров PIC18F представлено широкой гаммой микроконтроллеров, включающих большой набор периферийных модулей: 10бит АЦП, компараторы, ШИМ, захват/сравнение, [драйвер](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D1%80%D0%B0%D0%B9%D0%B2%D0%B5%D1%80_(%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0)) ЖКИ; интерфейсы связи USB, CAN, I2C, SPI, USART, Ethernet и т. д.

* быстродействия до 16 MIPS
* объем памяти программ до 128Кб
* корпуса от 18 до 100 выводов.
* эффективное кодирование на C
* NanoWatt технологии
* встроенный программируемый генератор
* 3В и 5В семейства
* продвинутая архитектура (16-и разрядные слова программ)
* гибкость самопрограммирования
* поддержка широко распространенных протоколов связи (CAN, USB, ZigBee™, TCP/IP)
* программная совместимость и совместимость по выводам и периферийным модулям внутри семейства, а также со старшими (16-битными) семействами, предоставляют возможность расширения и увеличения функциональности при развитии разработок.

**16-битные контроллеры**

Компания Microchip Technology Inc. производит два семейства 16-и разрядных микроконтроллеров (MCU) и два семейства 16-и разрядных цифровых сигнальных контроллеров (DSC), которые дают разработчикам совместимые платформы с обширным выбором типов корпусов, периферийных модулей и быстродействия. Общие атрибуты всех 16-и разрядных семейств — это совместимость по выводам, общая система команд и, соответственно, общие компиляторы Си и средства разработки. Широкая линейка 16-битных контроллеров включает контроллеры от 18 до 100 выводов с объемом flash памяти от 6 Кб до 536 Кб.

**16-битные микроконтроллеры PIC24F и PIC24H**

Основные особенности:

* выполнение команды за 2 такта генератора
* гарантированное время отклика на прерывание — 5 командных тактов
* доступ к памяти (в том числе инструкции чтения-модификации-записи) за 1 командный такт
* аппаратный умножитель (за 1 такт)
* аппаратный делитель 32/16 и 16/16 чисел (17 командных тактов)
* диапазон питающих напряжений 1.8…3.6В, один источник питания.
* внутрисхемное и само- программирование
* встроенный генератор с PLL
* расширенная периферия (до 3-х SPI, до 3-х I2C, до 4-х UART (с поддержкой IrDA, LIN), CAN (и расширенный ECAN), USB OTG)
* модуль измерения времени заряда (CTMU), основное применение — управление емкостными сенсорами
* ток портов ввода/вывода общего назначения — 18 мА
* порты толерантны к устройствам с 5 В питанием
* до девяти 16-битных таймеров общего назначения
* до восьми модулей захвата
* ряд энергосберегающих режимов
* до двух АЦП (32 канала) с конфигурируемой разрядностью
* до восьми 16-битных модулей сравнения / генерации ШИМ
* программное переназначение выводов (PPS)
* прямой доступ к памяти DMA(у PIC24H)
* расширенный набор инструкций, 16 ортогональных регистров общего назначения, векторная приоритетная система прерываний, и другие особенности (методы адресации, аппаратные циклы).

16-битные микроконтроллеры представлены в двух модификациях — PIC24F и PIC24H, которые отличаются технологией изготовления FLASH программной памяти. Это определяет диапазон питающих напряжений — для PIC24F — 2,0…3,6 В, для PIC24H — 3,0…3,6 В. Первое семейство (PIC24F) производится по более дешевой технологии (0,25 мкм) и работает с максимальной производительностью ядра 16MIPS@32МГц. Второе семейство (PIC24H) производится с использованием более сложного техпроцесса изготовления, что позволяет добиться большей скорости работы (40MIPS@80МГц). Оба семейства поддерживают внутрисхемное программирование (ICSP), а также самопрограммирование (RTSP).

