
Архитектура ЭВМ

Содержание

1. Понятие архитектуры ЭВМ
2. Классическая архитектура ЭВМ. Принципы фон Неймана
3. Схема ПК

Понятие и основные виды архитектуры ЭВМ

- *Архитектура компьютера* — логическая организация и структура аппаратных ресурсов вычислительной системы и программного обеспечения.
 - Открытая
 - Закрытая
-

Понятие и основные виды архитектуры ЭВМ

- **Открытая архитектура** — архитектура компьютера, периферийного устройства или же программного обеспечения, на которую опубликованы спецификации, что позволяет другим производителям разрабатывать дополнительные устройства к системам с такой архитектурой.
-

- ***Стандарты*** – определенные правила, которых придерживаются производители для обеспечения совместимости своих продуктов с продуктами других производителей.

В области компьютерных технологий стандарты определяют физические и функциональные характеристики:

- оборудования ПК;
- сетевого и коммуникационного оборудования;
- операционных систем;
- программного обеспечения.

Понятие и основные виды архитектуры ЭВМ

- ***Закрытая архитектура*** - это архитектура, спецификации которой не опубликованы, либо в них не предусмотрено подключение устройств и дополнительных плат.
-

Виды стандартов

- ❑ Стандарты отдельных фирм
 - ❑ Стандарты специальных комитетов и объединений, создаваемых несколькими фирмами
 - ❑ Национальные стандарты
 - ❑ Международные стандарты
-

Понятие и основные виды архитектуры ЭВМ

1946 г. «Предварительное рассмотрение логической конструкции электронно-вычислительного устройства»:

1. обосновывается использование двоичной системы для представления чисел.
 2. принцип «хранимой программы».
- **Архитектура Фон-Неймана** - подразумевает физическое отделение процессорного модуля от устройств хранения программ и данных.



Джон Фон-Нейман

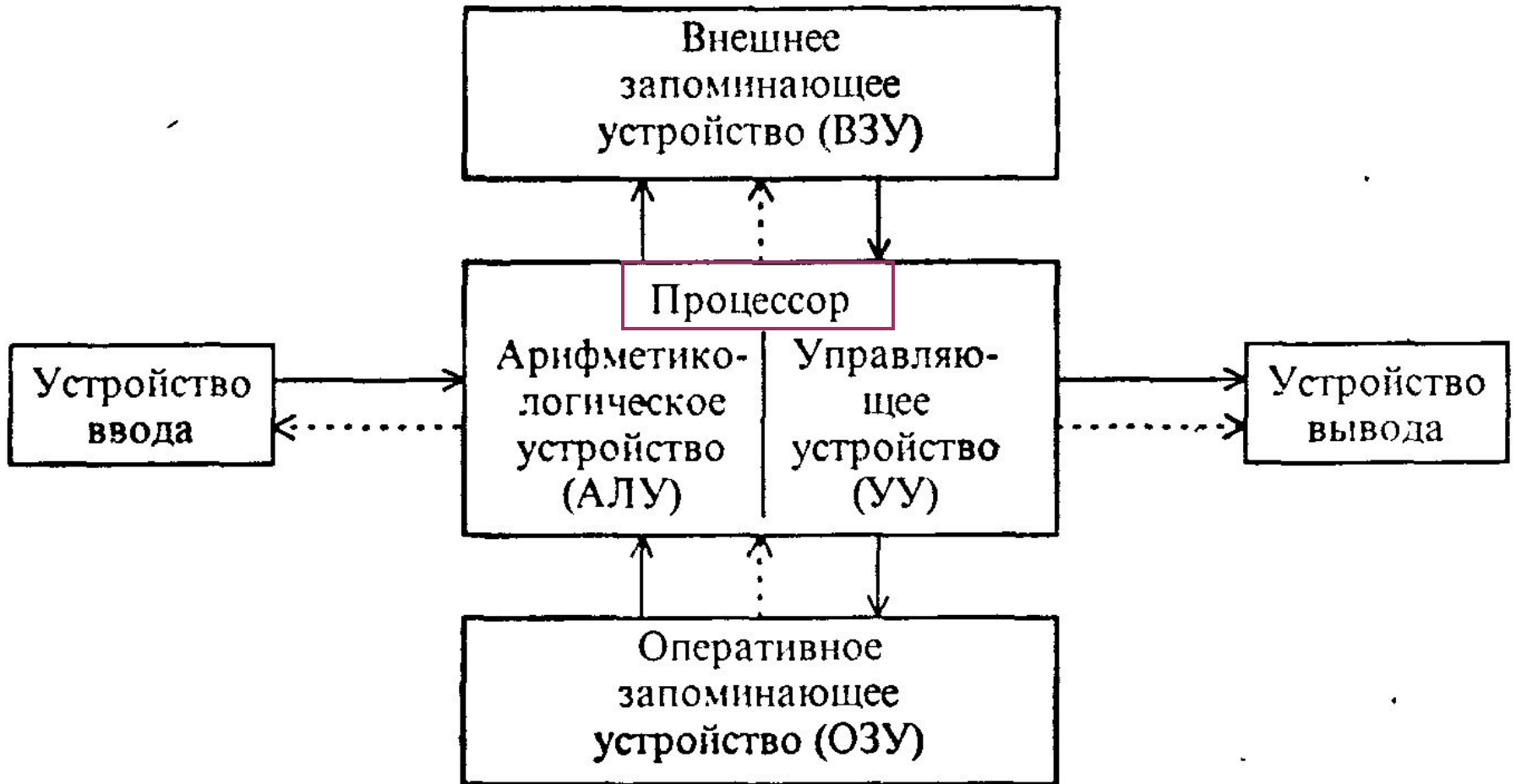
Понятие и основные виды архитектуры ЭВМ

Принципы Фон-Неймана

- Принцип использования двоичной системы счисления для представления данных и команд.
- Принцип однородности памяти.
 - Как программы (команды), так и данные хранятся в одной и той же памяти (и кодируются в одной и той же системе счисления — чаще всего двоичной). Над командами можно выполнять такие же действия, как и над данными.
- Принцип адресуемости памяти.
 - Структурно основная память состоит из пронумерованных ячеек; процессору в произвольный момент времени доступна любая ячейка.
- Принцип программного управления.
 - Программа состоит из набора команд, которые выполняются процессором друг за другом в определенной последовательности.
- Принцип последовательного программного управления
 - Все команды располагаются в памяти и выполняются последовательно, одна после завершения другой.

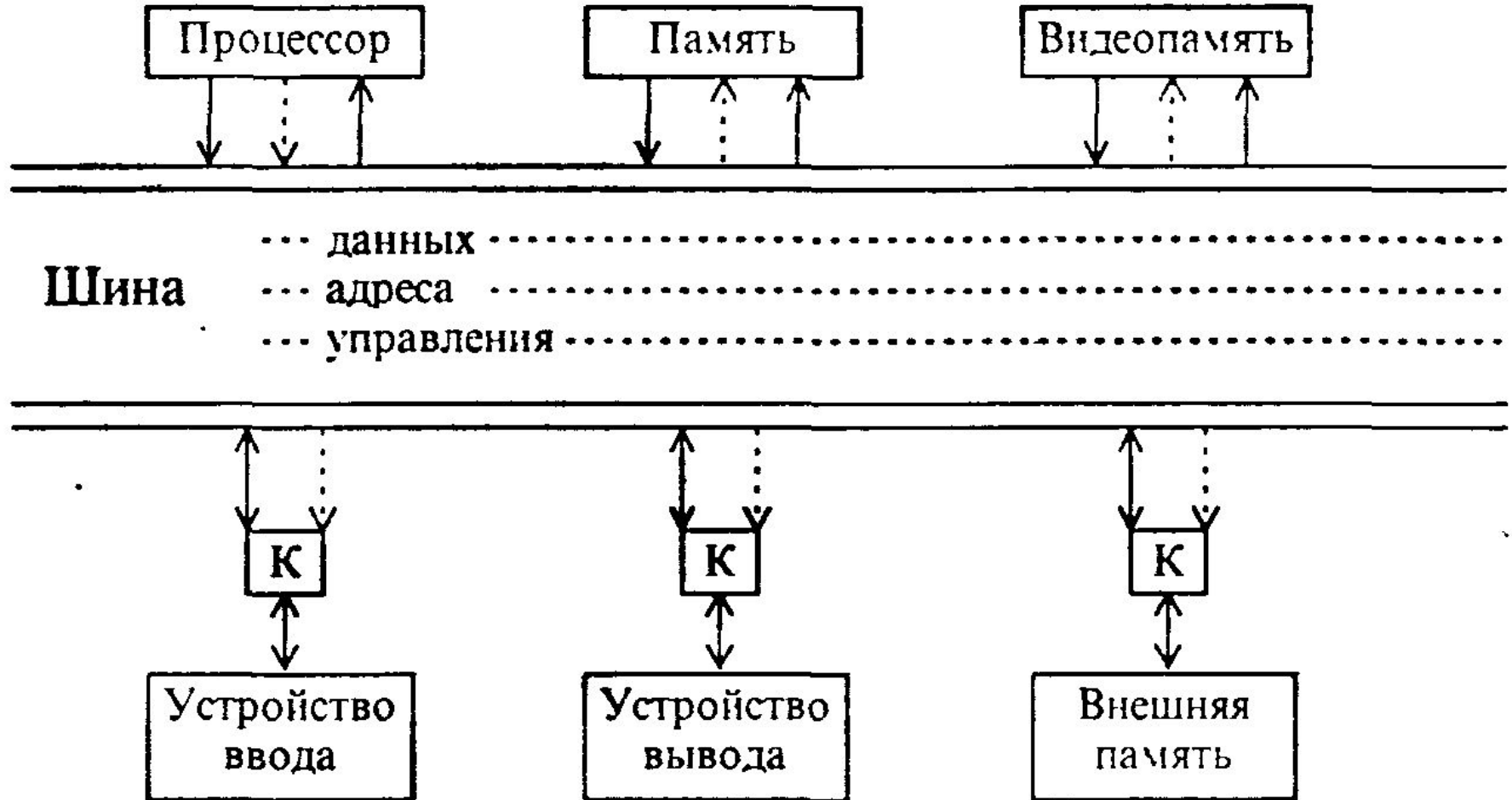
Компьютеры, построенные на этих принципах, относят к типу фоннеймановских.

