

**Тема урока: Системная память.  
Иерархическая организация  
многоуровневой памяти**

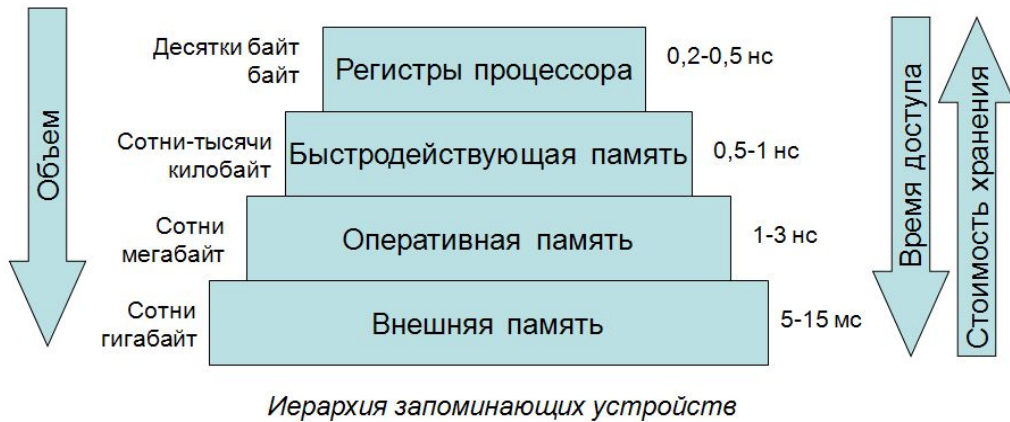
## Многоуровневая (иерархическая) организация памяти компьютера

Память компьютера строится из достаточно большой совокупности разнообразных запоминающих устройств, обладающих различным принципом действия, элементной базой и характеристиками.

Основными характеристиками запоминающих устройств являются:

- ❑ емкость (объем);
- ❑ быстродействие (время доступа);
- ❑ удельная стоимость (стоимость хранения единицы информации).

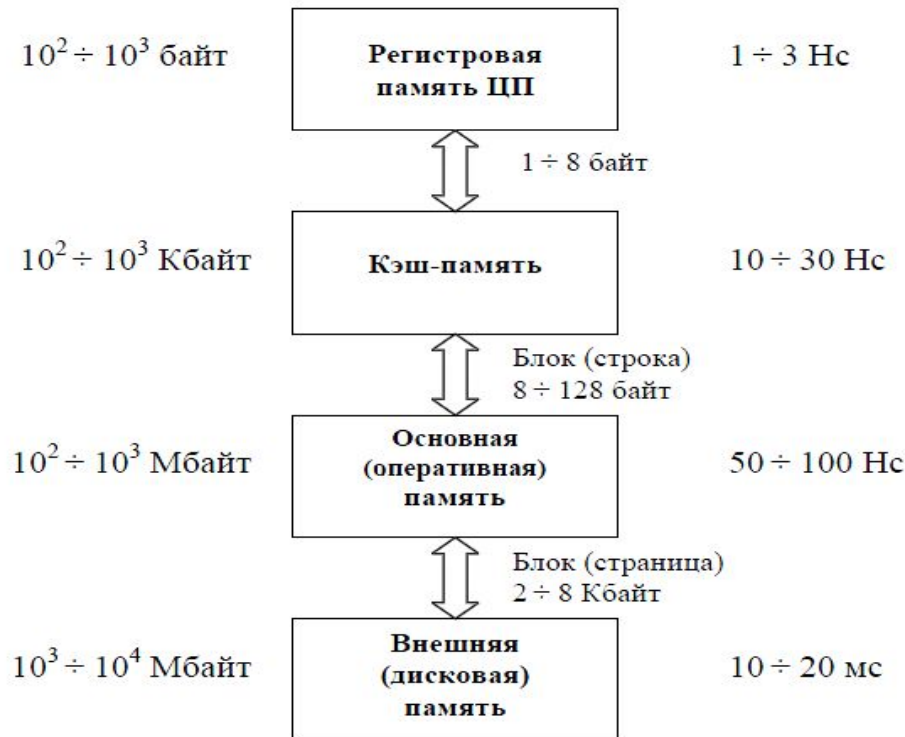
Для построения памяти компьютера используется иерархический принцип (разделение ЗУ на ряд уровней), что обусловлено противоречивостью требований со стороны пользователей к различным характеристикам памяти (больше объема, меньше время доступа и дешевле).



