Запоминающие устройства ПК.

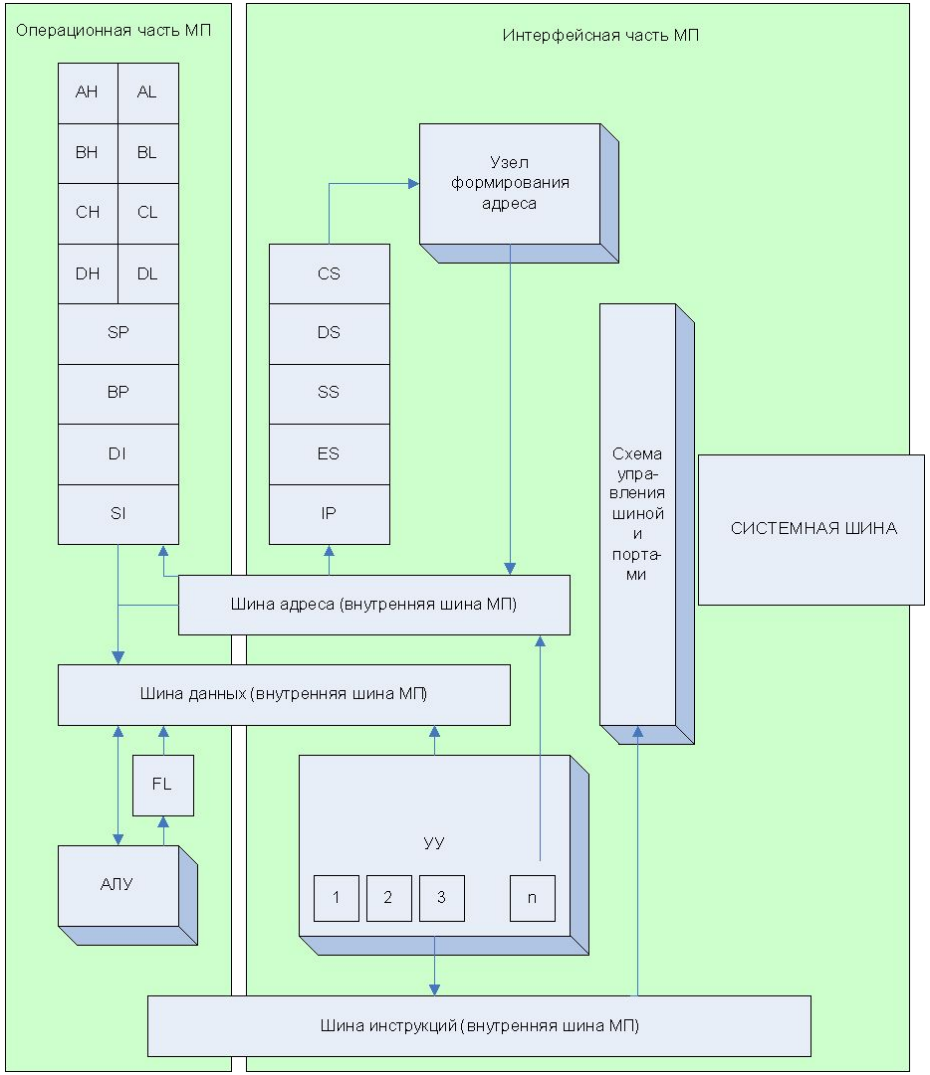
Вопросы:

