

## **24. Архитектура видеосистем персональных ЭВМ.**

### **Графические контроллеры**

Аппаратные средства для вывода информации на экран включают в себя видеоадаптер (графический контроллер), выполненный для слота расширения ISA, PCI, AGP, PCI-e или встроенный на системной плате, а также собственно монитор любого исполнения или телевизор.

Конструктивно видеоадаптер представляет собой самостоятельное устройство, управляемое семейством собственных процессоров (от 2-х до 400 и более), сравнимыми по мощности с центральным процессором ПЭВМ.

Видеопамять современного графического контроллера достигает размера 4-х гигабайт и более.

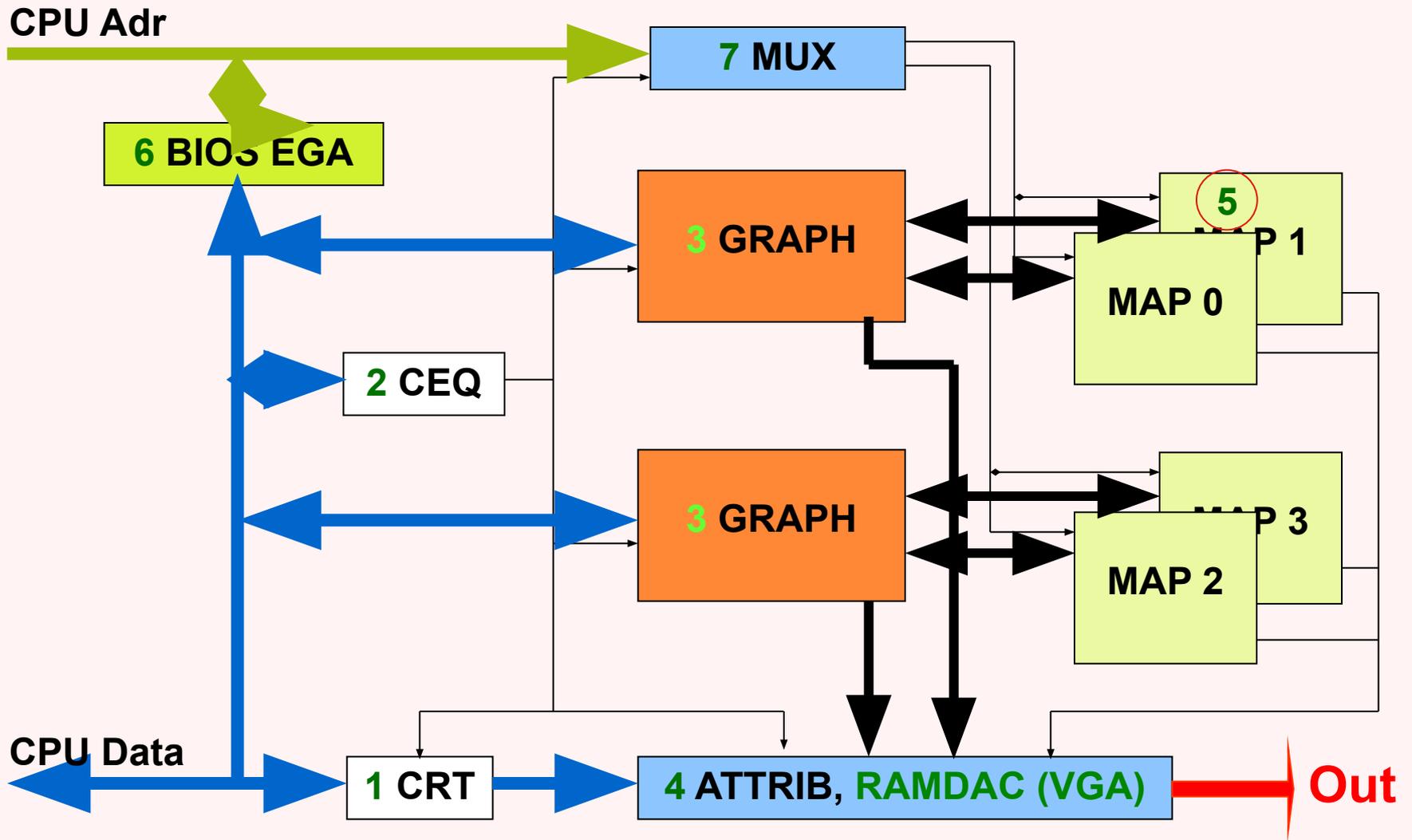
В состав видеоадаптера может входить блок TV-тюнера для прямого приема телепередач, а также блок сопряжения с другими адаптерами для повышения скорости обработки потока видеoinформации (например технология ATI CrossFireX).

В качестве примера для изучения рассмотрим видеоадаптер EGA.

Расширенный Графический Адаптер (Enhanced Graphics Adapter - EGA) фирмы IBM представляет собой графический контроллер, обеспечивающий возможность работы в различных видеорежимах совместно с цветными или монохромными мониторами с цифровыми входами. Кроме того, адаптер обеспечивает возможность работы со световым пером.

Графический контроллер EGA может функционировать в текстовом и нескольких графических режимах и обладает возможностью загрузки в видеопамять шрифтов в алфавитно-цифровом режиме.

# Схема графического контроллера EGA.



## Назначение блоков видеоадаптера.

**1.** Блок управления разверткой изображения (**CRT Controller**) управляет сигналами горизонтальной и вертикальной синхронизации, начальным адресом вывода в видеобуфере, положением и формой курсора и др.

**2.** Блок синхронизации (**Sequencer**) генерирует тактовые сигналы и сигналы синхронизации доступа к видеопамяти. Данным устройством также обеспечивается возможность доступа к видеопамяти со стороны центрального процессора в специально выделенные моменты времени в промежутке между интервалами времени, необходимыми для доступа к видеопамяти в процессе регенерации изображения на экране. В этом же блоке содержатся регистры управления записью данных в битовые плоскости.

**3.** Графический контроллер (**Graphics Controller**) управления данными.

В графических режимах данные из видеопамяти пересылаются в микросхему контроллера атрибутов последовательно.

В текстовых режимах данные пересылаются в параллельной форме в обход графического контроллера.

**4.** Контроллер атрибутов (**Attribute controller**). В контроллере атрибутов устанавливается цветовая палитра из 16-ти цветов, каждый из которых может быть определен независимо от остальных цветов. На вход монитора подается 4-х битовый код цвета. Этой же микросхемой выполняются действия по управлению мерцанием и подчеркиванием. Контроллер получает данные из видеобуфера и преобразует их в управляющие сигналы, подаваемые на вход монитора.

**5. Видеобуфер (Display MAP)** Размер видеобуфера (называемого также видеопамятью или памятью адаптера EGA) равен 64 Кб. Видеобуфер доступен со стороны процессора как на чтение так и на запись и состоит из 4-х битовых плоскостей по 16 Кб. Существует возможность расширения буфера до 128 Кб. На плате расширения установлены разъемы для подключения еще 128 Кб памяти, что позволяет довести размер видеобуфера до 256 Кб. При этом в каждую битовую плоскость добавляется два дополнительных банка памяти по 16 Кб.

С целью совместимости с более ранними моделями видеоадаптеров, адреса видеобуфера могут изменяться. Возможны 4 варианта.

Видеобуфер может быть установлен объемом 128 Кб и начинаться с сегментного адреса A0000, объемом 64 Кб с адреса A0000, объемом 32 Кб с адреса B0000 и тем же объемом но с адреса B8000.

**6. Базовая система ввода/вывода (BIOS EGA)** находится в памяти специального ПЗУ установленного на плате адаптера. BIOS EGA объединяется с базовой системой ввода/вывода (BIOS системной платы). Здесь размещаются шрифты, используемые для генерации символов и управляющие программы видеоадаптера. Размер ПЗУ - 16 Кб, начальный адрес - C0000.

**7. Дополнительные схемы (MUX)** для переключения битовых плоскостей при чтении данных видеобуфера блоком управления CRT, центральным процессором или контроллером атрибутов.

На плате установлены также два тактовых генератора с частотами 14 и 16 Мгц, определяющие частоту вывода точек раstra и 4 внешних регистра ввода/вывода, не входящие в состав схемы.

## **Графический контроллер VGA. Схема и назначение.**

**Графический адаптер VGA (Video Graphic Array) с точки зрения функциональных возможностей и производительности является постоянно улучшаемой версией графического адаптера EGA.**

**Схемные решения EGA и VGA совпадают.**

**Графический контроллер VGA поддерживает более широкий спектр видеорежимов, особенно при использовании мониторов с изменяемой рабочей частотой. Также как и графический адаптер EGA, VGA в своем составе содержит несколько программно-управляемых компонентов: блок управления разверткой видеоизображения на экране монитора (CRT), блок синхронизации (SEQ), графические контроллеры (GRAPH) и контроллер атрибутов.**

**Каждый из этих функциональных блоков адаптера управляется программно. Программы обслуживания VGA в составе базовой системы ввода/вывода (BIOS VGA) доступны по прерыванию 10h. Использование функции с номером 0 данного прерывания позволяет установить адаптер в один из 24-х стандартных видеорежимов, поддерживаемых BIOS VGA.**

**Каждый блок VGA содержит в своем составе ряд регистров, используемых для управления функционированием адаптера.**

**Для каждого видеорежима в программах BIOS содержится соответствующая таблица значений регистров видеоадаптера, в связи с чем, в большинстве случаев, для установки требуемого видеорежима вместо непосредственной записи в регистры адаптера достаточно воспользоваться программами BIOS.**

## **Графический контроллер VGA. Основные режимы использования.**

**Видеорежимы характеризуются следующими параметрами:**

- вертикальным разрешением (количеством строк раstra на экране);**
- горизонтальным разрешением (количеством символов или пикселей в строке);**
- представлением данных в буфере;**
- атрибутами вывода (цвет, мерцание и т. п.).**

**Как и у видеоадаптера EGA, у видеоадаптера VGA существует два основных режима использования – алфавитно-цифровой и графический. Алфавитно-цифровой режим используется в настоящее время, как базовый, наладочный, часто называемый режимом DOS, хотя его параметры введены в систему BIOS системной платы и видеоадаптера и от дисковой операционной системы не зависят.**

**В отличие от адаптера EGA VGA работает с аналоговыми мониторами. Для этого в схему контроллера атрибутов введен дополнительный блок цифро-аналогового преобразователя и регистровая память (RAMDAC).**

**Наиболее важным с точки зрения использования видеоадаптера по прямому назначению является графический режим.**

**При программировании графических режимов VGA наиболее важным является управление горизонтальным и вертикальным разрешением изображения на экране дисплея. По этой причине, наиболее простым путем перехода к нестандартному видеорежиму является использование программ BIOS для установки некоторого стандартного видеорежима с последующим изменением значений нескольких регистров видеоадаптера.**

## **Порядок программирования графического контроллера VGA.**

**Видеоадаптер VGA всегда программируется таким образом, чтобы время, необходимое для вывода данных из видеобуфера на экран всегда было меньшим общего количества времени развертки одного кадра. Это дает возможность вывода на экран бордюра (overscan), окаймляющего собственно выводимое изображение, что позволяет центрировать изображение на экране без выброса луча за края его поля.**

**Центральным моментом при программировании нестандартных видеорежимом является выбор таких значений временных параметров управления экраном, чтобы не выйти за допустимые пределы частотных характеристик используемого монитора.**

**После выбора значений временных параметров видеорежима можно приступать к программированию основных блоков видеоадаптера VGA, что включает в себя:**

- программирование блока управления ЭЛТ;**
- программирование блока синхронизации;**
- задание частоты генератора пикселей;**
- задание высоты символов (в строках раstra);**
- модификация требуемых переменных BIOS VGA.**

**Доступ к регистрам VGA этих блоков осуществляется через порты ввода/вывода путем использования команд IN и OUT или специальных функций BIOS, эквивалентных по своим действиям этим командам. Для доступа к программам BIOS используется прерывание с номером 16 (10h).**

# Основные регистры графического контроллера VGA.

## Регистры блока CRT

### Регистр состояния видеосигнала -

Порт **3C2h** (только чтение) бит 7 – вертикальный обратный ход луча

Порт **3BAh** (только чтение) бит 0 – гашение видеосигнала

бит 1 - световое перо активировано

бит 2 - кнопка светового пера активирована

бит 3 - идентифицирован обратный ход луча

### Регистры видеоконтроллера -

25 внутренних регистров данных доступны через индексный регистр **3D4h**

Чтение/запись этих регистров через порт **3D5h**.

