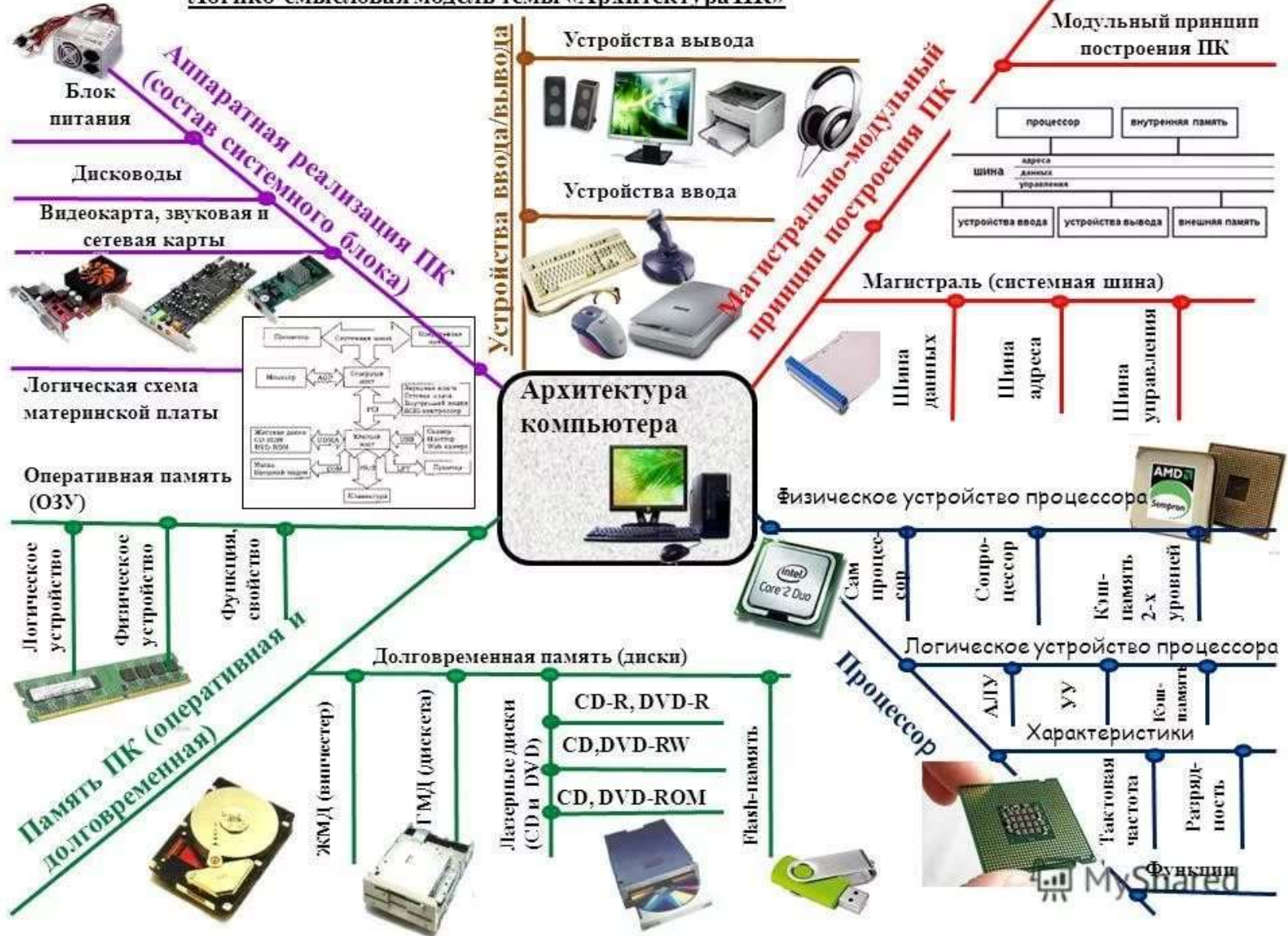


Запоминающие устройства ПК.

Вопросы:

1. Регистровая память. Кэш-память.
2. Основная память. Статическая и динамическая оперативная память.
3. Внешние ЗУ.

Логико-смысловая модель темы «Архитектура ПК»



