

1) Два направления развития современной вычислительной техники:

I. Эволюционная модификация ЭВМ Фон Неймана:

Для этой ЭВМ характерно:

- Последовательное выполнение операций
- Увеличение производительности достигается за счет улучшения технологических характеристик элементов в составе ЭВМ

II. Параллельные вычисления:

- Представляет собой вычислительную систему, состоящую из большого количества элементарных машин. При этом система может решать как одну, так и несколько задач
- Увеличение производительности достигается:
 - Увеличением количества элементарных машин и развития связей между ними
 - Улучшением технологических характеристик отдельных элементарных машин

2) Механические и электромеханические приборы для вычислений:

1. (около 2000 лет до н.э.) - Абак (счета) – долгое время был основным прибором вычислений.
2. Чарльз Бэббидж (в 17 веке) разработал первую механическую машину для вычислений, близкую по архитектуре к современным ЭВМ.
3. Паскаль (в 1750) разработал машину, способную выполнять операцию сложения.
4. Лейбниц (в 1785) разработал первую механическую машину, выполняющую 4 арифметических действия.
5. 19 век – активно развивались арифмометры.
6. Жаккар (в 1805) разработал первый станок с программным управлением; Первый цифровой носитель информации - перфокарта.
7. Немецкий ученый Цузе (в 1939) разработал серию вычислительных машин. В качестве базового элемента использовались механические реле. (Названия машин: Z1, Z2, Z3). Первые универсальные машины, выпускаемые серийно.
8. Бонч Буревич (в 1918) разработал электронный прибор-триггер, способный устойчиво хранить одно состояние длительное время. Прибор состоял из 2-х электронных ламп. Данный прибор использовался при построении счетчика атомных частиц.

Электронные приборы, в отличие от электрических, имеют в своем составе компоненты с нелинейной вольт-амперной характеристикой.

3) Поколения ЭВМ:

I. I поколение (1945-1955):

- Базовым элементам были электронные лампы
- Носители информации - перфокарты
- Производительность до 10000 операций в сек
- Площадь порядка 100 м²
- Стоимость - сотни млн \$

- В составе 20 000 электронных ламп, большинство из которых имело водяное охлаждение. Примерно каждые 20 минут одна лампа выходила из строя.
- Для работы требовалось около 40 квалифицированных инженеров.
- Использовалась только для военно-космических вычислений.

II. II поколение (1955-1965):

- Базовый элемент - полупроводниковый транзистор
- Носитель информации - магнитная лента
- Производительность 100 000 операций в сек
- Площадь около 2 м²
- Стоимость - 100 000 \$
- Надежность выросла многократно
- Использовалась в научных учреждениях и передовых предприятиях

III. III поколение (1965-1975):

- Базовый элемент - интегральная схема, малой степени интеграции.
- Носитель информации – дискета.
- Производительность млн'ы операций в сек.
- Стоимость ±10 000 \$
- Использовалась в большинстве предприятий.

IV. IV поколение (1975 - сейчас):

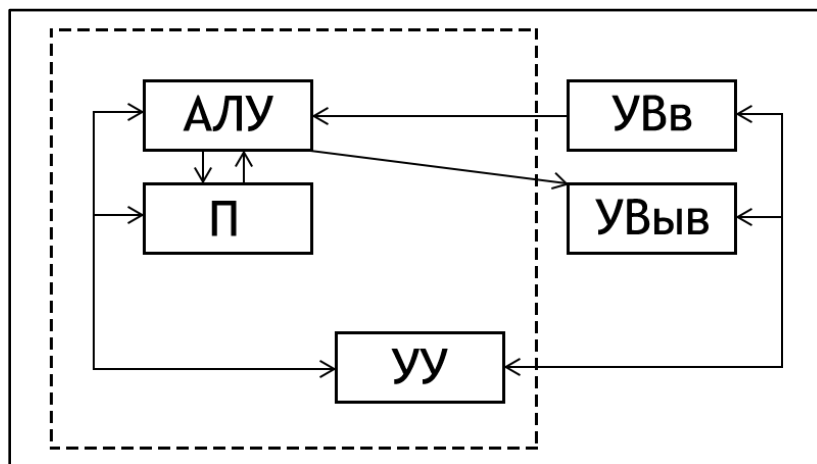
- Базовый элемент - большие и сверхбольшие интегральные схемы
- Носитель информации - жесткий диск.