**Контроллеры цифровой обработки сигналов dsPIC30F и dsPIC33F**

Компания Microchip предлагает два семейства 16-ти разрядных Flash микроконтроллеров с поддержкой команд цифровой обработки сигналов — dsPIC30F и dsPIC33F. Высокое быстродействие в (30 MIPS для dsPIC30F, 40 MIPS для dsPIC33FJ, 70 MIPS для dsPIC33EP) и эффективная система команд позволяет использовать контроллеры в сложных системах реального времени. Ключевые особенности:

* расширенная система команд, включающая специфические команды поддержки цифровой обработки сигналов (DSP).
* 24-разрядные инструкции выполняются за 4 периода тактовой частоты у dsPIC30F и за 2 — у dsPIC33FJ(EP), за исключением команд деления, переходов, команд пересылки данных из регистра в регистр и табличных команд.
* разрядность программного счетчика (24 бита) позволяет адресовать до 4М слов программной памяти (4М\*24бит).
* аппаратная поддержка циклов типа DO и REPEAT, выполнение которых не требует дополнительных издержек программной памяти и времени на анализ условий окончания, в то же время эти циклы могут быть прерваны событиями прерывания в любой момент;
* 16 рабочих регистров, каждый регистр массива может выступать как данные, адрес или смещение адреса
* два класса команд: микроконтроллерные инструкции (MCU) и команды цифровой обработки сигналов (DSP). Оба этих класса равноправно интегрированы в архитектуру контроллера и обрабатываются одним ядром.
* различные типы адресации;
* система команд оптимизирована для получения максимальной эффективности при программировании на языке высокого уровня Си.

Если о PIC24F можно говорить, как об усеченном доработанном варианте dsPIC30F (без ядра ЦОС, с трехвольтовым питанием и переработанным конвейером), то PIC24H — это усеченный вариант dsPIC33F. Хотя в данном сравнении нарушены причинно-следственные связи, технически оно верно. Ядро dsPIC33F полностью аналогично ядру dsPIC30F, за исключение того что в dsPIC33F команда выполняется за два такта генератора. Семейства полностью совместимы по набору инструкций, программной модели и способам адресации, что позволяет использовать библиотеки и исходные коды программ, написанные для dsPIC30F. Особо следует отметить переработанную по сравнению с dsPIC30F систему тактирования. dsPIC33F, как и семейство PIC24H, имеют PLL с дробным коэффициентом умножения (конфигурируемым программно), что позволяет получить сетку частот от 12,5 МГц до 80 МГц с шагом 0,25 МГц при использовании кварцевого резонатора 4 МГц. Кроме того, контроллеры dsPIC33F и PIC24H имеют два внутренних высокостабильных RC-генератора с частотами 7,3728 МГц и 32,768 кГц. Отдельный делитель тактовой частоты ядра (модуль DOZE) присутствует во всех новых 16-битных семействах. Он позволяет уменьшить тактовую частоту, подаваемую на ядро независимо от тактовой частоты периферийных модулей, что необходимо для уменьшения потребления в энергоограниченных приложениях. Большой выбор по периферии контроллеров ЦОС:  
Общего назначения:

* календарь и часы реального времени RTCC
* аппаратный подсчет CRC
* расширенная периферия (SPI, I2C, UART (с поддержкой IrDA, LIN), CAN (ECAN))
* 10-и и 12-битные АЦП
* компараторы
* 10-и и 16-битные ЦАП
* прямой доступ к памяти (DMA)
* ведущий параллельный порт (PMP)
* программное переназначение выводов (PPS)
* многоуровневая система защиты кода (Code Guard)

Для управления двигателями и преобразователями энергии

* специализированный [ШИМ](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A8%D0%98%D0%9C) для управления приводом (Motor Control PWM)
* интерфейс квадратурного энкодера

Для импульсных источников питания (SMPS)

* Специализированный сверхбыстрый ШИМ с высоким разрешением (SMPS PWM)
* Специализированные сверхбыстрые АЦП (SMPS ADC)

Для работы со звуком:

* 12-битный АЦП
* 16-битный ЦАП
* специализированный ШИМ (output compare PWM)
* интерфейс кодирования данных DCI (I2S, AC97)

Для управления графическими дисплеями:

* ведущий параллельный порт PMP (QVGA)
* модуль измерения времени заряда CTMU (сенсорные дисплеи touch-screen)

**32-битные микроконтроллеры**

Старшим семейством контроллеров от Microchip Technology является 32-разрядное семейство микроконтроллеров PIC32:

* ядро [MIPS32 M4K](http://ru.wikipedia.org/wiki/MIPS_(%D0%B0%D1%80%D1%85%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0)), частота тактирования 80 МГц, большинство команд выполняются за 1 такт генератора, производительность 1.53 Dhrystone MIPS/МГц
* порты ввода/вывода относятся к основному частотному диапазону, т.о., к примеру, можно дергать портами с тактовой частотой.
* дополнительный частотный диапазон организуется для периферии из основного посредством программно-настраиваемого делитель, т.о. частота тактирования периферии может быть снижена для снижения энергопотребления.
* 28-, 44-, 64- и 100-выводные корпуса, до 128 кБ SRAM и 512 кБ Flash с кэшем предвыборки
* совместимость по выводам и отладочным средствам с 16-битными контроллерами Microchip
* аппаратный умножитель-делитель с независимым от основного ядра конвейером, оптимизированным по скорости выполнения
* набор расширенных инструкций MIPS16e™ — набор 16-битных инструкций, позволяющий на некоторых приложениях снизить объем кода на 40 %
* независимый от основного ядра контроллер USB

Семейство 32-разрядных микроконтроллеров PIC32 выделяется значительно увеличенной производительностью и объемом памяти на кристалле по сравнению с 16-разрядными микроконтроллерами и контроллерами цифровой обработки сигналов PIC24/dsPIC. Контроллеры PIC32 также оснащены большим количеством периферийных модулей, включая различные коммуникационные интерфейсы — те же, что у PIC24, и 16-битный параллельный порт, который может использоваться, например, для обслуживания внешних микросхем памяти и жидко-кристаллических TFT-индикаторов. Семейство PIC32 построено на ядре MIPS32®, с конкурентоспособной комбинацией низкого потребления энергии, быстрой реакции на прерывание, функциональностью средств разработки и лидирующем в своем классе быстродействием 1.53 Dhrystone MIPS/МГц. Такое быстродействие достигнуто благодаря эффективному набору инструкций, 5-ступенчатому конвейеру, аппаратному умножителю с накоплением и несколькими (до 8) наборами 32-разрядных регистров ядра.

**3. Семейство микроконтроллеров MSP430 Texas Instruments**

[MSP430F11](http://kazus.ru/datasheets/search/go/?query=MSP430F11&sklad=yes)xx - это 16-разрядный, RISC-архитектуры микроконтроллер с Flash-памятью программ и сверхнизким энергопотреблением.

Первый контроллер с аббревиатурой MSP430 появился в [1999 году](http://ru.wikipedia.org/wiki/1999_%D0%B3%D0%BE%D0%B4). При разработке контроллера инженеры «[TI](http://ru.wikipedia.org/wiki/Texas_Instruments)» постарались создать контроллер с базисом, наследующим легендарную архитектуру процессора 70-х—80-х годов [PDP-11](http://ru.wikipedia.org/wiki/PDP-11), и им это удалось. В результате появился [RISC](http://ru.wikipedia.org/wiki/RISC)-контроллер с системой команд, близкой к PDP-11.

Ядро MSP430 16-битное; систему команд постарались сделать максимально [ортогональной](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9E%D1%80%D1%82%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C_%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%BD%D0%B4&action=edit&redlink=1) с разнообразными способами адресации. Ортогональность системы команд означает, что в качестве операндов в любой команде можно использовать не только регистры общего назначения, но и ячейки основного [ОЗУ](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%97%D0%A3) и константы.

В момент рождения семейства основной упор был сделан на снижение энергопотребления. Однако с тех пор экономия энергии стала идеей-фикс электронной техники и MSP430 активно теснят на этом пьедестале другие производители со своими архитектурами.

Ключевым отличием и «визитной карточкой» семейства MSP430 является возможность тактировать любой модуль периферии асинхронно от ядра. В подавляющем большинстве однокристальных микроконтроллеров периферия синхронна с ядром (за исключением таймера часов реального времени). Такая особенность позволяет гибко управлять скоростью (а значит и потреблением) каждого модуля.

    Семейство измерительных микроконтроллеров [MSP430](http://kazus.ru/datasheets/search/go/?query=MSP430&sklad=yes), компании Texas Instruments, наконец-то пополнилось микроконтроллерами с Flash-памятью программ. И здесь компания Texas Instruments оказалась впереди других компаний. Микроконтроллеры с Flash-памятью программ, компании Texas Instruments, имеют самое низкое энергопотребление в сравнении с микроконтроллерами других компаний. Благодаря применению Flash-памяти, появилась возможность модифицировать память программ, не снимая микроконтроллер с рабочей платы. Кроме того, микроконтроллеры с Flash-памятью значительно дешевле микроконтроллеров с EPROM-памятью программ. В таблице 1 представлена таблица с основными характеристиками семейства микроконтроллеров MSP430F11xx. Как видно из таблицы микроконтроллеры семейства отличаются между собой объемом памяти данных и памяти программ. Есть некоторые различия в характеристиках таймера.

