**БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ**

**КАФЕДРА РЭС**

**РЕФЕРАТ**

**НА ТЕМУ:**

**«Основы микропроцессорных систем»**

**МИНСК, 2009**

Развитие микроэлектроники в начале 1970-х г.г. привело к появлению микропроцессоров (МП) – новой разновидности больших интегральных схем (БИС), представляющих собой универсальные по назначению, функционально законченные устройства, по своим функциям и структуре напоминающие упрощённый вариант процессоров обычных ЭВМ, но имеющие несравнимо меньшие размеры. Микропроцессоры относятся к классу микросхем, особенностью которых является возможность программного управления работой БИС с помощью определённого набора команд.

*Микропроцессор* – это функционально законченное универсальное программно-управляемое устройство, осуществляющее процесс обработки цифровой информации и управление им, выполненное на одной или нескольких БИС.

*Микропроцессорная БИС* (МП БИС) – интегральная микросхема, выполняющая функцию МП или его части. По существу, это БИС с процессорной организацией, разработанной для построения микропроцессорных систем.

*Микропроцессорный комплект* (МПК) – это совокупность МП и других БИС и СБИС, совместимых по конструкторско-технологическому исполнению и предназначенных для совместного применения при построении МП, микроЭВМ и других вычислительных средств. (чипсет).

Логическая организация (архитектура) микропроцессоров ориентирована на достижение универсальности применения, высокой производительности и технологичности. *Универсальность МП* определяется возможностью их разнообразного использования и обеспечивается программным управлением микропроцессором, позволяющим производить программную настройку МП на реализацию определённых функций, магистрально-модульным принципом построения, а также специальными аппаратно-логическими средствами: сверхоперативной регистровой памятью, многоуровневой системой прерываний, прямым доступом к памяти, программно-настраиваемыми схемами управления вводом-выводом и т.п.

Относительно высокая *производительность МП* достигается использованием для их построения быстродействующих БИС и СБИС и специальных архитектурных решений, таких, как стековая память, разнообразные способы адресации, гибкая система команд и др.

*Технологичность* микропроцессорных средств обеспечивается модульным принципом конструирования, который предполагает реализацию этих средств в виде набора функционально законченных БИС, легко объединяемых в соответствующие вычислительные устройства, машины, комплексы и системы.

Микропроцессоры при больших вычислительных и логических возможностях, высокой универсальности и гибкости характеризуется низкой стоимостью, уникально малыми размерами, высокой надёжностью. Благодаря указанным особенностям МП служат системными элементами, на основе которых создаются различные универсальные и специализированные микропроцессорные системы, микроЭВМ, программируемые микроконтроллеры, непосредственно встраиваемые в приборы, машины, технологические установки, и позволяющие достигнуть значительного повышения уровня автоматизации технологических процессов, экономии энергии, сырья, материалов, повышения производительности и качества труда.

Достоинством МП по сравнению с большими процессорами является то, что мощности последних разделяются между многими пользователями (задачами), в то время как МП предназначен для использования одним пользователем (задачей). В результате значительно упрощается программное обеспечение. В больших ЭВМ программные средства поддержки их функционирования (прежде всего операционная система) требуют больших накладных расходов в добавление к значительным затратам на аппаратные средства. Такого рода затраты значительно меньше или практически отсутствуют в микропроцессорных системах. Достоинства МП ещё больше возрастают по мере увеличения их разрядности и быстродействия. Существующие МП во многих отношениях превосходят процессоры обычных и мини-ЭВМ, которые выпускались 10 лет назад. Поэтому префикс “микро” следует интерпретировать с точки зрения размеров и стоимости МП и МП-систем, а не их возможностей.

МП характеризуется большим числом параметров, так как он, с одной стороны, функционально является сложным программно-управляемым цифровым процессором, т.е. устройством ЭВМ, а с другой – интегральной схемой или схемами с высокой степенью интеграции элементов, т.е. электронным прибором.

В общем случае МП могут быть классифицированы по различным характеристикам основными из которых являются:

1) тип микроэлектронной технологии, используемой при изготовлении МП БИС.

По технологической реализации различают:

р-МПД–технологии (первые виды МП), n-МДП–технологии, КМДП–технологии, TTL–технологии, ЭСЛ–технологии, И2Л–технологии. За исключением р-МПД–технологии и ограниченного применения TTL–технологии, все остальные эффективно применяются в настоящее время при изготовлении БИС и СБИС.