Назначение регистров:

**00h – 0Fh** – константы синхронизации луча, ход, границы, позицию курсора, строки, разрешение

**10h – 11h** – обратный ход луча, световое перо.

**12h – 18h** – работа с видеопамятью, сканирование, синхронизация

### Регистры управления -

Порт **3CCh** (только чтение) / порт **3C2h** (только запись)

бит 0 – содержание адресного пространства (mono/color)

бит 1 – доступ к ОЗУ VGA

бит 4 – отключение видеосигнала

бит 5 – выбор режима адресации по плоскостям

биты 2,3 и 6,7 – выбор горизонтального и вертикального тактов

## Регистры блока GRAPH

### Регистры управления

9 внутренних регистров данных доступны через индексный регистр **3CEh**  
Чтение/запись этих регистров через порт **3CFh**.

Назначение регистров:

**00h** – 4-х битовый номер видеоплоскости для заполнения.

**01h** – флаг заполнения (при установке флага ОЗУ заполняется не данными центрального процессора, а битом-заполнителем).

**02h** – регистр сравнения и сохранения цвета в плоскостях.

**03h** – регистр условий модификации данных в видеоплоскостях.

**04h** – номер плоскости, доступной для чтения.

**05h** – режим записи в ОЗУ.

**06h** – выбор адреса видеопамати.

**07h** – флаг запрета сравнения видеоплоскостей.

**08h** – биты маски записи в плоскости: 1 – запись бита из байта данных  
0 – запись из регистра-защелки.

## Регистры блока ATRIB

### Регистры базового цвета

21 внутренний регистр данных доступны через индексный регистр **3C0h**  
Чтение/запись этих регистров через порт **3DAh**.

Назначение регистров:

**00h** – **0Fh** – 16 регистров базовой 4-х битовой палетты цветов.

**10h** – регистр декодирования байта-атрибута (графика/текст).

**11h** – цвет рамки.

**12h** – цвет плоскости ОЗУ.

**13h** – режим разрешения экрана (текстовый/графический).

**14h** – запоминает и определяет цвета по умолчанию (байт-атрибут).

### **Регистры генератор последовательностей -**

5 внутренних регистров данных доступны через индексный регистр **3C4h**

Чтение/запись этих регистров через порт **3C5h**.

Назначение регистров:

**00h** – сброс генератора для сохранения ОЗУ.

**01h** – режим доступа центрального процессора к видеопамяти.

**02h** – **4 младших бита** доступ к плоскостям видеопамяти (всего 4 (№ 0 - 3)

плоскости, каждая вписывается в одно и то же адресное пространство, доступное центральному процессору и замещается побитово).

**03h** – выбор таблицы знакогенератора (всего 8 таблиц).

**04h** – регистр атрибутов текселов в текстовом режиме.

### **Регистры блока доступа к памяти и АЦП (RAMDAC)**

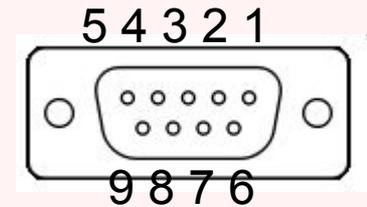
255 внутренних 3-х байтовых регистров палетты RGB-составляющих оттенков цветов доступны через индексный регистр **3C6h**

Чтение 3-х регистров палетты RGB последовательно через порт **3C7h**.

Запись 3-х регистров палетты RGB последовательно через порт **3C8h**.

Чтение/запись регистров палетты отдельно по составляющим - порт **3C9h**.

# Разъем EGA



Вывод	Описание
1	земля
2	вторичный красный / интенсивность
3	первичный красный
4	первичный зелёный
5	первичный синий
6	вторичный зелёный / интенсивность
7	вторичный синий / интенсивность
8	строчная синхронизация
9	кадровая синхронизация

# Разъем EGA-VGA RCA (Cinch) или "тюльпан"

(Композитное или частотносовмещенное PAL-SECAM соединение)



Используется для передачи сигнала в композитном виде. Разъёмы RCA присутствуют, фактически, у каждого современного телевизора.

Они используются как для передачи видео (обычно цвет разъёмов – жёлтый),

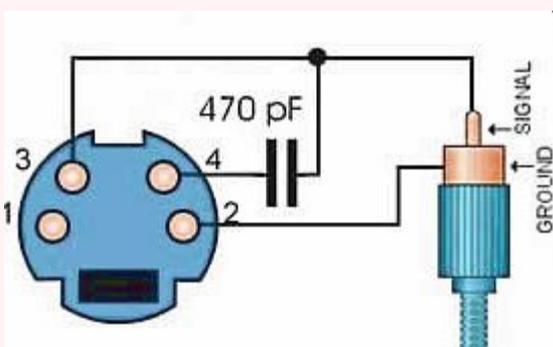
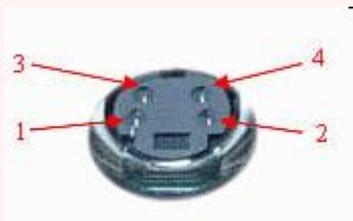
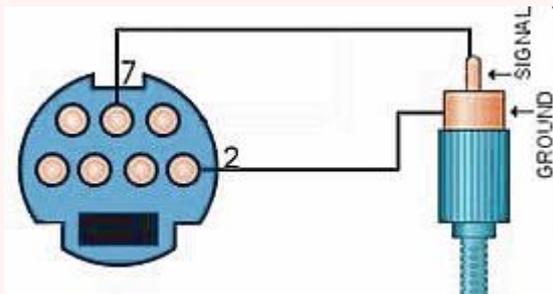
так и для передачи аудио (цвет разъёмов – белый и красный).

При передаче сигнала в композитном виде через разъёмы RCA используется полоса пропускания около 3 МГц, следствием чего - относительно невысокая чёткость изображения (не более 300 линий).

К тому же при передаче композитного сигнала по одному физическому каналу в ограниченной полосе частот невозможно полностью разделить яркостную (Y) и цветовую (C) компоненты, что создаёт эффект цветовых перекрёстных искажений (напоминает "сеточку"), особенно хорошо заметных на мелких контрастных деталях.

# Разъем EGA-VGA S-video

S-Video обеспечивает заметно лучшее качество, нежели с использованием композитного соединения. Достигается это тем, что яркостный сигнал (Y), несущий и синхроимпульсы, передаётся отдельно от цветového сигнала (C), в результате чего исчезают цветové перекрёстные искажения, возникающие при композитном подключении, и повышенной до 6 МГц полосой пропускания, чем обеспечивается чёткость до 500 линий.



№ контакта	функция
1	земля для яркостного (Y) сигнала
2	земля для цветového (C) сигнала
3	яркостный (Y) сигнал
4	цветového (C) сигнал
7	композитный сигнал

Разъем телевизора **SCART**



# Современные разъемы VGA

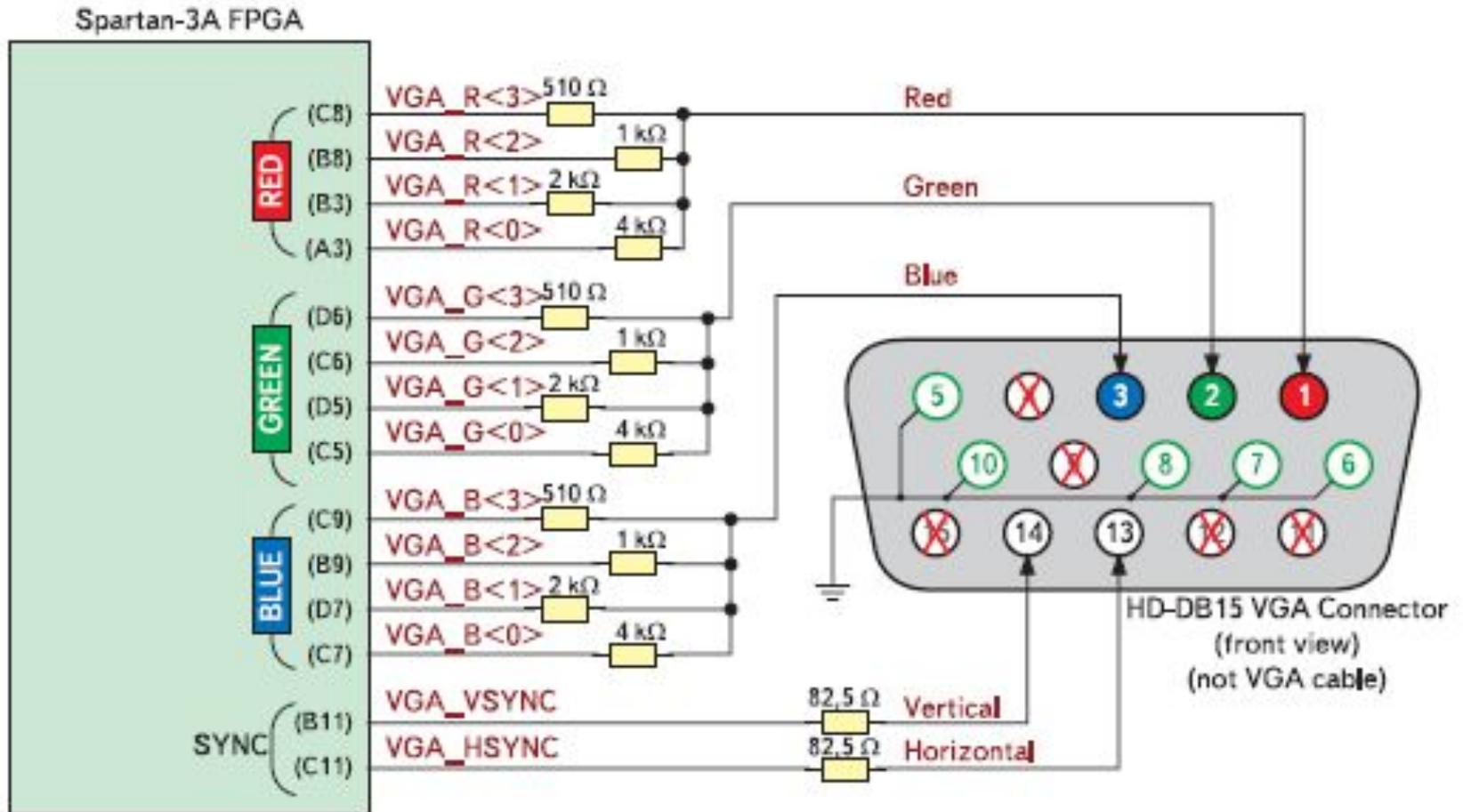


**HDMI**

**DVI**

**D-sub**

# Разъем VGA D-sub (аналоговый)



# Разъем VGA DVI (совмещенный)



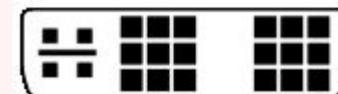
Pin	Signal	Pin	Signal	Pin	Signal
1	Data 2 -	9	Data 1 -	17	Data 0 -
2	Data 2 +	10	Data 1 +	18	Data 0 +
3	Shield (2 & 4)	11	Shield (1 & 3)	19	Shield (0 & 5)
4	Data 4 -	12	Data 3 -	20	Data 5 -
5	Data 4 +	13	Data 3 +	21	Data 5 +
6	Clock DDC	14	Power +5V	22	Shield Clock
7	Data DDC	15	Ground	23	Clock +
8	Analog Vertical Sync	16	Hot Plug	24	Clock -
C1	Analog Red				
C2	Analog Green				
C3	Analog Blue				
C4	Analog Horizontal Sync				
C5	Analog Ground				