### Упрощенная схема иерархии памяти

V (емкость)

$\tau$  (время доступа)





**Обмен данными в многоуровневой памяти** осуществляется только между двумя соседними уровнями. В принципе, могут иметь место исключения из этого правила, например, в виде пересылок между ОП и регистрами ЦП, минуя кэш-память.

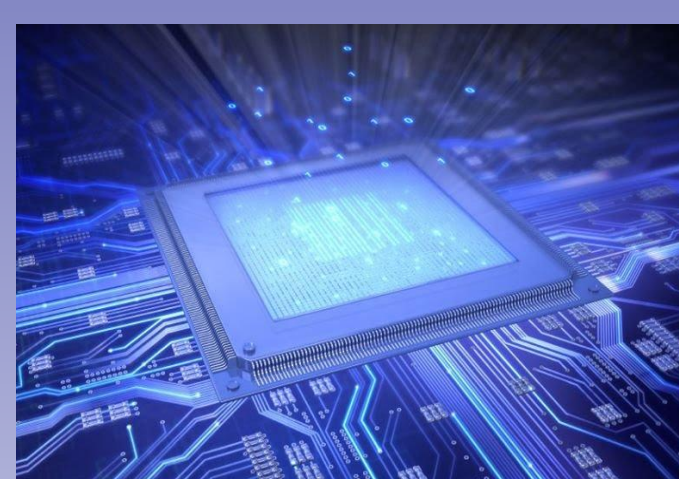
Изменение характеристик от уровня к уровню имеет следующие закономерности:

- **сверху вниз емкость памяти увеличивается;**
- **сверху вниз быстродействие и удельная стоимость уменьшаются.**

Для двух соседних уровней все необходимые для верхнего уровня данные обязательно размещаются на нижнем уровне. Передача данных между уровнями инициируется в том случае, если на верхнем уровне при обращении к нему необходимых данных не обнаружено.

В отношении кэш-памяти (в качестве примера) обнаружение требуемой информации называется *cache-hit (попадание)*, а отсутствие требуемой информации – *cache-miss (промах)*.

**Пересылка блоков** между тремя верхними уровнями реализуется чисто аппаратными средствами, в то время как пересылка между основной и внешней памятью реализуется совместно аппаратными и программными средствами.

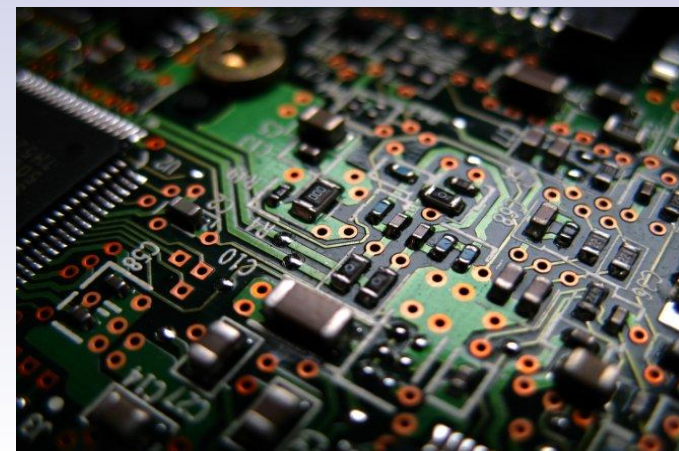


Эффективность использования модели иерархической памяти во многом, если не во всем, объясняется существованием так называемого **принципа локальности обращений** (локальности ссылок). Этот принцип рассматривается в двух аспектах: пространственном и временном в отношении как команд, так и данных.

