



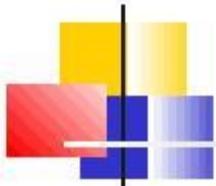
Современные микропроцессоры

Продолжение 2

«ЭКСПРЕСС-АМБ»

- 1 Что у нас на орбите?
- 2 Взлет характеристик
- 3 Из чего это делается?
- 4 Почему радиация?
- 5 Классы для СБИС
- 6 Процессор процессору рознь
- 7 Память и как с ней бороться?
- 8 Суперскалярность**
- 9 Бренды и мы

История ЭВМ



Основные даты

- **1951г.** - Первая серийная ЭВМ (ЮНИВАК).
- **1964г.** - Появление интегральных схем.
- **1965г.** - Первый мини-компьютер.
- **1970-е г.** - Создание больших интегральных схем.
- **1977г.** - Первый микрокомпьютер Возняка и Джобса, выпущенный фирмой APPLE
- **1980г.** - Создан центральный процессор на одном кремниевом кристалле.
- **1980-е г.** - Появились сверхбольшие интегральные схемы.

История ЭВМ

Вычислительные системы, сети и телекоммуникации

История развития вычислительной техники, информационных технологий

Поколение	Элементная база	Быстродействие, оп/с	Программное обеспечение	Применение	Примеры
1-е (1946 - 1959)	Электронные лампы	10 - 20 тыс.	Машинные языки	Расчетные задачи	ЭНИАК (США), МЭСМ (СССР)
2-е (1960 - 1969)	Полупроводники	100 - 500 тыс.	Алгоритмические языки, диспетчерские системы, пакетный режим	Инженерные, научные, экономические задачи	IBM 701 (США), БЭСМ-6, БЭСМ-4 (СССР)
3-е (1970 - 1979)	Интегральные микросхемы	Порядка 1 млн.	Операционные системы, режим разделения времени	АСУ, САПР, научно-технические задачи	IBM 360 (США), ЕС 1030, 1060 (СССР)
4-е (1980 - настоящее время)	БИС, микропроцессоры	Десятки и сотни млн.	Базы и банки данных	Управление, коммуникации, АРМ, обработка текстов, графика	ПЭВМ, серверы
5-е (1990 - настоящее время)	СБИС	Единицы и десятки млрд.	ЭВМ как вычислительная система, интеллектуальные возможности, обработка знаний	Все возможные области	Рабочие станции, ноутбуки, интеллектуальные контроллеры

История ЭВМ

Первым этапом затронувшим период с 40-х по конец 50-х годов, было создание процессоров с использованием электромеханических реле, ферритовых сердечников (устройств памяти) и вакуумных ламп. Они устанавливались в специальные разъёмы на модулях, собранных в стойки. Большое количество таких стоек, соединённых проводниками, в сумме представляли процессор. Отличительной особенностью была низкая надёжность, низкое быстродействие и большое тепловыделение.

Поколения компьютеров

I. 1945 – 1955

электронно-вакуумные лампы



II. 1955 – 1965

транзисторы



III. 1965 – 1980

интегральные микросхемы



IV. с 1980 по ...

большие и сверхбольшие интегральные схемы (БИС и СБИС)



История ЭВМ

Вторым этапом, с середины 50-х до середины 60-х, стало внедрение транзисторов. Транзисторы монтировались уже на близкие к современным по виду платам, устанавливаемым в стойки. Как и ранее, в среднем процессор состоял из нескольких таких стоек. Возросло быстродействие, повысилась надёжность, уменьшилось энергопотребление.

Поколения компьютеров

I. 1945 – 1955

электронно-вакуумные лампы



II. 1955 – 1965

транзисторы



III. 1965 – 1980

интегральные микросхемы



IV. с 1980 по ...

большие и сверхбольшие интегральные схемы (БИС и СБИС)



История ЭВМ

Третьим этапом, наступившим в середине 60-х годов, стало использование микросхем. Первоначально использовались микросхемы низкой степени интеграции, содержащие простые транзисторные и резисторные сборки, затем по мере развития технологии стали использоваться микросхемы, реализующие отдельные

элементы
цифровой схемотехники
(сначала элементарные
ключи и логические
элементы).