**Legend:**

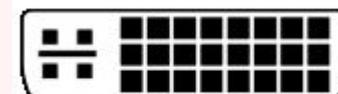
- Dark Red: TMDS
- Light Red: PLUG & PLAY
- Pink: ANALOG



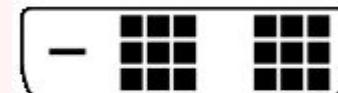
Варианты исполнения



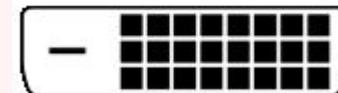
DVI-I (Single Link)



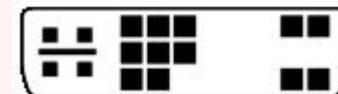
DVI-I (Dual Link)



DVI-D (Single Link)

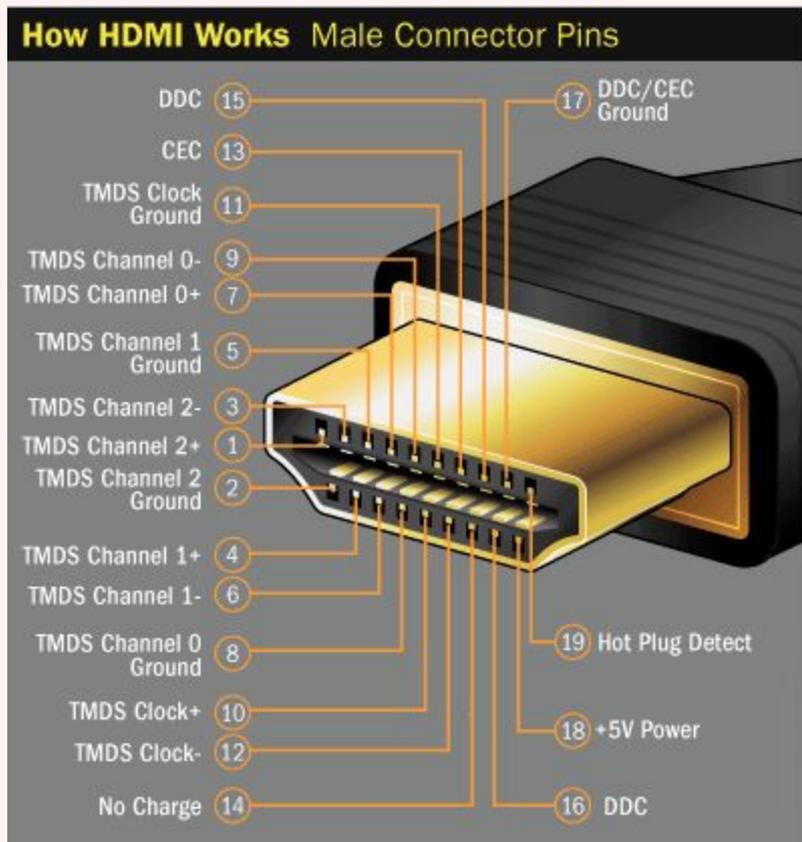


DVI-D (Dual Link)



DVI-A

# Разъем VGA HDMI (цифровой)

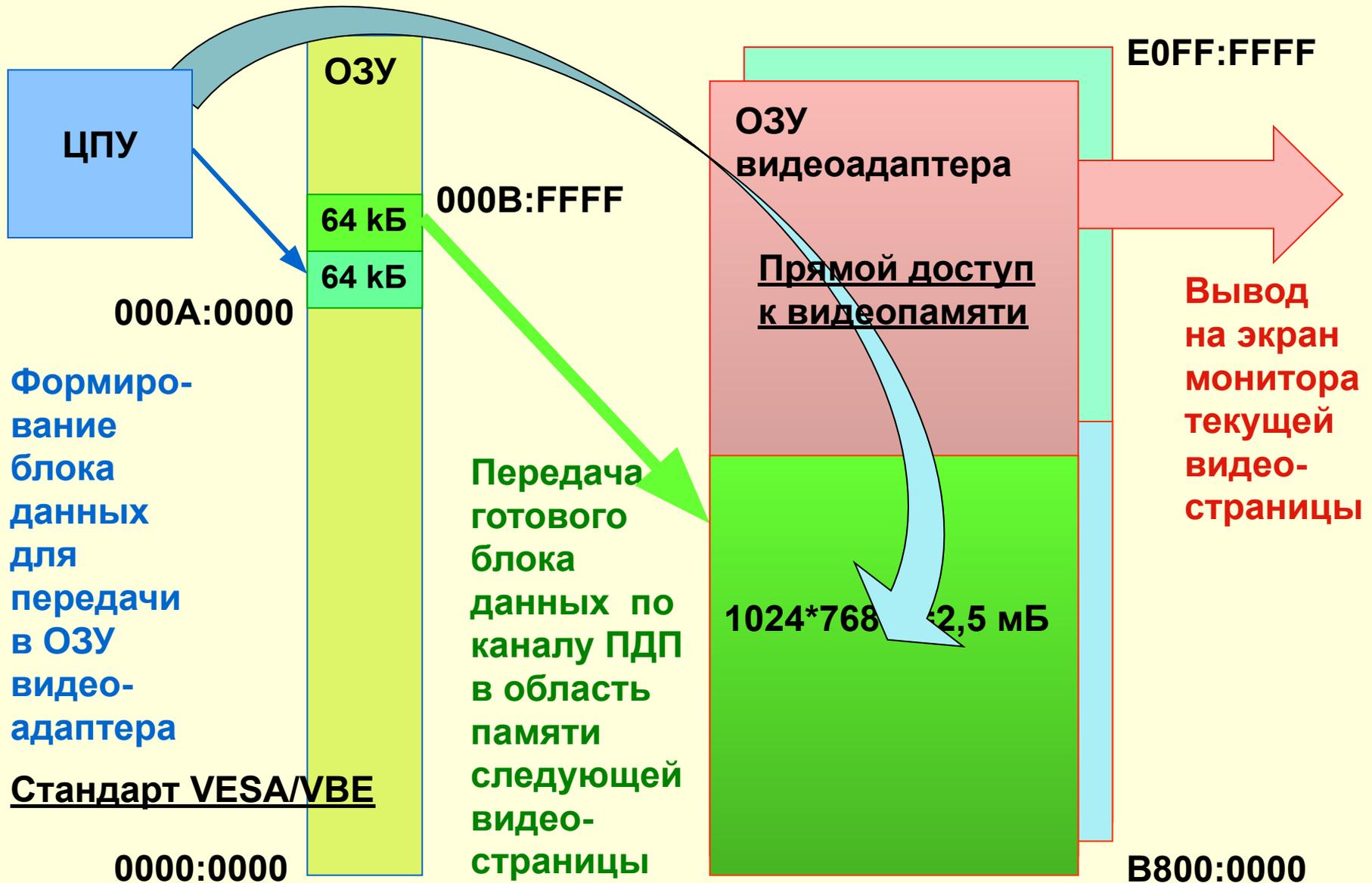


Кабель HDMI



## 25. Организация экранной памяти.

Области ОЗУ ПЭВМ для обмена данными с центральным процессором.



## **Страничная организация экранной памяти видеоконтроллера.**

Центральный процессор CPU формирует цифровое изображение в виде матрицы  $M \times N$   $n$ -разрядных чисел объемом 64 килобайта и записывает его в ОЗУ либо непосредственно в видеобуфер видеоадаптера, встроенный в адресное пространство CPU.

Участок видеопамати, отведенный для хранения цифрового образа текущего изображения (кадра), называется кадровым буфером (от англ. frame buffer –кадровый буфер).

Определение объема экранного буфера (страницы) видеоконтроллера:

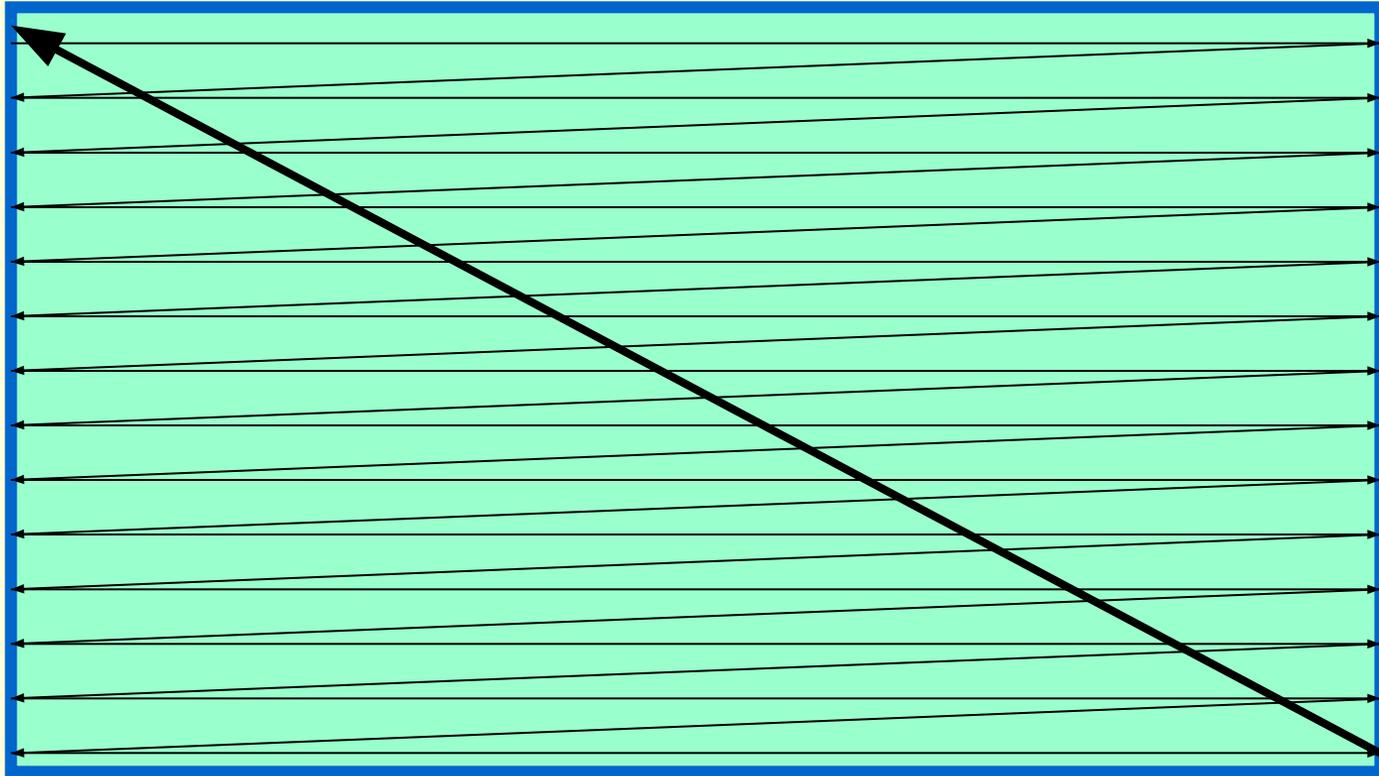
$$M \times N \times V = 1024 \times 768 \times 3 \geq 2,5 \text{ мБ}$$

Видеоадаптер последовательно считывает (сканирует) содержимое ячеек кадрового буфера и формирует на выходе видеосигнал, уровень которого в каждый момент времени пропорционален значению, хранящемуся в отдельной ячейке.

Сканирование видеопамати осуществляется синхронно с перемещением электронного луча по экрану ЭЛТ. В результате яркость и цвет каждого пикселя на экране монитора оказывается пропорциональными содержимому соответствующей ячейки памяти кадрового буфера видеомонитора.