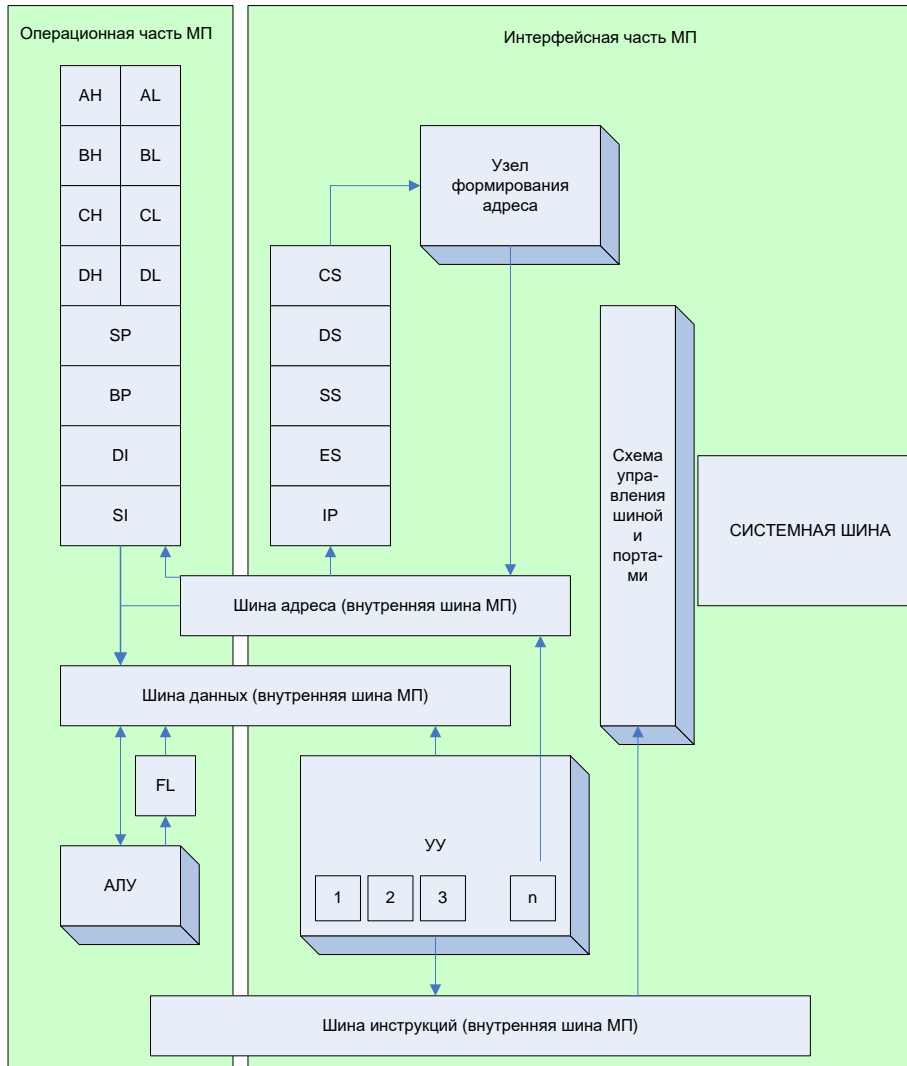
Организация памяти в ЭВМ



Уровни памяти / Иерархия ЗУ

УРОВЕНЬ	Время доступа	Объём	Удельная стоимость хранения
МПП - сверхоперативное ЗУ, регистры (доступ за 1 такт процессора).	~ 2-3 нс	Десятки байт	MAX
Кэш-память – буферное ЗУ (доступ 1-2, 3-5 тактов).	~ 5-8 нс	Десятки-сотни Кбайт	
Основная память (ОП) ОЗУ (до 20 тактов). ПЗУ – «постоянное ЗУ».	~ 5-20 нс ~ 35-100 нс	Сотни-тысячи Мбайт, Сотни Кбайт	
Внешняя память (ВЗУ) НГМД, НЖМД, НМОД, НМЛ ...	Десятки мс	Сотни-тысячи Гбайт	Min

Микропроцессорная память



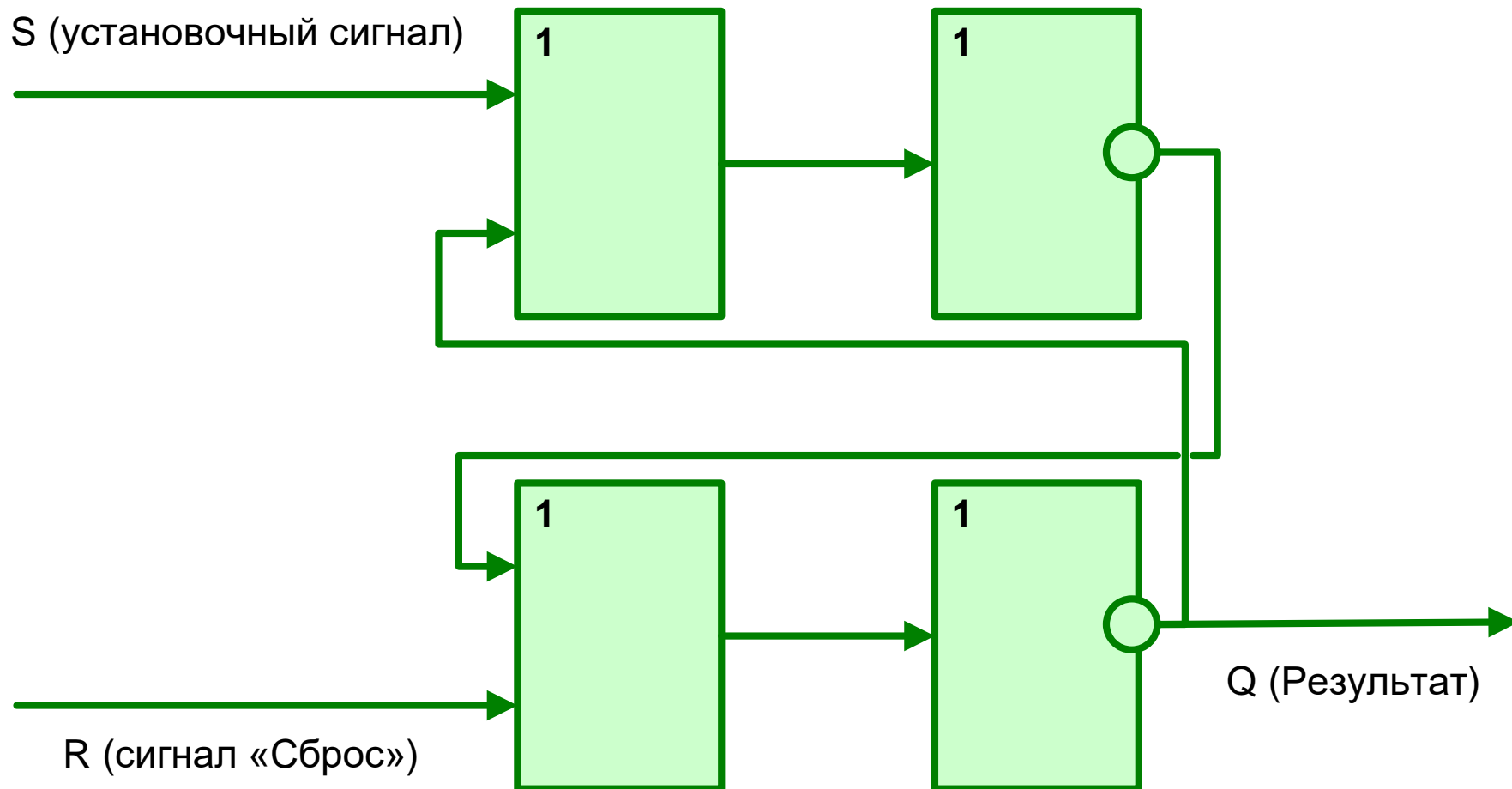
Упрощённая структурная схема МП

МПП МП i8088

14 регистров:

- Универсальные AX, BX, CX, DX
для временного хранения любых данных
- Сегментные CS, DS, SS, ES
для хранения сегментных адресов полей памяти
- Смещения IP, SP, BP, SI, DI
для хранения внутрисегментных смещений адресов
- Флагов FL