    Таблица 1. Основные характеристики семейства MSP430F11xx

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Микроконтроллер | Память программ Flash(байт) | Память данных (байт) | АЦП | Аналоговый компаратор | UART | Таймер |
| [MSP430F1121](http://kazus.ru/datasheets/586212/MSP430F1121A.html) | 4096 | 256 | токовый | + | программный | 1 |
| MSP430F112 | 4096 | 256 | токовый | - | программный | 1 |
| [MSP430F1101](http://kazus.ru/datasheets/586210/MSP430F1101A.html) | 1024 | 128 | токовый | + | программный | 1 |
| MSP430F110 | 1024 | 128 | токовый | - | программный | 1 |

**Архитектура микроконтроллеров семейства MSP430F11xx**

    Мощный 16-разрядный RISC-архитектуры процессор (CPU) выполняет инструкции за 1-2 машинных цикла. Шестнадцать 16-разрядных регистров располагаются в CPU, обеспечивая сокращенное время выполнения инструкций. Это уменьшает время выполнения операции регистр-регистр в одном цикле процессора. Четыре регистра (R0…R3) резервируются для использования в качестве счетчика команд, указателя вершины стека, регистра статуса и генератора констант. Остальные двенадцать регистров (R4…R15 ) - регистры общего назначения. Периферийные устройства подключаются к CPU, использующему шины адресов, данных и шины управления, и могут работать со всеми инструкциями для обработки памяти.

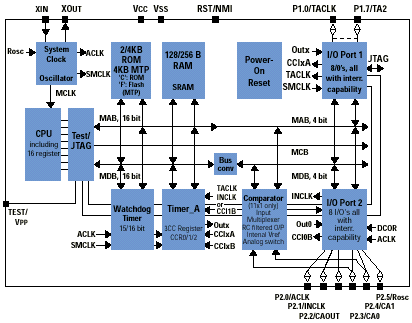


    Рис.2 Архитектура MSP430F11xx

**4. Семейство микроконтроллеров MC68HC08GpххА Motorola**

|  |
| --- |
| Микроконтроллеры семейства MC68HC08GPххА компании MOTOROLA широко используются в различной бытовой технике, в том числе и в электронных модулях стиральных машин. Основой этого модуля является микроконтроллер MC68HC08GP32А, входящий в состав этого семейства процессоров. Предлагаемый информационный материал позволит читателям более подробно ознакомиться с этим микроконтроллером — его структурой и возможностями.  ***Общее описание***  Микросхемы MC68HC08GPххА принадлежат к классу недорогих, 8-разрядных микроконтроллеров (МК) семейства M68HC08, выпускаемых компанией MOTOROLA. Основной чертой этого семейства является то, что все входящие в него МК построены на базе одного вычислительного ядра (центрального процессора) CPU08 и отличаются большим разнообразием типов и размеров памяти, периферии и конструктивным исполнением.  ***Маркировка МК***  Назначение групп в маркировке микроконтроллеров семейства MC68HC08GPxxAyzz следующее:   * MC — фирма-производитель (MOTOROLA); * 68HC08 — тип МК; * GPxxA — семейство; * y — температурный диапазон (C: – 40…+85°C, V: – 40…+105°C, M: – 40…+125°C); * zz — тип корпуса (B — SDIP, 42 вывода; FB — QFP, 44 вывода).   Расположение и назначение выводов МК MC68HC08GPxxA в корпусе QFP показаны на рис. 1.  http://qrx.narod.ru/spravka/mc68hc08.files/1.gif  Рис. 1. Расположение и назначение выводов микроконтроллеров семейства МС68НС08GpxxA  ***Основные особенности*** МК семейства MC68HC08GPххА  Перечислим особенности МК семейства MC68HC08GpххА:   * высокопроизводительная архитектура M68HC08 оптимизирована для C-компиляторов; * полная совместимость с объектным кодом для семейств М6805, М146805, М68НС05; * частота внутренней системной шины составляет 8 МГц; * тактовый генератор с системой ФАПЧ, стабилизированный кварцевым резонатором частотой от 30 до 100 кГц (в рассматриваемом варианте — 32768 Гц); * низкое потребление питания (режимы ожидания и остановки); * механизм системной защиты с последующим сбросом (неверный код операции, неверный адрес, пониженное питание); * встроенное ОЗУ объемом 512 байт; * встроенное ПЗУ: для МК MC68HC08GP16А — объемом 15872 байт, для МК MC68HC08GP32А — объемом 32256 байт; * последовательный интерфейс периферийных устройств (SPI); * последовательный коммуникационный интерфейс (SCI); * двухканальный 16-разрядный интерфейс таймеров с ШИМ-модулятором (TIM1, TIM2); * восьмиканальный 8-разрядный АЦП.   Перечислим особенности вычислительного ядра CPU08:   * улучшенная программная модель НС05; * расширенные функции контроля циклов; * 16-разрядная адресация; * 16-битный индексный регистр и указатель стека; * быстрые инструкции умножения в формате 88; * быстрые инструкции деления в формате 16/8; * двоично-десятичные инструкции; * оптимизация для применения в МК; * эффективная поддержка языка С. |