По окончании просмотра ячеек, соответствующих одной строке раstra, видеоадаптер формирует импульсы строчной синхронизации H-Sync, инициализирующий обратный ход луча по горизонтали, а по окончании сканирования кадрового буфера – сигнал V-Sync, вызывающий движение электронного луча снизу-вверх (обратный диагональный ход луча) При этом происходит смена или обновление содержания видеобуфера.

## Траектория электронного луча развертки изображения на экране.



→ Прямой горизонтальный ход луча, который задается горизонтальной синхронизацией H-Sync, задаваемой видеоадаптером.

← Обратный горизонтальный ход луча

← Обратный кадровый ход луча, который задается кадровой или вертикальной синхронизацией V-Sync, задаваемой видеоадаптером.

Время обратного хода луча составляет  $1/f_{\text{кадр}}$  секунды.

**Видеопамять является специальной областью памяти, из которой контроллер CRT организует циклическое чтение содержимого для регенерации изображения на экране монитора.**

**Традиционно для буфера видеоадаптера в карте распределения памяти прикладной задачи выделена область адресов A0000h-BFFFFh (стандарт VESA/VBE 1.0), непосредственно доступная любому процессору x86.**

**Современные графические адаптеры VGA имеют возможность переадресации видеопамяти в область старших адресов (VESA/VBE 2.0), что позволяет в защищенном режиме работать с цельными образами экранов.**

**Расширение BIOS – это специальное ПЗУ, которое содержит все установки графического адаптера, имеет объем от 16 Кбайт и встраивается в оперативную память с адреса C0000:00000. Расширение BIOS содержит константы работы с видеоадаптером (характеристики видеорежимов).**

**Задача графического процессора – заполнение видеоплоскостей под непосредственным управлением центрального процессора.**

**В текстовом режиме данные от центрального процессора поступают в обход графического процессора, непосредственно в контроллер атрибутов.**

**Цифро-аналоговый преобразователь RAMDAC выполняет преобразование кода цвета пикселя в аналоговый сигнал, подаваемый на вход монитора (ввиду чего монитор должен быть также аналоговым, а не цифровым, как это было при использовании видеоадаптера EGA).**

**Цифро-аналоговый преобразователь RAMDAC содержит в себе 256 регистров, которые и образуют оперативную память (RAM), ввиду чего одновременно доступно только 256 цветов.**

## **Системы дополнительных команд CPU для обслуживания экранной памяти.**

Существует несколько способов обслуживания памяти видеобуфера:

1. Использование видеофункции BIOS прерывания 10h.

2. Непосредственная работа с регистрами видеоконтроллера при переходе в защищенный режим работы процессора Intel x86, когда недоступны видеофункции BIOS.

3. Использование дополнительных сопроцессорных устройств, появившихся в процессорах Pentium II (**mmx**) и Pentium III (**xmm**).

Команды **mmx**-расширения центрального процессора (целочисленные). Всего 6 групп команд (инициализации, сравнения, арифметические, сжатия, сдвига, логические и команды пересылки данных) всего 41 команда (76 машинных инструкций), используемые для прямого заполнения CPU видеоплоскостей видеобуфера адаптера с использованием 8-ми 80-битных регистра **mmx**.

Команды **xmm**-расширения центрального процессора (для чисел с плавающей запятой).

Всего 6 групп команд (сравнения, арифметические, логические, пересылки, преобразования, перераспределения данных, управления и кэширования) всего 149 новых команд, используемые для заполнения видеоплоскостей видеобуфера адаптера с использованием 8-ми 128-битных регистра **xmm**, введенных в состав CPU, начиная с процессоров Pentium III .

Команды совместимы с аппаратной реализацией видеоадаптеров VGA и могут исполняться непосредственно графическими контроллерами.

## Понятие о 2D, 3D, 3DNow!, DirectX.

**2D** – дополнительные команды Assembler, сопряженные с развитием архитектуры VGA адаптеров и GDI-драйверов к ним для ускоренной прорисовки 2-хмерных изображений (например, оконной графики в Windows).

**3D** – доработка CPU, VGA и система дополнительных команд Assembler Pentium II mmx для ускоренной прорисовки 3-хмерных изображений.

**3DNow!** - доработка CPU, и система дополнительных команд Assembler процессоров ф. AMD для ускоренной прорисовки 3-хмерных изображений повышенной четкости.

**OpenGL** – разработка API-интерфейса (ф. Silicon Graphics) для использования 3-хмерной графики в приложениях моделирования и рендеринга. Включает 250 функций рисования. Авторы Курт Экли и Марк Сегал.

**DirectX** – дополнение операционной системы Windows (фирмы Microsoft) наборами API-интерфейсов, обеспечивающих прямой доступ к аппаратным средствам CPU, VGA, аудиоадаптерам и т.д. или их программного эмулирования для обеспечения разработчиков игр создавать нормально работающие приложения в среде Windows. Для этой цели разработаны 4 базовых компонента – **DirectDraw** (диспетчер видеопамяти), **Direct3D** (3D графика), **DirectInput** (аппаратно независимая система ввода данных) и **DirectSound** (аппаратно независимая система воспроизведения звука аудиоустройствами различных производителей). Дополнительный компонент **DirectPlay** позволяет разработчикам игр создавать приложения, работающие на любой аппаратной платформе.

# Основные режимы работы видеосистем.

## Текстовый режим: текселы. Образ и адрес в пространстве ПЗУ.

В текстовом режиме изображение на экране монитора представляет собой множество пикселей и характеризуется разрешением  $N \times M$ . Однако все пиксели разбиты на группы, называемые текселями или символьными позициями размером  $p \times q$ . В каждом из знакомест может быть отображен один из 256 символов. Таким образом, на экране умещается  $M/q = Mt$  символьных строк по  $N/p = Nt$  символов в каждой.

Типичным текстовым режимом является режим  $80 \times 25$  символов.

Изображение символа в пределах каждого знакоместа задается точечной матрицей. Размер матрицы зависит от типа видеоадаптера и текущего видеорежима. Чем больше точек используется для отображения символа, тем выше качество изображения и лучше читается текст. Точки матрицы, формирующие изображение символа, называют передним планом (foreground), остальные – задним планом или фоном (background).

Если считать, что темной клетке соответствует логическая единица, а светлой – логический ноль, то каждую строку символьной матрицы можно представить в виде двоичного числа. Графическое изображение символа хранится в виде набора двоичных чисел. Для этой цели используется ПЗУ BIOS размещенное на системной плате. Базовый набор символов для DOS размером  $8 \times 16$  находится по адресу F000:FA6E. На плате видеоадаптера в составе контроллера атрибутов также имеются свои наборы шрифтов.

## Состав байта-атрибута. Особенности текстового режима.

Аппаратный знакогенератор хранит шрифт, который автоматически используется видеоадаптером сразу же после включения компьютера (обычно это буквы английского алфавита и набор специальных символов). Адресом ячейки знакогенератора является порядковый номер символа.

Для кодирования изображения символа используется два байта:

- первый байт для задания номера символа.
- второй байт для указания атрибутов символа (цвета символа и фона, подчеркивания, мигания, отображения курсора).

BL	R	G	B	I	R	G	B
----	---	---	---	---	---	---	---

Если на экране имеется  $Nt \times Mt$  тексела, то объем видеопамати, необходимый для хранения изображения, составит  $Nt \times Mt \times 2$  байт. Эту область видеопамати называют видеостраницей (video page).

Видеостраница является аналогом кадрового буфера в графическом режиме, но имеет значительно меньший объем. В текстовом режиме ( $80 \times 25$  символов) размер видеостраницы составляет  $80 \times 25 \times 2 = 4000$  байт.

На практике для удобства адресации под видеостраницу отводят 4 Кб = 4096 байт, при этом «лишние» байты (96) не используются.

Главная особенность текстового режима - адресуемым элементом экрана является не пиксель, а тексел. Т.е. в текстовом режиме нельзя сформировать произвольное изображение в любом месте экрана – можно лишь отобразить символы из заданного набора, причем только в отведенных символьных позициях.

Другим существенным ограничением текстового режима является узкая цветовая палитра – не более 16 цветов.

## **Графический режим: пикселы.**

**В графическом режиме содержимое каждой ячейки кадрового буфера (матрицы  $N \times M$   $n$ -разрядных чисел) является кодом цвета соответствующего пикселя экрана.**

**Разрешение экрана при этом также равно  $N \times M$ .**

**Адресным элементом при этом экрана является минимальный элемент изображения – пиксель. По этой причине графический режим называют также режимом АРА (All Point Addressable – все точки адресуемы).**

**Иногда число  $n$  называют глубиной цвета. При этом количество одновременно отображаемых цветов равно  $2^n$ , а размер кадрового буфера, необходимый для хранения цветного изображения с разрешением  $N \times M$  и глубиной цвета  $n$ , составит  $N \times M \times n$  бит.**

**Графический режим является основным режимом работы видеосистемы современного персонального компьютера, поскольку в этом режиме на экран монитора можно вывести текст, фотографию, анимацию и видеоролик.**

**В частности, в таком режиме работает видеосистема РС под управлением операционных систем Windows 9x/NT/2000/XP/CE/ME, Unix, Palm и других.**

**Однако для эффективной работы в графическом режиме требуется значительный объем видеопамати и высокопроизводительный компьютер, поэтому данный режим стал основным только с появлением персональных компьютеров на базе центрального процессора (CPU) Intel Pentium.**

## Палетты – виды, состав и адреса доступа.

Базовая палетта, содержащая 16 4-хбитных оттенков цветовой гаммы находится в контроллере атрибутов.

Доступ к палетте через индексный регистр 3C0h, номера регистров цвета 00h - 0Fh и содержат 16 регистров формата

0	0	0	0	I	R	G	B
---	---	---	---	---	---	---	---

Чтение палетты осуществляется через порт 3DAh

Файловый массив основной палетты графического режима находится в блоке RAMDAC, состоит из 256-ти трехбайтовых регистров 00h – FFh и доступен через индексный регистр 3C6h. Чтение палетты осуществляется последовательно побайтово через порт 3C7h, а запись через порт 3C8h.

Состав палетты:

0	0	x	x	x	x	x	x	0	0	x	x	x	x	x	x	0	0	x	x	x	x	x
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Число оттенков: при 8-битном заполнении – 16 777 216

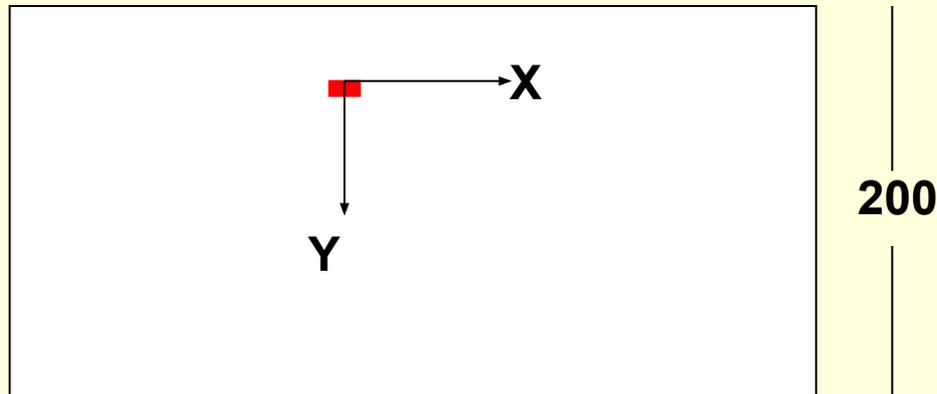
Реально доступно в каждый момент времени 256 цветов. Для увеличения количества цветовых оттенков палетту необходимо перепрограммировать или использовать режим прямого обозначения цвета. В этом режиме используется не код цветового оттенка, а его полная характеристика, но объем видеокадра при этом увеличивается в 3-4 раза, что в современных VGA-адаптерах вполне допустимо. При этом количество цветовых оттенков может быть увеличено до 32-х и даже 64-х миллионов.