4) ЭВМ Фон Неймана:

I. Основные принципы:

- Вся информация обрабатывается последовательно
- Программа вводится и модифицируется средствами самой ЭВМ
- ЭВМ состоит из отдельных функциональных блоков, каждый из которых решает свою задачу

II. Назначение блоков:



- АЛУ - арифметическо-логическое устройство

- П - память (хранит исполняемую программу и используемые данные)
- УУ - управляющее устройство (координирует работу всех устройств в составе ЭВМ, имеет двунаправленную связь со всеми блоками, которая позволяет как посылать управляющие сигналы, так и принимать обратную связь с устройств)
- УВв - устройство ввода (осуществляет ввод программы и данных, вводимых в процессе выполнения программы)
- УВыв - устройство вывода (выводит результаты выполнения программы)
- Всё в пунктирном прямоугольнике Фон Нейман назвал процессором.

5) Форматы машинных команд:

- В общем виде машинные команды должны содержать:
 - Какую операцию нужно выполнить
 - Над какими данными
 - Куда поместить результат
 - Какую команду выполнять следующей
- Если во всех командах одинаковая структура полей, размеров полей и размеров самой команды, то такой формат называется фиксированным, в противном – плавающим.
- Машинная команда в общем виде:

| | | | | |
|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|
| КОП | A ₁ | A ₂ | A ₃ | A ₄ |
|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|
- В чистом виде такой формат обычно не используется так как команды в памяти расположены последовательно и адрес следующей команды можно вычислить путем прибавления к адресу текущей команды ее длины.
Такие команды называются трехадресные, в качестве приемника обычно выступает внутренний регистр процессора, и предусматриваются команды выгрузки содержимого регистра в ячейку памяти.
- Если один из операндов внутри регистра процессора, то можно убрать A₂ (одноадресная команда)
- Если выполняются операции со стеком, либо операнды берутся из внутренних регистров, то из команды можно убрать все адресные поля (безадресные)
- В современных ЭВМ чаще всего используются одноадресные и безадресные команды.

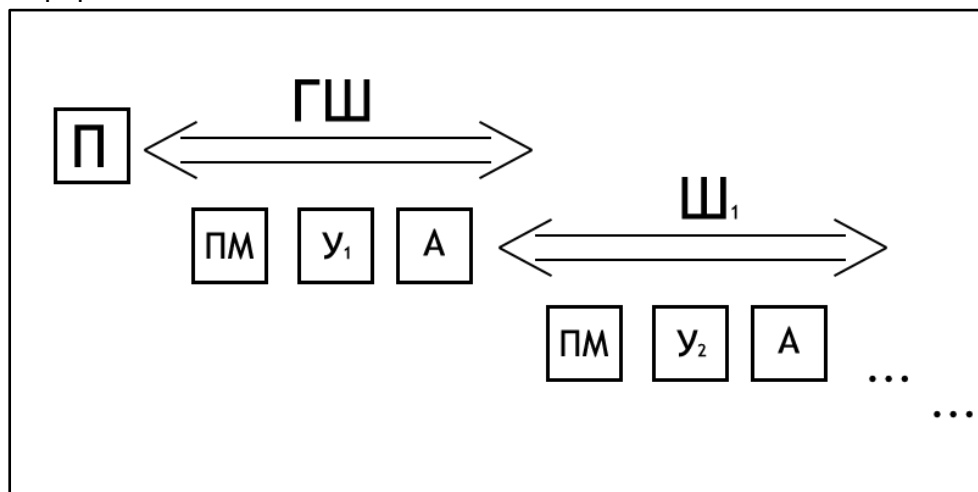
6) RISC и CISC процессоры:

- CISC:
 - Имеют расширенный набор команд
 - Большое кол-во поддерживаемых команд
 - Большое кол-во способов адресации
 - Малое кол-во внутренних регистров
 - Плавающий формат машинной команды
 - Сравнительно медленное вычисление простых операций
- RISC:

- Имеют сокращенный набор команд
 - Небольшое кол-во поддерживаемых команд
 - Большое кол-во внутренних регистров
 - Малое кол-во способов адресации
 - Фиксированный формат машинной команды
- III. В данный момент большинство ЭВМ строится на CISC архитектуре из-за необходимости совместимости ПО.
- IV. Часто выпускаются процессоры, имеющие CISC интерфейс и RISC реализацию вычислений.