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

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



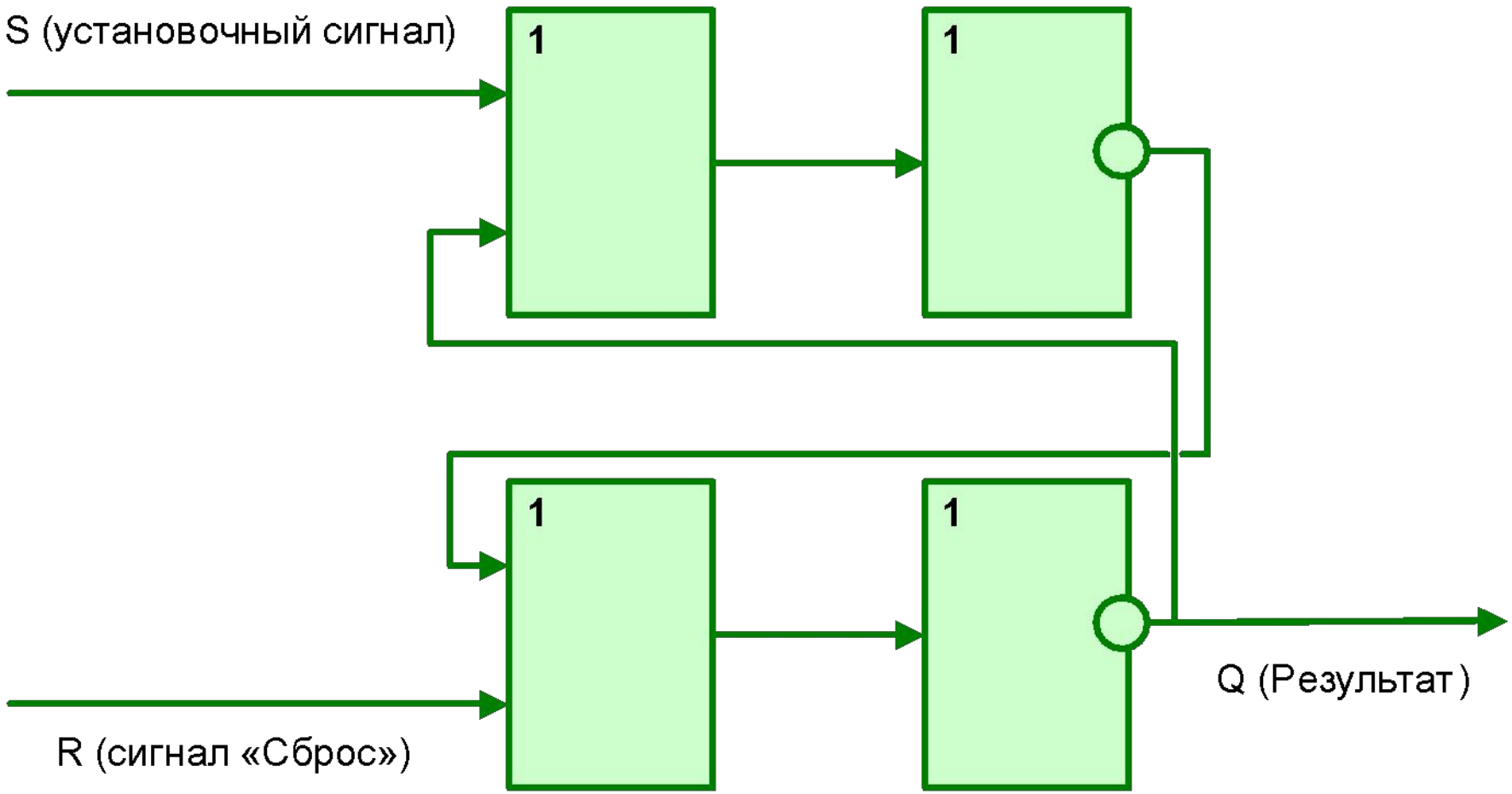
Упрощённая структурная схема МП

МПП МП i8088

<u>14 регистров:</u>

- 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