## Порядок программирования видеоизображений в стандарте VESA/VBE.

Смысл программирования изображений заключается в присвоении собственного цвета каждому пикселу, выводимому на экран монитора.

Для базового программирования используют экран с разрешением 320x200 с отображением 256-ти цветов. В этом режиме видеобуфер адаптера будет располагаться по адресу Ф0000 – AF9FF и занимать 64 000 байта, т.е. по одному байту на пиксель.

A000:0000 ----- 320 ----- A000:013F



A000:F8C0

A000:F9FF

Пиксел по адресу (X,Y) программируется следующим образом:

1. Вычисляется величина смещения по X -  $Y*320$ .
2. К полученному значению добавляется координата X.
3. Полученный результат преобразовать в 16-ричную систему счисления и использовать, как смещение к параграфу A000:xxxx.
4. По полученному адресу записать индекс цвета (0-255).
5. При изменении разрешения экрана необходимо ввести соответствующее масштабирование изображения.

## **Порядок программирования видеоизображений в DirektDraw**

**Стандарт VESA/VBE отображает видеопамять в виде отдельных окон (банков) размерами не более 64 Кбайт, причем только одно из них может быть активным в заданный момент времени. Переключение таких окон значительно усложняет алгоритмы обработки графики, а также замедляет скорость работы всего приложения.**

**Стандарт VESA/VBE, начиная с версии 2.0, позволяет добиться линейного доступа к видеопамяти в режиме LFB (Linear Flat-frame Buffer) аналогично тому, как это делает DirectDraw.**

**К сожалению, приложения MS-DOS, использующие режим LFB, не могут работать под управлением ОС семейства Windows NT (Windows NT/2000/XP). Это значительно ограничивает область применения LFB и практически сводит на нет все его преимущества перед обычными «оконными» режимами VESA/VBE.**

**Компонент DirectDraw представляет видеопамять в виде непрерывного линейного массива (вектора), напрямую определяющего цвета отображаемых пикселей.**

**Объект DirectDraw представляет собой обычный COM-объект, который отличается от объектов языка Си++ тем, что не может иметь открытых переменных (полей), конструкторов и деструкторов. Для их создания используются специальные функции, а для удаления применяется метод Release()**

**При выборе языка программирования (транслятора) рекомендуется ориентироваться на Microsoft Visual C++ 6.x, т.к. другие языки имеют более сложный синтаксис вызова функций DirectDraw.**

**1. Создание базового DirectDraw-объекта** при помощи функции `DirectDrawCreate()`, обычно находящейся в динамической библиотеке `DDRAW.DLL` и объявленной в заголовочном файле `ddraw.h`:

```
LPDIRECTDRAW lpDDraw;  
hResult = DirectDrawCreate(NULL, &lpDDraw, NULL);
```

**2. Задание полноэкранного режима с исключительным правом доступа:**

```
hResult = pDDraw->SetCooperativeLevel  
(hWnd, DDSCL_EXCLUSIVE | DDSCL_FULLSCREEN);
```

**3. Установка 256-цветного режима с разрешением 640x480 точек:**

```
hResult = lpDDraw->SetDisplayMode(640, 480, 8);
```

**Установка режима 800x600 точек и 65 536 цветов:**

```
hResult = lpDDraw->SetDisplayMode(800, 600, 16);
```

**4. Создание первичной поверхности (Primary Surface),**

**4.1. Создание структуры типа DDSURFACEDESC**

```
typedef struct _DDSURFACEDESC {  
    DWORD      dwSize;  
    DWORD      dwFlags;  
    DWORD      dwHeight; и т.д.
```

**4.2. Создание первичной поверхности при помощи метода `CreateSurface()`, принадлежащего объекту `DirectDraw`:**

```
DDSURFACEDESC ddsd;  
DDSCAPS ddsc;  
ZeroMemory(&ddsd, sizeof(ddsd));  
ddsd.dwSize = sizeof(ddsd); и т.д.
```

5. Получении прямого доступа к видеопамяти. Для этого блокируется поверхность в памяти при помощи метода Lock():

```
hResult = lpPrimarySurface->Lock  
(NULL, &ddsd, DDLOCK_WAIT, NULL);
```

6. lpPrimarySurface - указатель на область памяти, ассоциированную с поверхностью. Он указывает на начало активной страницы видеопамяти.

Далее следует ввод изображения в пиксельном формате (BPP – байт на пиксел) с использованием любых функций его формирования, поддерживаемых аппаратной реализацией схемы графических процессоров из библиотеки API.

7. После выполнения операций, которые связаны с прямым доступом к памяти, ассоциированной с поверхностью DirectDraw, требуется немедленно разблокировать эту поверхность при помощи метода Unlock():

```
lpPrimarySurface->Unlock(ddsd.lpSurface);
```

В противном случае операционная система может зависнуть.

Основные Web-ресурсы -

Microsoft DirectX SDK // Microsoft Corp.

<http://www.microsoft.com/directx/download.asp>

DirectX for Delphi (также известен как Jedi Project):

<http://www.delphi-jedi.org/DelphiGraphics>

TMT Pascal Multitarget standard distributive:

<http://www.tmt.com>

## 26. Архитектура дисковых подсистем.

### Структура размещения информации на магнитных дисках.

**1. Диск** – пластинка круглой формы, выполненная из алюминиевого сплава (жесткий диск) или полимерного материала (гибкий диск), имеющая покрытие с одной или с обеих сторон из намагничивающихся материалов на основе железа и редкоземельных элементов. Жесткие диски в одном устройстве могут объединяться в пакет, состоящий из 2-х и более дисков.

**2. Дорожка** – данные на диске, расположенные по концентрическим окружностям. Дорожки нумеруются от 0-й, расположенной на периферии диска, к центральному отверстию диска.

**3. Цилиндр** – воображаемая поверхность, объединяющая дорожки с одним и тем же номером, расположенные на различных сторонах различных дисков. Нумерация цилиндров соответствует нумерации дорожек. Общее количество цилиндров накопителя обозначается, как **C**.

**4. Сектор** – каждая дорожка, размещенная на диске, делится на сектора одинакового углового размера. Количество секторов на дорожках **S** одинаково и не зависит от номера дорожки. Сектора имеют сквозную нумерацию для всех дорожек одной стороны диска, начинающуюся с 0-й на нулевой дорожке. Для операционной системы все сектора всех дисков накопителя объединяются в общую систему нумерации секторов.

**5. Объем сектора** – количество информации, помещающейся в одном секторе. Стандартная величина  $V_s = 512$  байт, но накопители информации допускают кратное изменение объема, как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения.

**6. Головка** – магнитная головка для записи и считывания информации с одной стороны диска. Общее количество головок накопителя обозначается, как **H**, и нумеруется от единицы для первой стороны первого диска в пакете. Номер головки соответствует номеру стороны диска.

**7. Объем диска** – максимальное количество информации, которое можно записать на дисковый накопитель. Определяется, как  $V_d = C * H * S * V_s$  байт.

**8. Виртуальная нумерация** – для сокращения знакомост, отводимых BIOS под константы **C** и **S**, выполняется увеличение числа головок **H** до 32 с пропорциональным уменьшением числа цилиндров **C** или секторов **S** без изменения  $V_d$ .

**9. Кластер** – условное объединение нескольких подряд расположенных секторов в более крупные адресуемые области памяти. Кластеры имеют сквозную нумерацию для одного логического раздела диска и используются в таблицах расположения файлов (FAT). В кластера обычно объединяют 8 или 4 сектора и исходя из этой величины определяется число секторов, занимаемое FAT-таблицей – для FAT-16(DOS), например  $S_{FAT} = S_d / N_{SFAT} * V_{FAT} / V_s$  с округлением в большую сторону. Здесь  $S_d$  – число секторов, составляющих логический диск,  $N_{SFAT}$  - число секторов в кластере (4 или 8),  $V_{FAT}$  - размер элемента в FAT-таблице (для FAT-16, например,  $V_{FAT} = 2$  байта).

**10. Главная загрузочная запись MBR** – нулевой сектор нулевой дорожки на первой стороне жесткого диска (0/0/1) содержит MBR (Master Boot Records), которая на начальном этапе тестирования системы загружается в ОЗУ по адресу 0000:7C00h. С этой таблицей работает утилита Fdisk (MS DOS), Disk Administrator (NTFS) или эквивалентная утилита иной операционной системы

# Структура главной загрузочной записи жесткого диска MBR.

Смещ.    Длина    Содержимое

+0	1beH	код загрузки и выполнения корневого сектора активного раздела	
+1beH	10H	элемент раздела 1 (см. ниже)	
+1ceH	10H	элемент раздела 2	
+1deH	10H	элемент раздела 3	
+1eeH	10H	элемент раздела 4	
+1feH	2	55 aa	подпись таблицы разделов (0aa55H)

Структура элемента раздела.

+0	1	Boot	Флаг загрузки: 0=не активен, 80H = активен
+1	1	Hd	Начало раздела: номер головки
+2	2	Sec Cyl	Начало раздела: сектор/цилиндр корневого сектора
+4	1	Sys	Код системы: 0=неизв., 1=DOS 12-бит FAT, 4=16-бит 5= Расширенный раздел DOS
+5	1	Hd	Конец раздела: номер головки
+6	2	Sec Cyl	Конец раздела: сектор/цилиндр последнего сектора
+8	4	младш старш	Относительный номер начального сектора
+0сH	4	младш старш	Размер (число секторов)
+10H		начало следующего элемента таблицы разделов (или 0aa55H для последнего элемента)	

# Структура DOS размещения информации на магнитном диске.

MBR			
Логический диск «С»	BR	Логический диск «Е»	BR
	FAT-1		FAT-1
	FAT-2		FAT-2
	Root Directory		Root Directory
	Data		Data
Логический диск «D»	BR	Логический диск «F»	BR
	FAT-1		FAT-1
	FAT-2		FAT-2
	Root Directory		Root Directory
	Data		Data

Примечание: FAT-2 является зеркальным отображением FAT-1



# Структура элемента корневого каталога логического диска Root Directory.

Смещ.	Длина	Содержимое	
+0	8	'F' 'I' 'L' 'E' 'N' 'A' 'M' 'E'	дополнено справа пробелами
+8	3	'E' 'X' 'T'	дополнено справа пробелами
+0bH	1	atr	атрибут файла
+0cH	0aH	резерв	
+16H	2	time	время создания/модификации в формате filetime
+18H	2	date	дата создания/модификации в формате filetime
+1aH	2	ClstrNo	номер начального кластера данных (связь с FAT )
+1cH	4	размер файла	размер файла в байтах



- структура байта атрибутов файла

- файл только для чтения
- скрытый файл
- системный файл
- метка тома (корневой каталог)
- элемент подкаталога (не файл)
- архивный файл
- сетевой файл разделяемого (многопользовательского) доступа

## Структура FAT-таблицы и схема размещения файлов на диске.

**FAT (File Allocation Table)** – это связный список, который используется DOS для определения физического адреса расположения данных на диске, поиска свободного места для новых файлов и указания плохих кластеров.