7) Шинная организация ЭВМ:

- I. Под шиной подразумевается совокупность электрических проводников, предназначенных для передачи однородных данных.
- II. По умолчанию в ЭВМ присутствуют 3 базовых шины:
- Шина управления (ШУ)
 - Шина данных (ШД)
 - Шина адреса (ША)
- III. В целях удешевления и снижения кол-ва выводов процессора используют объединенные шины. Чаще всего совмещают ШД и ША. Совмещение заключается в том, что в отдельный промежуток времени по шине передается адрес, а в другой - данные.
- IV. Процедура объединения двух шин называется "Мультиплексирование", а процедура выделения из общей шины - "Демultipлексирование"
- V. Иерархия шин:



- Главная шина:
 - Процессор
 - Память
 - Быстродействующие устройства с высшим приоритетом
 - Адаптер к которому подключается своя шина, к которой подключаются более медленные устройства. Адаптер за счет буферизации согласует скорости шин, и определяет приоритетность устройств на данной шине
- Остальные шины:
 - Адаптер к которому подключается своя шина, к которой подключаются более медленные устройства.
 - Более медленные устройства чем в пред шине

8) Способы адресации:

- I. То, что содержится в ячейках команды, называют командным адресом (Ак)(Исполнительный = Командный)
- II. Обращение к памяти осуществляется по физическому адресу (Аф)
- III. Как правило физические и командные адреса не равны.
- IV. Способом адресации называют алгоритм получения физического адреса из командного.
- V. Все способы адресации делятся на:
 - Явные:
 1. Прямая адресация - $A_f = A_k$
 2. Непосредственная адресация (адресное поле содержит не адрес, а сам операнд)
 3. Косвенная адресация (адресное поле содержит адрес ячейки памяти, в которой хранится адрес ячейки памяти, над которой требуется произвести операцию)
 4. Укороченная адресация (часть бит адресного поля подразумевается)
 5. Автоинкрементная/автодекрементная адресация (после выполнения операции адрес автоматически увеличивается/уменьшается на определенную константу)
 6. Базовая адресация ($A_f = A_b + A_k$, A_b - базовый адрес. Используется при работе с массивами)
 7. Базово-индексная адресация ($A_f = A_b + A_k + A_i$)
 8. Стековая адресация
При стековой адресации требуется только адрес вершины стека.
 - Неявные (адресное поле не содержит адреса):
 - 1 вид (подразумевается адрес операнда) - например операнд берется из регистра процессора или заранее заготовленной ячейки памяти
 - 2 вид (подразумевается операнд) - например константа
- VI. В современных процессорах стараются использовать фиксированный формат машинной команды и малое кол-во списков адресации.

9) Методы обмена информацией между микропроцессором и внешними устройствами:

- I. Непосредственный обмен:
 - Инициатор обмена - микропроцессор, он же осуществляет управление обменом.
 - При необходимости обмена процессор обращается к внешнему устройству и сразу начинает обмен, независимо от состояния внешнего устройства.
 - Предполагается что внешнее устройство всегда готово к обмену.
 - Достоинства:
 - Высокая скорость
 - Простая организация
 - Недостаток:

- При неготовности устройства к обмену происходит потеря данных
 - Метод подходит для работы с перемычками, светодиодами.
- II. Обмен по опросу готовности:
 - Инициатор обмена - микропроцессор, он же осуществляет управление.
 - При необходимости обмена процессор обращается к внешнему устройству и переходит в состояние ожидания подтверждения готовности. Пока не будет получен сигнал готовности процессор выполняет пустые такты. При получении сигнала начинается процесс обмена.
 - Достоинство:
 - Малая вероятность потери информации в процессе обмена.
 - Недостаток:
 - Простой процессора в ожидании готовности.
 - Метод используется с быстрыми устройствами с высокой готовностью
- III. Обмен по запросу на прерывание:
 - Инициатор обмена - внешнее устройство, управление обменом осуществляет микропроцессор
 - При необходимости обмена данными внешнее устройство посылает запрос процессору, ожидает опрос. Если на процессор поступает запрос и внешние прерывание разрешены, он сохраняет свое текущее состояние в стеке, отправляет уведомление внешнему устройству и переходит к выполнению подпрограммы обработчика прерываний, в которой описывается процедура обмена. По окончании обмена процессор восстанавливает состояние из стека. Для устранения конфликтов при одновременном запросе на обмен используется система приоритетов.
 - Достоинства:
 - Универсальность
 - Отсутствие простоев процессора
 - Наличие систем приоритетов
 - Недостатки:
 - Сложность
 - Большие накладные расходы
- IV. Прямой доступ к памяти:
 - Инициатор - внешнее устройство, управление осуществляет контроллер прямого доступа к памяти.
 - При необходимости обмена данными внешнее устройство посылает сигнал на вход процессору. Процессор завершает выполнение текущей операции, посылает сигнал подтверждения, передав управление контроллеру и отключается от внешних шин. Далее формированием адресов занимается контроллер и данные передаются из внешних устройств в память (и наоборот). Обмен происходит при отключенном процессоре. По окончании обмена