2) число кристаллов, образующих МП (однокристальные и многокристальные).

Однокристальные МП имеют фиксированную разрядность без возможности её наращивания, а также фиксированную систему команд, так как соответствующие командам микропрограммы “зашиты” внутри кристалла. Многокристальные МП имеют возможность наращивания разрядности за счёт последовательного соединения однотипных микропроцессорных элементов (секций), реализованных в виде отдельных БИС.

Отличительной особенностью многокристальных МП по сравнению с однокристальными является также то, что в них отсутствует фиксированная система команд. Пользователь имеет возможность создавать собственную систему команд.

Однако проектирование вычислительных устройств на основе многокристальных МП отличается большей сложностью.

3) тип корпуса (их порядка двух десятков);

4) разрядность. Разрядность МП показывает, сколько бит данных он может принять и обработать в своих регистрах за один раз (за один такт).

Разрядность МП во многом определяет уровень сложности задач, которые могут решаться с помощью конкретного комплекта МП.

Малоразрядные МП применяются в устройствах с двоично-десятичной системой счисления и невысоким быстродействием обработки данных (калькуляторах, кассовых аппаратах, измерителях параметров и т.д.).

Восьми- и шестнадцати разрядные МП обладают существенными вычислительными возможностями и находят применение при обработке алфавитно-цифровой информации, в системах связи, станках с ЧПУ и др.

Микропроцессоры высокой разрядности (32 и выше) позволяют создавать более компактные программы с минимумом команд, что резко снижает стоимость отладки программ, которая может достигать 50…70% стоимости всех технических средств микропроцессорного комплекса.

5) быстродействие (тактовая частота, время выполнения команд). Исполнение каждой команды занимает определенное количество тактов. Чем выше частота тактов, тем больше команд может исполнить МП в единицу времени, тем выше его производительность.

Производительность МП определяется временем решения ряда тестовых задач и зависит от быстродействия выполнения простых операций, разрядности, числа регистров общего назначения, структуры схем ввода-вывода и других факторов.

6) ёмкость адресуемой памяти. (объём).

Она характеризует информационные возможности МП-комплекса (к настоящему времени достигает десятков Гбайт) и с учётом широкой номенклатуры периферийных устройств, подключаемых к МП в составе комплекса (блоки ОЗУ большой ёмкости, накопители на гибких магнитных дисках, CD, принтеры, сканеры и т.д.), организация адресации памяти является одной из важнейших проблем проектирования МП-комплекса.

7) тип управляющего устройства;

8) система команд (число команд, способы адресации).

В процессе работы МП обслуживает данные, находящиеся в его регистрах (внутренних ячейках), в поле оперативной памяти, а также данные, находящиеся во внешних портах процессора. Часть данных он интерпретирует непосредственно как данные, часть данных – как адресные данные, а часть – как команды. Совокупность всех возможных команд, которые может выполнить МП над данными, образует так называемую *систему команд МП*. МП, относящиеся к одному семейству, имеют одинаковые или близкие системы команд. МП, относящиеся к разным семействам, различаются по системам команд и невзаимозаменяемые.

Различают МП с расширенной и сокращенной системой команд. Чем шире набор системных команд МП, тем длиннее формальная запись команды (в байтах), тем выше средняя продолжительность исполнения одной команды, измеренная в тактах работы МП. Так, например, система команд процессоров Intel Pentium в настоящее время насчитывает более тысячи различных команд. Такие процессоры называют *процессорами с раширенной системой команд* – CISC-процессорами (CISC – Complex Instruction Set Computer).

В противоположность CISC-процессорам в середине 80-х годов появились процессоры архитектуры RISC (Reduced Instruction Set Computer) – *процессоры с сокращенной системой команд*.

При такой архитектуре количество команд в системе намного меньше, и каждая из них выполняется намного быстрее.

CISC-процессоры используют в универсальных вычислительных системах.

RISC-процессоры используют в специализированных вычислительных системах или устройствах, ориентированных на выполнение единообразных операций.

Компания AMD выпускает МП семейства AMD–K6, в основе которых лежит внутренне ядро, выполненное по RISC-архитектуре, и внешняя структура выполненная по архитектуре CISC. Таким образом, появились МП совместимые с МП х86, но имеющие гибридную архитектуру.