**Пространственный аспект** принципа локальности в **отношении команд** означает, что вероятность выборки команды по следующему адресу по сравнению с адресом исполняемой команды намного больше, чем по любому другому адресу. Этот принцип проявляется на линейных участках программ. По статистике, средняя длина линейного участка составляет 5-8 машинных команд.

**Пространственный аспект** принципа локальности в **отношении данных** означает, что вероятность обращения к данным по следующему адресу по сравнению с предыдущим обращением намного больше вероятности обращения по любому другому адресу. Этот принцип наиболее ярко проявляется при обработке структур данных типа массив.

**Временной аспект** принципа локальности в отношении команд и данных состоит в большей вероятности повторных обращений по одним и тем же адресам за командами или данными в течение небольшого промежутка времени. В отношении команд этот принцип наиболее ярко проявляется в циклах, а в отношении данных – при повторной обработке одной и той же структуры (например, массива).

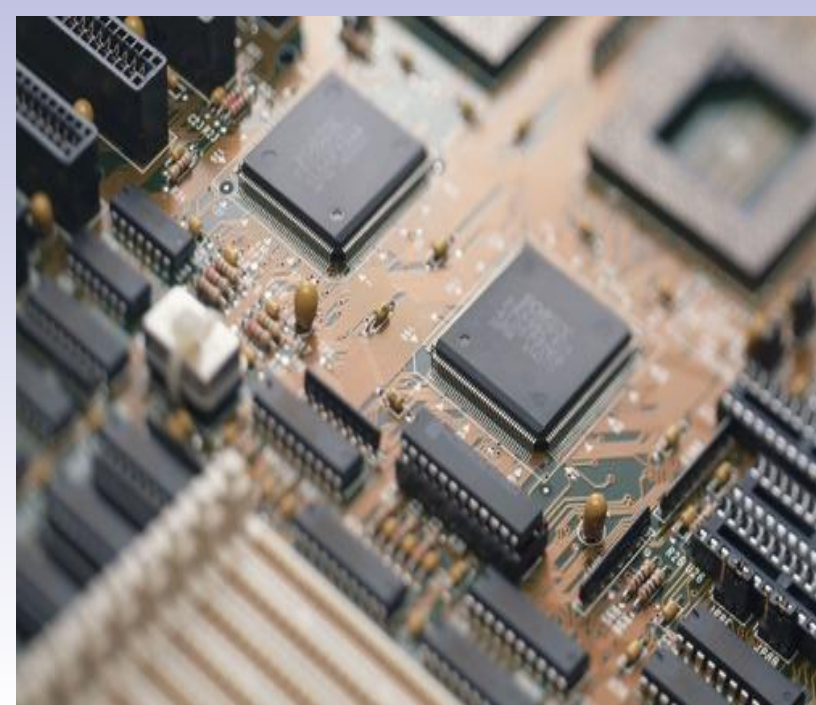
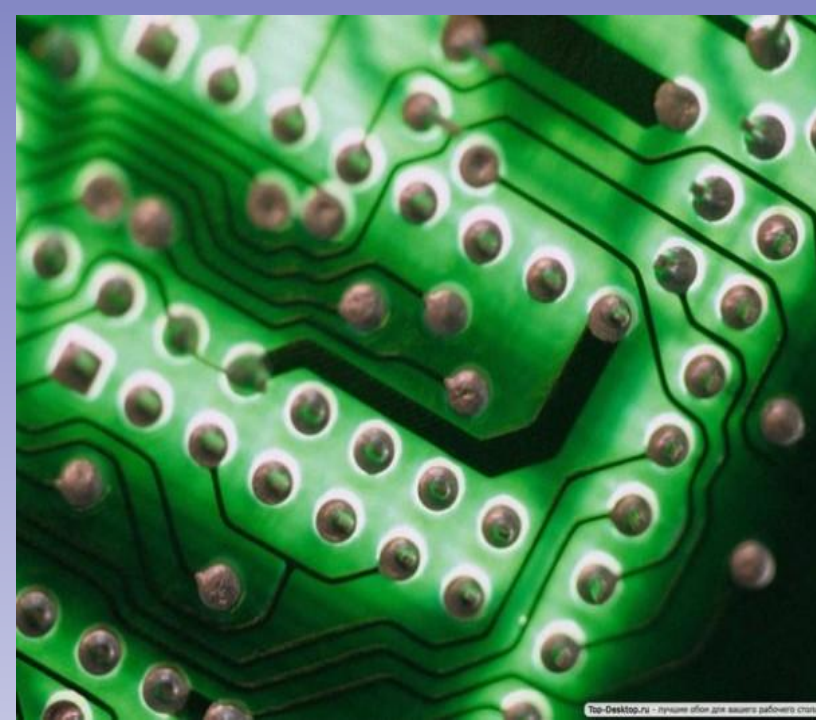