Архитектура Фон-Неймана



Существенное противоречие между высокой скоростью обработки информации внутри машины и медленной работой устройств ввода-вывода.

Контроллер - специализированный процессор, управляющий работой «вверенного ему» внешнего устройства по специальным встроенным программам обмена.

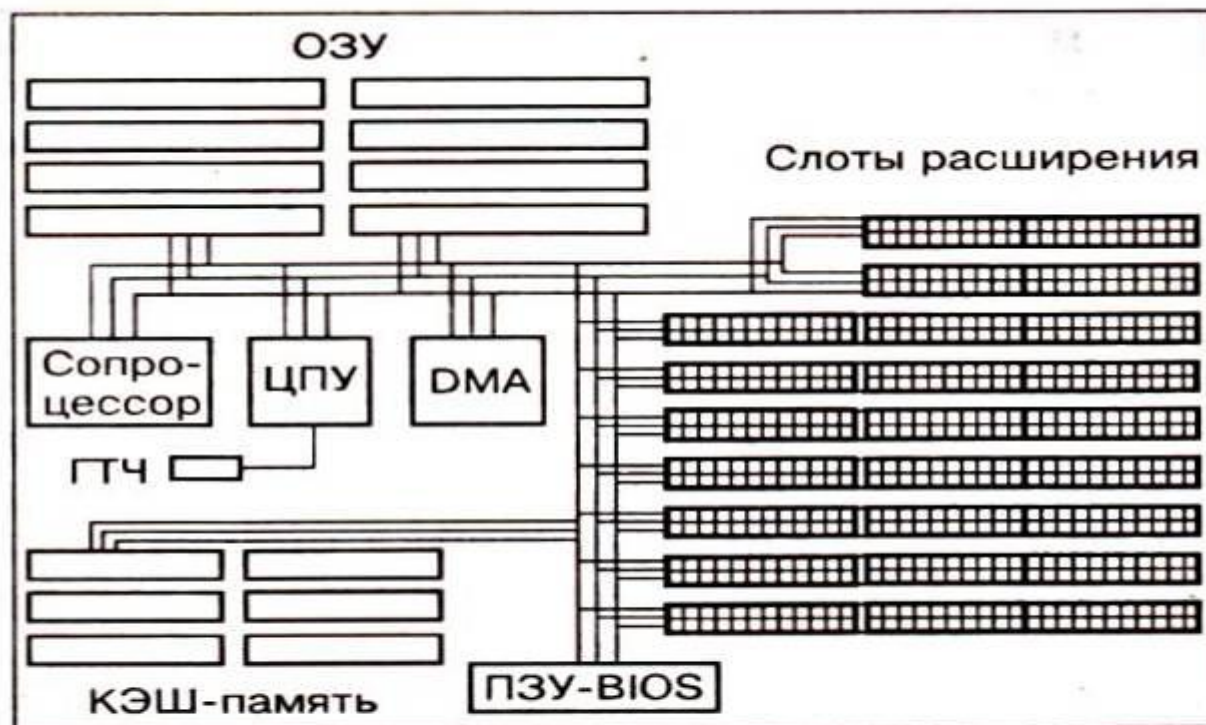


Шина, связывающая только два устройства, называется *портом*.

Системная шина

Назначение:

Это главная магистраль, по которой происходит обмен информацией между процессором и памятью и их связь с периферийными устройствами.



Схематичное представление системной шины на материнской плате.

Обозначения: ЦПУ — центральный процессор; ГТЧ — генератор тактовой частоты; DMA — устройство прямого доступа к памяти

Основные пользовательские характеристики:

- ☺ **Разрядность** – количество бит информации, параллельно «проходящих» через неё;
 - ☺ **Пропускная способность** – количество бит информации, передаваемых по шине за секунду.
-

Разрядности шины данных, шины адреса, шины управления, как правило не совпадают.

Пример:

Компьютеры с процессором 80286 имеют 16-разрядную шину данных, компьютеры семейства Pentium – 64 разрядную шину данных.

Шина данных

- По этой шине данные передаются между различными устройствами в любом направлении.
 - Разрядность шины данных определяется разрядностью процессора, т.е. количеством двоичных разрядов, которые могут обрабатываться и передаваться процессором одновременно.
 - Разрядность процессоров постоянно увеличивается по мере развития компьютерной техники.
-

Шина адреса

- Выбор устройства или ячейки памяти, куда пересылаются или откуда считываются данные по шине данных, производит процессор.
- Каждое устройство или ячейка оперативной памяти имеет свой адрес.
- Адрес передается по адресной шине, причем сигналы по ней передаются в одном направлении – от процессора к оперативной памяти и устройствам (однонаправленная шина).

Разрядность адресной шины определяет доступное адресное пространство, т.е. количество однобайтовых ячеек оперативной памяти, которые могут иметь уникальные адреса.

Если разрядность адресной шины равна n , то максимальный адрес, который может быть по ней передан – 2^n .

Очевидно, количество байтов оперативной памяти не должно превышать 2^n , иначе байты с большими адресами не будут использоваться.

Пример:

Компьютеры с процессором 80286 имеют 24-разрядную адресную шину и могут адресовать память объемом

$$2^{24} = 16\,777\,216 \text{ байт} = 16 \text{ Мб.}$$

Компьютеры семейства Pentium – 32 разрядную адресную шину и могут адресовать память объемом 4 Гб.

Шина управления

- По шине управления передаются сигналы, определяющие характер обмена информацией по магистрали.
 - Сигналы управления показывают, какую операцию – считывание или запись информации из памяти – нужно производить, синхронизируют обмен информацией между устройствами и т.д
-

Для определения пропускной способности шины необходимо умножить разрядность шины на тактовую частоту, которая, как и для процессора, определяется генератором тактовой частоты.

Пример:

Для 16-разрядной шины при тактовой частоте 8,33 МГц пропускная способность равна:

$16 \text{ бит} \times 8,33 \text{ МГц} = 16,66 \text{ Мбайт/с.}$

Современные тенденции развития архитектуры ЭВМ

- Расширяется и совершенствуется набор внешних устройств
 - Компьютеры перестают быть однопроцессорными
-

Внутренняя архитектура ЭВМ



Схема архитектуры ПК, основанной на магистрально-модульном принципе

Обозначения: НГМД — накопитель на гибких магнитных дисках (дисковод флоппи-диска); Винчестер (НЖМД) — накопитель на жестких магнитных дисках

Для того чтобы устройства работали в комплексе, нужны специальные программы управления устройством (для каждого устройства – своя). Такие программы называются *драйверами*.



Понятие и основные виды архитектуры ЭВМ

- *Гарвардская архитектура* – подразумевает физическое разделение хранения и одновременную передачу для обработки данных и команд.
- *Модифицированная гарвардская архитектура* - идея использовать общую шину данных и шину адреса для всех внешних устройств, а внутри процессора использовать шину данных, шину команд и две шины адреса ⇒ *современные сигнальные процессоры.*

Понятие и основные виды архитектуры ЭВМ

Однокристальные ЭВМ

(микроконтроллеры). В них одна шина адреса и данных применяется и внутри кристалла.