Триггер



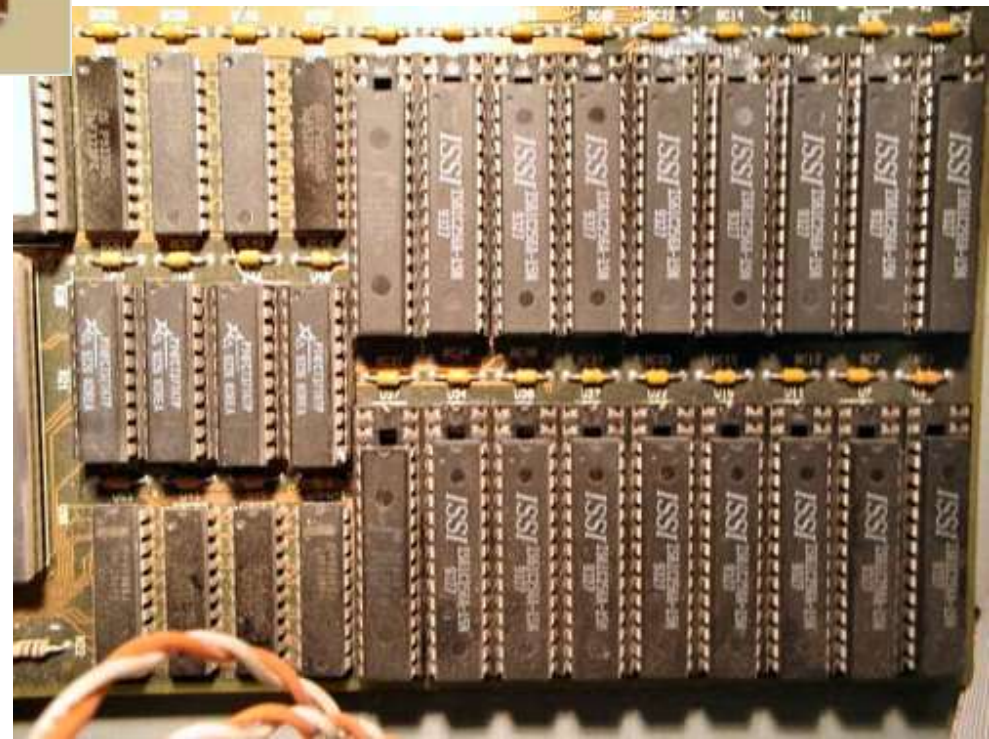
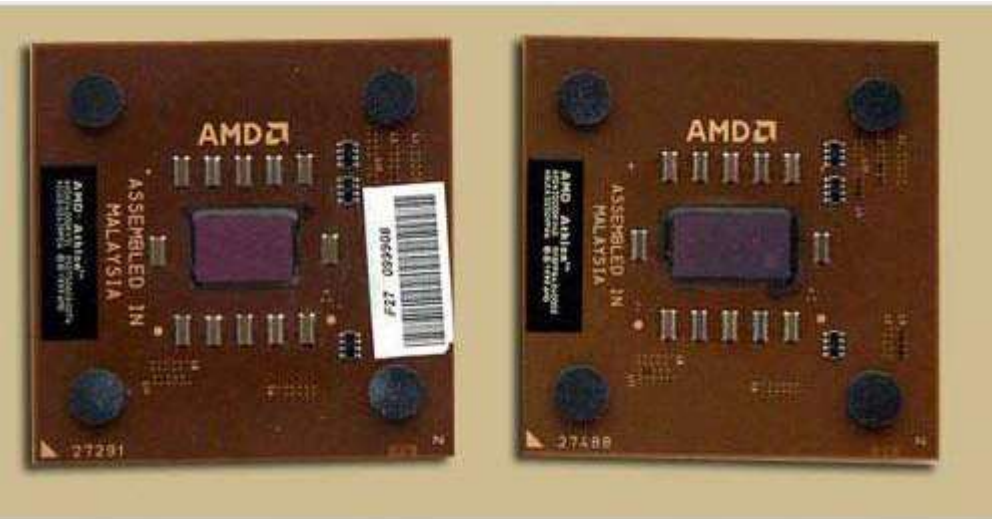
Cache

Кэширование (хеширование) - способ совместного функционирования двух типов запоминающих устройств, отличающихся временем доступа и стоимостью хранения данных, который за счёт динамического копирования в «быстрое» ЗУ наиболее часто используемой информации из «медленного» ЗУ позволяет:

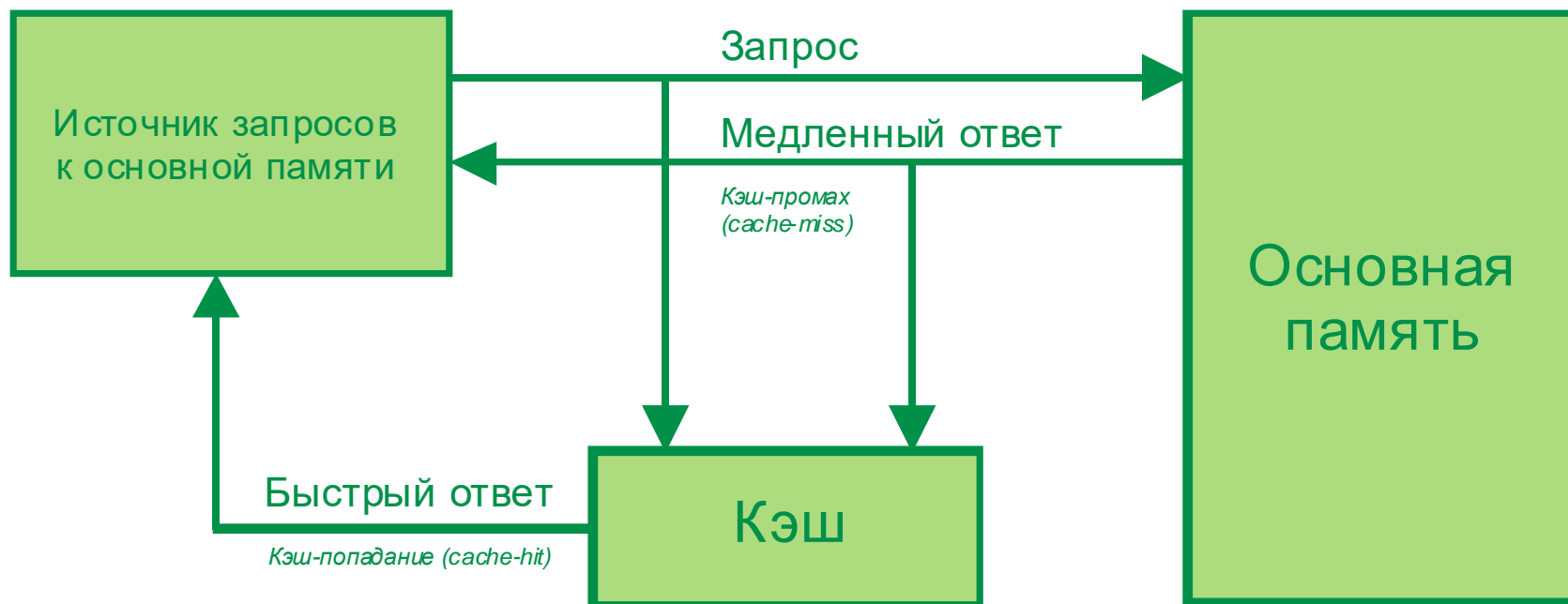
- с одной стороны, **уменьшить среднее время доступа** к данным,
- а с другой стороны, **экономить** более дорогую более быстродействующую память.

