

● **Модуль 2**

• **Архитектура
современных
вычислительных систем**

**Лекция 4. Основные понятия
вычислительных систем**



Содержани

е

- **История и тенденции развития вычислительной техники**
- **Основные характеристики и классификация компьютеров**
- **Принципы построения и архитектура ЭВМ**
- **Классификация ЭВМ**
 - **Архитектура вычислительных систем**
 - **Классификация параллельных архитектур**



История и тенденции развития

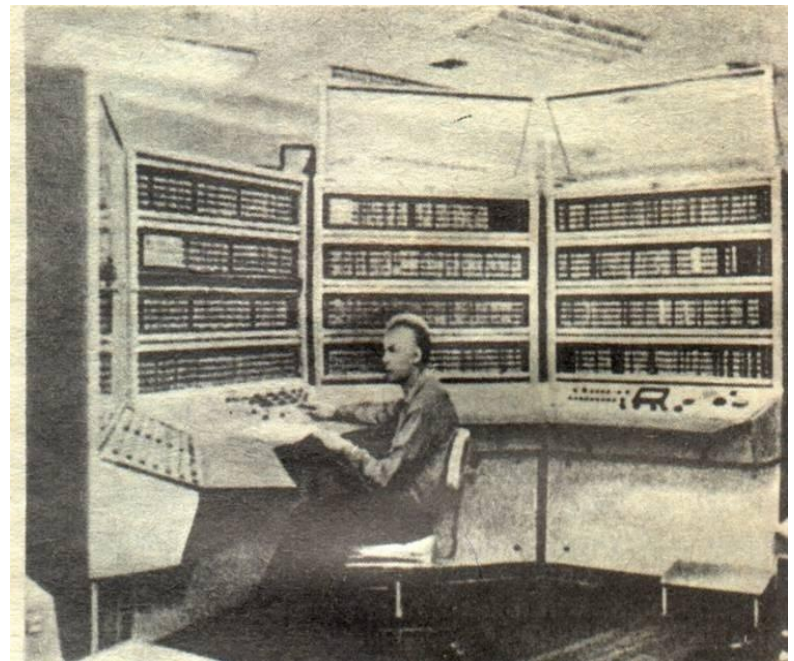
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

ЭВМ - комплекс

технических и
программных средств,
предназначенный для
автоматизации
подготовки и решения
задач пользователя

В зависимости от
структуры различают
компоненты:

1. Технические
2. Аппаратно-
программные
3. Информационные



История и тенденции развития вычислительной техники

Можно выделить 4
поколения ЭВМ:

1. **Элементарная база на лампах и пассивных элементах**
2. **50-60 гг. ЭВМ на транзисторной основе**
3. **60-70 гг. Появление интегральных схем**
4. **80 гг. Применение больших интегральных схем**



Первая ЭВМ 2-го поколения



ЭВМ БЭСМ-6



Основные характеристики и компьютеров

Часть программных средств, обеспечивающих связь пользователя и ЭВМ называют операционной системой



Программное обеспечение-комплекс программных средств, имеющих целью создание необходимого сервиса для работы пользователя интегральных схем



Основные характеристики и компьютеров

Архитектура компьютера – многоуровневая иерархия аппаратно-программных средств, из которых- строится ЭВМ

Основные характеристики:

Быстродействие

Производительность

Емкость запоминающих устройств

Надежность

Точность

Достоверность



Основные характеристики и компьютеров

- **Быстродействие** - это число команд, выполняемых ЭВМ за одну секунду
- Сравнение по быстродействию различных типов ЭВМ, не обеспечивает достоверных оценок
- Очень часто вместо характеристики быстродействия используют связанную с ней характеристику производительности



Основные характеристики и компьютеров

Производительность - это объем работ, осуществляемых ЭВМ в единицу времени

Единицей измерения производительности компьютера является время: компьютер, выполняющий тот же объем работы за меньшее время является более быстрым. Время выполнения любой программы измеряется в секундах. Часто производительность измеряется как скорость появления некоторого числа событий в секунду, так что меньшее время подразумевает большую производительность

Одной из альтернативных единиц измерения производительности процессора является **MIPS** - (миллион команд в секунду)



Основные характеристики и компьютеров

Измерение производительности компьютеров при решении научно-технических задач, в которых существенно используется арифметика с плавающей точкой оценивается в MFLOPS (миллионах чисел-результатов вычислений с плавающей точкой в секунду, или миллионах элементарных арифметических операций над числами с плавающей точкой, выполненных в секунду)



Основные характеристики и компьютеров

Применяются также **относительные характеристики производительности**

Фирма Intel для оценки процессоров предложила тест, получивший название индекс **iCOMP** (Intel Comparative Microprocessor Performance).