## Дополнение к упрощенной структуре иерархической памяти

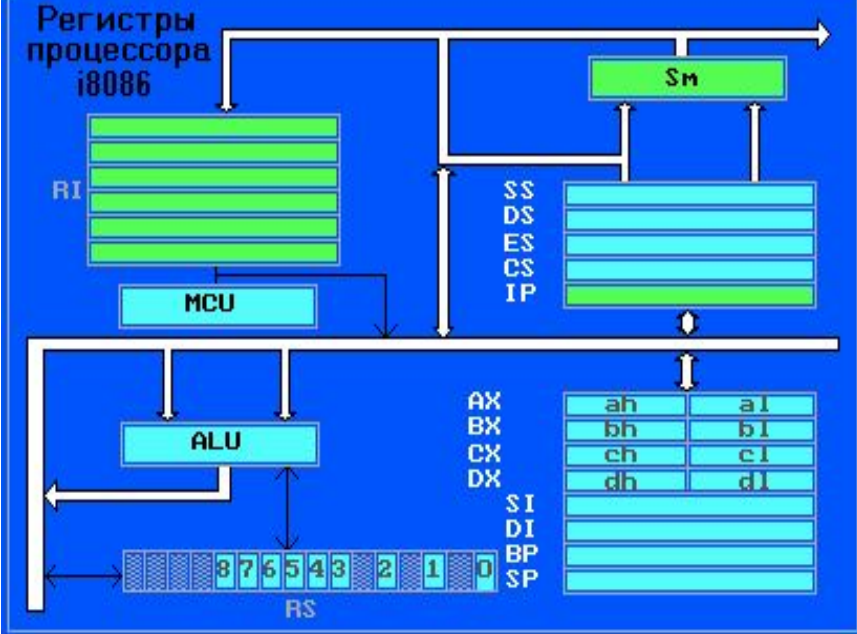
- ✓ Кэш-память, как правило, сама является многоуровневой (двух- или трехуровневой): L1, L2, L3.
- ✓ 2) Использование дискового кэша как промежуточного уровня между ОЗУ и ВЗУ.

### Возможные реализации:

- **программная**, путем выделения некоторого буфера в ОЗУ;
- **аппаратная**, в виде **flash-памяти**, включаемой в состав жёсткого диска или оптического привода (буферная память).