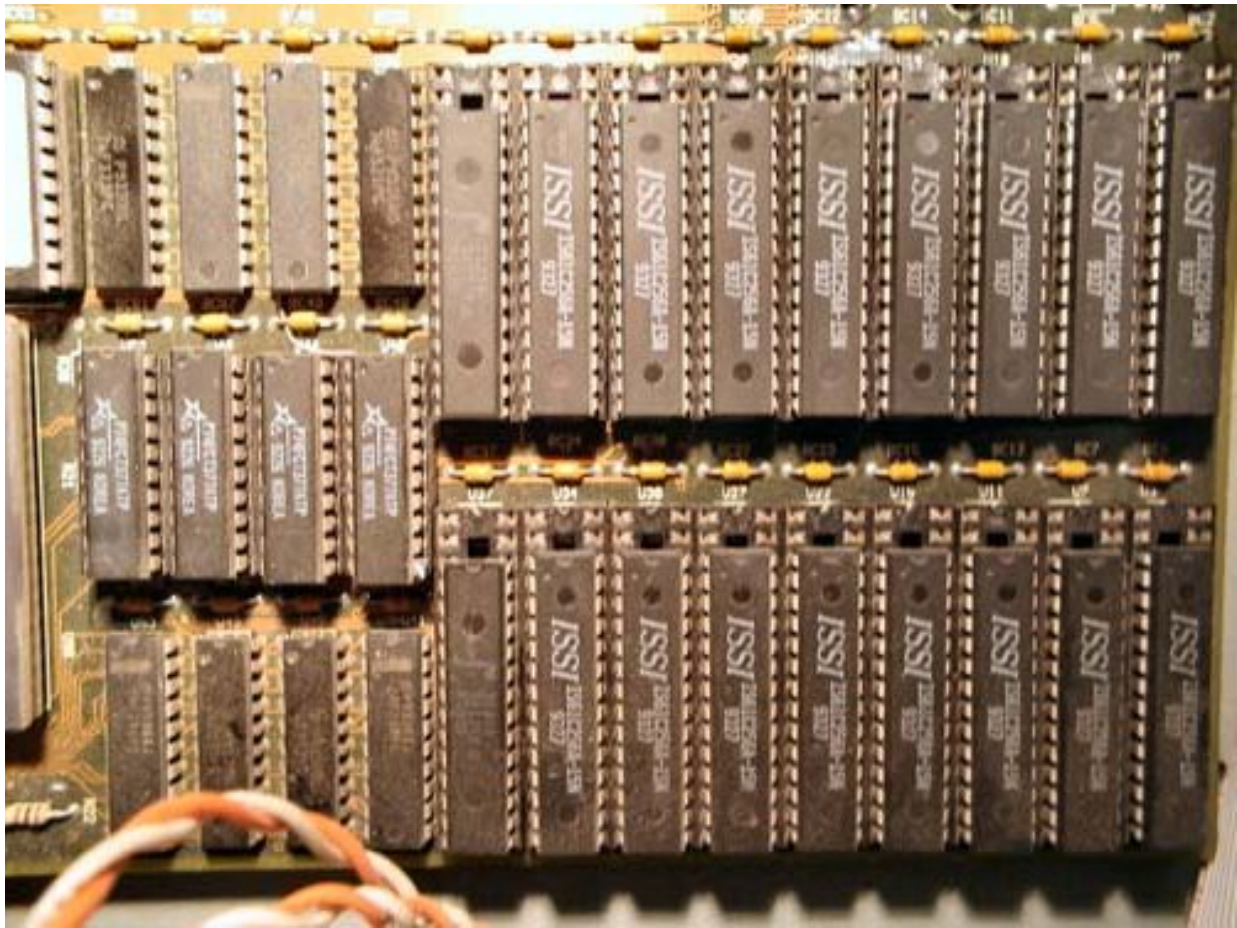
Cache

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:

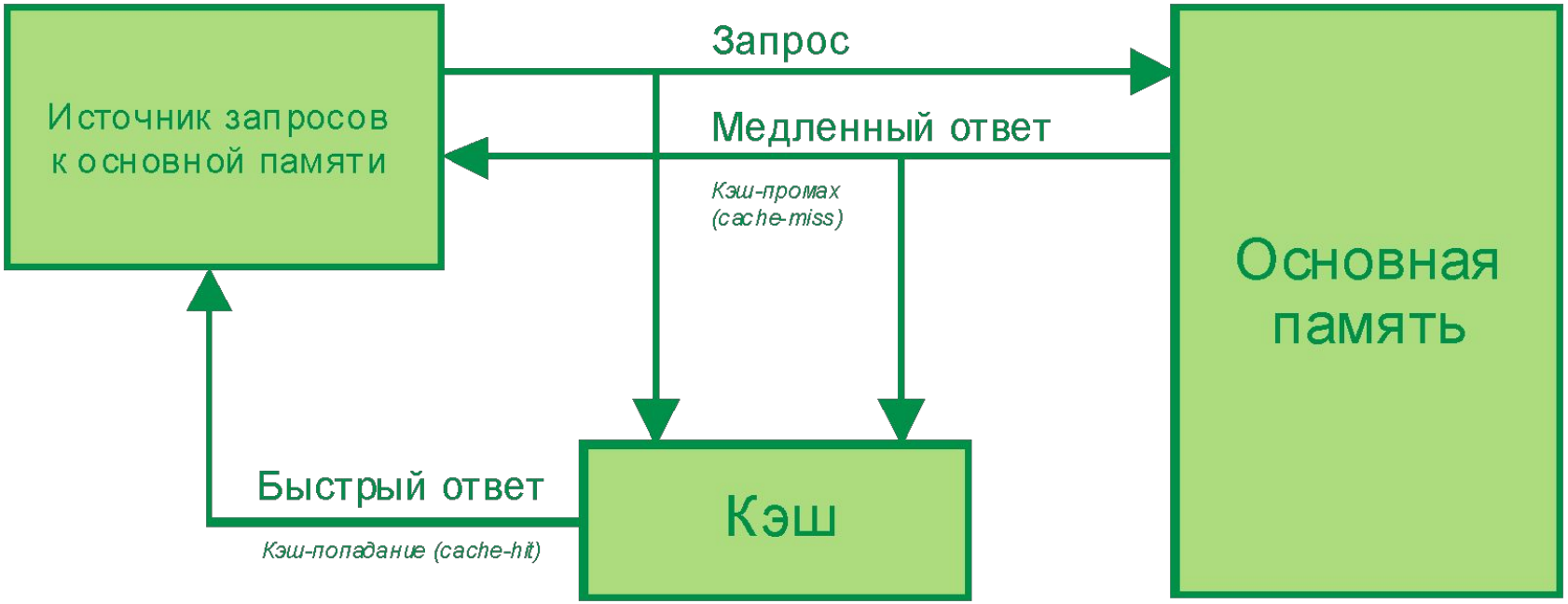
- с одной стороны, уменьшить среднее время доступа к данным,
- а с другой стороны, экономить более дорогую более быстродействующую память.