При определении **iCOMP** учитываются **четыре главных аспекта производительности: работа с целыми числами, с плавающей запятой, графикой и видео**. Данные имеют 16- и 32-разрядной представление. Каждый из восьми параметров при вычислении участвует со своим весовым коэффициентом, определяемым по усредненному соотношению между этими операциями в реальных задачах. По индексу iCOMP ПМ Pentium 100 имеет значение 810, а Pentium 133-1000



Основные характеристики и компьютеров

Емкость запоминающих устройств. Емкость памяти измеряется количеством структурных единиц информации, которое может одновременно находиться в памяти. Наименьшей структурной единицей информации является бит. Как правило, емкость памяти оценивается в более крупных единицах измерения - байтах (байт равен восьми битам). Следующими единицами измерения служат 1 Кбайт = 2^{10} = 1024 байта, 1 Мбайт = 2^{10} Кбайта = 2^{20} байта, 1 Гбайт = 2^{10} Мбайта = 2^{20} Кбайта = 2^{30} байта

Емкость оперативной памяти (ОЗУ) и емкость внешней памяти (ВЗУ) характеризуются отдельно. Этот показатель очень важен для определения, какие программные пакеты и их приложения могут одновременно обрабатываться в машине



Основные характеристики и компьютеров

Надежность - это способность ЭВМ при определенных условиях выполнять требуемые функции в течение заданного периода времени (стандарт ISO (Международная организация стандартов) 2382/14-78)

Высокая надежность ЭВМ закладывается в процессе ее производства. Модульный принцип построения позволяет легко проверять и контролировать работу всех устройств, проводить диагностику и устранение неисправностей



Основные характеристики и компьютеров

Точность - это возможность различать почти равные значения (стандарт ISO - 2382/2-76)

Точность получения результатов обработки в основном определяется **разрядностью ЭВМ**, а также используемыми структурными единицами представления информации (байтом, словом, двойным словом)



Основные характеристики и компьютеров

Достоверность - это свойство информации быть правильно воспринятой

Достоверность характеризуется **вероятностью получения безошибочных результатов**. Заданный уровень достоверности обеспечивается аппаратурно-программными средствами контроля самой ЭВМ. Возможны методы контроля достоверности путем решения эталонных задач и повторных расчетов. В особо ответственных случаях проводятся контрольные решения на других ЭВМ и сравнение результатов



Принципы построения и архитектура ЭВМ

**Основным принципом
программа управления**

Алгоритм

Программа



Принцип программного

управления
Для построения всех ЭВМ используется принцип, предложенный **Дж. Фон Нейманом** в 1945 году:

1. Все вычисления, предписанные алгоритмом, должны быть представлены в виде программы, состоящей из последовательности управляющих слов, т.е. команд
2. Программы и обрабатываемые ими данные должны совместно храниться в памяти ЭВМ
3. Массив всех переменных является дополнительным неотъемлемым элементом любой программы
4. Для доступа к программе, командам и операндам используют их адреса
5. Вся информация кодируется двоичными цифрами. Различные типы информации в памяти машины практически не разделимы



Этапы вычислений и логическая организация ЭВМ

Принцип действия обычной ЭВМ можно разбить на этапы:

Определение и задание порядка вычислений

Задание исходных данных

Выполнение вычислений (для получения промежуточных результатов)