В этих микросхемах более важным параметром является не быстродействие, а **надежность** работы устройства.

Надежность достигается невозможностью случайного стирания программы в процессе ее выполнения

Понятие и основные виды архитектуры ЭВМ

- *Гибридные модификации архитектур* – сочетают преимущества гарвардской архитектуры и архитектуры Фон-Неймана.

Например: современные варианты процессоров **ARM** обладают отдельной кэш-памятью для инструкций и данных, что позволяет им за один такт получать одновременно как команду, так и данные для её выполнения, то есть процессорное ядро, формально, является гарвардским, но с программной точки зрения выглядит как фон-Неймановское, что упрощает написание программ.

Внешняя архитектура ЭВМ

Базовый комплект
персонального компьютера



Понятие архитектуры ЭВМ

- Под архитектурой ЭВМ понимают описание устройства и работы компьютера, достаточное для пользователя и программиста.
 - Понятие архитектуры не включает в себя технические детали организации ЭВМ, электронные схемы и т.д.
 - Понятие архитектуры отражает движение информации в компьютере.
-

Понятие архитектуры ЭВМ

- Толковый словарь по вычислительным системам предлагает следующее определение термина:
 - «Архитектура ЭВМ используется для описания принципа действия, конфигурации и взаимного соединения основных логических узлов ЭВМ».
-

Понятие архитектуры ЭВМ

- Учебник А.В.Могилева дает следующее определение:
 - «Архитектура — это наиболее общие принципы построения ЭВМ, реализующие программное управление работой и взаимодействием основных ее функциональных узлов».
-

Классическая архитектура ЭВМ.

Принципы фон Неймана

- Американский математик Джон фон Нейман в 1946 г. в классической статье «Предварительное рассмотрение логической конструкции электронно-вычислительного устройства» совместно с Г.Голдстайном и А.Берксом предложил идею принципиально новой ЭВМ. Выдвинутые идеи актуальны и сегодня.
-

Принципы фон Неймана

1. Программное управление работой ЭВМ.

Программа состоит из команд.

- Все команды образуют систему команд машины.
 - Команды программы последовательно считываются из памяти и выполняются.
 - Адрес очередной команды хранится в счетчике команд.
-

Принципы фон Неймана

2. Принцип хранимой программы.

- Команды представляются в числовой форме и хранятся в той же памяти, что и данные.
-

Принципы фон Неймана

3. Принцип условного перехода.

- Можно нарушить естественную последовательность команд в программе.
 - Используется в командах безусловного и условного переходов
-

Принципы фон Неймана

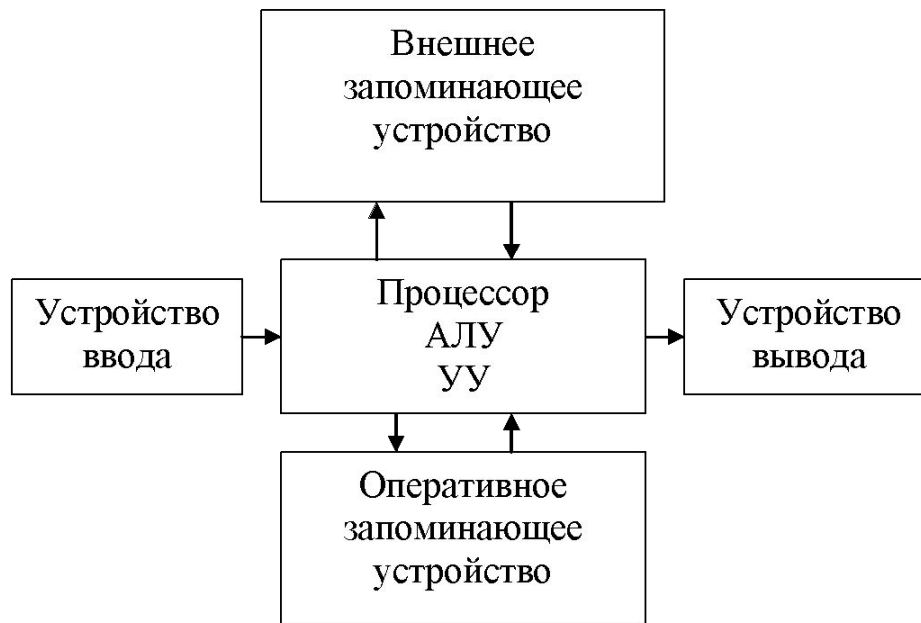
4. Использование двоичной системы счисления для представления информации в ЭВМ.

- Ее просто реализовать технически для выполнения арифметических и логических операций.
 - Ранее ЭВМ обрабатывали числа в десятичном виде.
-

Принципы фон Неймана

- Принцип иерархичности ЗУ.
 - 1 уровень — Быстродействующее ОЗУ — небольшой емкости для операндов и команд, участвующих в счете в данный момент,
 - 2 уровень — внешнее ЗУ большей емкости.
 - Иерархичность ЗУ в ЭВМ это компромисс между емкостью и быстрым доступом к данным.
-

Схема фон Неймана



Устройства

- Процессор. Программно-управляемое устройство, обрабатывает данные и управляет работой компьютера.
 - Состоит из устройства управления (УУ) и арифметико-логического устройства (АЛУ).
 - УУ управляет работой компьютера, взаимодействием компонентов друг с другом.
 - АЛУ исполняет арифметические и логические операции.
-

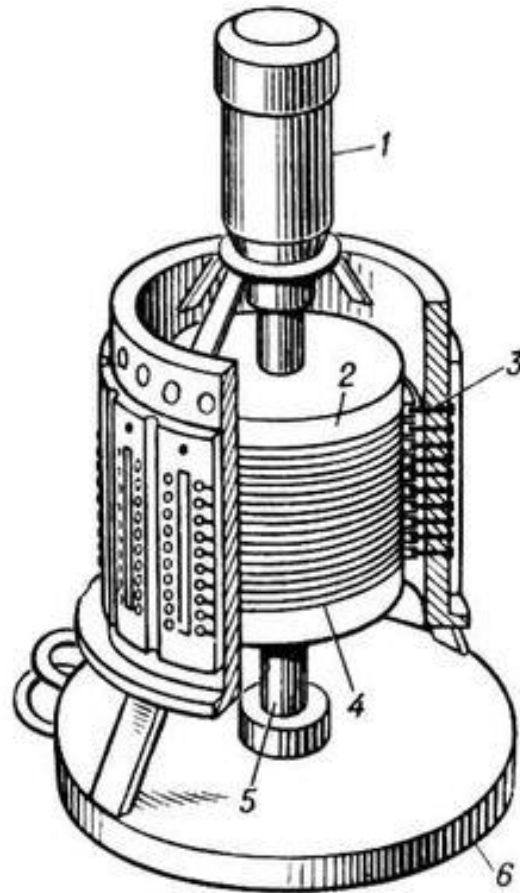
Устройства

- Оперативное запоминающее устройство.
- Хранит информацию, с которой компьютер работает в данное время: программу, исходные данные, промежуточные и конечные результаты счета.
- Эта память небольшого объема, энергозависима.