Cache memory

Собственно **кэш-память -** физический конструктив



Принцип действия кэш-памяти



- *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.*

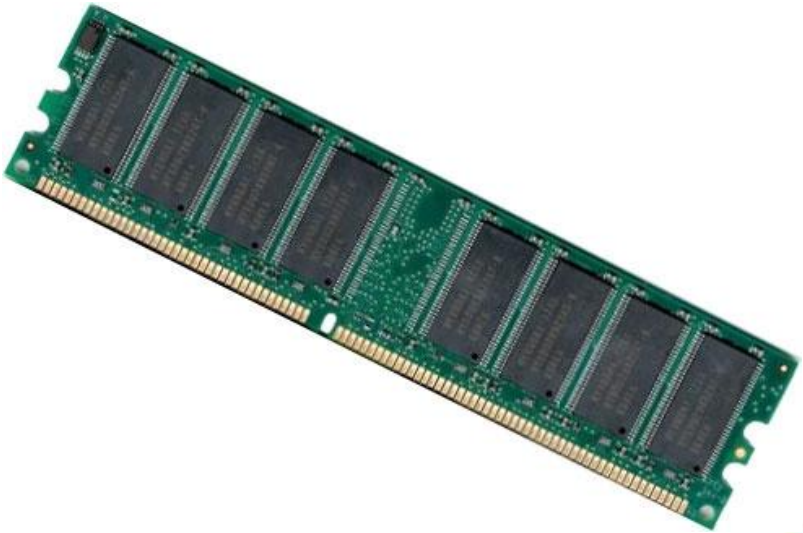
Основная память (ОП)