**5. Семейство микроконтроллеров AVR Atmel**

**AVR** — семейство восьмибитных [микроконтроллеров](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B8%D0%BA%D1%80%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BB%D0%BB%D0%B5%D1%80) фирмы [Atmel](http://ru.wikipedia.org/wiki/Atmel" \o "Atmel). Год разработки — [1996](http://ru.wikipedia.org/wiki/1996_%D0%B3%D0%BE%D0%B4).

## История создания архитектуры AVR

Идея разработки нового [RISC](http://ru.wikipedia.org/wiki/RISC)-ядра принадлежит двум студентам Norwegian University of Science and Technology (NTNU) из норвежского города [Тронхейма](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%BE%D0%BD%D1%85%D0%B5%D0%B9%D0%BC" \o "Тронхейм) (Trondheim) — Альфу Богену (Alf-Egil Bogen) и Вегарду Воллену (Vegard Wollen). В 1995 году Боген и Воллен решили предложить американской корпорации [Atmel](http://ru.wikipedia.org/wiki/Atmel" \o "Atmel), которая была известна своими чипами с [Flash-памятью](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%BB%D0%B5%D1%88-%D0%BF%D0%B0%D0%BC%D1%8F%D1%82%D1%8C" \o "Флеш-память), выпускать новый 8-битный [RISC](http://ru.wikipedia.org/wiki/RISC)-микроконтроллер и снабдить его Flash-памятью для программ на одном кристалле с вычислительным ядром.

Идея была одобрена [Atmel](http://ru.wikipedia.org/wiki/Atmel" \o "Atmel) Corp., и было принято решение незамедлительно инвестировать в данную разработку. В конце 1996 года был выпущен опытный микроконтроллер AT90S1200, а во второй половине 1997-го корпорация Atmel приступила к серийному производству нового семейства микроконтроллеров, к их рекламной и технической поддержке.

Новое ядро было запатентовано и получило название AVR. Существует несколько трактовок данной аббревиатуры. Кто-то утверждает, что это Advanced Virtual RISC, другие полагают, что не обошлось здесь без Alf Egil Bogen Vegard Wollan RISC.

## Описание архитектуры

Микроконтроллеры AVR имеют [гарвардскую архитектуру](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B0%D1%80%D0%B2%D0%B0%D1%80%D0%B4%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%B0%D1%80%D1%85%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0) (программа и данные находятся в разных адресных пространствах) и систему команд, близкую к идеологии [RISC](http://ru.wikipedia.org/wiki/RISC). Процессор AVR имеет 32 8-битных [регистра](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B5%D0%B3%D0%B8%D1%81%D1%82%D1%80_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%86%D0%B5%D1%81%D1%81%D0%BE%D1%80%D0%B0) общего назначения, объединённых в регистровый файл. В отличие от «идеального» RISC, регистры не абсолютно ортогональны:

* Некоторые команды работают только с регистрами r16…r31. К ним относятся команды работающие с непосредственным операндом: ANDI/CBR, ORI/SBR, CPI, LDI, LDS(16-бит), STS(16-бит), SUBI, SBCI, а также SER и MULS;
* Команды увеличивающие и уменьшающие 16-битное значение (в тех моделях, где они доступны) с непосредственным операндом (ADIW, SBIW) работают только с одной из пар r25:r24, r27:r26 (X), r29:r28 (Y), или r31:r30 (Z);
* Команда копирования пары регистров (в тех моделях, где доступна) работает только с соседними регистрами начинающимися с нечётного (r1:r0, r3:r2, …, r31:r30);
* Результат умножения (в тех моделях, в которых есть модуль умножения) всегда помещается в r1:r0. Также, только эта пара используется в качестве операндов для команды самопрограммирования (где доступна);
* Некоторые варианты команд умножения принимают в качестве аргументов только регистры из диапазона r16…r23 (FMUL, FMULS, FMULSU, MULSU).

