

# ● **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

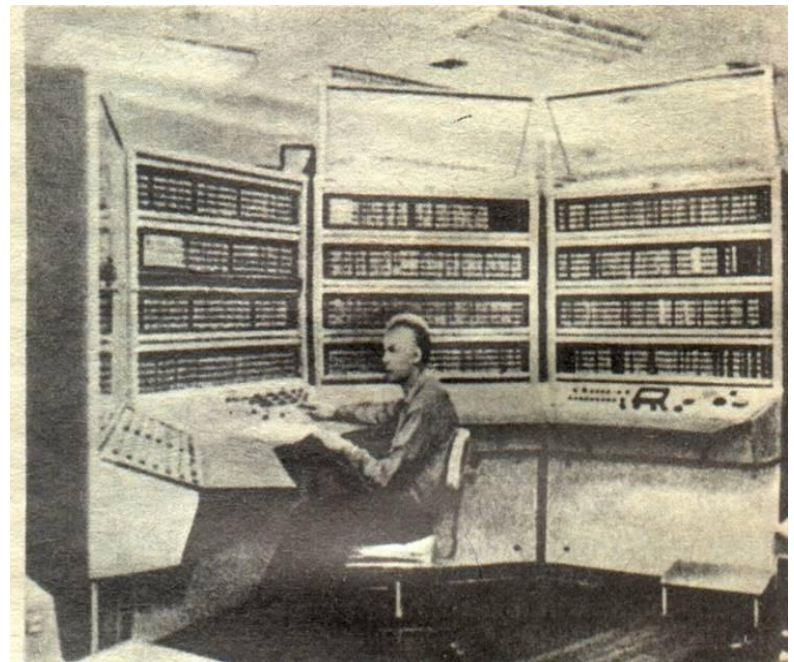
## ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

**ЭВМ** - комплекс

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

В зависимости от  
структуры различают  
компоненты:

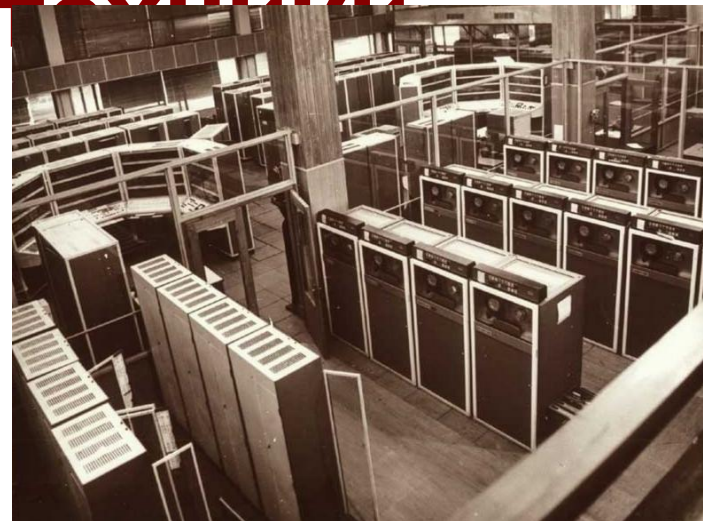
1. Технические
2. Аппаратно-  
программные
3. Информационные



# 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**

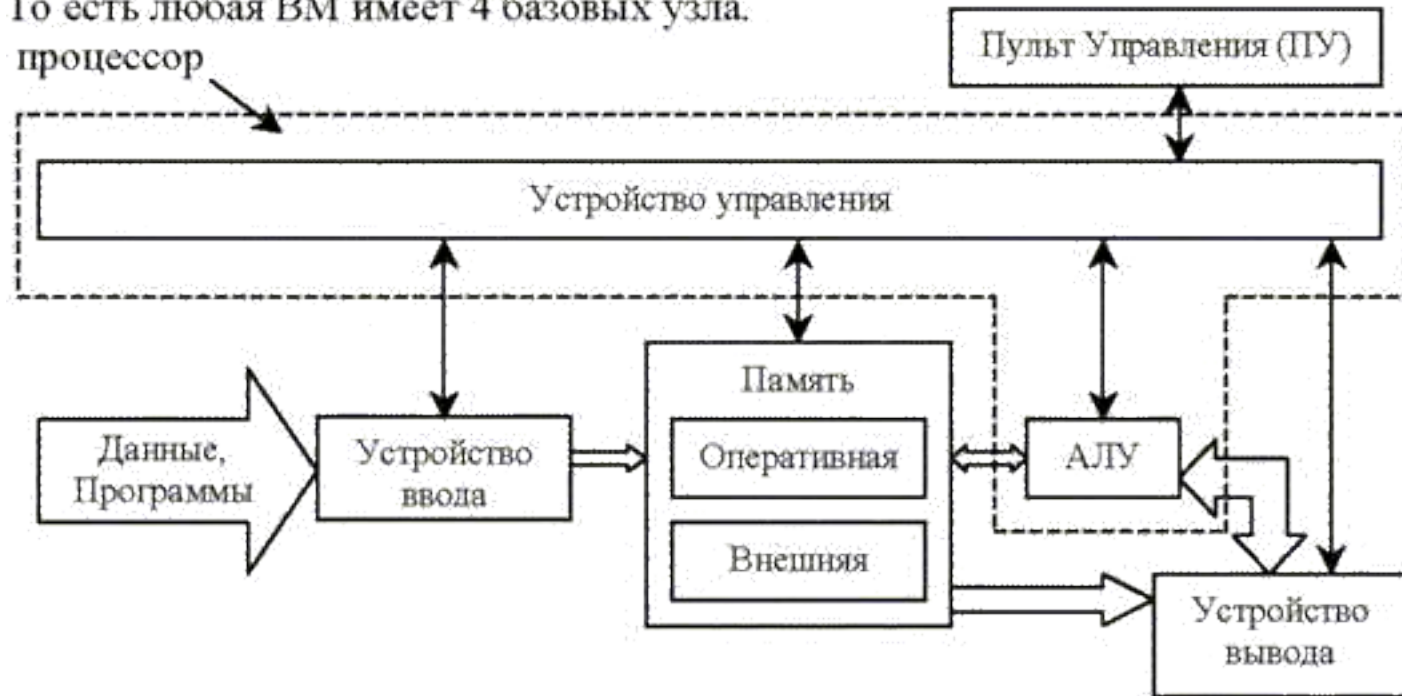
**Выполнение вычислений (для получения  
промежуточных результатов)**