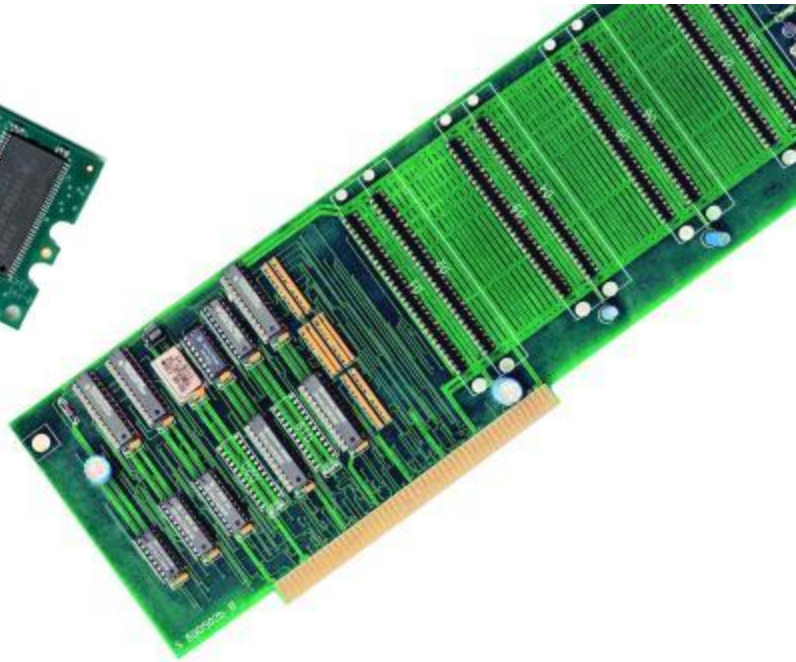
- ОЗУ *(RAM, Random Access Memory)*

- ПЗУ *(ROM, Read Only Memory)*

Типы микросхем ОЗУ

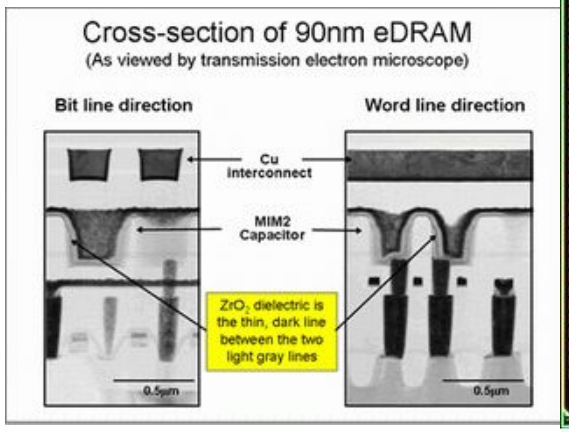
- *SRAM, Static Random Access Memory*
- *DRAM, Dynamic Random Access Memory*