Первый байт FAT – определяет дескриптор носителя (FAT ID), следующие 7 байт содержат 00FFh – заполнитель полей разделителя, остальные 2-хбайтовые элементы таблицы FAT-16 имеют значение:

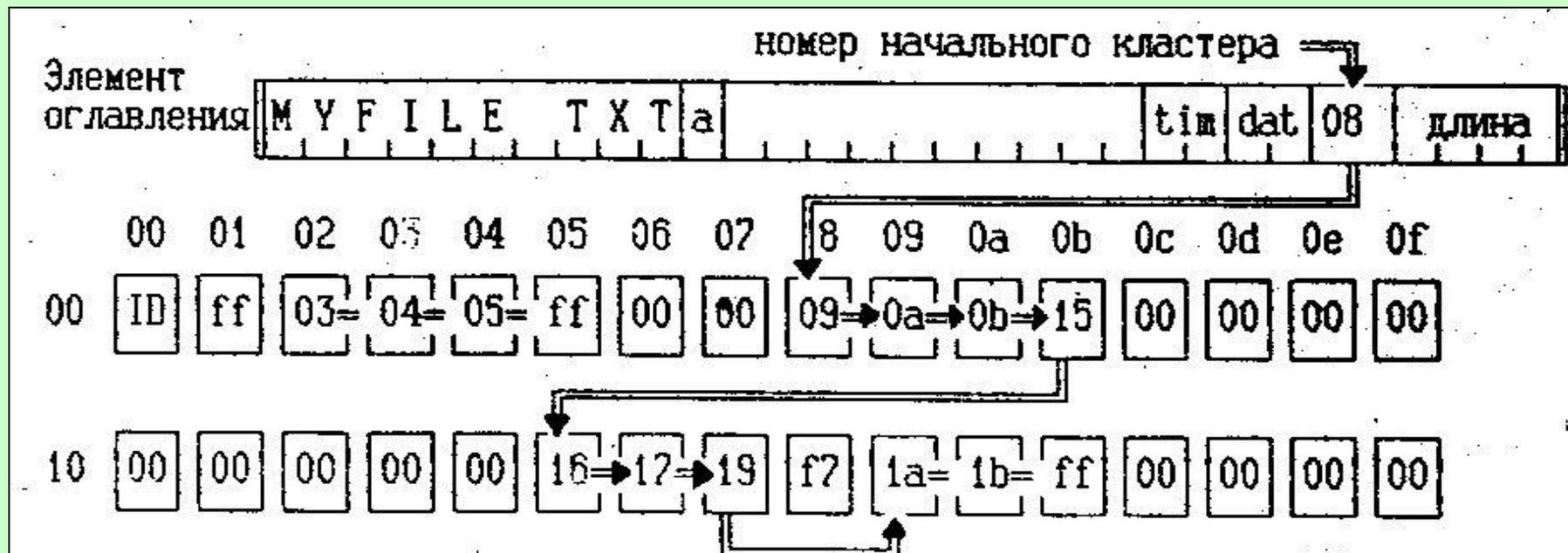
**0000h** – свободный (доступный) кластер

**0002 - FFEFh** – номер кластера, где расположен следующий элемент файла

**FFF0 - FFF6h** – зарезервированные номера

**FFF7h** – плохой (недоступный) кластер - **<BAD>**

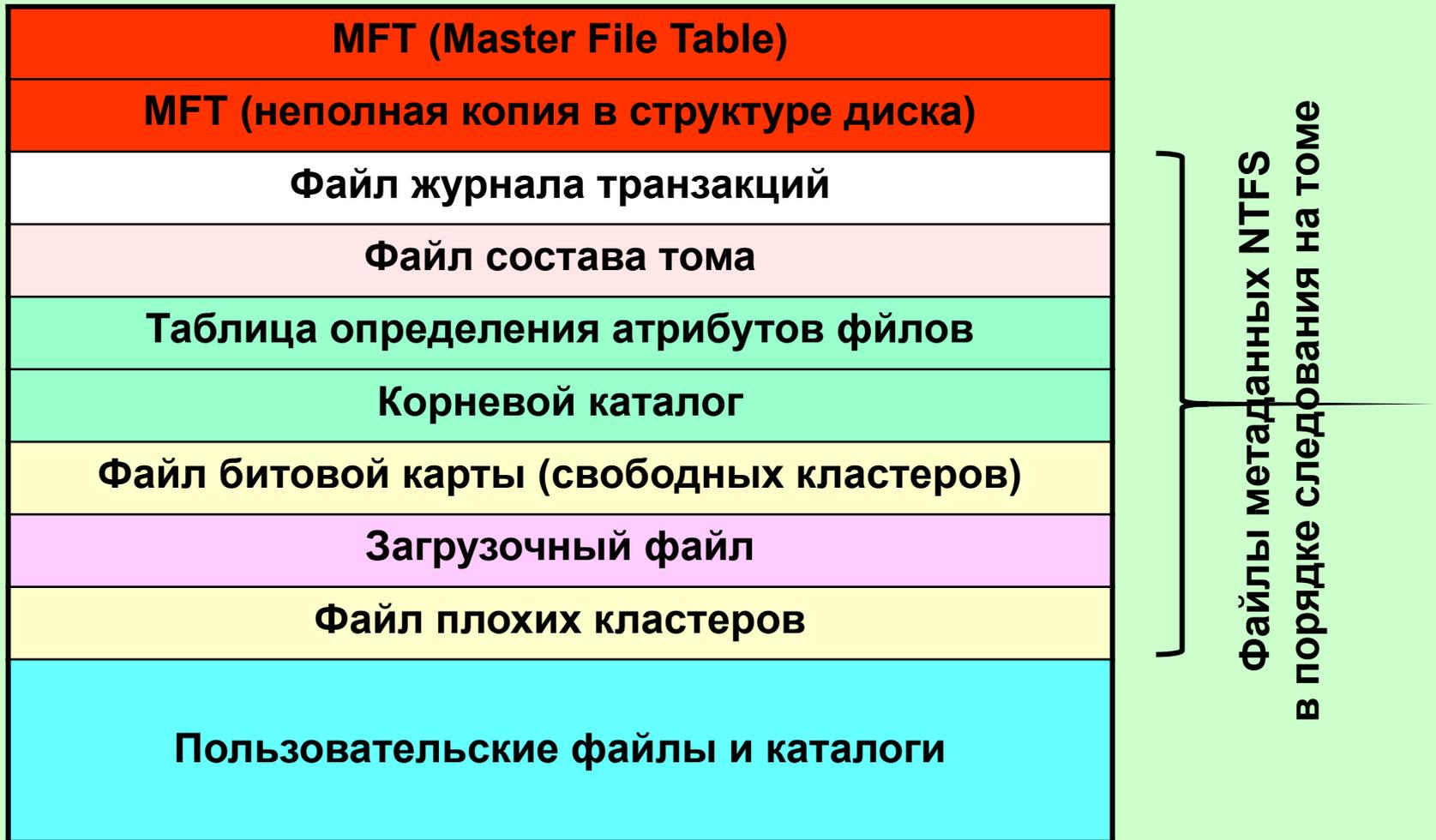
**FFF8 - FFFFh** – конечный кластер цепочки размещения файла на диске **<EOF>**



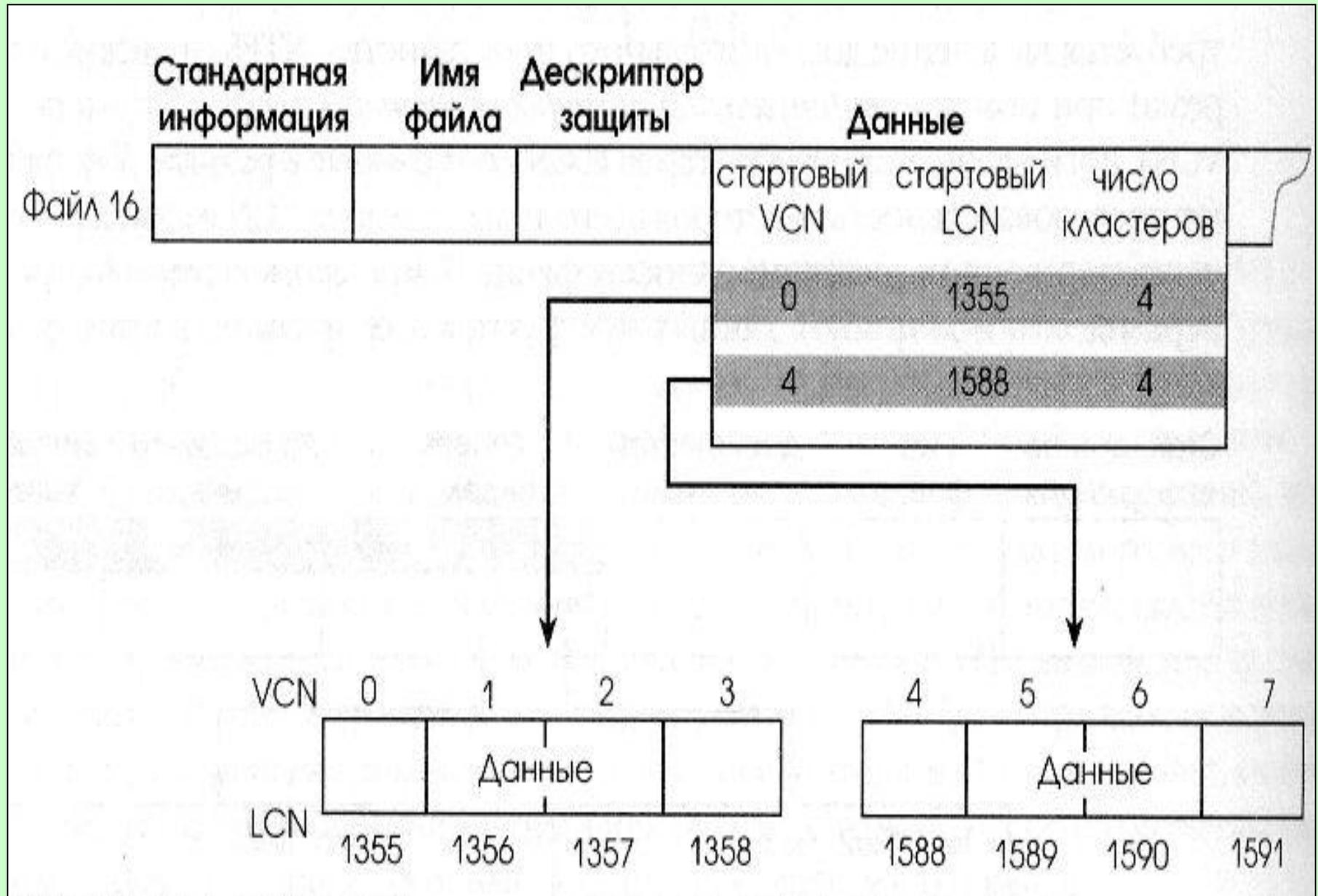
## Структура NTFS размещения информации на магнитном диске.

Файловая система DOS была разработана для гибких дисков **FDD** и затем распространена на жесткие диски с учетом **MBR**, что существенно снизило надежность хранения информации и увеличило время доступа к ней.