## Система команд

Система команд микроконтроллеров AVR весьма развита и насчитывает в различных моделях от 90 до 133 различных инструкций.

Большинство команд занимает только 1 ячейку памяти (16 бит).

Большинство команд выполняется за 1 [такт](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B0%D0%BA%D1%82_(%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%86%D0%B5%D1%81%D1%81%D0%BE%D1%80)).

Всё множество команд микроконтроллеров AVR можно разбить на несколько групп:

* команды логических операций;
* команды арифметических операций и команды сдвига;
* команды операции с битами;
* команды пересылки данных;
* команды передачи управления;
* команды управления системой.

Управление периферийными устройствами осуществляется через адресное пространство данных. Для удобства существуют «сокращённые команды» IN/OUT.

## Семейства микроконтроллеров

Стандартные семейства:

* tinyAVR (**ATtiny**xxx):
  + - [Флеш-память](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%BB%D0%B5%D1%88-%D0%BF%D0%B0%D0%BC%D1%8F%D1%82%D1%8C) до 16 Кб; [SRAM](http://ru.wikipedia.org/wiki/SRAM_(%D0%BF%D0%B0%D0%BC%D1%8F%D1%82%D1%8C)) до 512 б; [EEPROM](http://ru.wikipedia.org/wiki/EEPROM) до 512 б;
    - Число линий [ввод-вывода](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B2%D0%BE%D0%B4-%D0%B2%D1%8B%D0%B2%D0%BE%D0%B4) 4-18 (общее количество выводов 6-32);
    - Ограниченный набор [периферийных устройств](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%B8%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B9%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE).
* megaAVR (**ATmega**xxx):
  + - Флеш-память до 256 Кб; SRAM до 16 Кб; EEPROM до 4 Кб;
    - Число линий ввода-вывода 23-86 (общее количество выводов 28-100);
    - Аппаратный умножитель;
    - Расширенная система команд и периферийных устройств.
* XMEGA AVR (**ATxmega**xxx):
  + - Флеш-память до 384 Кб; SRAM до 32 Кб; EEPROM до 4 Кб;
    - Четырёхканальный [DMA](http://ru.wikipedia.org/wiki/DMA)-контроллер;
    - Инновационная система обработки событий.

Как правило, цифры после префикса обозначают объём встроенной [flash-памяти](http://ru.wikipedia.org/wiki/Flash-%D0%BF%D0%B0%D0%BC%D1%8F%D1%82%D1%8C" \o "Flash-память) (в КБ) и модификацию контроллера. А именно, максимальная степень двойки, следующая за префиксом обозначает объём памяти, а оставшиеся цифры определяют модификацию (апр., ATmega128 — объём памяти 128 КБ; ATmega168 — объём памяти 16 КБ, модификация 8; ATtiny44 и ATtiny45 — память 4 КБ, модификации 4 и 5 соответственно).

На основе стандартных семейств выпускаются микроконтроллеры, адаптированные под конкретные задачи:

* со встроенными интерфейсами [USB](http://ru.wikipedia.org/wiki/USB), [CAN](http://ru.wikipedia.org/wiki/Controller_Area_Network), контроллером [LCD](http://ru.wikipedia.org/wiki/LCD);
* со встроенным радио[приёмопередатчиком](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%81%D0%B8%D0%B2%D0%B5%D1%80) — серии **ATAхxxx**, **ATAMxxx**;
* для управления электродвигателями — серия **AT90PWMxxxx**;
* для [автомобильной электроники](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%90%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%B1%D0%B8%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0&action=edit&redlink=1);
* для [осветительной техники](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%81%D0%B2%D0%B5%D1%82%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D1%80).

Кроме указанных выше семейств, ATMEL выпускает 32-разрядные микроконтроллеры семейства AVR32, которое включает в себя подсемейства AT32UC3 (тактовая частота до 66 МГц) и AT32AP7000 (тактовая частота до 150 МГц).