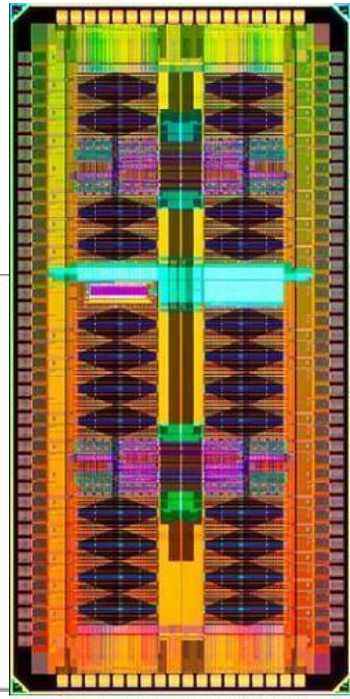




eDRAM

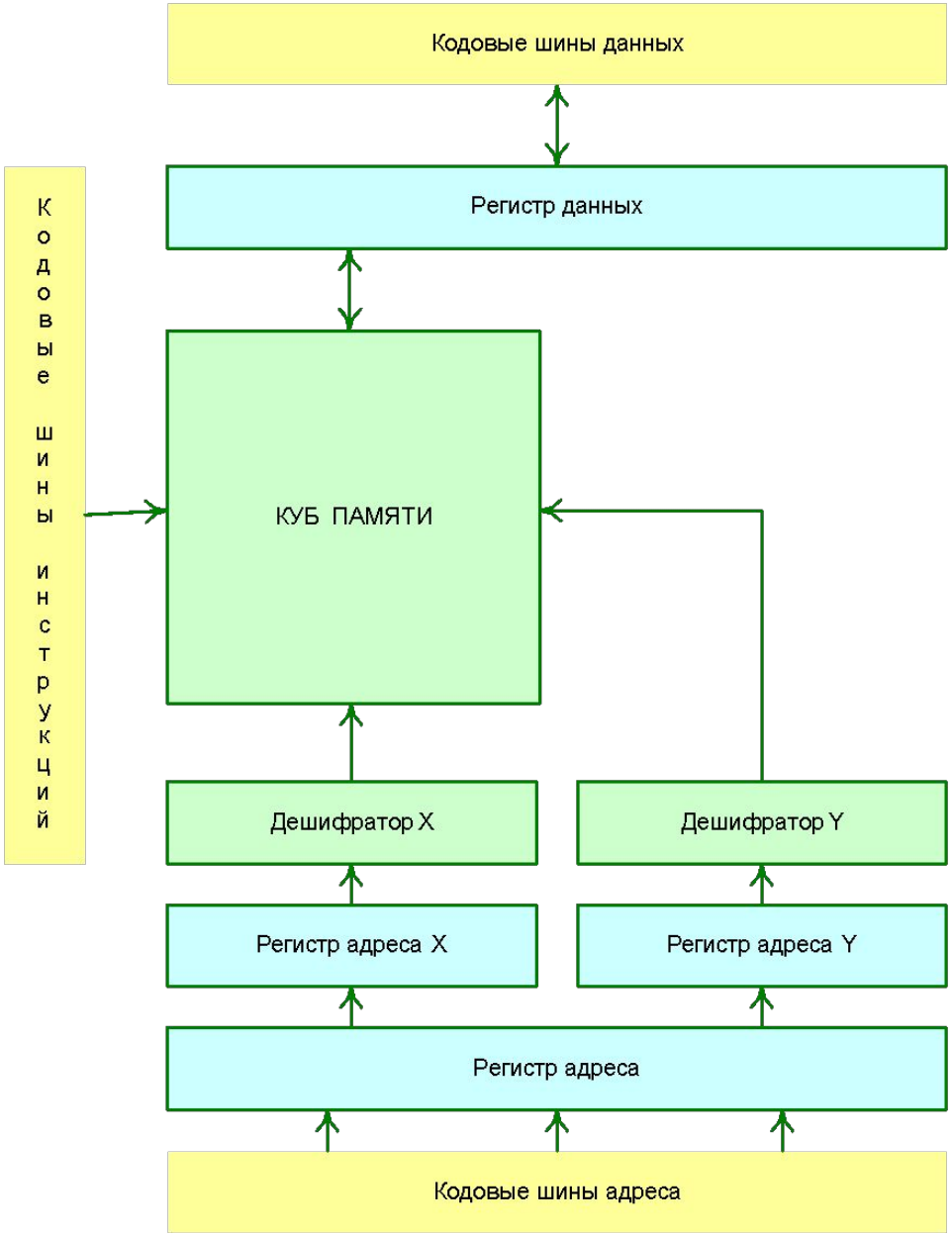
- *Embedded DRAM* -«Встроенная память *DRAM*»
- Скорость сравнима с *SRAM*
- Уменьшение в 3 раза площади поверхности процессора, отводимой под память (сейчас у *Intel Core Duo* – 60%)
- Сокращение в 5 раз энергопотребления в пассивном режиме





Образец памяти типа eDRAM

Структурная схема модуля памяти



Объём оперативной памяти =F(Длина машинного слова)

Разрядность МП	Объем 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™, «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*
- *…*