контроллер возвращает выполнение процессору и тот подключается к внешним шинам.

- Достоинства:
 - Самая высокая скорость
- Недостатки:
 - Сложность
 - Отключение процессора во время обмена

10) Характеристики памяти:

- I. Емкость (в битах и байтах и производных от них единицах)
- II. Временные характеристики:
 - Время записи ($t_z = t_n + t_{зп}$, где t_n - время поиска ячейки, $t_{зп}$ - время записи в ячейку)
 - Время чтения ($t_{ч} = t_n + t_{чт} + t_p$, где t_p - время регенерации, во многих случаях во время считывания данных содержимое ячейки памяти теряется и его необходимо восстановить)
- III. Разрядность (количество бит, которое можно считать или записать за одно обращение)
- IV. Удельная стоимость ($УС = \text{цена} / \text{емкость}$)
- V. Энергозависимость (способность хранить данные при отсутствии питания)
- VI. Масса, габаритные показатели.
- VII. Надежность.

11) Характеристики производительности:

- I. Тактовая частота (количество элементарных операций, выполняемых за одну секунду) (Гц).
- II. Номинальное быстродействие (обратная величина к среднему времени выполнения одной операции)

$$\nu_{\text{ср}} = \frac{1}{t_{\text{ср}}}$$

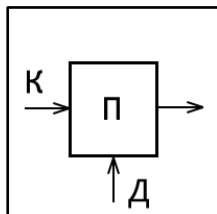
- III. Быстродействие по Гибсону (т.к. вероятность выполнения команд неодинакова, то предложено учитывать вклад каждой команды пропорционально ее вероятности)

$$\nu_{\text{Г}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n t_i p_i}$$

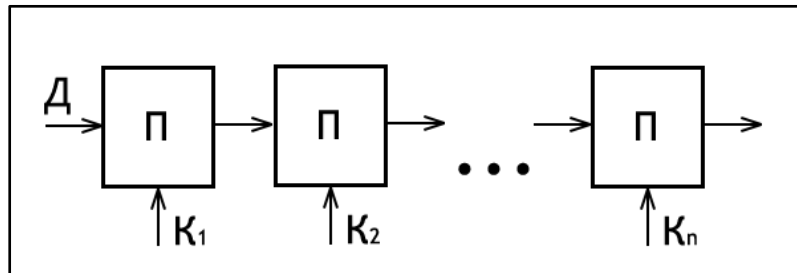
- IV. Оценка производительности по специализированным тестам
FLOPS – количество операций с плавающей точкой за 1 с
MOPS – количество операций над целыми числами за 1 с

12) Типы архитектур вычислительных систем:

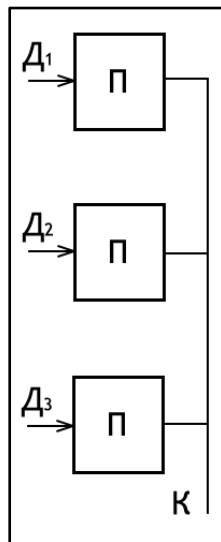
- I. SISD (один поток команд, один поток данных): характерен для последовательной обработки информации



- II. MISD (множественный поток команд, один поток данных): тип архитектуры “Конвейер”, параллельная обработка информации



- III. SIMD (один поток команд, множественный поток данных): векторная обработка информации, параллельные вычисления



- IV. MIMD (множественный поток команд, множественный поток данных): построением логических связей между модулями можно образовать все ранее перечисленные типы архитектур или их комбинации. MIMD - архитектура наиболее перспективная, но при этом требует существенно более сложных алгоритмов для организации ее работы