Устройства

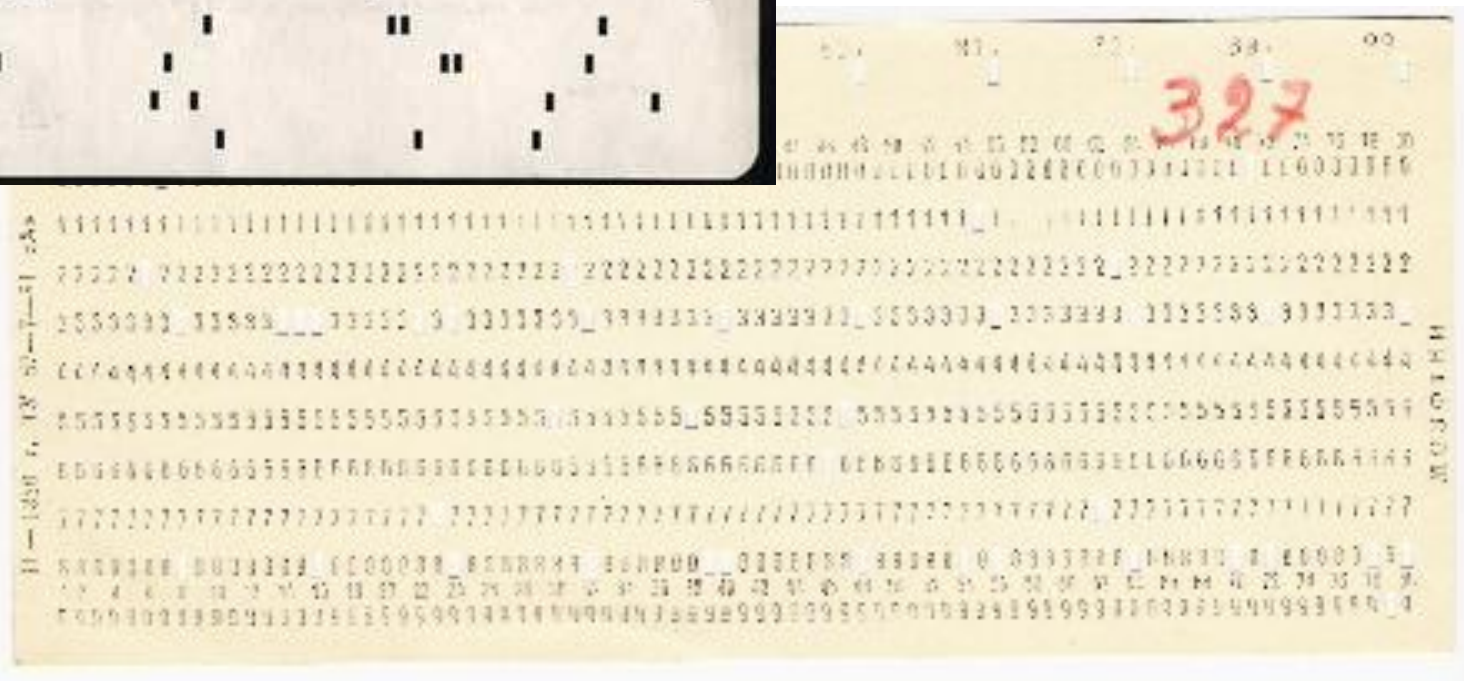
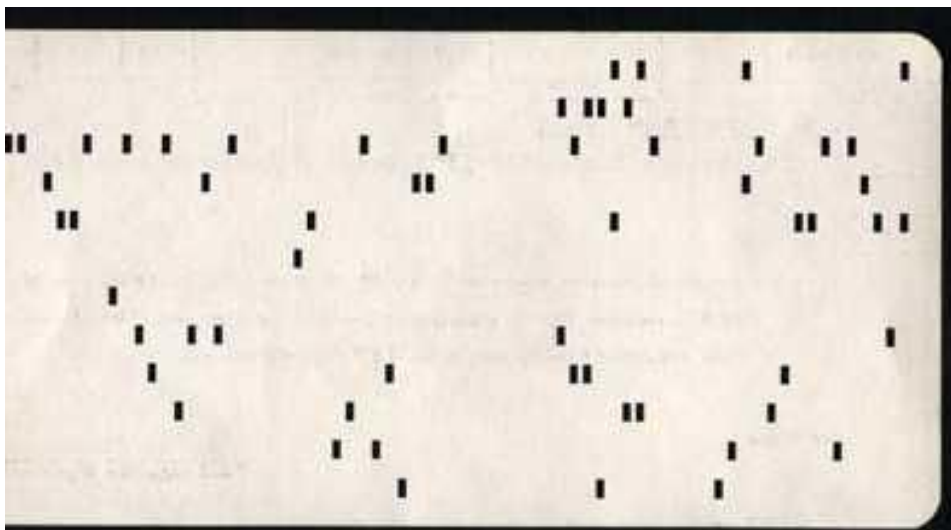
- Внешнее запоминающее устройство.
 - Это были магнитные устройства для долговременного хранения информации.
 - Большого объема, более медленные.
 - Магнитные барабаны, ленты, диски.
-

Магнитный барабан 1 электродвигатель 2 цилиндр барабан
3 магнитные головки 4 дорожки 5 ось магнитного барабана
6 станина корпус



-
- Устройства ввода информации.
 - Перфокарты,
 - перфоленты,
 - клавиатура.
-

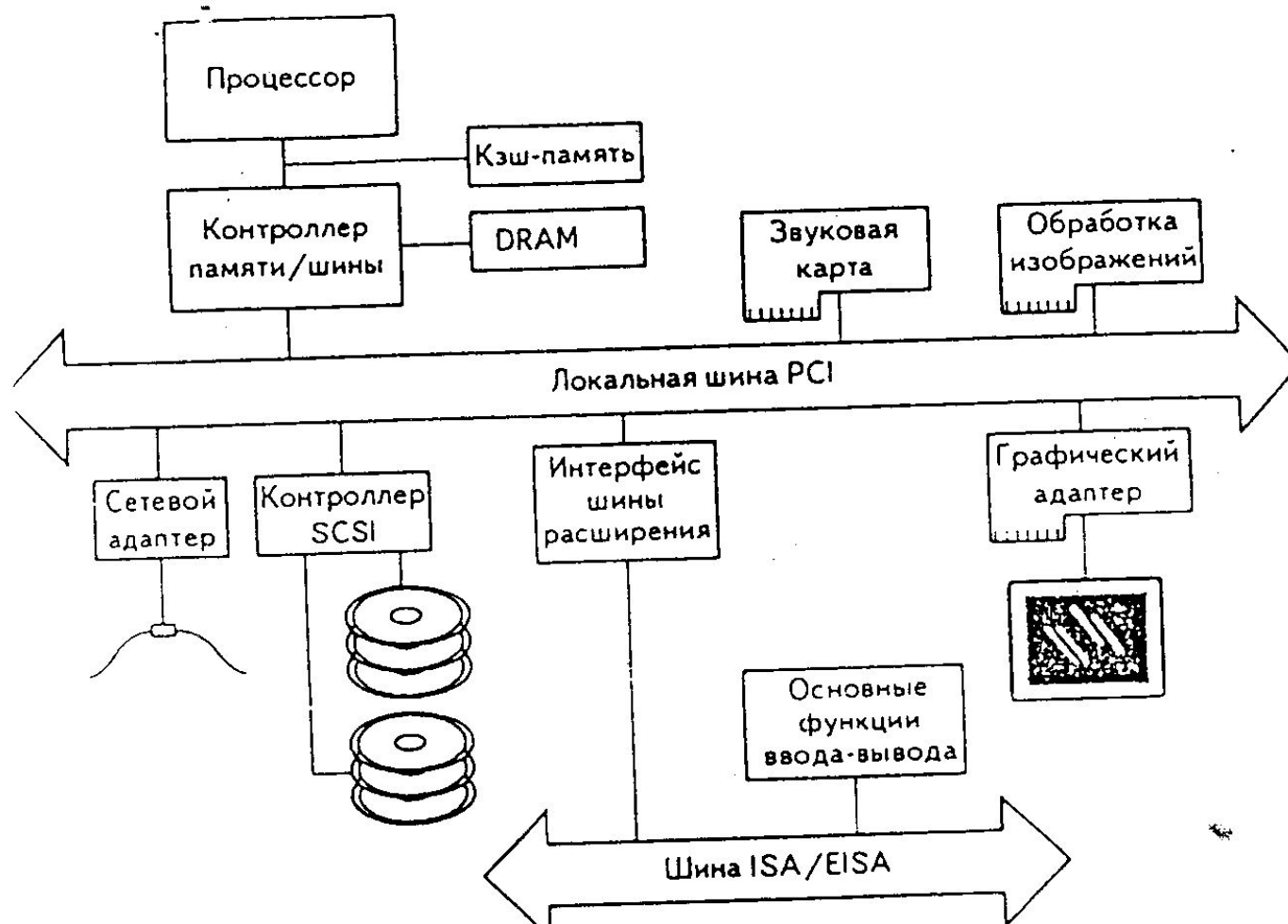
Перфокарты, перфоленга



3. Схема микрокомпьютера 4 поколения

- В архитектуре персональных машин реализован магистрально модульный принцип:
 - Все устройства выполнены в виде самостоятельно работающих модулей
 - Для связи всех устройств компьютера используют шину, магистраль, по которой передаются данные, адреса и управляющие сигналы.
-

Схема ПК 4 поколения



Архитектура персонального компьютера

- **Архитектура 2, 3, 4 разграничивают определённые уровни внутри программного обеспечения.**
- Если программы, реализующие прикладные задачи, написаны на языках программирования, не входящих в число тех, которые представлены в распоряжение пользователя, то можно говорить об архитектуре уровня, назначение которого, определение указанных языков. Трансляторы таких языков взаимодействуют с более низкими уровнями программного обеспечения, обозначенными на абстрактной модели архитектуры как 3 и 4.
- Из-за отсутствия лучшего термина о всех трех уровнях 2-4 ~~будем говорить как об архитектуре программного~~ обеспечения.