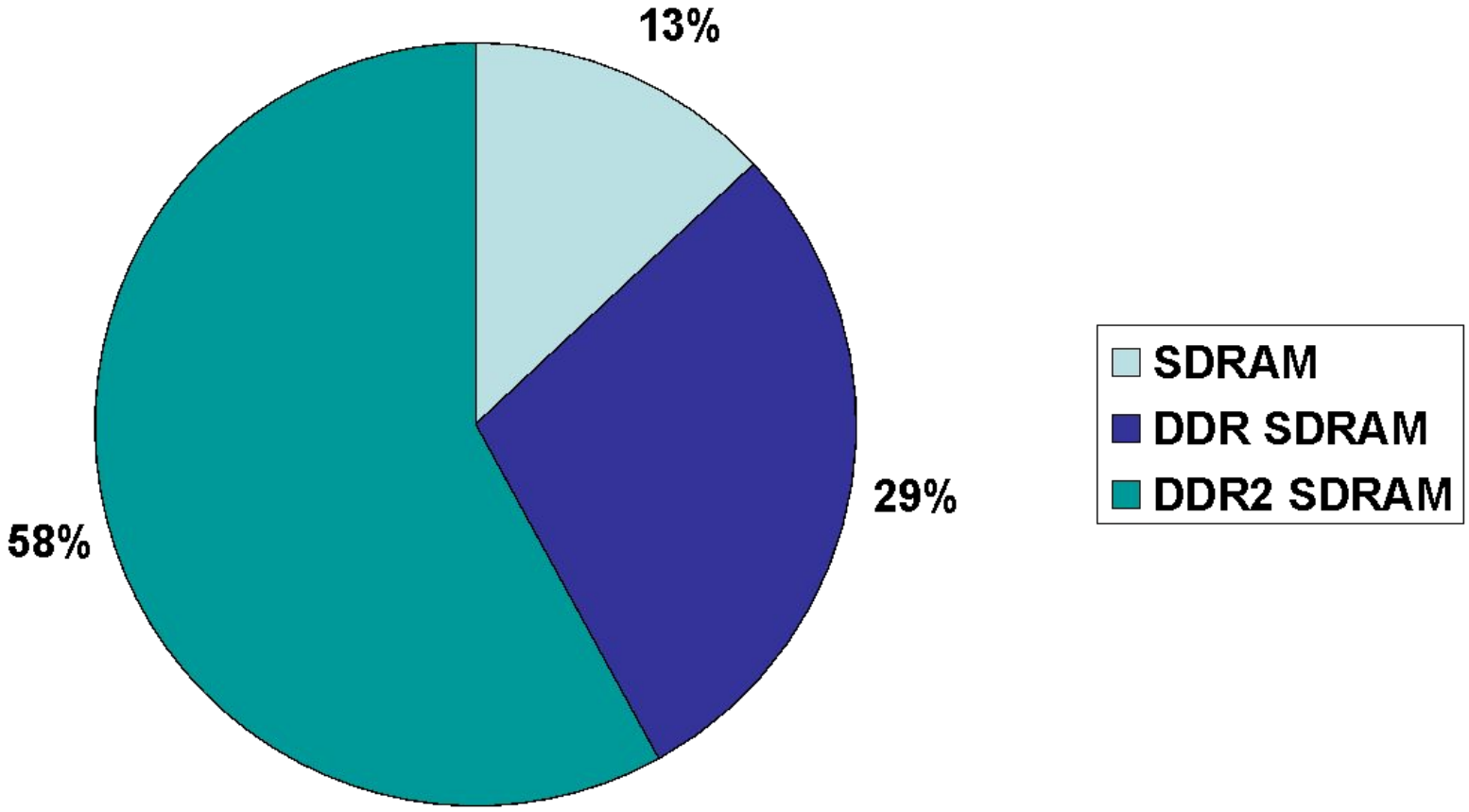
DIMM

- *SDRAM, Syncronous 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*: $ 28,7млрд.



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.

«Отец» жёстких дисков Рей Джонсон (*IBM*)

HDD manufacturers

RAID

Redundant Array of Inexpensive / Independent Disks,

Избыточный (резервный) массив недорогих / независимых дисков

<u>Уровни конфигурации:</u>

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***.

EMC Centera

Система хранения данных с адресацией по содержимому

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+)

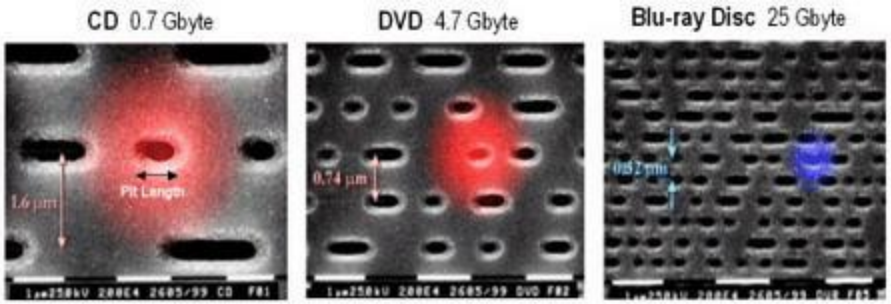
DVD

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

HD DVD vs Blu-ray Disc

война окончена…

Toshiba	*Sony*
RW, ROM	*RW, ROM*
15, 30, 45 Гбайт	25-50 Гбайт
36,5 Мбит/с	36-72 Мбит/с
Специальный краситель	Специальная плёнка
От 10$ за диск	От 18$ за диск



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 дисковода
от 15 000$

Flash

- Метал-нитридные микросхемы памяти
- Тотальное стирание блоков (flash!)
- Количество циклов перезаписи > 1 млн.
- *MTBF* > 1 000 000 часов?
- $t_{раб}$ от -40 до +80^{0}C
- Скорость считывания 1..10 Мбайт/с