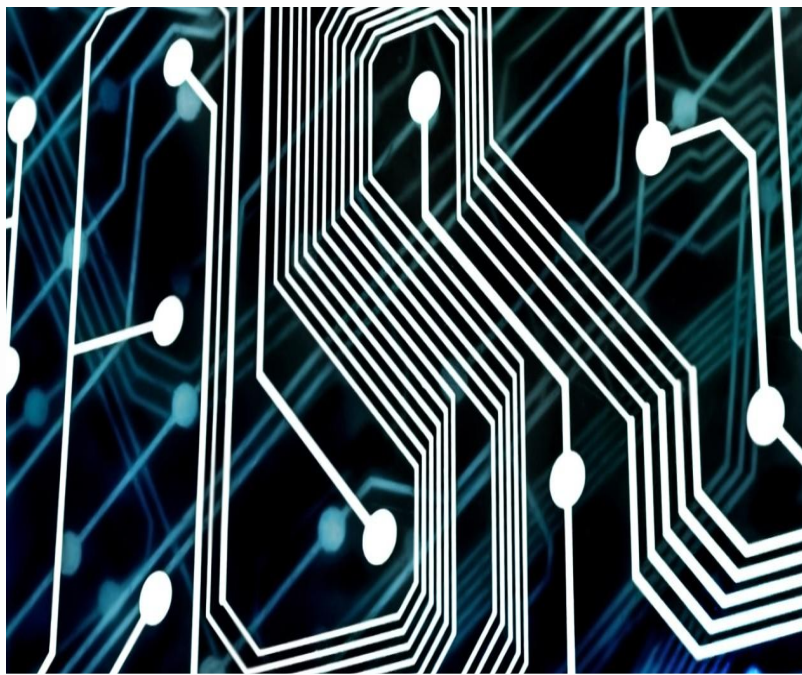


## Регистры процессора i8086



## Регистры процессора (1 уровень)

**Регистр процессора** — блок ячеек памяти, образующий сверхбыструю оперативную память (СОЗУ) внутри процессора; используется самим процессором и большей частью недоступен программисту: например, при выборке из памяти очередной команды она помещается в регистр команд), к которому программист обратиться не может.



## Кэш-память (2 уровень)

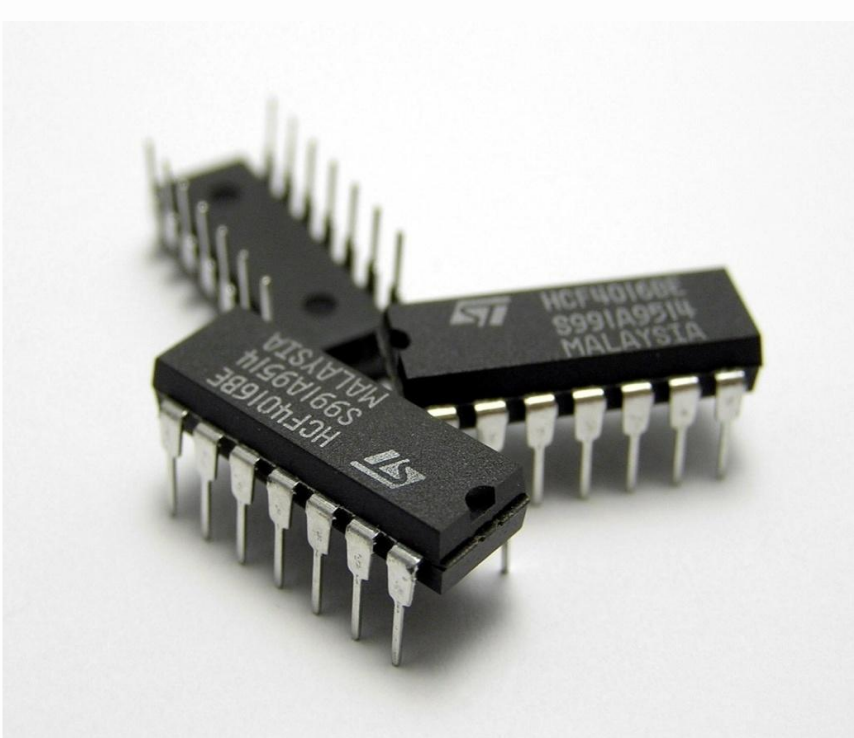
**Кэш микропроцессора** — кэш (сверхоперативная память), используемый микропроцессором компьютера для уменьшения среднего времени доступа к компьютерной памяти.

Является одним из верхних уровней иерархии памяти.

Кэш использует небольшую, очень быструю память (обычно типа SRAM), которая хранит копии часто используемых данных из основной памяти.

Если большая часть запросов в память будет обрабатываться кэшем, средняя задержка обращения к памяти будет приближаться к задержкам работы кэша.

**Кэширование** — это универсальный метод, пригодный для ускорения доступа к оперативной памяти, к диску и к другим видам запоминающих устройств.