Система команд МП, как правило, содержит следующие типы команд:

1. команды вычислений (арифметических и логических);
2. команды пересылки данных;
3. команды управления (условных и безусловных переходов);
4. команды ввода-вывода;
5. команды обращения к подпрограммам;
6. вспомогательные команды;

В соответствии с адресной частью команды может осуществляться обращение к памяти, регистру или устройству ввода-вывода.

Кстати, МП х86 имеют самую сложную в мире систему команд.

9) число уровней прерывания;

10) возможность прямого доступа к памяти;

11) число и уровни питающих напряжений;

По мере развития МП происходит постепенное понижение питающего напряжения. Ранние модели процессоров х86 имели питающее напряжение 5В. С переходом к процессорам Intel Pentium оно было понижено до 3,3В, а в настоящее время оно составляет менее 3В. Причём ядро МП питается пониженным напряжением 2,2В. Понижение рабочего напряжения позволяет уменьшить расстояние между структурными элементами в кристалле МП до десяти тысячных долей миллиметра не опасаясь электрического пробоя. Пропорционально квадрату напряжения уменьшается и тепловыделение в МП, а это позволяет увеличить его производительность без угрозы перегрева.

12) уровни сигналов;

13) потребляемая мощность;

В настоящее время она составляет от 10…20 мВт до 1…3 Вт у современных МП в зависимости от выполняемой работы.

14) температурный диапазон;

15) помехоустойчивость;

16) нагрузочная способность;

17) надёжность и т.д.;

На протяжении последних 20 лет технология, архитектура и схемотехника МП развивалась очень быстро. Это развитие ознаменовалось соревнованием МДП и биполярной технологий микроэлектроники. В настоящее время можно выделить *шесть* поколений МП у Intel и *семь* у AMD, различающихся технологией изготовления, быстродействием, разрядностью, особенностями структуры и архитектуры.

Под *архитектурой МП* понимается его программная модель (универсальность применения, высокая производительность, технологичность), то есть программно-видимые свойства.

Под *микроархитектурой* понимается внутренняя реализация этой программной модели. Так для одной и той же архитектуры IA–32 (Intel Architecture 32 bit – 32 разрядный МП семейства х86) разными фирмами и в разных поколениях применяются различные микроархитектурные реализации, при этом, естественно, стремятся к максимальному повышению производительности (скорости исполнения программ).

*Первый МП* появился в 1971г. (Intel 4004) – 4-х разрядный, выполненный по р-МДП–технологии.

Первый 16-разрядный процессор i8086 фирма Intel выпустила в 1978 году. Частота – 5 МГц. Технология 3 мкм, 29000 транзисторов. Адресуемая память 1 Мбайт. С него началась история IBM PC, неразрывно связанная со всем дальнейшим развитием процессоров Intel.

Процессор i80286 (*второе поколение*), знаменующий следующий этап архитектуры, появился в 1982 году. Он имел 134000 транзисторов (технология 1,5 мкм) и адресовал до 16 Мбайт физической памяти.

*Третье поколение* ознаменовалось переходом к 32-разрядной архитектуре IA–32 в 1985 году выпуском модели i80386 (275000 транзисторов, технология 1,5 мкм). Разрядность шины данных (как и внутренних регистров) достигла 32 бит, адресуемая физическая память – 4 Гбайт. МП нашёл широкое применение в PC. На его основе начал развиваться MS Windows с приложениями.

*Четвёртое поколение* ознаменовалось появлением МП Intel 486 DX в 1989 году. Транзисторов – 1,2 млн., технология – 1 мкм. Данный МП в архитектурную модель больших изменений не внёс, но значительно повысил его производительность. Тактовая частота в этом поколении достигла 133 МГц (у AMD) и 100 МГц (у Intel).

В 1993 году появились первые процессоры Pentium с частотой 60 и 66 МГц (*пятое поколение*) – 32 разрядные МП с 64-разрядной шиной данных. Транзисторов 3,1 млн., технология 0,8 мкм, питание 5В. От 486 МП Pentium принципиально отличается *суперскалярной архитектурой*. Поясним это.

В микроархитектуре процессоров пятого и шестого поколений – Pentium, Pentium Pro, Pentium MMX, Celeron, Pentium III – существенное значение имеет реализация различных способов конвейеризации и распараллеливания вычислительных процессов, а также других технологий, не свойственных процессорам прежних поколений.