Гибриды *HDD+Flash*

- *HSA, Hybrid Storage Alliance:*

  Hitachi, Seagate, Fujitsu, Samsung, Toshiba

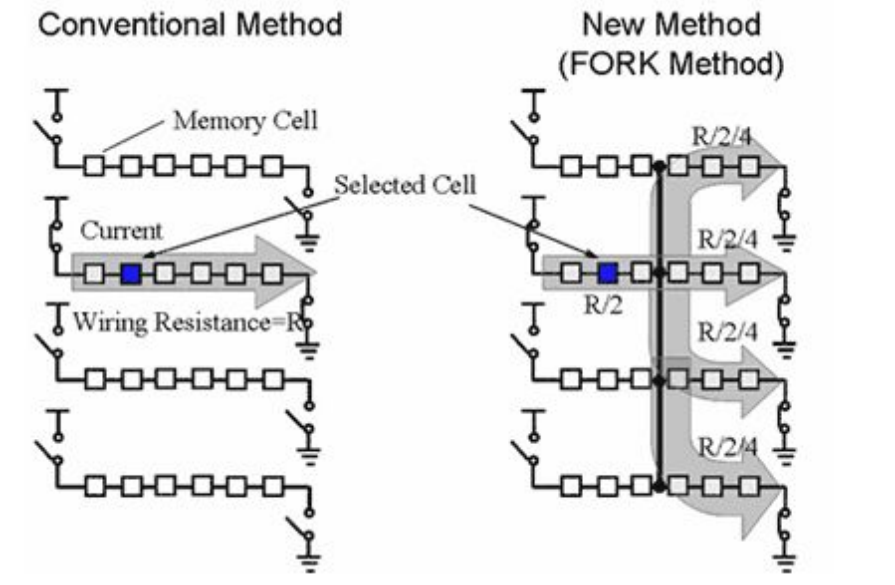
- *«Robson»:*

  Intel

SSD-накопители

Перспективные типы памяти

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



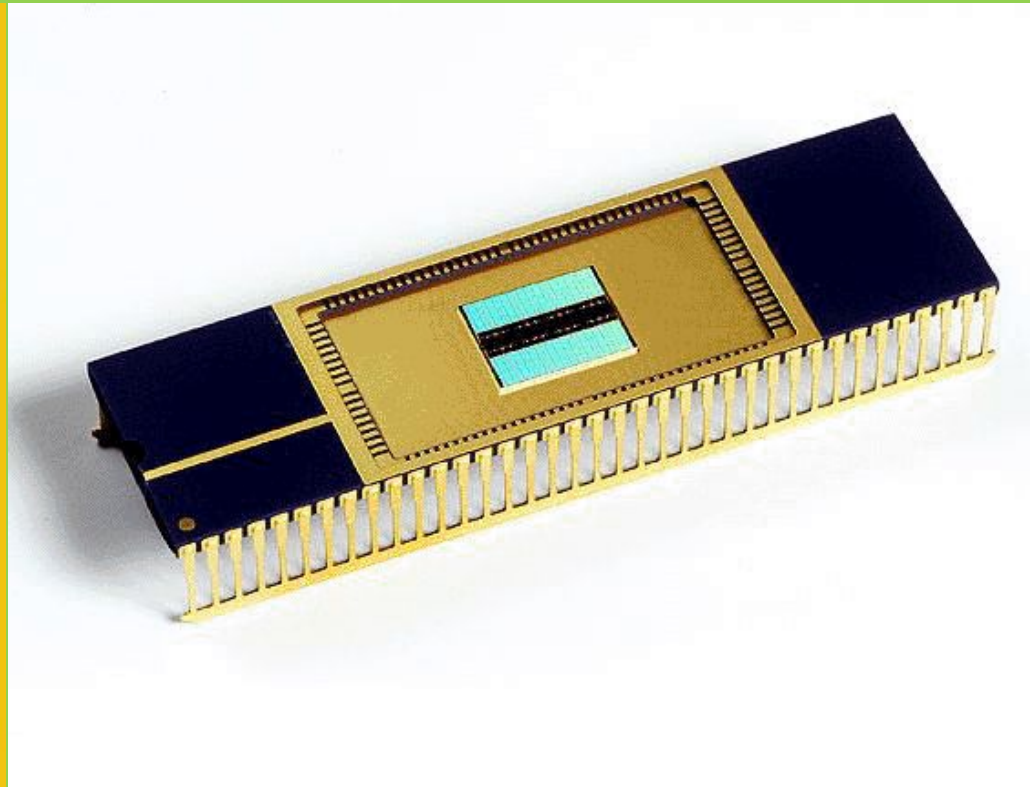
PRAM

Phase Change Random Access Memory |
Память на основе фазовых состояний

Принцип действия PCM

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 измененено с кристаллического на аморфное

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



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?