Cache memory

Собственно кэш-память -
физический конструктив

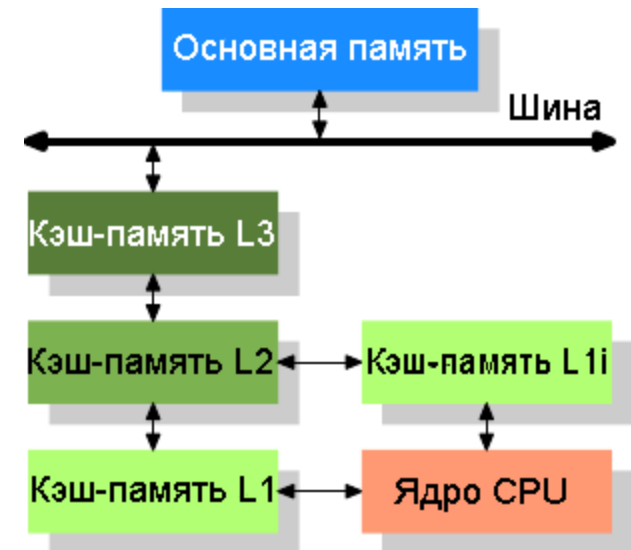


Принцип действия кэш-памяти



Cache Levels

- **L1**, встроен в основное ядро МП
- **L2**, на плате МП / на материнской плате
- **L2/3**, на материнской плате
- **L3/4**, в поле ОП / в модуле ВЗУ



Запоминающие устройства ПК.

Вопросы:

1. Регистровая память. Кэш-память.
2. Основная память. Статическая и динамическая оперативная память.
3. Внешние ЗУ.

Основная память (ОП)

- ОЗУ (*RAM, Random Access Memory*)

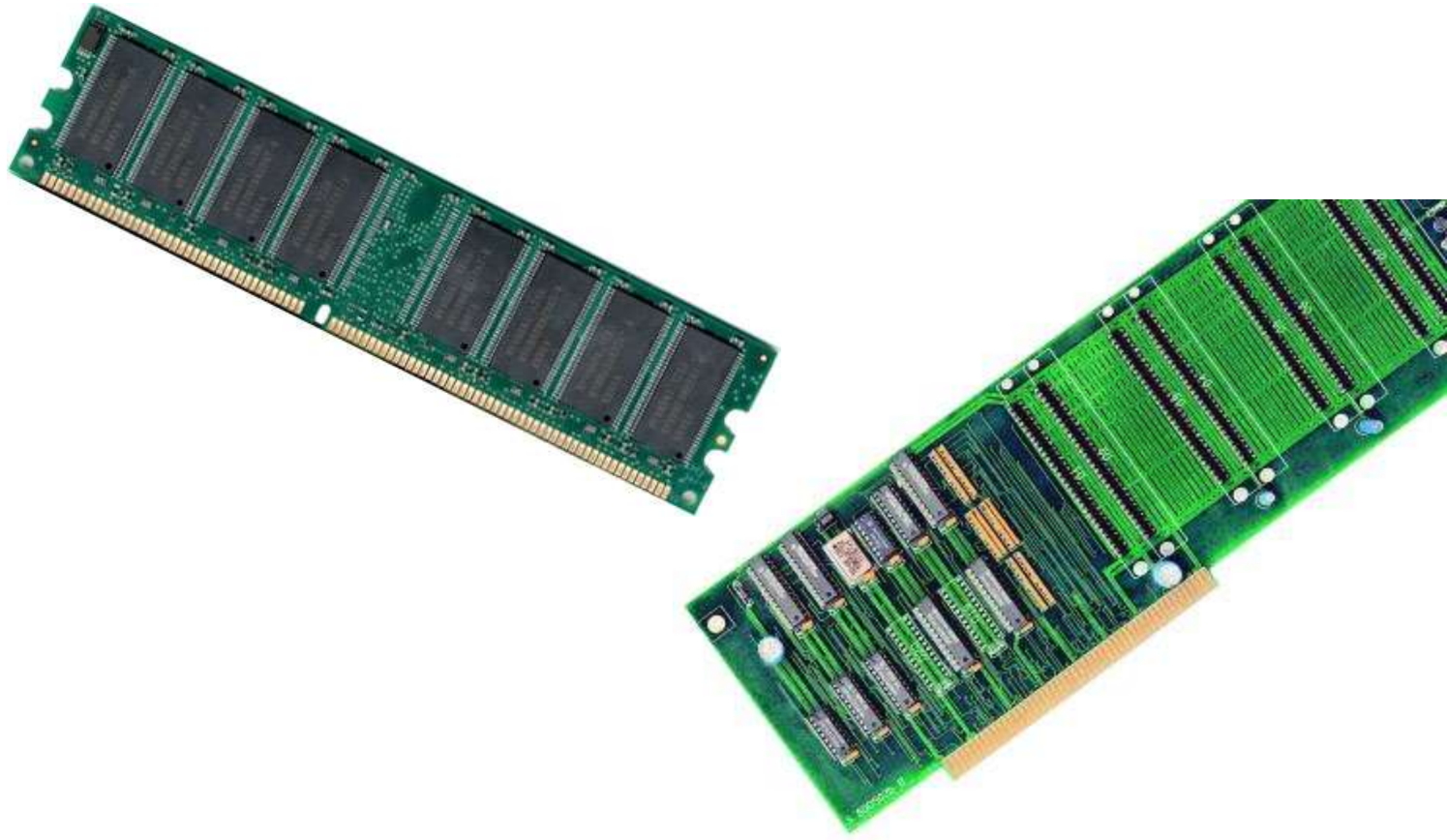


- ПЗУ (*ROM, Read Only Memory*)