**Получение конечного результата**



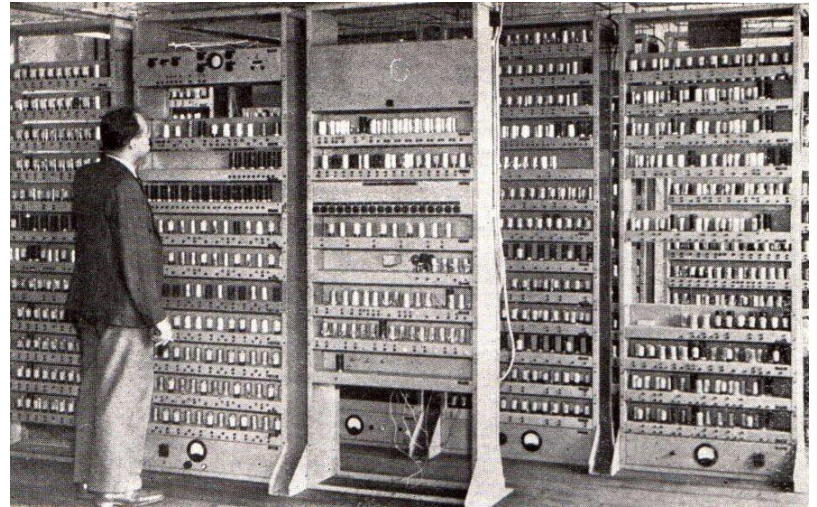
# Этапы вычислений и логическая организация ЭВМ

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;
- Мультипроцессорные 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)**

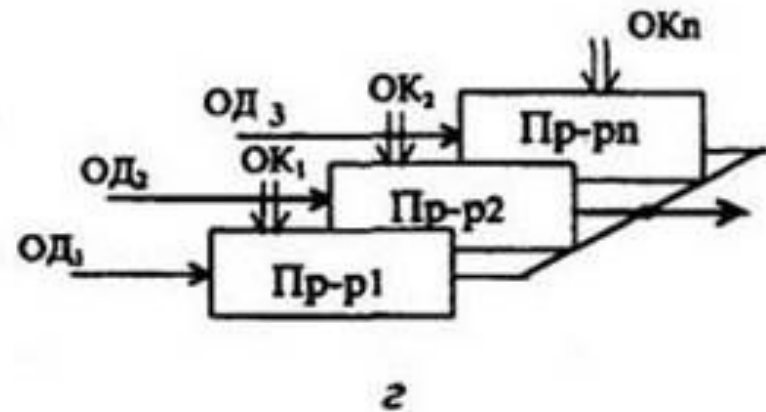
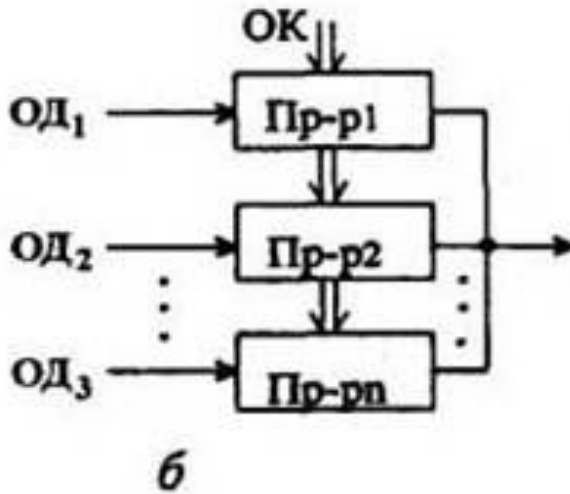
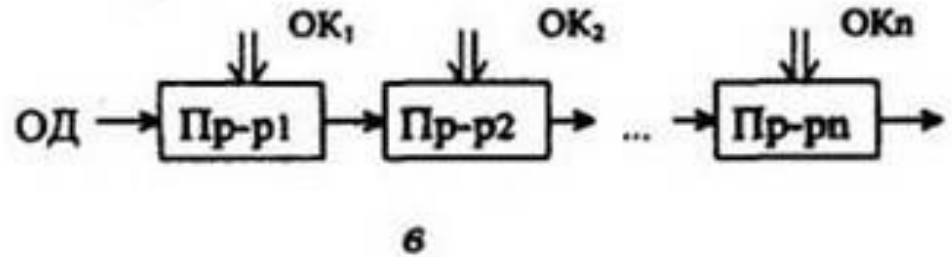
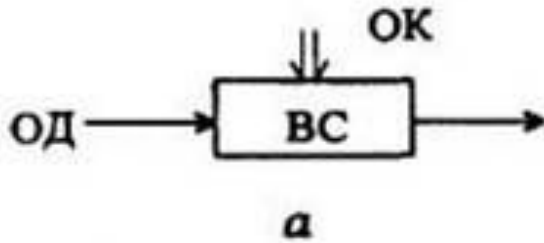
**одиночный поток команд -  
множественный поток данных (ОКМД)**