Архитектура персонального компьютера

- **Архитектура уровня 5**

- Уровни отражают границу между системным программным и аппаратным обеспечением (термин “аппаратное обеспечение” используется для обозначения как микропрограмм, так и электронных логических схем).
- Микропрограмма – это записанная в памяти программа, которая физически управляет передачей всех символов и данных в физических компонентах системы, таких, как шины, регистры, сумматоры или процессор.

Архитектура персонального компьютера

- **Архитектура уровня 6**
- Представляет собой интерфейс микропрограммы т.е. обеспечивает согласование потока данных и управляющих сигналов с форматом микрокоманд внутри каждого процессора. Архитектуру уровней 6 и 8 также часто называют архитектурой процессора или организацией процессора.

Архитектура персонального компьютера

- **Архитектура уровня 7**

- Уровень 7 определяет, какие функции реализуют центральные процессоры выполняющие программы, а какие процессоры ввода – вывода (т.е. каналы).
- Архитектура другого уровня определяет разграничение функций между процессорами ввода – вывода и контроллерами (устройствами управления) внешних устройств. В свою очередь можно разграничить функции, реализуемые контроллерами и самими устройствами ввода – вывода (терминалами, модемами, накопителями на магнитных дисках и магнитных лентах). Архитектура уровней 7, 9 и 10 может быть названа архитектурой физического ввода - вывода.

Архитектура персонального компьютера

- **Архитектура уровня 8**

- Уровень 8 (интерфейс между процессором и основной памятью) . Функции каждого процессора и контроллера внешнего устройства могут быть распределены между микропрограммами и логическими схемами.
- Последняя разновидность архитектуры, в явном виде не показанная может быть определена как мультипроцессорная архитектура. Такая архитектура предусматривает распределение функций между группой процессоров.

Архитектура ПК

Информационный обмен между устройствами компьютера



Виды процессоров

1. Центральный процессор
2. Графический процессор
3. Физический процессор
4. Цифровой сигнальный процессор
5. Сетевой процессор
6. Звуковой п



Центральный процессор



В современном компьютере может быть один или несколько *Центральных процессоров* и *Графический процессор*. *Центральный процессор (ЦП)* является наиболее распространённым термином. Зачастую под термином *процессор* подразумевается именно *Центральный процессор*. В англоязычной литературе для обозначения центрального процессора используются термины *CPU* или *Central Processing Unit*, что дословно можно перевести как основное вычислительное устройство. Вычислительная система, в которой работает несколько центральных процессоров и единое адресное пространство, называется многопроцессорной.

Графический процессор



В отношении *Графического процессора (ГП)* в англоязычной литературе используется термин *Graphics Proccesing Unit*(англ.: *GPU*). Графический процессор выполняет специфические функции по обработке графической информации. Он обычно монтируется на видеокарте или материнской плате. Как правило, в литературе центральный и графический процессоры обозначают сокращённо термином *процессор*, однако из контекста документа ясно о каком конкретном виде процессора идёт речь.

Физический процессор



Физический процессор (англ.: *Physics Processing Unit, PPU*) – специализированный процессор, предназначен для выполнения математических вычислений при моделировании различных физических процессов, таких как расчёт динамики тел, обнаружение столкновений и пр.



Цифровой сигнальный процессор



Цифровой сигнальный процессор (сигнальный микропроцессор, СМП; процессор цифровых сигналов, ПЦС) — специализированный микропроцессор, предназначенный для цифровой обработки сигналов (обычно в реальном масштабе времени). Данное понятие в англоязычной литературе обозначается термином *Digital signal processor (DSP)*



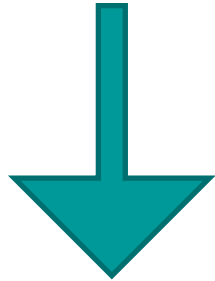
Сетевой процессор



Сетевой процессор (англ.: *network processor*) – это микропроцессор, размещаемый в сетевых устройствах, выполняющий специализированные операции, которые востребованы при передаче данных по сетям. Как правило, сетевой процессор размещается в сетевом устройстве: сетевых платах, маршрутизаторах, коммутаторах и пр.



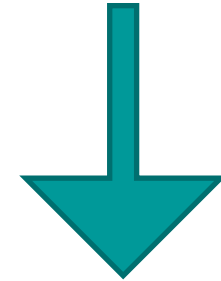
Память компьютера



ВНУТРЕННЯЯ

Внутренняя память – это электронное устройство, которое хранит информацию, пока питается энергией.

Внешняя память – это различные магнитные носители, для сохранения которых, не требуется постоянное электропитание.



ВНЕШНЯЯ





32 Gb

ОЗУ

(оперативное запоминающее устройство)

предназначена для хранения информации, к которой приходится часто обращаться, и обеспечивает режимы ее записи, считывания и хранения.

При выключении ПК оперативная память

Внутренняя память —

совокупность
специальных

электронных ячеек,
каждая из которых может
хранить конкретную
комбинацию из 8 битов,
имеющих два состояния:

0 — выключено,

1 - включено.

Принцип
организации
внутренней памяти

Но м е р а б а й т о	Биты							
	0	0	0	1	0	1	0	0
1	1	1	0	0	1	0	1	1
2	1	0	1	0	0	1	0	1
3	0	1	1	0	0	1	1	0

Данные и программы в памяти компьютера хранятся в виде двоичного кода.

Свойства внутренней памяти:

- **Дискретность:** компьютерная память состоит из битов.
- **Адресуемость:** занесение информации в память, а также извлечение ее из памяти, производится по адресам. Порядковый номер байта называется его адресом.





Магнитные
дорожки

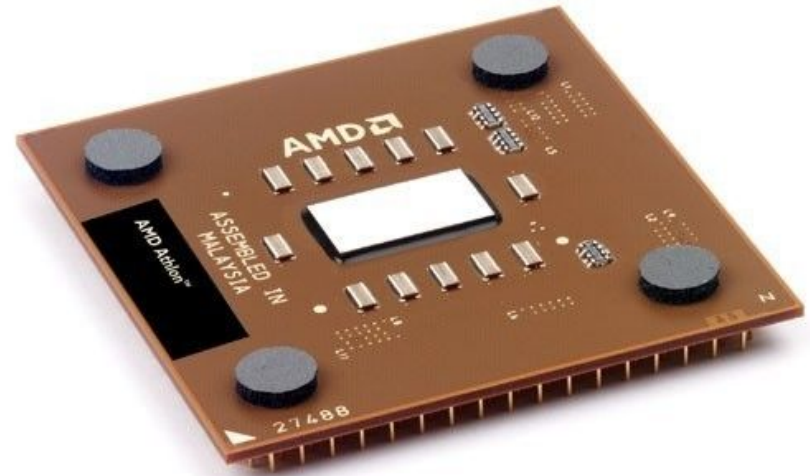


Магнитные
головки

Постоянная память (ПЗУ — постоянное запоминающее устройство (винчестер))

обычно содержит такую информацию, которая не должна меняться в ходе выполнения микропроцессором различных программ. Постоянная память энергонезависима.

Кеш – память – (cache memory)

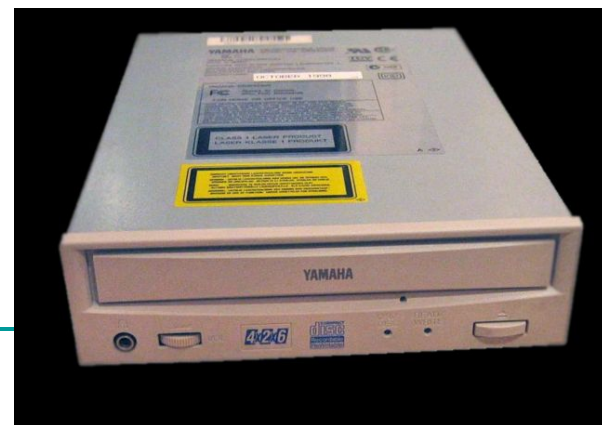


запоминающее устройство с малым временем доступа увеличивает скорость работы диска, но повышает риск потери данных в случае внезапного краха системы.

Оптические диски

С появлением программ занимающих десятки и сотни мегабайт гибкие и даже жесткие диски перестали удовлетворять нашим потребностям. Появились принципиально новые носители **лазерные диски** получившие название **CD-ROM** (Compact Disk – Read Only Memory (компакт диск – только для чтения). Информация на такие диски записывалась только один раз. Стереть или перезаписать её невозможно.