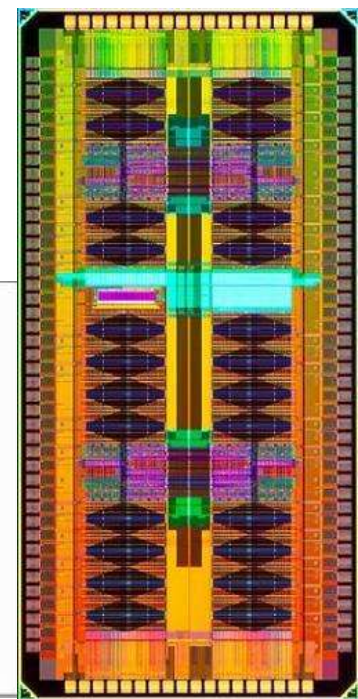
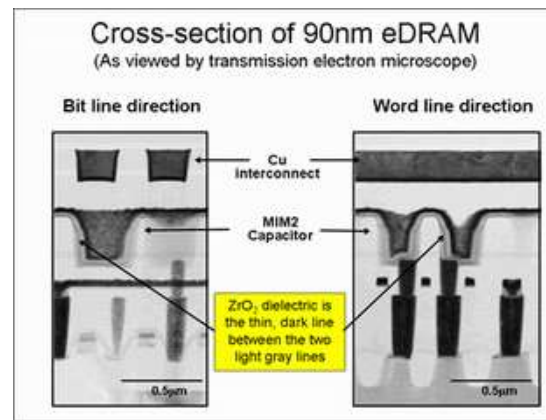
Типы микросхем ОЗУ

- *SRAM, Static Random Access Memory*
- ***DRAM, Dynamic Random Access Memory***



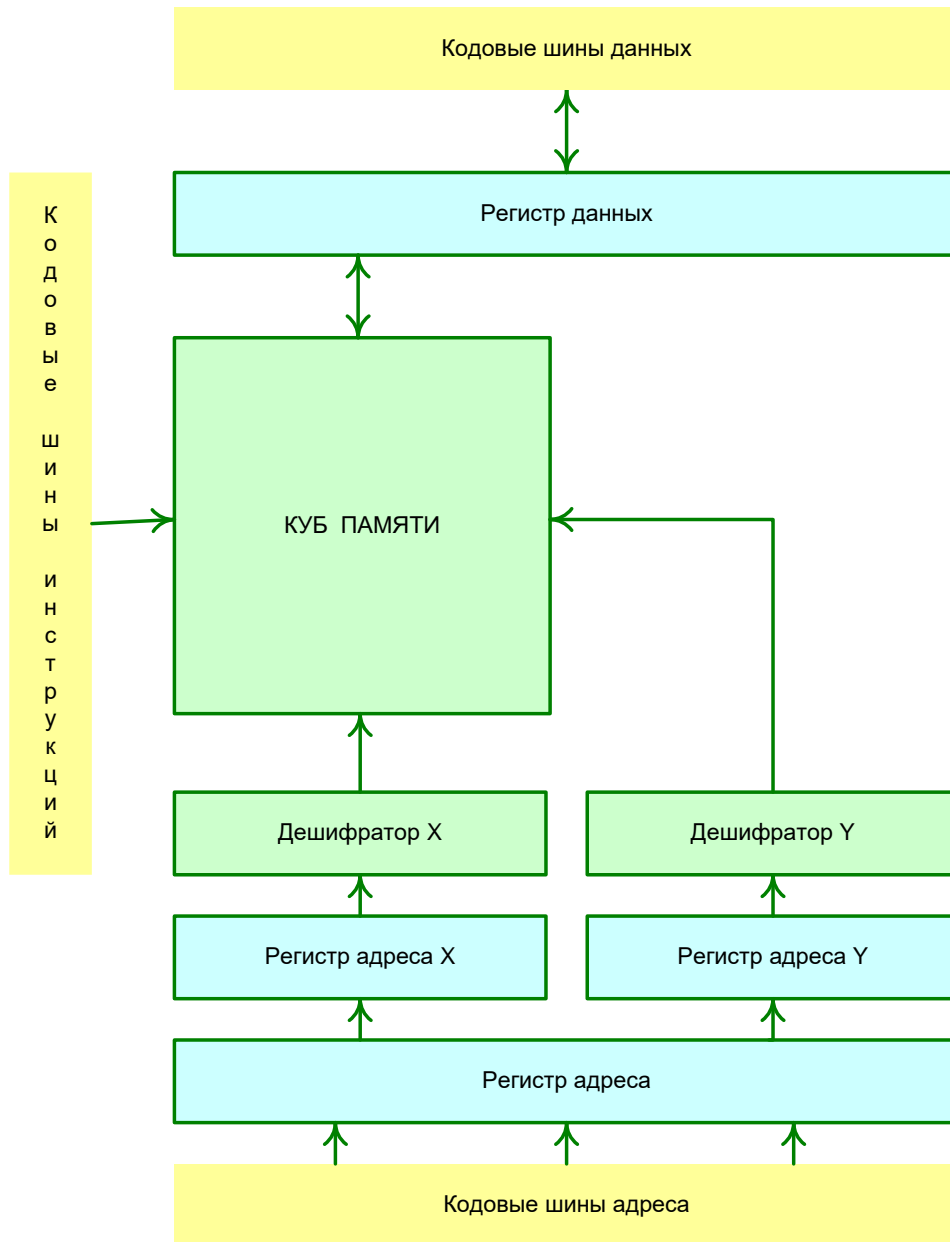
eDRAM

- *Embedded DRAM* -«Встроенная память DRAM»
- Скорость сравнима с *SRAM*
- Уменьшение в 3 раза площади поверхности процессора, отводимой под память (у *Intel Core Duo* – 60%)
- Сокращение в 5 раз энергопотребления в пассивном режиме