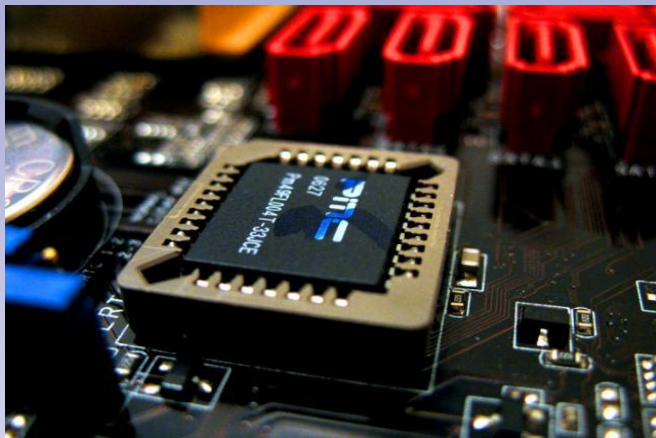
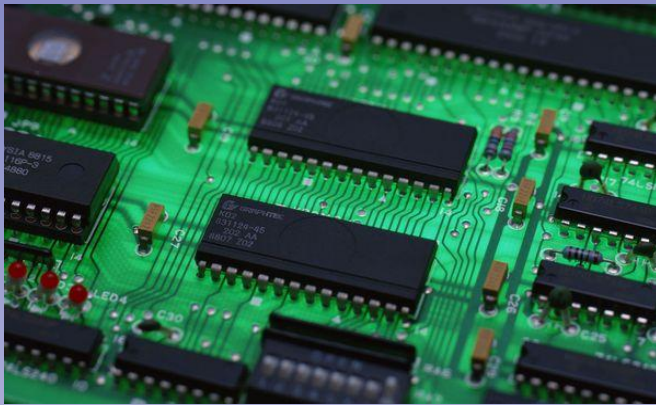
## Оперативная память (3 уровень)

**Оперативная память** – это основная память, на работу с которой ориентирован процессор, точнее программа, выполняемая процессором. Это адресная память.

**В большинстве ЭВМ оперативная память – энергозависимая.** Это означает, что при выключении питания информация в оперативной памяти не сохраняется.

Адресное пространство процессора определяется разрядностью ЭВМ по заданию адреса. Процессоры, использующие 32-х разрядные адреса, имеют адресное **пространство равное –  $2^{32}$  (4 Гб).**

Но это не значит, что адресное пространство оперативной памяти должно соответствовать адресному пространству процессора.





## Внешняя память (4 уровень)

**Внешняя память** - это память, предназначенная для длительного хранения программ и данных. Целостность содержимого внешней памяти не зависит от того, включен или выключен компьютер.

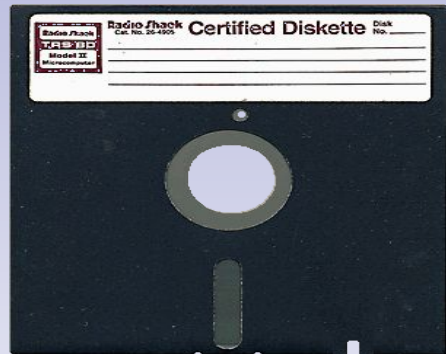
**Дисковод** (накопитель) - устройство записи/считывания информации. Накопители имеют собственное имя – буква латинского алфавита, за которой следует двоеточие. Для подключения к компьютеру одного или несколько дисководов и управления их работой нужен **дисковый контроллер**.

**Носитель информации** (носитель записи) – материальный объект, способный хранить информацию. Информация записывается на носитель посредством изменения физических, химических и механических свойств запоминающей среды.

По типу доступа к информации внешнюю память делят на два класса:

**Устройства прямого (произвольного) доступа** – время обращения к информации не зависит от места её расположения на носителе, либо зависит незначительно (*HDD, флоппи-диск, оптические диски CD, DVD, Blu-Ray, Flash-память*);

**Устройство последовательного доступа** – такая зависимость существует (*накопители на магнитной ленте*).



# Контрольные вопросы:

1. Что такое контроллер диска?
2. Что представляют собой регистры общего назначения (РОН)?
3. Что представляют собой специальные регистры?