Получение конечного результата



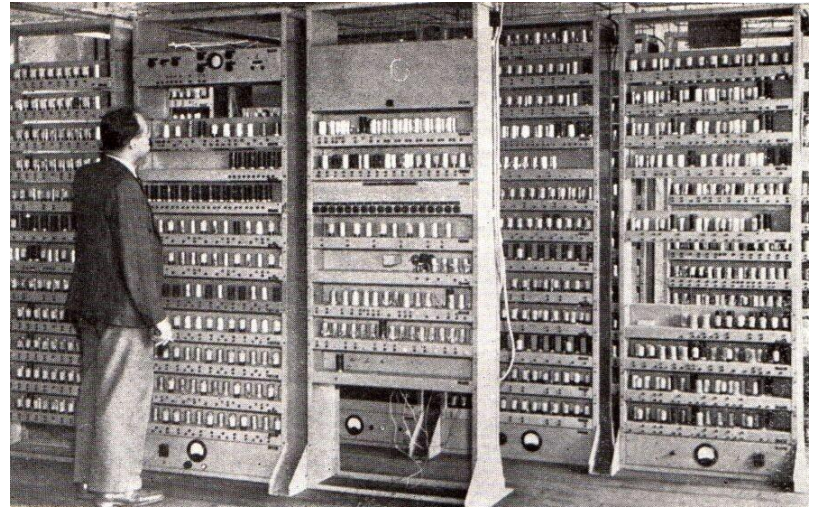
Этапы вычислений и логическая организация ЭВМ

То есть любая ВМ имеет 4 базовых узла.
процессор



Стандартные элементы структур современных ЭВМ

- Модульность построения
- Магистральность
- Иерархия управления



Классификация ЭВМ

ЭВМ классифицируются по:

- 1) **Назначению**
 - ЭВМ общего применения
 - ЭВМ ориентированные
- 2) **Производительности**
 - Супер ЭВМ
 - Большие ЭВМ
 - Средние ЭВМ
 - Персональные ЭВМ
 - Мобильные и карманные
 - Встраиваемые микропроцессоры



Классификация

ЭВМ

3) Режимам работы

- однопрограммные ЭВМ
- мультипрограммные ЭВМ
- ЭВМ для построения многомашинных и многопроцессорных вычислительных систем
- ЭВМ для работы в системах реального времени

4) Способу структурной организации

- Однопроцессорные ЭВМ;
- Многопроцессорные ЭВМ

5) Месту и роли в информационных сетях

- Мощные машины, включаемые в состав вычислительных центров
- Кластерные структуры – многомашинные вычислительные системы
- Серверы – вычислительные машины и системы
- Рабочие станции – используются в качестве коммутационных устройств
- Сетевые компьютеры



Классификация ЭВМ



Основные понятия вычислительных систем

Архитектура вычислительной системы (ВС) - совокупность характеристик и параметров, определяющих функционально-логическую и структурную организацию системы

Понятие **архитектуры** охватывает **общие принципы построения и функционирования**, наиболее существенные для пользователей, которых больше интересуют возможности систем, а не детали их технического исполнения



Классификация

параллельных

архитектур

Рассмотрим классификацию архитектур с точки зрения параллельных систем

Эта классификация была предложена М. Флинном в начале 60-х гг.

В ее основу заложено два возможных вида параллелизма:

- независимость потоков заданий (команд), существующих в системе, и
- независимость (несвязанность) данных, обрабатываемых в каждом потоке



Четыре основные архитектуры ВС

одиночный поток команд - одиночный
поток данных (ОКОД)