Образец памяти типа eDRAM

Структурная схема модуля памяти



Объём оперативной памяти
= F(Длина машинного слова)

Разрядность МП	Объём адресуемой ОП
8/16	До 64 Кбайт
32	До 4 Гбайт
64	До 128 Гбайт физической До 16 Тбайт виртуальной

Конструктивы модулей ОЗУ

- *DIP, Dual In-line Package*
- *SIMM, Single In-line Memory Module*



- ***DIMM**, Dual In-line Memory Module*



- ***RIMM**TM, «~~Rambus In-line Memory Module~~»*

- ***mobile***



Разновидности ОЗУ

SIMM:

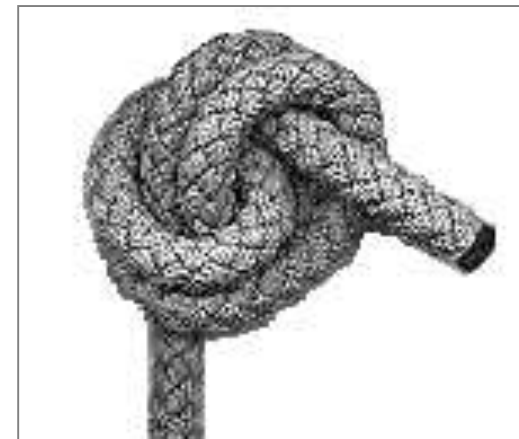
- *FPM DRAM, Fast Page Mode DRAM*
- *RAM EDO, RAM Extended Data Out*
- *BEDO DRAM, Burst Extended Data Output*
- ...

DIMM:

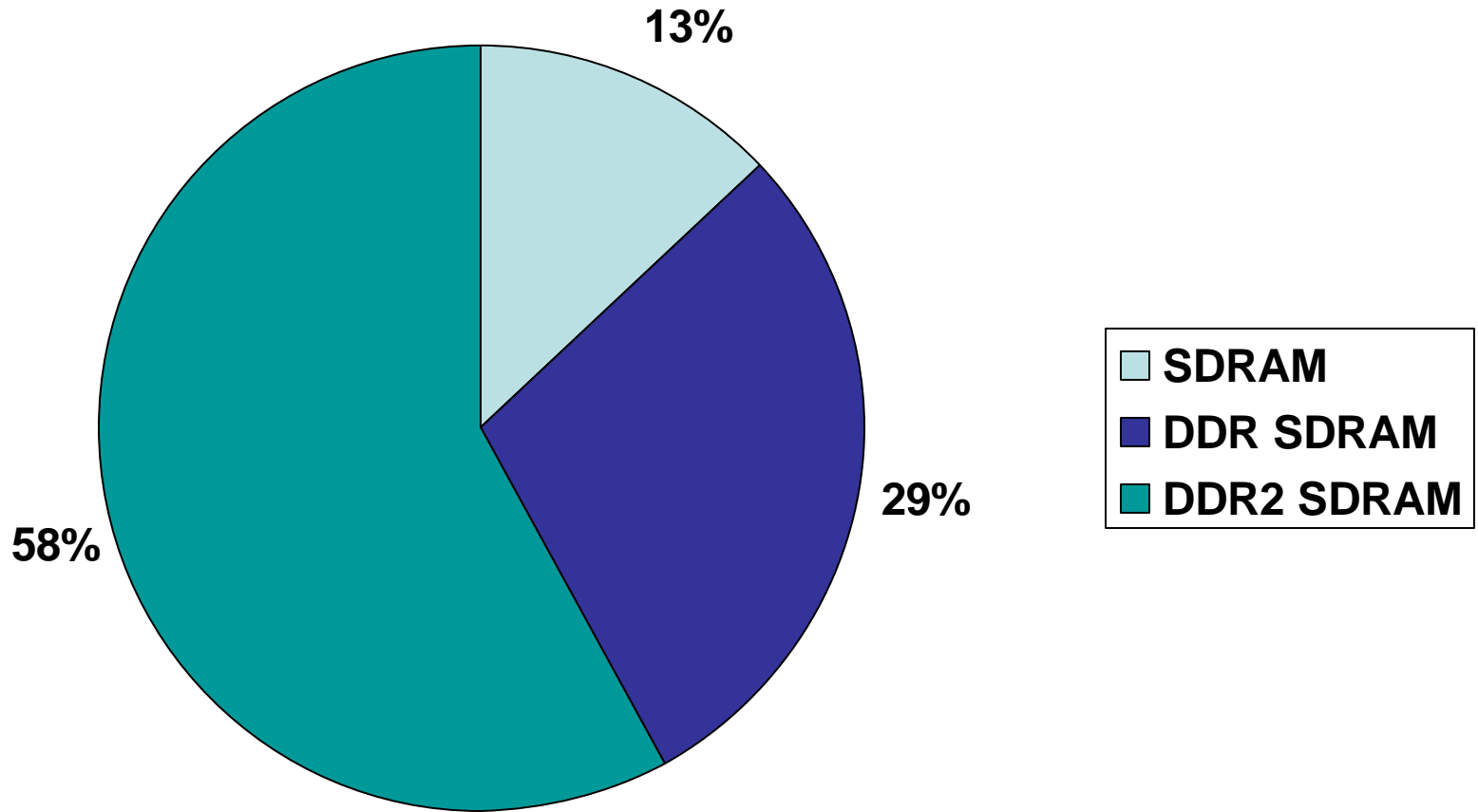
- *SDRAM, Synchronous DRAM*
- *DDR 1,2 SDRAM, Double Data Rate SDRAM*
- *RDRAM, Rambus DRAM*
- *DRDRAM, Direct Rambus DRAM*
- *GDDR 1,2,3,4 SDRAM, Graphics DDR*
- *SDR SDRAM*
- ...