Позже были изобретены перезаписываемые лазерные диски – **CD-RW**. На них информацию можно



Оптические диски

Наибольшей информационной ёмкостью из сменных носителей обладают лазерные диски типа DVD. Объём информации, находящийся на DVD измеряется гигабайтами (4,7 Gb). Они бывают перезаписываемые DVD-RW и не перезаписываемые DVD-R (DVD+R).



Blu-ray Disc (BD) - формат оптических дисков последнего поколения. **Стандарт Blu-ray** - продукт совместной разработки группы компаний по производству бытовой электроники и компьютеров, которые вошли в Ассоциацию Blu-ray дисков. Он имеет информационную емкость на спой (25 гигабайт)



FLASH'ка!



Флеш-память (*flash memory*) — разновидность полупроводниковой технологии электрически перепрограммируемой памяти.

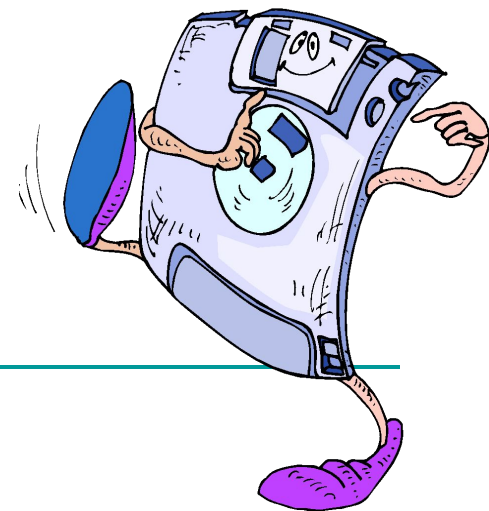
Благодаря компактности, дешевизне, механической прочности, большому объему, скорости работы и низкому энергопотреблению флеш-память широко используется в цифровых портативных устройствах и носителях информации!

Функции внешней памяти:

1. прием информации от других устройств,
2. запоминание информации,
3. передача информации по запросу в другие устройства.

Основные характеристики внешней памяти:

1. Объем
2. Время доступа
3. Скорость передачи информации



Управление памятью

- **Оперативная память** – важнейший ресурс вычислительной системы, требующий управления со стороны ОС. Причина – процессы и потоки хранятся и обрабатываются в оперативной памяти.
- Память распределяется между приложениями и модулями самой операционной системы.
- **Функции ОС по управлению оперативной памятью:**
 - Отслеживание наличия свободной и занятой памяти;
 - Контроль доступа к адресным пространствам процессов;
 - Вытеснение кодов и данных из оперативной памяти на диск, когда размеров памяти недостаточно для размещения всех процессов, и возвращение их обратно;
 - Настройка адресов программы на конкретную область физической памяти;
 - Защита выделенных областей памяти процессов от взаимного вмешательства.
- Часть ОС, которая отвечает за управление памятью, называется **менеджером памяти**.

Физическая организация памяти

- Запоминающие устройства компьютера разделяют, как минимум, на два уровня: *основную* (главную, *оперативную*, *физическую*) и вторичную (внешнюю) память.
- *Основная память* представляет собой упорядоченный массив однобайтовых ячеек, каждая из которых имеет свой уникальный адрес (номер). Процессор извлекает команду из *основной памяти*, декодирует и выполняет ее. Для выполнения команды могут потребоваться обращения еще к нескольким ячейкам *основной памяти*.
- Вторичную память (это главным образом диски) также можно рассматривать как одномерное линейное *адресное пространство*, состоящее из последовательности байтов. В отличие от *оперативной памяти*, она является энергонезависимой, имеет существенно большую емкость и используется в качестве расширения *основной памяти*.

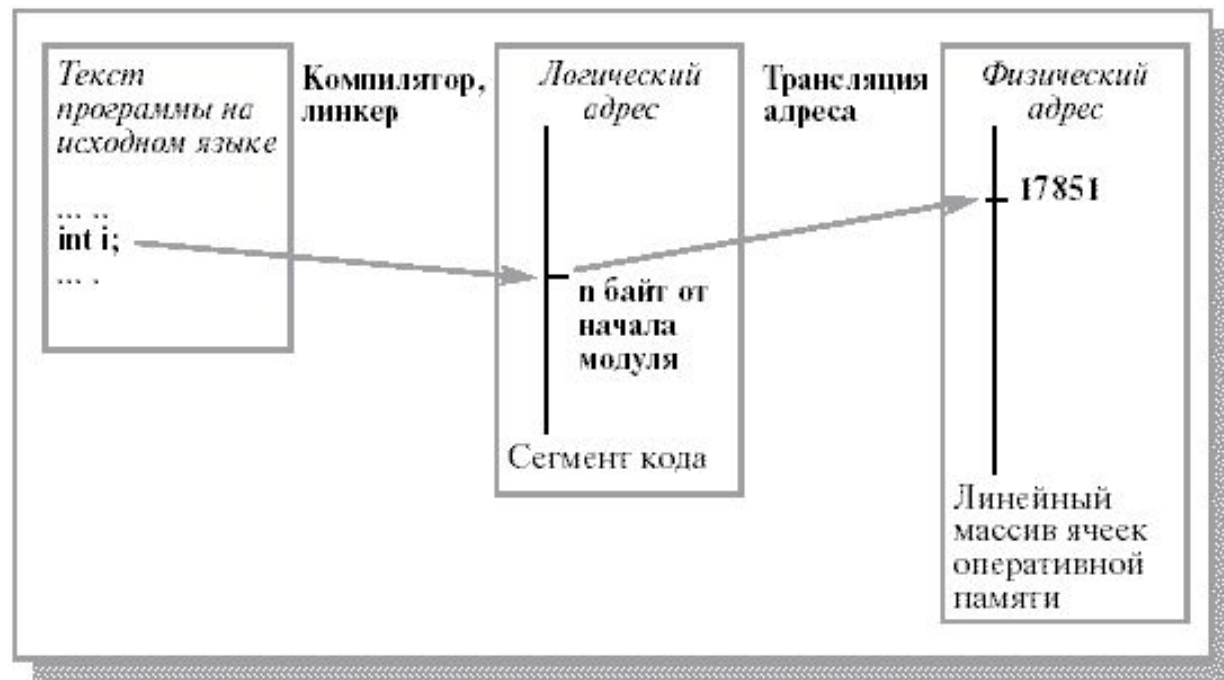
Иерархия памяти



Представление потоков в оперативной памяти

- Для идентификации переменных и команд программы используются разные типы адресов:
 - **Символьные** (имена переменных, функций и т.п.);
 - **Виртуальные** – условные числовые значения, вырабатываемые компиляторами;
 - **Физические** – адреса фактического размещения в оперативной памяти.

Связывание адресов



Виртуальное пространство

- Совокупность виртуальных адресов называется *виртуальным адресным пространством*. Диапазон возможных адресов виртуального пространства у всех процессов одинаков.
- Совпадение виртуальных адресов различных процессов не должно приводить к конфликтам и операционная система отображает виртуальные адреса различных процессов на разные физические адреса.
- Разные ОС по разному организуют виртуальное адресное пространство:
 - **Линейная организация** – пространство представляется непрерывной линейной последовательностью адресов (по другому плоская структура адресного пространства).
 - **Сегментная организация** – пространство разделяется на отдельные части. В этом случае, помимо линейного адреса, может быть использован виртуальный адрес (сегмент, смещение).

Виртуальное адресное пространство

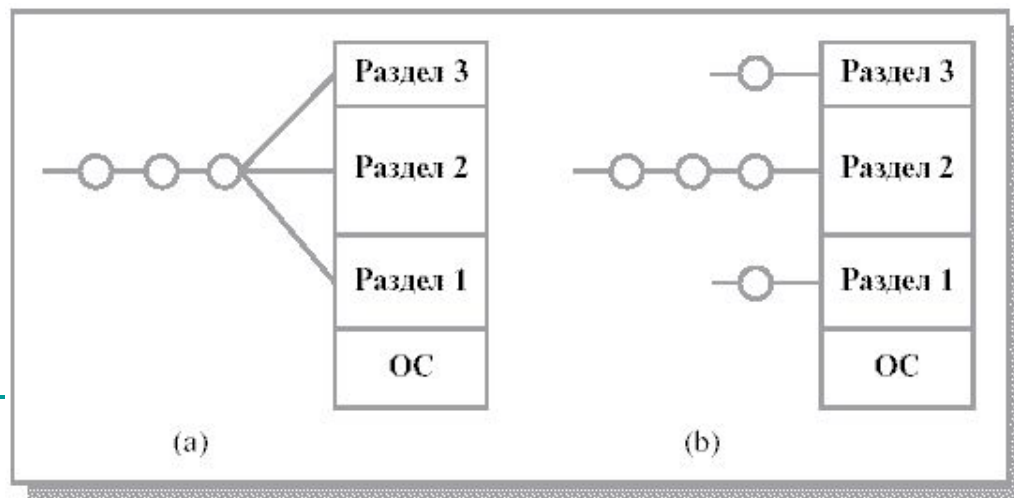
- В виртуальном адресном пространстве выделяют две непрерывные части:
 - Системная – для размещения модулей общих для всей системы (размещаются коды и данные ядра ОС, другие служебные модули);
 - Пользовательская – для размещения кода и данных пользовательских программ.
- Системная область включает в себя область, подвергаемую страничному вытеснению, и область, на которую страничное вытеснение не распространяется. В последней располагаются системные процессы, требующие быстрой реакции или постоянного присутствия в памяти. Остальные сегменты подвергаются вытеснению, как и пользовательские приложения.