*Конвейеризация* предполагает разбивку выполнения каждой команды (инструкции) на несколько этапов, причём каждый этап выполняется на своей ступени конвейера МП. При выполнении команда продвигается по конвейеру по мере освобождения последующих ступеней. Таким образом, на конвейере одновременно может обрабатываться несколько последовательных команд, и производительность МП можно оценивать темпом выхода выполненных команд со всех его конвейеров. Для достижения максимальной производительности МП – обеспечения полной загрузки конвейеров – программа должна составляться с учётом архитектурных особенностей процессора.

Конвейер “классического” процессора Pentium имеет пять ступеней. Конвейеры процессоров с суперконвейерной архитектурой имеют большее число ступеней, что позволяет упростить каждую из них и, следовательно, сократить время пребывания в них команд (инструкций).

*Скалярным* называют процессор с единственным конвейером. К этому типу относятся все процессоры Intel до 486 включительно.

*Суперскалярный процессор* имеет более одного конвейера, способных обрабатывать команды параллельно. Pentium является двухпотоковым процессором (имеет два конвейера), Pentium Pro – трёхпотоковым.

Таким образом, МП пятого поколения Pentium у Intel и К5 у AMD – привнесли суперскалярную архитектуру. У процессоров пятого поколения после блоков предварительной выборки и первой стадии декодирования команд имеется два конвейера, U-конвейер и V-конвейер. Каждый из этих конвейеров имеет ступени окончательного декодирования, исполнения команд и буфер записи результатов. Процессор с такой архитектурой может одновременно “выпускать” до двух выполненных команд, но в среднем получается 1 такт на команду. Для быстрого снабжения конвейеров командами и данными из памяти шина данных процессора имеет разрядность 64 бит (из-за чего поначалу их даже ошибочно называли 64-разрядными процессорами).

Процессоры Pentium с частотой 75, 90 и 100 МГц, появившиеся в 1994 году, представляли второе поколение процессоров Pentium. При почти том же числе транзисторов они выполнялись по технологии 0,6 мкм, что позволило снизить потребляемую мощность. От первого поколения отличались внутренним умножением частоты, поддержкой мультипроцессорных конфигураций и другим типом корпуса. Появились версии (75 МГц в миниатюрном корпусе) для мобильных применений (блокнотных PC). Процессоры Pentium второго поколения стали весьма популярны в РС.

В 1995 году были выпущены процессоры на 120 и 133 МГц, выполненные уже по технологии 0,35 мкм (первые процессоры на 120 МГц делались по технологии 0,6 мкм).

1996 год называют годом Pentium – появились процессоры на 150, 166 и 200 МГц и Pentium стал рядовым процессором в массовых РС.

*Шестое поколение* процессоров Intel началось с Pentium Pro и продолжается по сей день в процессорах Pentium II, Pentium III, Celeron и Xeon. Pentium Pro содержит 5,5 млн. транзисторов ядра и 15,5 млн. транзисторов для вторичного КЭШа объёмом 256 Кбайт. Первый процессор с частотой 150 МГц появился в начале 1995 года (технология 0,6 мкм), а уже в конце года были достигнуты частоты 166, 180 и 200 МГц (технология 0,35 мкм), а КЭШ увеличен до 512 Кбайт.

Pentium Pro отличается “динамическим исполнением”, направленным на увеличение числа параллельно исполняемых команд, т.е. не в том порядке, как это предполагается программным кодом, а в том, как “удобно” процессору. Команды, поступающие на конвейер, разбиваются на простейшие микрооперации (μ–ops), которые далее выполняются суперскалярным процессорным ядром в порядке удобном процессору.

В начале 1997 года фирма Intel выпустила процессоры Pentium MMX. Технология MMX (Multi Media extensions, мультимедийные расширения) предполагает параллельную обработку группы операндов (переменных и констант) одной командой. Технология ММХ призвана ускорить выполнение мультимедийных приложений, в частности операций с изображениями и обработки сигналов. Процессоры Pentium ММХ имеют 4,5 млн. транзисторов и выполнены по технологии 0,35 мкм, тактовые частоты 166, 200 и 233 МГц.

В мае 1997 года появился процессор Pentium II. Он представляет собой слегка урезанный вариант ядра Pentium Pro с более высокой внутренней тактовой частотой, в которое ввели поддержку ММХ. Первые процессоры имели частоту ядра 233, 266 и 300 МГц (технология 0,35 мкм), летом 1998 года была достигнута частота 450 МГц (технология 0,25 мкм), причём внешняя тактовая частота с 66 МГц повысилась до 100 МГц.