**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

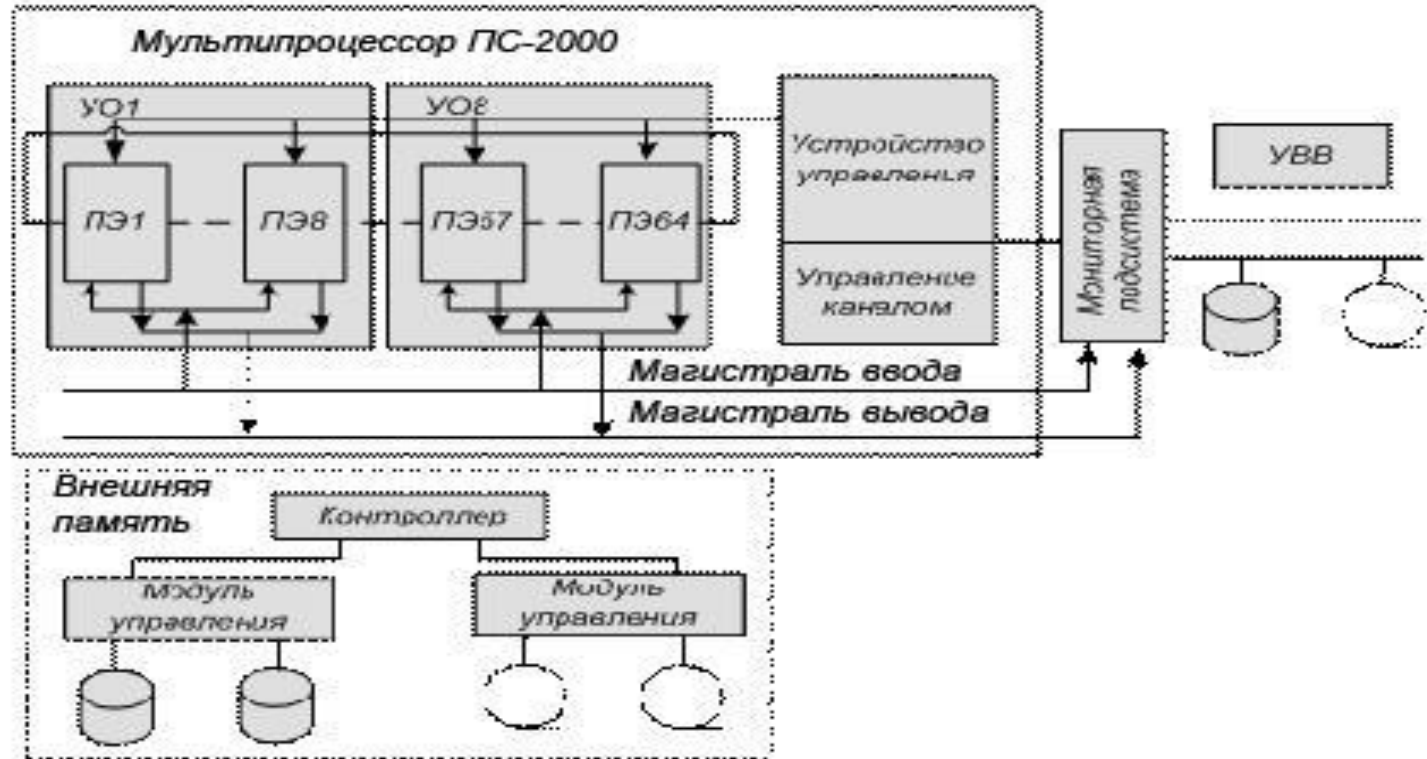
## ОКМД

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 многомашиными и многопроцессорными. Например, отечественный проект машины динамической архитектуры (МДА) - ЕС-2704, ЕС-2727 позволял одновременно использовать сотни процессоров