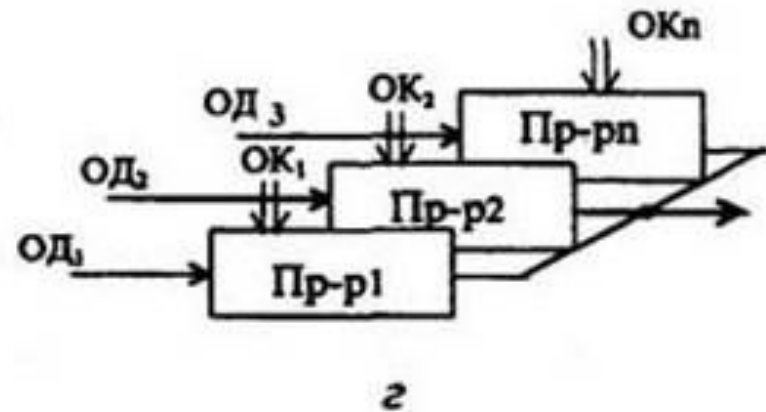
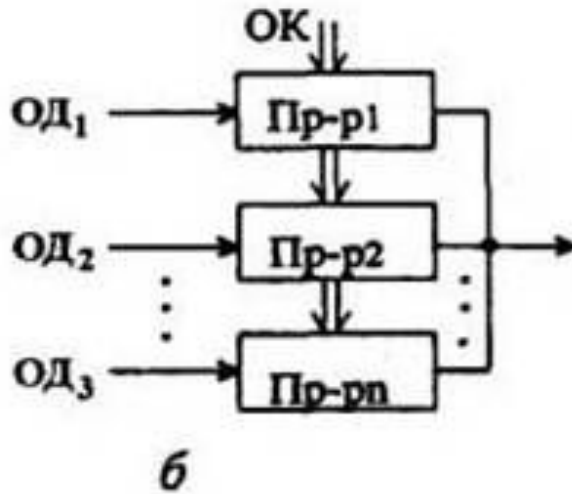
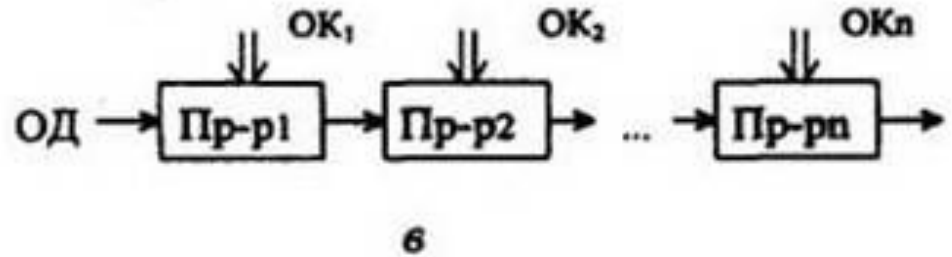
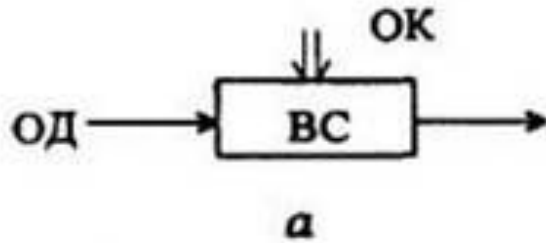
одиночный поток команд -
множественный поток данных (ОКМД)

множественный поток команд -
одиночный поток данных (МКОД)

множественный поток команд -
множественный поток данных (МКМД)



Архитектура ВС



а - ОКОД (SISD)-архитектура; б - ОКМД (SIMD)-архитектура; в - МКОД (MISD)-архитектура; г - МКМД (MIMD)-архитектура



Архитектура

ОКОД

Архитектура **ОКОД** охватывает все однопроцессорные и одномашинные варианты систем, т.е. с одним вычислителем

Параллелизм вычислений обеспечивается путем совмещения выполнения операций отдельными блоками АЛУ, а также параллельной работой устройств ввода-вывода информации и процессора

Закономерности организации вычислительного процесса в этих структурах достаточно хорошо изучены

Все ЭВМ классической структуры попадают в этот класс



Архитектура

ОКМД

Архитектура **ОКМД** предполагает создание структур векторной или матричной обработки

Системы этого типа обычно строятся как однородные, т.е. процессорные элементы, входящие в систему, идентичны, и все они управляются одной и той же последовательностью команд