Поколения компьютеров

I. 1945 – 1955

электронно-вакуумные лампы



II. 1955 – 1965

транзисторы



III. 1965 – 1980

интегральные микросхемы



IV. с 1980 по ...

большие и сверхбольшие
интегральные схемы (БИС и СБИС)



История ЭВМ

Затем в микросхемах реализовывались более сложные элементы — элементарные регистры, счётчики, сумматоры, позднее появились микросхемы, содержащие функциональные блоки процессора — микропрограммное устройство, арифметико-логическое устройство, регистры, устройства работы с шинами данных и команд.

Поколения компьютеров

I. 1945 – 1955

электронно-вакуумные лампы



II. 1955 – 1965

транзисторы



III. 1965 – 1980

интегральные микросхемы



IV. с 1980 по ...

большие и сверхбольшие интегральные схемы (БИС и СБИС)



История ЭВМ

Четвёртым этапом, в начале 70-х годов, стало создание, благодаря прорыву в технологии создания БИС и СБИС (больших и сверхбольших интегральных схем, соответственно), микропроцессора — микросхемы, на кристалле которой физически были расположены все основные элементы и блоки процессора. Фирма Intel в 1971 году создала первый в мире 4-х разрядный микропроцессор 4004, предназначенный для использования в микрокалькуляторах.

Постепенно практически все процессоры стали выпускаться в формате микропроцессоров.

Поколения компьютеров

I. 1945 – 1955

электронно-вакуумные лампы



II. 1955 – 1965

транзисторы



III. 1965 – 1980

интегральные микросхемы



IV. с 1980 по ...

большие и сверхбольшие интегральные схемы (БИС и СБИС)

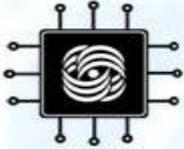


История ЭВМ

IV поколение (с 1980 по ...)

- компьютеры на больших и сверхбольших интегральных схемах (БИС, СБИС)
- **суперкомпьютеры**
- **персональные** компьютеры
- появление пользователей-**непрофессионалов**, необходимость «дружественного» интерфейса
- более **1 млрд.** операций в секунду
- оперативная памяти – до нескольких **гигабайт**
- **многопроцессорные** системы
- компьютерные **сети**
- **мультимедиа** (графика, анимация, звук)





Микрочип

- Сверхбольшая Интегральная Схема (СБИС)
 - Транзисторы, резисторы, конденсаторы
- 4004 - 2,250 транзисторов
- Pentium IV – 42,000,000 транзисторов
 - Каждый транзистор 0.13 микрон

История ЭВМ

5 поколение - ЭВМ на сверхбольших интегральных микросхемах

Основные черты:

ЭВМ как вычислительная система, интеллектуальные возможности, обработка знаний, наличие нескольких процессоров: центральный и периферийные, общение с ЭВМ на нескольких естественных языках, ввод / вывод графической информации.

История архитектур ЭВМ

Вернемся к началу...

Первая попытка создать программируемый компьютер была предпринята в 1941 году в США в Гарвардском университете математиком Говардом Эйксоном. Компьютер строился по заданию и с участием компании IBM.

Он имел длину 17 метров, вес 4,5 тонны, содержал в себе 765 тысяч реле и переключателей и 800 км проводов.

Он был по сути арифмометром, и мог производить простые действия с 72 числами длиной 23 разряда. На одну операцию сложения тратилось более 3 секунд. Данные вводились с бумажной перфоленты.

История архитектур ЭВМ



Компьютер Марк-1
1941 год
США
Гарвардский университет



История архитектур ЭВМ

Первый компьютер Марк-1 был собран на электромеханических реле.