Mobile:

- *Mobile SDRAM*
- ...



Рынок *DRAM*: \$ 28,7 млрд.



ПЗУ

Типы ПЗУ по технологии записи:

- ПЗУ / *ROM* – «масочные», программируемые только при изготовлении,
- ППЗУ / *PROM* – программируемые однократно в лабораторных условиях,
- Перепрограммируемые ПЗУ / *Erasable PROM* – программируемые многократно.

Запоминающие устройства ПК.

Вопросы:

1. Регистровая память. Кэш-память.
2. Основная память. Статическая и динамическая оперативная память.
3. Внешние ЗУ.

ВЗУ: внешняя память

НКЛМ, накопитель на кассетной магнитной ленте, стример

Streamer

НГМД, накопитель на гибких магнитных дисках

FDD, flexible disk drive

НЖМД, накопитель на жёстких магнитных дисках

*HDD, hard disk drive,
ZIV disk, portable USB disk,...*

НЛКД, накопитель на лазерном компакт-диске

CD ROM, compact disc read only memory

НОД, накопитель на оптическом диске

*DVD ROM, R+/-, RW+/-
digital versatile disc*

Флеш-карта

Flash card

Флеш-диск

Flash drive

...

...

НЖМД («винчестер») / *HDD, hard disk drive*

- Носитель данных - *пакет* МД.
- Рабочая МД поверхность разбита на N окружностей (*дорожек*) от края к центру (в оптических дисках – наоборот!).
- *Цилиндр* – все дорожки одна под другой.
- Начало дорожки механически идентифицировано *маркером начала оборота*.
- *MBR, main boot record*.
- Запись и считывание производит *блок магнитных головок* (МГ).
- *Резервные цилиндры*, для замены дефектных дорожек.
- Этапы чтения/записи:
 - Механический подвод МГ к дорожке (T_{\max} !)
 - Ожидание подвода записи (время ротационного запаздывания)
 - Чтение/запись.
- НМД «с коротким ходом».
- Физические/Логические диски.



HDD manufacturers

RAID

*Redundant Array of Inexpensive /
Independent Disks,*

Избыточный (резервный) массив
недорогих / независимых дисков

Уровни конфигурации:

RAID 0 «расщепление» дисков, неотказоустойчивый дисковый массив

RAID 1 зеркальный дисковый массив: два диска - зеркальные копии

RAID 2 зарезервирован для массивов, которые применяют код Хемминга

RAID 3, 4, 5 используют чётность для защиты данных от одиночных неисправностей (**RAID 5** – с распределёнными контрольными суммами)

RAID 6 используют чётность для защиты данных от двойных неисправностей (с двойной контрольной суммой)



Поколения дисковых накопителей

1. *DAS, Direct Attached Storage* – диски, непосредственно подключаемые к серверам.
2. *SAN, Storage Area Networking* – сети хранения, с 1992г.
NAS, Network Attached Storage – диски, подключаемые к сети.
3. **New!** *NUS, Network Unified Storage* – унифицированные сетевые системы хранения.
DAFS, Direct Access File Systems – файловые системы с прямым доступом.
OBS, Object-Based Storage – объектные системы хранения.

Object-Based Storage

- Объект хранения: порция данных.
- Средство адресации: метаданные, генерируемые по набору данных.

Впервые на практике
идеи OBS реализованы
в дисковых массивах **CAS**,
Content Addressable Storage.

Обеспечьте полный и надежный доступ к электронным документам.

Активируйте
долговременное
хранение и удаление
электронных
документов на
основе правил.



EMC Centera

Система хранения данных с адресацией по содержанию

The 2007 Nobel Prize on physics

Лауреатами Нобелевской премии по физике за 2007 год стали французский физик **Альберт Ферт (Albert Fert)**, работающий в университете Université Paris-Sud, и немецкий физик **Петер Грюнберг (Peter Grünberg)** из института Forschungszentrum Jülich.

Пресс-релиз нобелевского комитета, посвященный новым лауреатам, озаглавлен «Нанотехнологии позволили создать чувствительные считывающие головки компактных жестких дисков» ([Nanotechnology gives sensitive read-out heads for compact hard disks](#))

В 1988 году Альберт Ферт (р. 1938г.) и Петер Грюнберг (р. 1939г.) независимо открыли новый квантово-механический эффект - «гигантское магнетосопротивление» ([Giant Magnetoresistance or GMR](#)). В системах *GMR* слабое изменение намагниченности дает большую разницу электрического сопротивления. В 1997 году были разработаны первые считывающие головки, основанные на использовании эффекта *GMR*. Благодаря открытию физического эффекта «гигантского магнетосопротивления» стала возможной радикальная минитюаризация жестких дисков. Разработанные на основе открытия чувствительные считывающие головки сделали возможным создание современных жестких дисков, которые используются повсеместно – в ноутбуках, музыкальных плеерах и других компактных устройствах. **Сегодня такие жесткие диски уже стали стандартной технологией.**



CD vs DVD

Технические характеристики	CD	DVD
Расстояние между дорожками, мкм	1,6	0,75
Скорость сканирования, м/с	1,2	3,5
Длина волны лазера, нм	790	635
Шаг спирали (расстояние между дорожками), мкм	1,6	
Ширина пита, мкм	0,5	
Числовая апертура объектива	0,45	0,6
Метод коррекции ошибок	CIRC	RS-PC
Модуляция	8-14 (EFM)	8-16 (EFM+)

DVD

Маркировка	Ёмкость, Гб	Число сторон	Число слоёв на стороне	Описание
DVD-5	4,7	1	1	Односторонний однослойный
DVD-9	8,54	1	2	Односторонний двухслойный
DVD-10	9,4	2	1	Двухсторонний однослойный
DVD-18	17	2	2	Двухсторонний двухслойный



VS



ВОЙНА ОКОНЧЕНА...