Каждый процессор обрабатывает свой поток данных



Архитектура

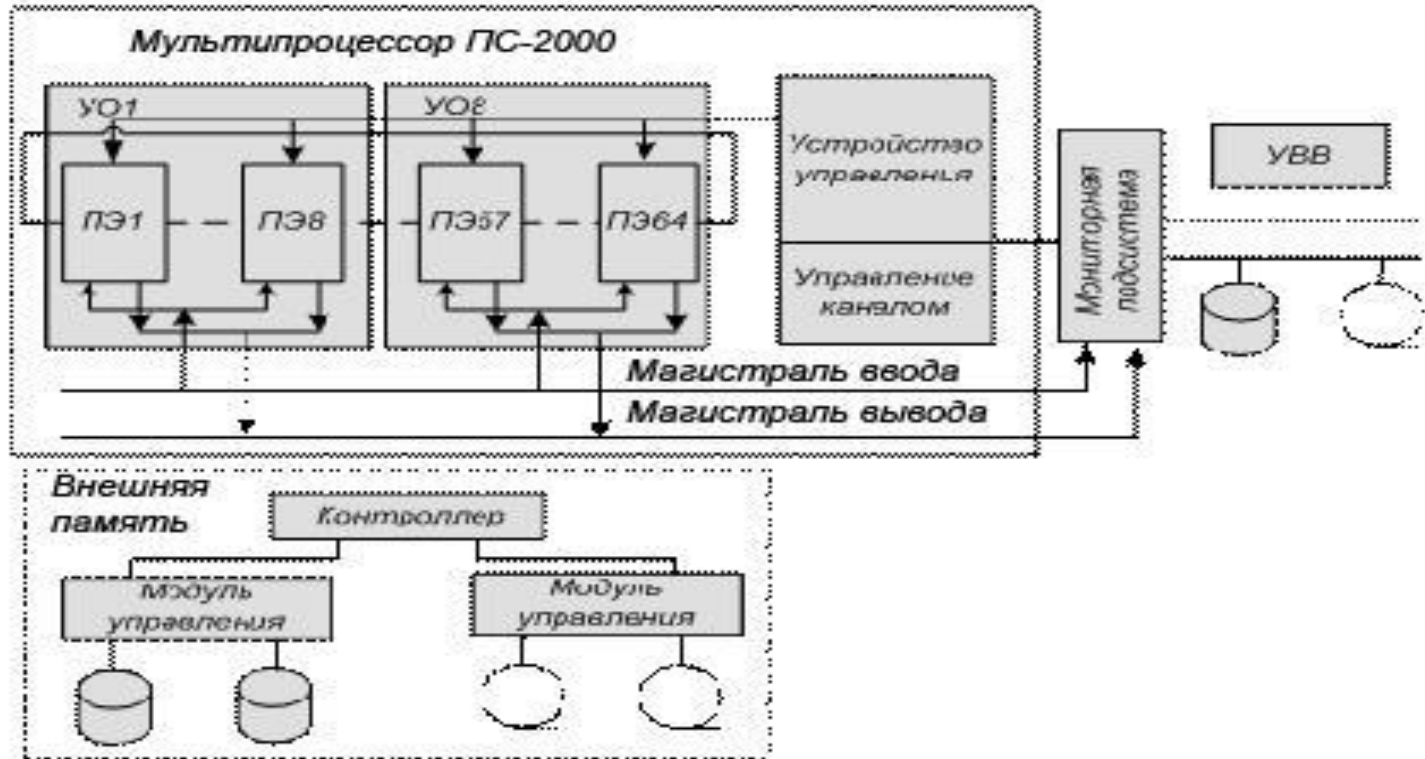
ОКМД

Под схему **ОКМД** хорошо подходят задачи обработки матриц или векторов (массивов), задачи решения систем линейных и нелинейных, алгебраических и дифференциальных уравнений, задачи теории поля и др.

По данной схеме строились системы: первая суперЭВМ - ILLIAC-IV, отечественные параллельные системы - ПС-2000, ПС-3000, а также Cyber-205 и Gray-I, II, III



Схема Пс 2000



Система ПС-2000

Отечественная параллельная система ПС-2000



Архитектура ОКМД

Узким местом подобных систем является необходимость изменения коммутации между процессорами, когда связь между ними отличается от матричной

Кроме того, задачи, допускающие широкий матричный параллелизм, составляют достаточно узкий класс задач

Структуры ВС этого типа, по существу, являются структурами специализированных суперЭВМ



Архитектура

МКОД

Тип архитектуры МКОД предполагает построение своеобразного процессорного конвейера, в котором результаты обработки передаются от одного процессора к другому по цепочке

Выгоды такого вида обработки понятны

Прототипом таких вычислений может служить схема любого производственного конвейера



Архитектура

МКОД

В архитектуре **МКОД** конвейер должны образовывать группы процессоров

Но на системном уровне очень трудно выявить подобный регулярный характер в универсальных вычислениях

Кроме того, на практике нельзя обеспечить и “большую длину” такого конвейера, при которой достигается наивысший эффект

Конвейерная схема нашла применение в так называемых скалярных процессорах суперЭВМ, в которых они применяются как специальные процессоры для поддержки векторной обработки



Архитектура

МКМД

Архитектура **МКМД** предполагает, что все процессоры системы работают по своим программам с собственным потоком команд

В простейшем случае они могут быть автономны и независимы

Такая схема использования ВС часто применяется на многих крупных вычислительных центрах для увеличения пропускной способности центра

Подобные системы могут быть многомашинными и многопроцессорными. Например, отечественный проект машины динамической архитектуры (МДА) - ЕС-2704, ЕС-2727 позволял одновременно использовать сотни процессоров