Однако электромеханические реле работают весьма медленно и недостаточно надежно. Поэтому, начиная с 1943 г. в США группа специалистов под руководством Джона Мочли и Преспера Экерта начала конструировать компьютер ENIAC (рис.2) на основе электронных ламп. Этот монстр содержал десятки тысяч электронных ламп и релейных переключателей. Созданный ими компьютер работал в тысячу раз быстрее, чем Марк-1. Однако обнаружилось, что большую часть времени этот компьютер простаивал — ведь для задания метода расчетов (программы) в этом компьютере приходилось в течение нескольких часов или даже нескольких дней подсоединять нужным образом провода. А сам расчет после этого мог занять всего лишь несколько минут или даже секунд.

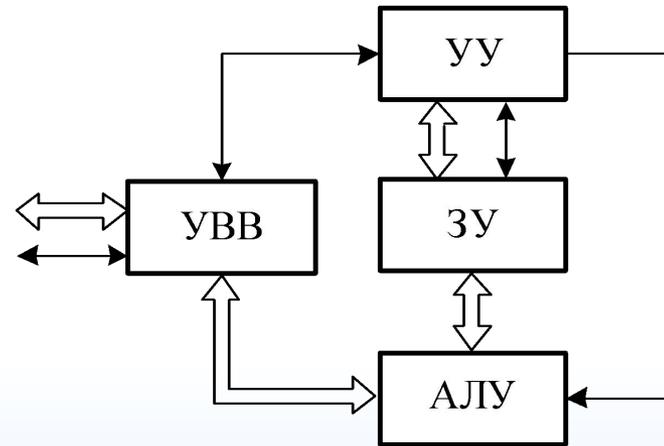
История архитектур ЭВМ

Чтобы упростить и ускорить процесс задания программ, Мочли и Экерт стали конструировать новый компьютер, который мог бы хранить программу в своей памяти. В 1945 г. К работе был привлечен знаменитый математик Джон фон Нейман, который подготовил доклад об этом компьютере. Доклад был разослан многим ученым и получил широкую известность.

История архитектур ЭВМ

Нейман ясно и просто сформулировал общие принципы функционирования компьютеров, т.е. универсальных вычислительных устройств. До сих пор подавляющее большинство компьютеров сделано в соответствии с теми принципами, которые изложил в своем докладе Джон фон Нейман. Первый компьютер, в котором были воплощены принципы фон Неймана, был построен в 1949 г. английским исследователем Морисом Уилксом.

История архитектур ЭВМ



В вычислительной машине Дж. Фон Неймана, структура которой представлена на рисунке, ввод-вывод информации осуществляется через арифметико-логическое устройство (АЛУ), поэтому обработка информации прекращается на время ввода-вывода. Где ЗУ - запоминающее устройство, УУ - устройство управления машины, УВВ - устройство ввода-вывода информации.

История архитектур ЭВМ

Современные ЭВМ строятся на основе принципа программного управления , предполагающего следующее уточнение понятия алгоритма:

Алгоритм - предписание, однозначно задающее процесс преобразования исходной информации в виде последовательности элементарных дискретных шагов, приводящих за конечное число их применений к результату.

Исходные данные, промежуточные и конечные результаты кодируются в двоичной форме и разделяются на единицы или элементы информации, называемые словами.

История архитектур ЭВМ

Принципы фон Неймана:

- разнотипные слова информации (данные и команды) различаются по способу использования, но не по способам кодирования;
- слова информации размещаются в ячейках памяти и идентифицируются номерами ячеек, называемыми адресами слов.

История архитектур ЭВМ

Дальнейшее увеличение производительности вычислительных машин осуществлялось путем совмещения этапов выполнения операций и опережающего просмотра команд.

По мере совершенствования методов опережающего просмотра постепенно был осуществлен ***метод просмотра нескольких команд и данных с соответствующей выборкой из памяти и предварительной подготовкой к выполнению операций.***

Современные ЭВМ

Современные микропроцессоры представляют весьма сложные устройства. Их работа может существенно отличаться от описанной выше работы элементарного микропроцессора, и для их рассмотрения разработаны специальные термины и понятия.