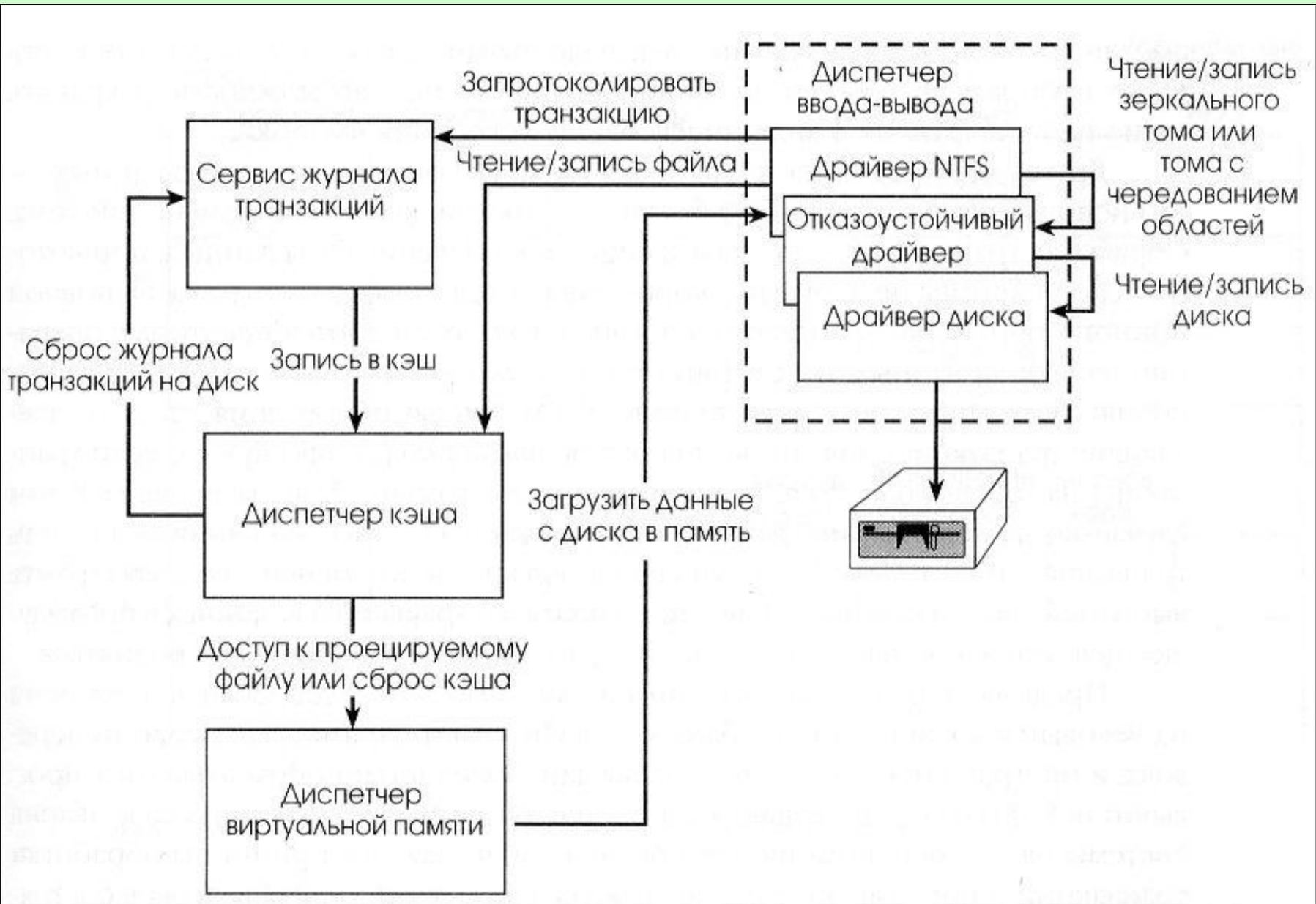
В настоящее время разработана и используется файловая система NTFS.



# Структура файловой записи MFT размещения файла данных на томе NTFS.



# Схема взаимодействия NTFS с исполнительными компонентами Windows NT.



## Системы RAID - размещения информации повышенной надежности.

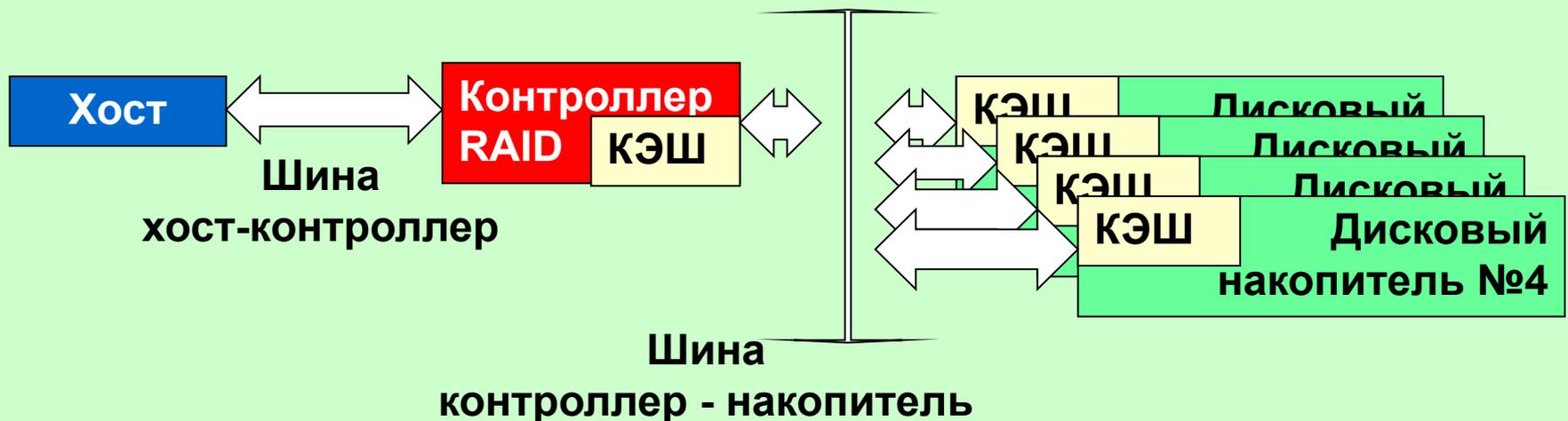
**RAID (redundant Arrays of inexpensive Disks)** – массив недорогих дисков с избыточной информацией для обеспечения ее сохранности.

Существует три основных причины применения RAID:

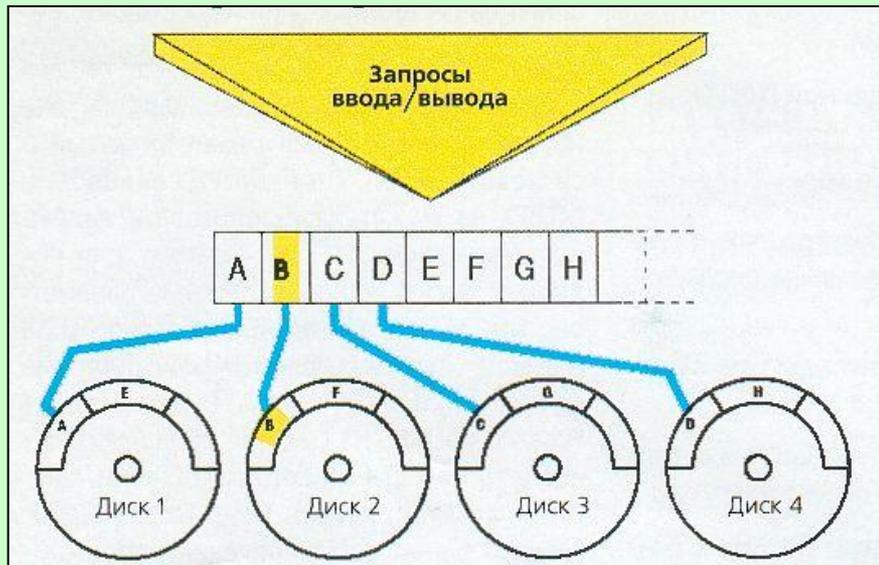
- недостаточная пропускная способность одиночного накопителя,
- недостаточная емкость одиночного накопителя,
- неприемлемый уровень риска отказа/сбоя устройства с учетом ценности хранимой на нем информации и потерь от простоя всей системы.

Основной смысл RAID в распределении порций данных и их контрольных сумм между различными накопителями таким образом, чтобы при выходе из строя одного или нескольких из них система была способна восстановить утраченную информацию и записать ее на новом диске, запущенном взамен вышедших из строя, а также с целью выравнивания времени обращения к различным дискам системы, не допуская перегрузки какого-то одного из них.

### Схема типового массива RAID:



## **RAID 0** Простое перераспределение информации чередованием дисков.

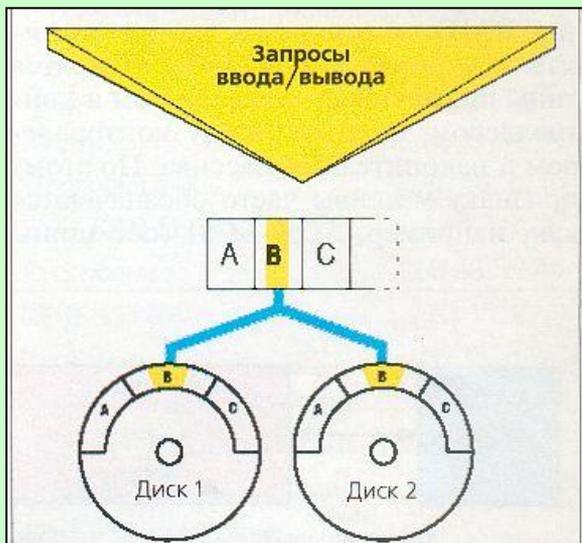


**Занимает минимум 2 диска.**

Информация равномерно распределяется RAID-контроллером по всем накопителям без дублирования и дополнительной защиты.

Это наиболее простой вариант RAID-систем. Он предназначен для ускорения обращения к дисковым накопителям.

## **RAID 1** Простое зеркальное отображение информации.



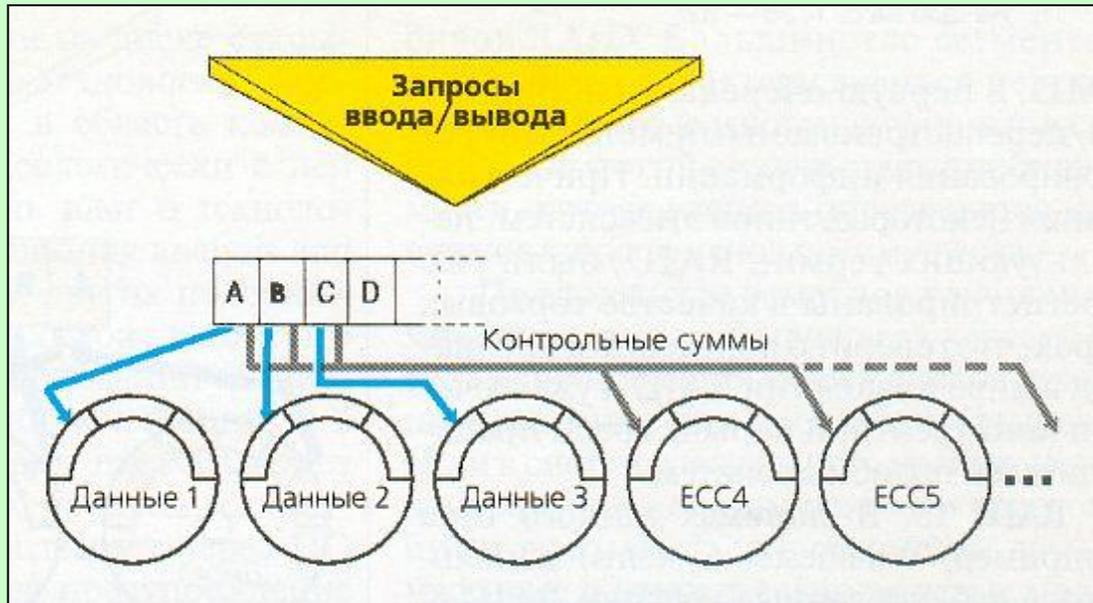
**Занимает минимум 2 диска.**

Информация одновременно записывается на два дисковых накопителя для обеспечения ее сохранности.

Надежность в данном случае обеспечивается за счет полного зеркального отображения информации. Характеризуется низкой пропускной способностью системы и высокими потерями информационного пространства дисков.