Алгоритмы распределения памяти



Схема с фиксированными разделами

- Схема основана на предварительном разбиении общего адресного пространства на несколько разделов фиксированной величины.
- Процессы помещаются в тот или иной раздел.
- Связывание физических и логических адресов процесса происходит на этапе его загрузки.

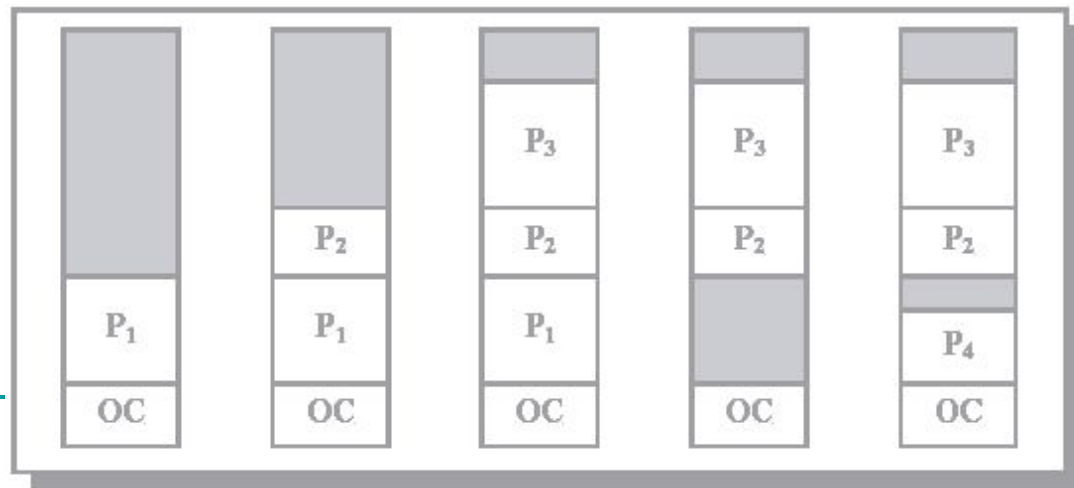


Динамическое распределение. Свопинг.

- В системах с разделением времени возможна ситуация, когда память не в состоянии содержать все пользовательские процессы.
- В таких случаях используется свопинг (swapping) – перемещению процессов из главной памяти на диск и обратно целиком. Частичная выгрузка процессов на диск осуществляется в системах со страничной организацией (paging).
- Выгруженный процесс может быть возвращен в то же самое *адресное пространство* или в другое. Это ограничение диктуется методом *связывания*. Для схемы *связывания* на этапе выполнения можно загрузить процесс в другое место памяти.

Схема с переменными разделами

- Типовой цикл работы менеджера памяти состоит в анализе запроса на выделение свободного участка (раздела), выборе его среди имеющихся в соответствии с одной из стратегий (первого подходящего, наиболее подходящего и наименее подходящего), загрузке процесса в выбранный раздел и последующих изменениях таблиц свободных и занятых областей.
- Аналогичная корректировка необходима и после завершения процесса. *Связывание адресов* может осуществляться на этапах загрузки и выполнения.



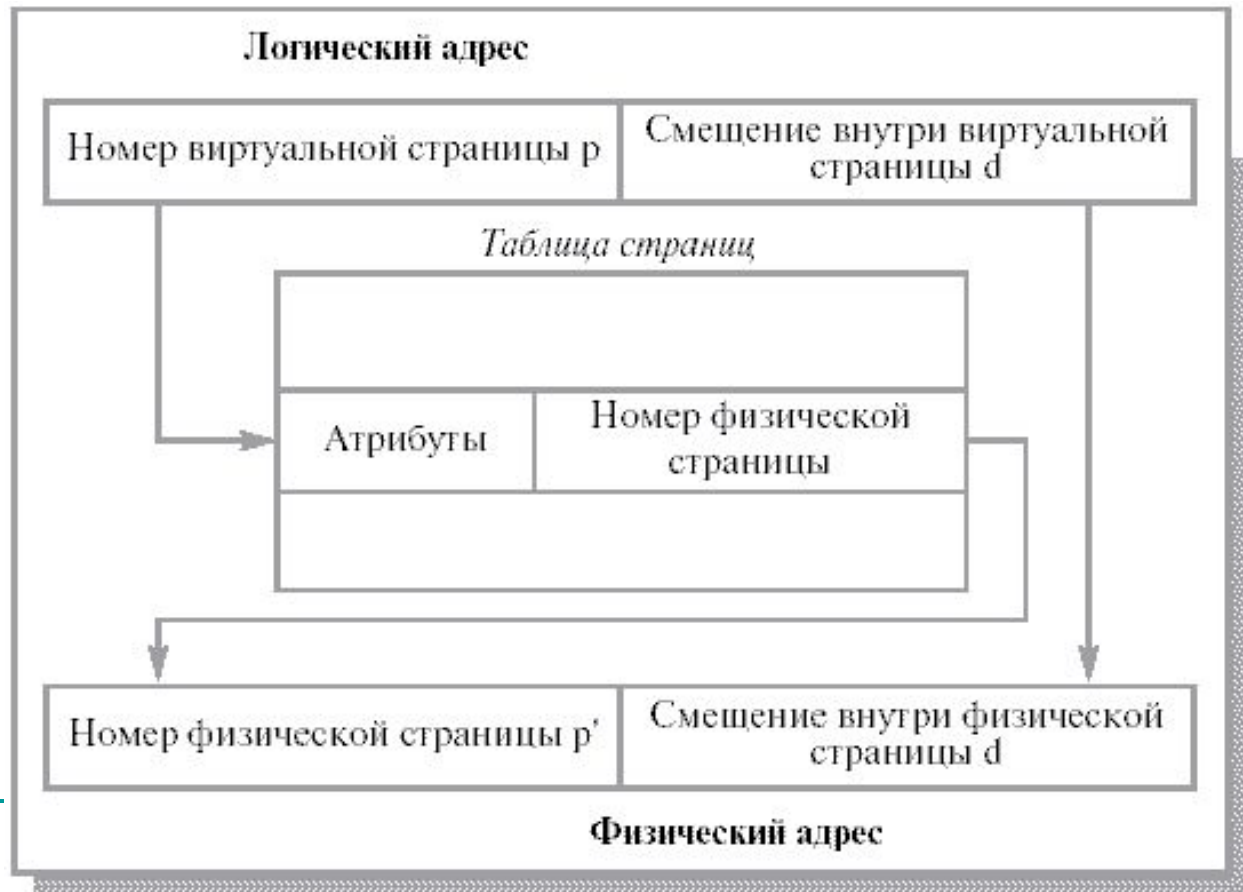
Страничная организация

- В случае страничной организации памяти (или paging) как логическое *адресное пространство*, так и физическое представляются состоящими из наборов блоков или *страниц* одинакового размера.
- При этом образуются логические *страницы* (page), а соответствующие единицы в *физической памяти* называют страничными кадрами (page frames). *Страницы* (и страничные кадры) имеют фиксированную длину, обычно являющуюся степенью числа 2, и не могут перекрываться.
- Каждый кадр содержит одну *страницу* данных. При такой организации *внешняя фрагментация* отсутствует, а потери из-за *внутренней фрагментации*, поскольку процесс занимает целое число *страниц*, ограничены частью последней *страницы* процесса.

Связь логического и физического адресов

- Логический адрес в страничной системе – упорядоченная пара (p, d) , где p – номер *страницы* в виртуальной памяти, а d – смещение в рамках *страницы* p , на которой размещается адресуемый элемент.
- Разбиение *адресного пространства* на *страницы* осуществляется вычислительной системой незаметно для программиста.
- Адрес является двумерным лишь с точки зрения операционной системы, а с точки зрения программиста *адресное пространство* процесса остается линейным.