Современные ЭВМ

В понятие **архитектуры микропроцессора**

входит совокупность некоторых характеристик:

- 1) структура МП (совокупность компонентов и связи между ними), в простейшем случае – регистровая модель (или стековая модель – с конвейером);
- 2) способы представления и форматы данных МП;
- 3) способы обращения к доступным элементам структуры МП (регистрам, памяти, УВВ);
- 4) система команд МП;
- 5) характеристики обменных сигналов и управляющих слов МП;
- 6) реакция на внешние сигналы (система прерываний).

Современные ЭВМ

В ходе эволюционного развития архитектур процессоров в состав системы команд вводились и, в силу преемственности программного обеспечения, закреплялись сложные команды, которые по мнению разработчиков соответствовали решаемым задачам. Оптимизация программы была равнозначна минимизации времени исполнения.

Команды бывают разных типов: "регистр, регистр -> регистр", "память, память -> память", "регистр -> память" и др.

Сложные команды модифицируют содержимое групп регистров и ячеек памяти, и для их реализации при приемлемых затратах оборудования, как правило, применяется микропрограммирование

Современные ЭВМ

Два типа команд микропроцессора

- Команды называются скалярными, если входные операнды и результат являются числами (скалярами).
- Команды называются векторными, если входные операнды и, возможно, результат являются вектором (массивом) чисел, а для преобразования данных массива (вектора) используется одна векторная команда.

Векторные команды нужны для обработки данных движения объекта, изображения, звука, 3-D моделирования и других задач компьютерной графики

Современные ЭВМ

Примером векторной команды служит команда, при выполнении которой:

- умножаются два очередных элемента двух массивов,
- далее произведение суммируется с содержимым некоторого заданного регистра,
- после чего модифицируются адреса памяти для доступа к двум очередным элементам массивов.

Указанная последовательность действий повторяется заданное число раз по счетчику, определенному в теле команды.

Современные ЭВМ

Само появление векторных команд обусловлено стремлением ускорить обработку массивов данных за счет исключения затрат времени на выборку и дешифрацию команд обработки, одинаковых для всех компонент входных массивов.

Однако использование векторных команд требует подготовки программистом векторизованного кода программ, что, вообще говоря, эквивалентно разработке параллельных программ.

Современные ЭВМ

При сохранении последовательных программ для ускорения обработки применяются

суперскалярные процессоры, в которых за счет параллельной работы функциональных устройств процессора в одном такте вырабатывается несколько скалярных результатов.

Современные ЭВМ

Суперскалярность — архитектура вычислительного ядра, использующая несколько декодеров команд, которые могут нагружать работой множество исполнительных блоков. Планирование исполнения потока команд является динамическим и осуществляется самим вычислительным ядром.

Если в процессе работы команды, обрабатываемые конвейером, не противоречат друг другу, и одна не зависит от результата другой, то такое устройство может осуществить параллельное выполнение команд. В суперскалярных системах решение о запуске инструкции на исполнение принимает сам вычислительный модуль, что требует много ресурсов

Современные ЭВМ

В более поздних системах, таких как Эльбрус-3 и Itanium, используется статпланирование, то есть параллельные инструкции объединяются компилятором в длинную команду, в которой все инструкции заведомо параллельные (архитектура VLIW).

Процессоры, поддерживающие суперскалярность:

- Pentium, AMD Duron, AMD ATHLON и другие более поздние процессоры с архитектурой x86
- Последние процессоры с архитектурами SPARC, ARM, MIPS
- Эльбрус-1,2

Современные ЭВМ

Стремление использовать присущий большинству программ естественный параллелизм вычисления целочисленных адресных выражений и собственно обработки данных в формате с плавающей точкой привело к появлению разнесенных архитектур **(decoupled architecture)**.