В 1999 году появились процессоры Pentium III. Частота ядра около 1 ГГц, частота системной шины – 100 и 133 МГц.

На базе Pentium II появилось семейство “облегчённых” процессоров Celeron, сначала без вторичного КЭШа, а потом и с интегрированным вторичным КЭШем размером 128 Кбайт.

Для мощных компьютеров имеется семейство процессоров Xeon, которые охватывают и Pentium II и Pentium III. Для этих процессоров характерен большой объём вторичного КЭШа и поддержка более чем двухпроцессорных конфигураций.

Есть процессоры Pentium II/III и для мобильных применений.

*Седьмое поколение* (по AMD) началось с процессора Athlon. Процессор Athlon (К7) на сегодняшний день является самым высокопроизводительным (из реально выпускаемых) членом семейства х86. Этот процессор по многим номинациям был признан лучшим процессором 1999 года. Производительность достигается не только высокой тактовой частотой (до 1 ГГц – 2000г.), но и особой суперконвейерной и суперскалярной микроархитектурой.

Процессор имеет три независимых конвейера целочисленных вычислений, три конвейера для вычисления адресов операндов и трёхканальное устройство для вычислений с плавающей точкой. Для вычислений с плавающей точкой впервые в истории х86 применяется полностью конвейеризированная суперскалярная “машина” с изменением порядка исполнения команд.

Первая модель процессора Athlon (начиная с 500 МГц) выполнялась по технологии 0,25 мкм, около 22 млн. транзисторов размещалось на площади 184 мм2. Вторая модель (начиная с 550 МГц) производится по технологии 0,18 мкм и площадь кристалла уменьшилась до 102 мм2.

Процессоры 550-750 МГц (модель 2, КЭШ 512 Кбайт) имеет напряжение питания ядра 1,6 В и потребляет мощность 28-35 Вт. Процессор на 800 МГц питается от 1,7 В и потребляет 43 Вт.

Электрически Athlon и Pentium II/III несовместимы.

Весной 2000 года выпущен процессор Duron – облегчённый вариант К7 (кодовое название – Spitfire). У него вторичный кэш, уменьшенный до 256 Кбайт, но работающий на частоте ядра, располагается на кристалле ядра. Это позволяет упаковать процессор в корпус со штырьковыми выводами (Socket–A). Тактовая частота – 600, 650 и 700 МГц, частота шины – 200 МГц.

В заключении отметим, что перечисленными моделями не исчерпывается весь мировой ассортимент микропроцессоров. Это только представители семейства процессоров, имеющих обобщённое название х86. Ряд фирм (AMD, Cyrix, IBM) выпускает процессоры, совместимые с перечисленными процессорами Intel и имеющие свои характерные особенности. Ряд фирм (DEC, Motorola, Texas Instruments, IBM) имеют разработки процессоров, существенно отличающихся от семейства х86; есть другие классы процессоров и у Intel. Среди них присутствуют и гораздо более мощные процессоры.

Отечественной промышленностью освоен выпуск ряда МП различного класса. Среди МП с фиксированной системой команд можно выделить 2 основные группы. Первую группу представляют МП К1801, К1806, К588, вторую – МП серий К580, К1821, К 1810.

Класс секционированных МП с микропрограммным управлением составляют МПК БИС К589, К1802, К1804.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Новиков Ю.В. Основы цифровой схемотехники. Базовые элементы и схемы. Методы проектирования. М.: Мир, 2001. - 379 с.

2. Новиков Ю.В., Скоробогатов П.К. Основы микропроцессорной техники. Курс лекций. М.: ИНТУИТ.РУ, 2003. - 440 с.

3. Пухальский Г.И., Новосельцева Т.Я. Цифровые устройства: Учеб. пособие для ВТУЗов. СПб.: Политехника, 2006. - 885 с.

4. Преснухин Л.Н., Воробьев Н.В., Шишкевич А.А. Расчет элементов цифровых устройств. М.: Высш. шк., 2001. - 526 с.

5. Букреев И.Н., Горячев В.И., Мансуров Б.М. Микроэлектронные схемы цифровых устройств. М.: Радио и связь, 2000. - 416 с.

6. Соломатин Н.М. Логические элементы ЭВМ. М.: Высш. шк., 2000. - 160 с.