Схема адресации при страничной организации



Сегментная и сегментно-страничная организация памяти

- *Сегменты*, в отличие от *страниц*, могут иметь переменный размер.
- Каждый *сегмент* – линейная последовательность адресов, начинающаяся с 0. Максимальный размер *сегмента* определяется разрядностью процессора (при 32-разрядной адресации это 2³² байт или 4 Гбайт).
- Размер *сегмента* может меняться динамически (например, *сегмент* стека). В элементе таблицы *сегментов* помимо физического адреса начала *сегмента* обычно содержится и длина *сегмента*.
- Логический адрес – упорядоченная пара $v=(s,d)$, номер *сегмента* и смещение внутри *сегмента*.

Виртуальная память

- Разработчикам программного обеспечения часто приходится решать проблему размещения в памяти больших программ, размер которых превышает объем доступной оперативной памяти.
 - Развитие архитектуры компьютеров и расширение возможностей операционной системы по управлению памятью позволило переложить решение этой задачи на компьютер. Одним из подходов стало появление *виртуальной памяти* (virtual memory).
-

Концепция работы с виртуальной памятью

- Информация, с которой работает активный процесс, должна располагаться в оперативной памяти.
- В схемах *виртуальной памяти* у процесса создается иллюзия того, что вся необходимая ему информация имеется в основной памяти.
 - во-первых, занимаемая процессом память разбивается на несколько частей, например страниц;
 - во-вторых, логический адрес (логическая страница), к которому обращается процесс, динамически транслируется в физический адрес (физическую страницу);
 - и наконец, в тех случаях, когда страница, к которой обращается процесс, не находится в физической памяти, нужно организовать ее подкачку с диска.
- Для контроля наличия страницы в памяти вводится специальный *бит присутствия*, входящий в состав атрибутов страницы в *таблице страниц*.

Кэширование данных

- Для ускорения доступа к данным используется принцип кэширования. В вычислительных системах существует иерархия запоминающих устройств:
 - нижний уровень занимает емкая, но относительно медленная дисковая память;
 - оперативная память;
 - верхний уровень – сверхоперативная память процессорного кэша.
 - Каждый уровень играет роль кэша по отношению к нижележащему.
-

Кэширование данных

- Каждая запись в кэш-памяти об элементе данных включает в себя:
 - Значение элемента данных;
 - Адрес, который этот элемент данных имеет в основной памяти;
 - Дополнительную информацию, которая используется для реализации алгоритма замещения данных в кэше и включает признак модификации и актуальности данных.
-

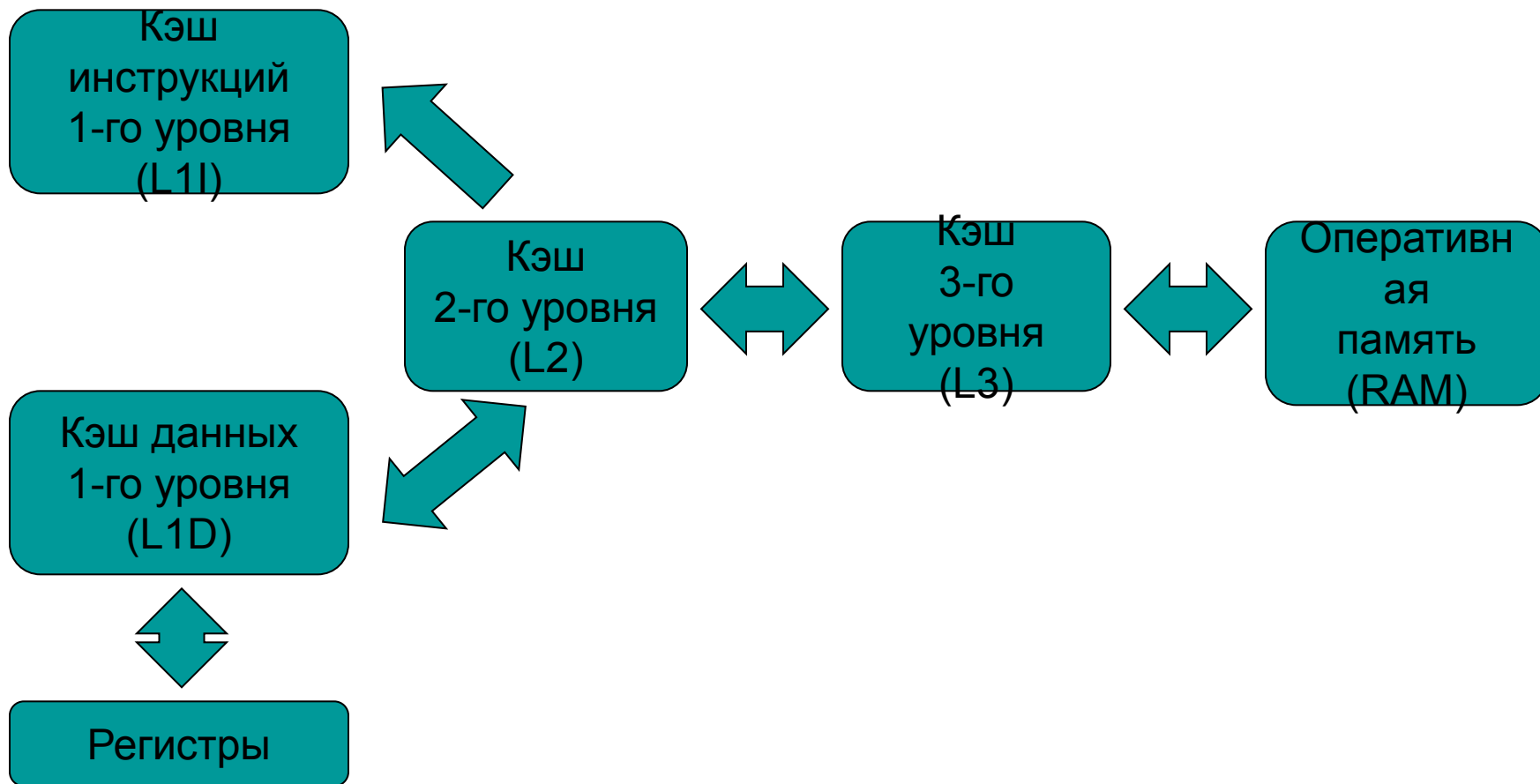
Организация кэш-памяти

Кэш-память это высокоскоростная память небольшого размера с прямым доступом. Она предназначена для временного хранения фрагментов кода и данных. Кэш-память охватывает все адресное пространство памяти, но в отличие от оперативной памяти, она не адресуема и невидима для программиста.

Схема построения кэш-памяти

- Кэш-память построена на принципе локальности ссылок во времени и в пространстве.
- Кэш-контроллер загружает копии программного кода и данных из ОП в кэш-память блоками, равными размеру строки за один цикл чтения. Процессор читает из кэш-памяти по словам.
- Кэш-контроллер перехватывает запросы процессора к основной памяти и проверяет, есть ли действительная копия информации в кэш-памяти.

Схема иерархического построения памяти



Алгоритмы отображения

- Прямой (**direct mapping**).
 - Ассоциативный (**full associative mapping**).
 - Множественно-ассоциативный (**set-associative mapping**).
-

Алгоритмы записи

- Сквозная запись (**Write Through (WT)**).
 - Сквозная запись с буферизацией (**Write Combining**).
 - Обратная запись (**Write Back (WB)**).
-

Алгоритмы замещения кэш-строк

- **Least Recently Used (LRU)**
 - **Most Recently Used (MRU)**
 - **Pseudo-Least Recently Used (PLRU)**
-

Каким должен быть размер линии кэш-памяти?

- Размер линии должен быть как минимум в ширину канала памяти
 - **Большой размер**
 - Более эффективное использование канала памяти при последовательном доступе
 - Позволяет уменьшать «ассоциативность» кэша и количество линий
 - **Маленький размер**
 - Более эффективное использование канала памяти при произвольном доступе
 - Заполнение можно делать за одну транзакцию к памяти
-

Какими должны быть основные параметры кэша?

- Размер кэша

- Большой, чтобы вместить рабочие данные
- Маленький, для быстрого доступа

- Степень ассоциативности кэша

- Большая, чтобы избегать пробуксовки
- Маленькая, для быстрого доступа

- Размер строки кэша

- Большой, чтобы использовать локальность
 - Большой, чтобы уменьшить теги
 - Маленький (доля полезных данных в кэше больше, если данные в памяти распределены произвольным образом)
-

Эффективное использование иерархии памяти

- **Объем обрабатываемых данных**
 - **Обход данных**
-