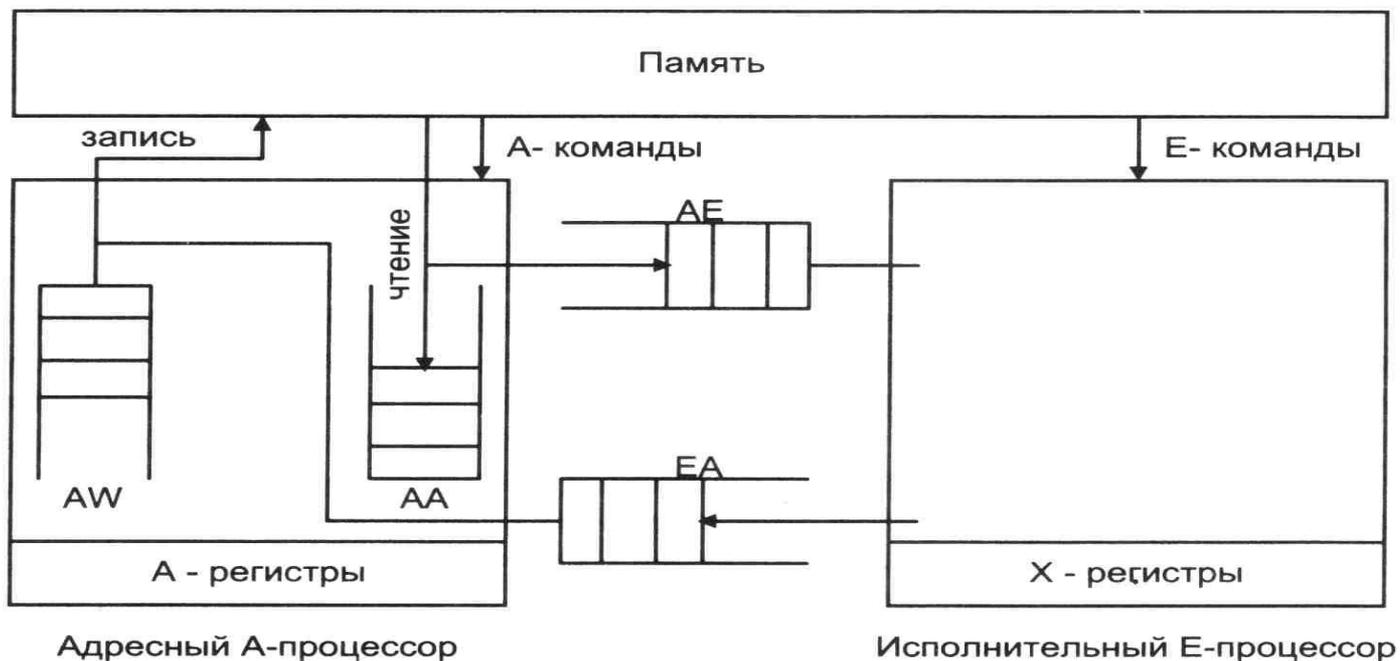
Естественный параллелизм вычислений связан с независимым выполнением большинства последовательных операций до разветвления программы. Такие команды можно выбрать из памяти заранее и заранее подготовить для них данные, а затем всю эту группу независимых команд очень быстро обработать на конвейерном процессоре.

Современные ЭВМ

Особенно, конечно, такая возможность ускорения вычислений проявляется при работе с данными 3-D графики и подобными им, но и при простых вычислениях можно добиться значительного ускорения за счет предварительного считывания большинства данных из памяти. Это дает возможность устранения основного противоречия между большой производительностью процессора и в десятки раз более медленной скоростью выборки из памяти.