Toshiba

RW, ROM

15, 30, 45 Гбайт

36,5 Мбит/с

Специальный краситель

От 10\$ за диск

Sony

RW, ROM

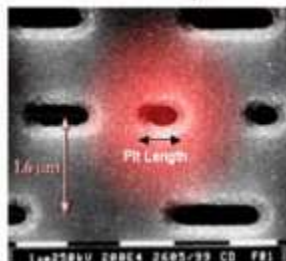
25-50 Гбайт

36-72 Мбит/с

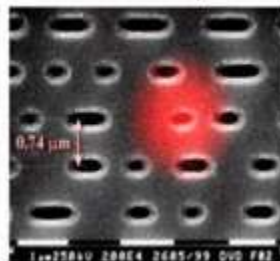
Специальная плёнка

От 18\$ за диск

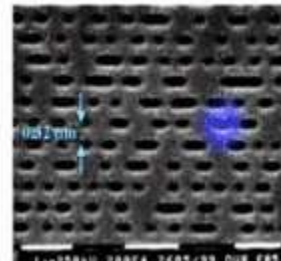
CD 0.7 Gbyte



DVD 4.7 Gbyte



Blu-ray Disc 25 Gbyte



HVD - голографические ОПТИЧЕСКИЕ ДИСКИ

Hitachi Maxell

ROM, (RW)

2007г: 300 Гбайт, 20 Мбайт/с

2008г: 800 Гбайт, 80 Мбайт/с

2010г: до 1,6 Тбайт!

От 100\$ за диск

Стоимость дисководов

от 15 000\$



Flash

- Метал-нитридные микросхемы памяти
- Тотальное стирание блоков (flash!)
- Количество циклов перезаписи > 1 млн.
- *MTBF* > 1 000 000 часов?
- $t_{\text{раб}}$ от -40 до +80°C
- Скорость считывания 1..10 Мбайт/с



Гибриды *HDD+Flash*

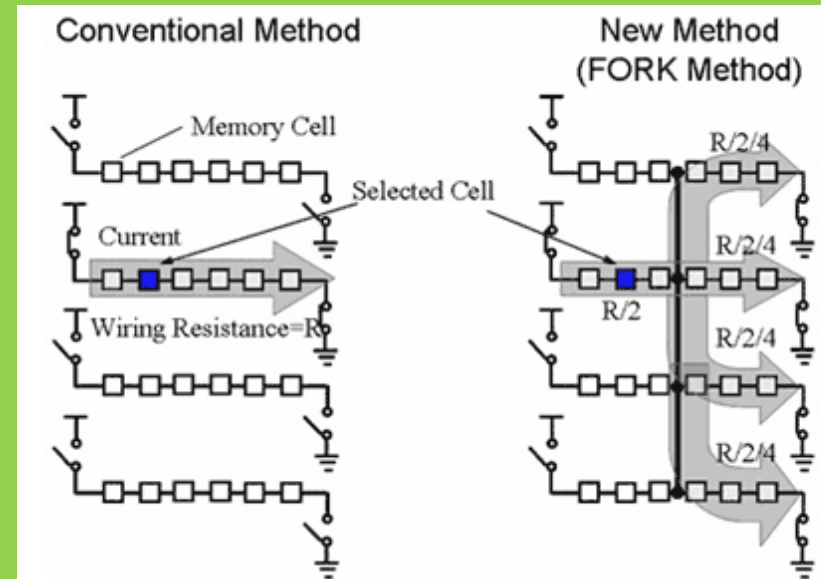
- *HSA, Hybrid Storage Alliance:*
Hitachi, Seagate, Fujitsu, Samsung, Toshiba
- «*Robson*»:
Intel



SSD-накопители

Перспективные типы памяти

- *MRAM, Magneto-resistive RAM*
- *FRAM, Ferroelectric RAM*
- *NRAM, Nanotube | Non-volatile RAM*
- *OUM, Ovonic Unified Memory*
- *PCM/PRAM*



PRAM

Phase Change Random Access Memory | Память на основе фазовых состояний

Принцип действия РСМ

Технология, известная под аббревиатурами PRAM и PCM, предполагает использование халькогенида — прозрачной субстанции, состоящей из серы, селена и теллура. На этой упрощенной диаграмме показан участок микросхемы PRAM, где с помощью электрического тока состояние халькогенидной подложки было изменено с кристаллического на аморфное

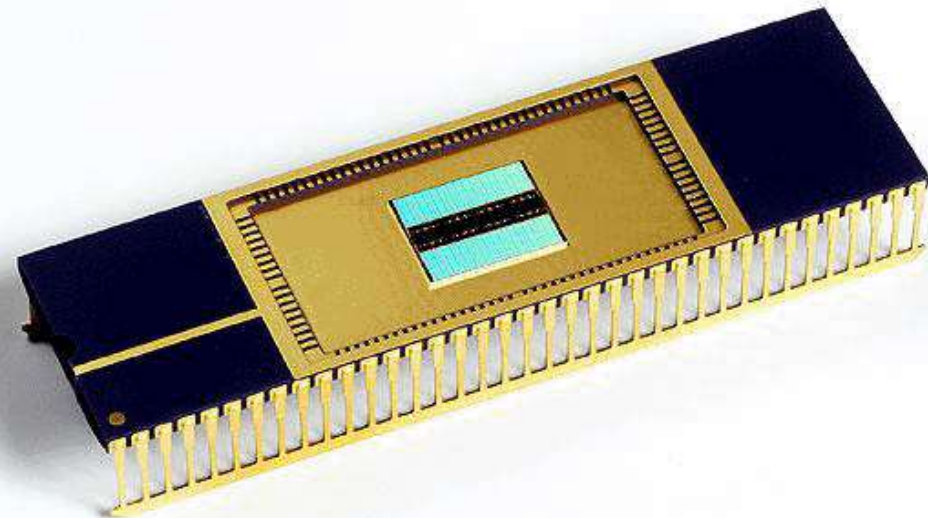


Кристаллический халькогенид

ХАЛЬКОГЕНИД — серебристый полупроводник, мягкий, как свинец, обладает уникальным свойством изменять свою физическую структуру (то есть расположение атомов) и переходить при нагревании из кристаллического состояния в аморфное. Два этих состояния вещества отличаются совершенно разной электрической проводимостью, которую легко измерить

Аморфный халькогенид

Резистивный электрод



Контрольные вопросы по теме

- Для чего память ПК строится по многоуровневому принципу?
- Что такое кэш-память?
- Микросхемы ОЗУ какого типа (SRAM или DRAM):
 - Быстрее?
 - Дороже?
 - Потребляют меньше энергии?
- Каков объём одностороннего однослойного DVD-диска?