Современные ЭВМ

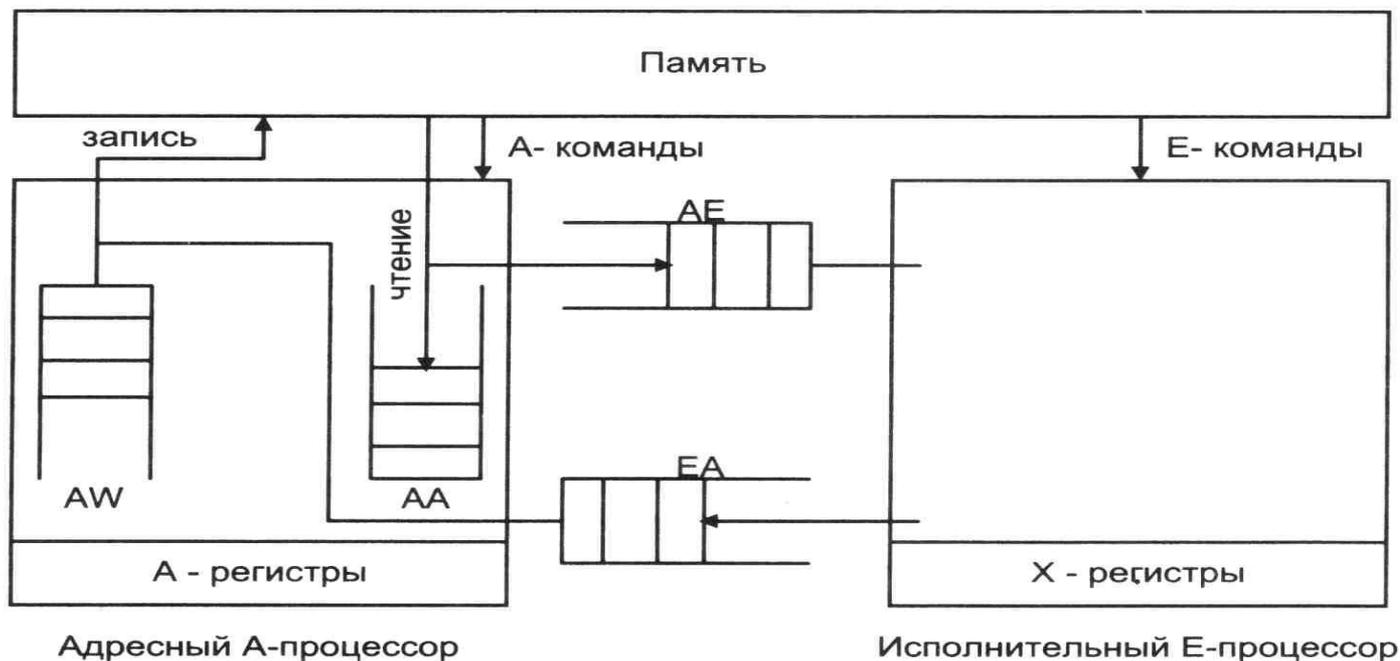
В первом приближении, микропроцессор с разнесенной архитектурой, как показано на рисунке, состоит из двух связанных подпроцессоров, каждый из которых управляется собственным потоком команд.



Микропроцессор с разнесенной архитектурой

Современные ЭВМ

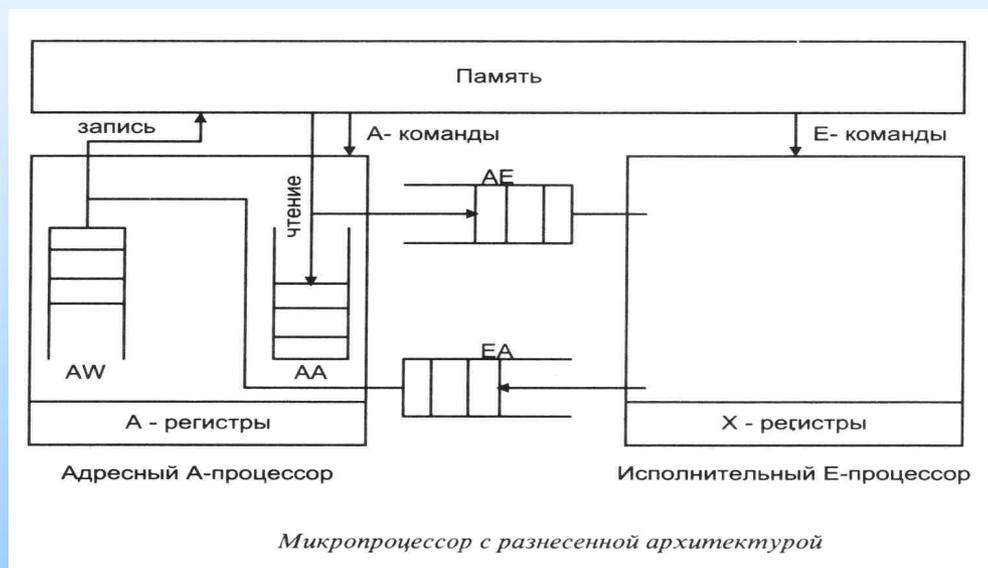
Условно эти подпроцессоры называются адресным А-процессором и исполнительным Е-процессором. А- и Е-процессоры имеют собственные наборы регистров $AO, A1, \dots$ и $XO, X1, \dots$, соответственно и наборы команд.



Современные ЭВМ

А-процессор выполняет все адресные вычисления и формирует обращения к памяти по чтению и записи. А-процессор является обыкновенным целочисленным процессором, поэтому он способен выполнять произвольные целочисленные преобразования, не связанные с вычислением адресов.

Е-процессор реализует вычисления с фиксированной и с плавающей точкой.



Современные ЭВМ

Данные, извлекаемые из памяти, используются либо в А-процессоре, будучи помещенными в FIFO очередь АА, либо помещаются в FIFO очередь, называемую АЕ очередью, для отсылки в Е-процессор.

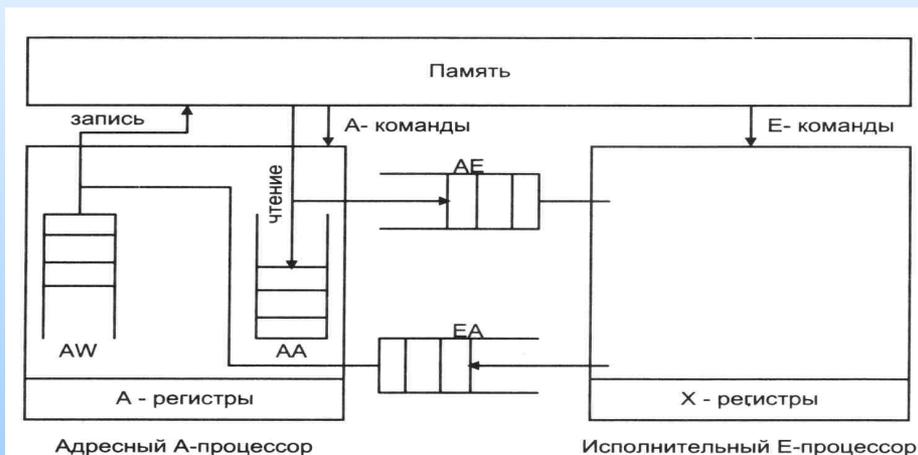
Когда Е-процессору требуются данные из памяти, он берет их из очереди АЕ. Если очередь пуста, то Е-процессор задерживается до поступления данных, что решает вопросы синхронизации работы А и Е-процессоров.

Если Е-процессор выработал данное, которое должно быть отправлено в память, то он помещает его в FIFO очередь ЕА.



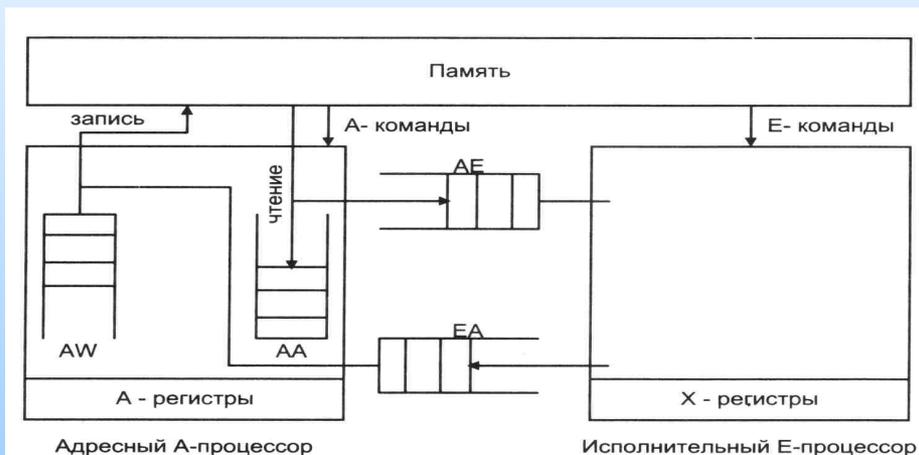
Современные ЭВМ

При записи данных в память после вычисления адреса А-процессор сразу отправляет адрес в FIFO очередь AW адресов записи в память, не дожидаясь, пока данные поступят в очередь EA. А-процессор группирует пары, выбирая первые элементы очередей EA и AW и отправляя эти пары в память. Естественно, если одна из очередей или обе пусты, то отсылка в память приостанавливается.



Современные ЭВМ

Разнесенная архитектура позволяет достигать при скалярной обработке производительности, характерной для векторных процессоров, за счет предвыборки данных из памяти и автоматической развертки нескольких последовательных витков цикла в А-процессоре. Проблемы расщепления программы на программы для А- и Е-процессоров решаются на уровне компилятора или специальным блоком-расщепителем.



Микропроцессор с разнесенной архитектурой

Два типа архитектур микропроцессоров

Анализ кода программ, генерируемого компиляторами языков высокого уровня, показал, что практически используется только ограниченный набор простых команд форматов "регистр, регистр -> регистр" и "регистр <-> память".

Компиляторы не в состоянии эффективно использовать сложные команды. Это наблюдение способствовало формированию концепции процессоров с сокращенным набором команд, так называемых RISC-процессоров.

Два типа архитектур микропроцессоров

Другим обстоятельством, фактически приведшим к появлению RISC-процессоров, было развитие архитектуры конвейерных процессоров типа Cray. В этих процессорах используются отдельные наборы команд для работы с памятью и отдельные наборы команд для преобразования информации в регистрах процессора.

Два типа архитектур микропроцессоров

Каждая такая команда единообразно разбивается на небольшое количество этапов с одинаковым временем исполнения (выборка команды, дешифрация команды, исполнение, запись результата), что позволяет построить эффективный конвейер процессора, способный каждый такт выдавать результат исполнения очередной команды.

Классификация архитектур микропроцессоров

Два типа архитектур микропроцессоров

После обособления RISC-процессоров в отдельный класс, процессоры с традиционными наборами команд стали называться CISC-процессорами с полным набором команд. Как правило, в этих процессорах команды имеют много разных форматов и требуют для своего представления различного числа ячеек памяти.

Это обуславливает определение типа команды в ходе ее дешифрации при исполнении, что усложняет устройство управления процессора и препятствует повышению тактовой частоты до уровня, достижимого в RISC-процессорах на той же элементной базе.

Классификация архитектур микропроцессоров

В настоящее время на основе разработок компаний NexGen и AMD, подхваченных компанией Intel, предпринята попытка решить проблему повышения производительности в рамках архитектуры x86. Эти компании в последних разработках, сохраняя преемственность по системе команд с CISC-микропроцессорами семейства x86, создали новые устройства с использованием элементов RISC-архитектуры.

Классификация архитектур микропроцессоров

Примером такого подхода могут служить микропроцессоры Nx586 (NexGen), K5, K6 (AMD), Pentium (Intel), использующие концепцию разделенной (decoupled) архитектуры и RISC ядра. В микропроцессор встраивается аппаратный транслятор, превращающий команды x86, в команды RISC-процессора. При этом одна команда x86 может породить до четырех команд RISC-процессора. Исполнение команд происходит как в развитом суперскалярном процессоре

В следующей лекции более подробно будут рассмотрены следующие темы:

- Разновидности микропроцессоров**
 - микроконтроллеры;**
 - сигнальные и медийные процессоры;**
 - универсальные микропроцессоры.**
- Основные производители универсальных микропроцессоров.**
- Основные типы микропроцессоров, применяемые в космосе.**



**Спасибо за
ВНИМАНИЕ**