**RAID 10 (или 1 + 0)** Простое зеркальное отображение двух массивов дисков с перераспределением информации. **Занимает минимум 4 диска.**

## RAID 2 Синхронная запись данных и кодов на все накопители.

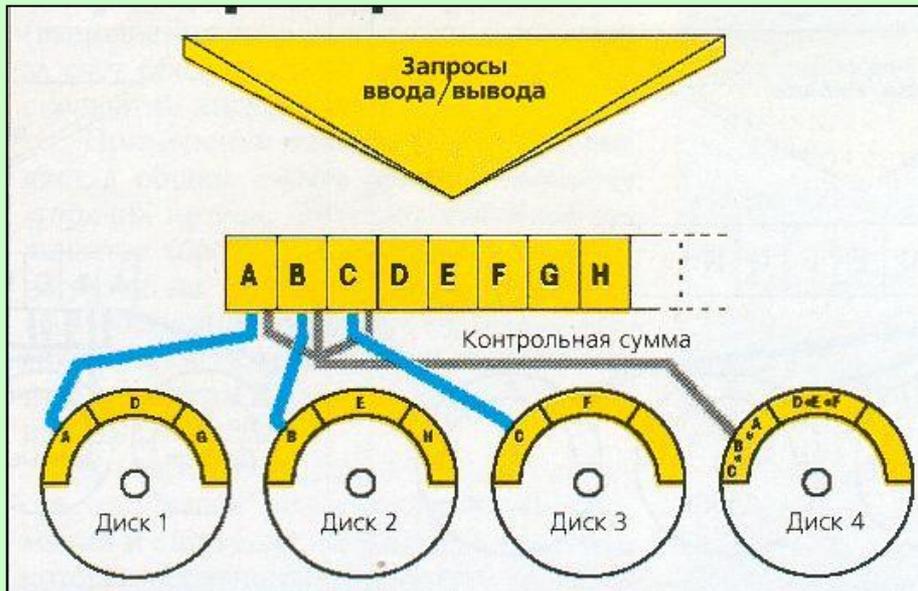


**Занимает минимум 3 диска.**

Информация разделяется на кванты малого размера (до 1-го байта) и одновременно с шифрами Хэмминга записывается RAID-контроллером на всех накопителях.

Характеризуется высокой пропускной способностью и надежностью, но требует большое количество дисков.

## RAID 3 Вариант RAID 2, но для кода используется выделенный диск



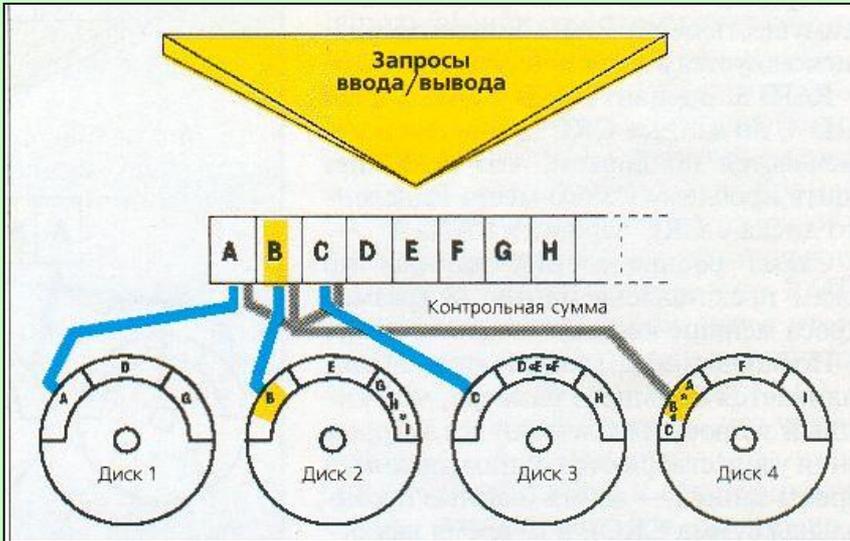
**Занимает минимум 3 диска.**

Информация разделяется на кванты малого размера, но используется более простой код шифрования CRC (вместо кодов Хэмминга) и записывается RAID-контроллером на 1 диск.

Характеризуется более низкой ценой по отношению к RAID 2 (поэтому получил широкое распространение), но и меньшей надежностью.

**RAID 4** Аналогичен 3, но используется для квантов большого размера.

**RAID 5** Циклическое чередование записи данных на дисках.

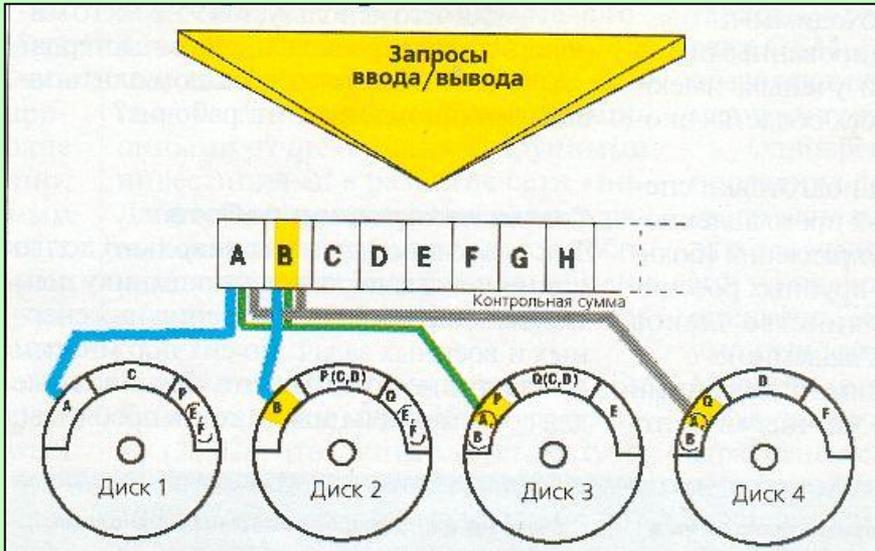


**Занимает минимум 3 диска.**

Аналогичен варианту 3, но информация, разделенная на кванты малого размера, записывается RAID-контроллером на накопителях с их чередованием.

Характеризуется высокой надежностью, средней пропускной способностью и существенной экономией дискового пространства.

**RAID 6** Циклическое чередование записи данных, кодов и контрольных сумм.



**Занимает минимум 4 диска.**

Информация кодируется по методу Рида-Соломона, кроме этого вычисляются контрольные суммы кванта и циклически (чередованием дисков) размещаются на различных накопителях системы.

Характеризуется очень высокой надежностью по отношению к остальным вариантам.

## Область применения различных вариантов RAID систем.

**RAID** массивы вариантов 1-6 имеют абсолютно разные уровни устойчивости к отказам накопителей, показателей производительности и цены (количества дисков в системе), поэтому прямое сравнение их экономической эффективности без учета специфики решаемых задач является некорректным.

Области возможного применения различных вариантов **RAID** систем представлены на диаграмме.



# Восстановление информации на магнитных дисках.

## Восстановление информации при потере BR.

1. С использованием редактора данных HDD (ф. Simantec) **Disk Editor** найти в физическом секторе **MBR 0/0/1** таблицу восстанавливаемого раздела DOS и в ней адрес сектора расположения **BR** (первый сектор логического диска).

2. Перейти по этому адресу в раздел **BR**.

3. Если в полях раздела «мусор» (несоответствующий содержанию полей), необходимо заполнить их нулями или записать на это место загрузочный сектор системной дискеты (если раздел был активным, например, диск «С»).

4. Вручную заполнить поля сектора **BR**:

- поле адреса перехода на код загрузки оставить без изменений,
- поле идентификатора заполнить любой информацией (записать свое имя),
- 512 (стандартная величина),
- выбирается 8 или 4 (обычно 8),
- 1,
- 2 (число таблиц FAT для DOS всегда постоянно),
- 512,
- номер взять из поля +0Ch соответствующей таблицы разделов **MBR**,
- F8h,
- это значение надо вычислить: найти сектор начала Root Directory, из его номера вычесть номер сектора **BR** и разделить пополам (у нас две **FAT**),
- количество секторов на дорожку находится утилитой Drive Info (Simantec),
- значение взять из поля +08h соответствующей таблицы разделов **MBR**, если диск не является загрузочным, то к нему надо добавить 800000h.

## Восстановление информации при разрушении таблицы разделов MBR.

Порча или полное разрушение таблицы разделов MBR обычно является следствием неумелого или небрежного использования утилиты DOS fdisk.

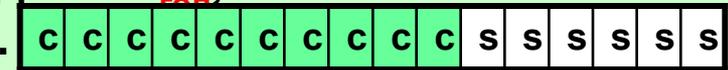
1. С использованием программы Disk Editor необходимо точно установить физические номера секторов начала и конца всех разделов диска. Для этой цели удобно использовать контекстный поиск по служебным словам «MS DOS», «NOSYSTEM», «Disk Boot failure» и т.д.

2. Затем вручную заполняются поля элементов таблиц разделов MBR:

- флаг загрузки 00 или 80h.

- номер головки или стороны диска начала раздела  $N_{гол}$ ,

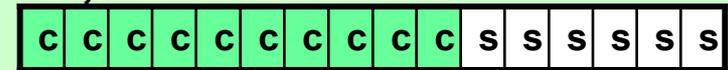
- цилиндр и сектор начала раздела –  $N_{цил}$  и  $N_{сек}$ .



- код OS (для DOS – 4 или 5),

- номер головки или стороны диска конца раздела,

- найденные цилиндр и сектор конца раздела



- относительный номер начального сектора вычисляется по формуле:

$$N_{отн} = N_{цил} * S * H + N_{гол} * S + N_{сек} - 1$$

- размер раздела (в секторах) определяется по разнице номеров секторов начала 2-го раздела и 1-го раздела диска.

В отдельных случаях восстановление таблиц разделов MBR удастся получить низкоуровневым сканированием поверхности жесткого диска встроенной утилитой SETAP, если она имеется в составе его утилит.

Разрушение MBR при неустойчивом позиционировании магнитных головок жесткого диска является окончательным и не восстанавливается.

## **Восстановление информации в файловой системе NTFS.**

**Для обслуживания файловой системы NTFS используется многоуровневый драйвер и система сервисов (см. предыдущую схему):**

- сервис журнала транзакций,**
- диспетчер системы ввода/вывода данных,**
- диспетчер временной памяти (КЭШ),**
- собственно драйвер NTFS,**
- драйвер отказоустойчивости NTFS – FtDisk.**

**Система отказоустойчивости и управления томами позволяет:**

- восстанавливать и перемещать данные из плохих (сбойных) кластеров диска в свободные кластеры с последующей корректировкой цепочек кластеров размещения файла в файловых записях,**
- отменять транзакции записи данных при внезапном прекращении процесса**
- поддержка специального дублирования, зеркалирования и систем избыточности данных MFT,**
- поддержка систем RAID хранения данных высокой надежности,**
- сжатие (упаковка) данных,**
- изменение объема тома (наращивание его) без необходимости последующего реформатирования.**

**По этой причине дополнительных мер по восстановлению файловой системы NTFS «ручными» методами не требуется.**

## **Простые случаи восстановления информации на жестком диске.**

Обычно при неумелом обращении, действии вируса или системных неисправностях и сбоях происходит потеря информации.

**1.** Сбой системы Windows – устраняется откатом в точки восстановления, которые необходимо периодически обновлять, выделяя для этой цели на жестком диске пространство размером 2-3 мегабайта.

**2.** Для анализа сбоя процесса загрузки системы необходимо при установке OS записывать загрузочный гибкий диск, исполняя один из разделов процесса установки системы.

**3.** При ошибочном удалении одного или нескольких файлов на магнитном диске существует так называемая «корзина» - поле временного хранения на незанятом дисковом пространстве файлов, помеченных на удаление. По мере заполнения диска эти области будут использоваться OS и восстановление удаленных файлов будет невозможно.

**4.** При ошибочном удалении файлов на сервере локальной вычислительной сети, как и в предыдущем случае, возможно восстановление этих файлов в течении определенного времени, зависящем от загрузки сервера, с помощью системных утилит, находящихся в распоряжении администратора локальной вычислительной сети, например, Filer или Novell Client.

**5.** Офисные приложения OS Windows, использующие большие объемы ОЗУ, содержат сервисы периодической записи на жесткий диск содержания буферов ОЗУ, что также помогает сохранять большие объемы информации, например, результаты дневной работы бухгалтера, работающей в Excel и теряющиеся при неожиданном сбое питания и отключении ПЭВМ.

**Основные программные средства для восстановления информации на магнитных носителях:**

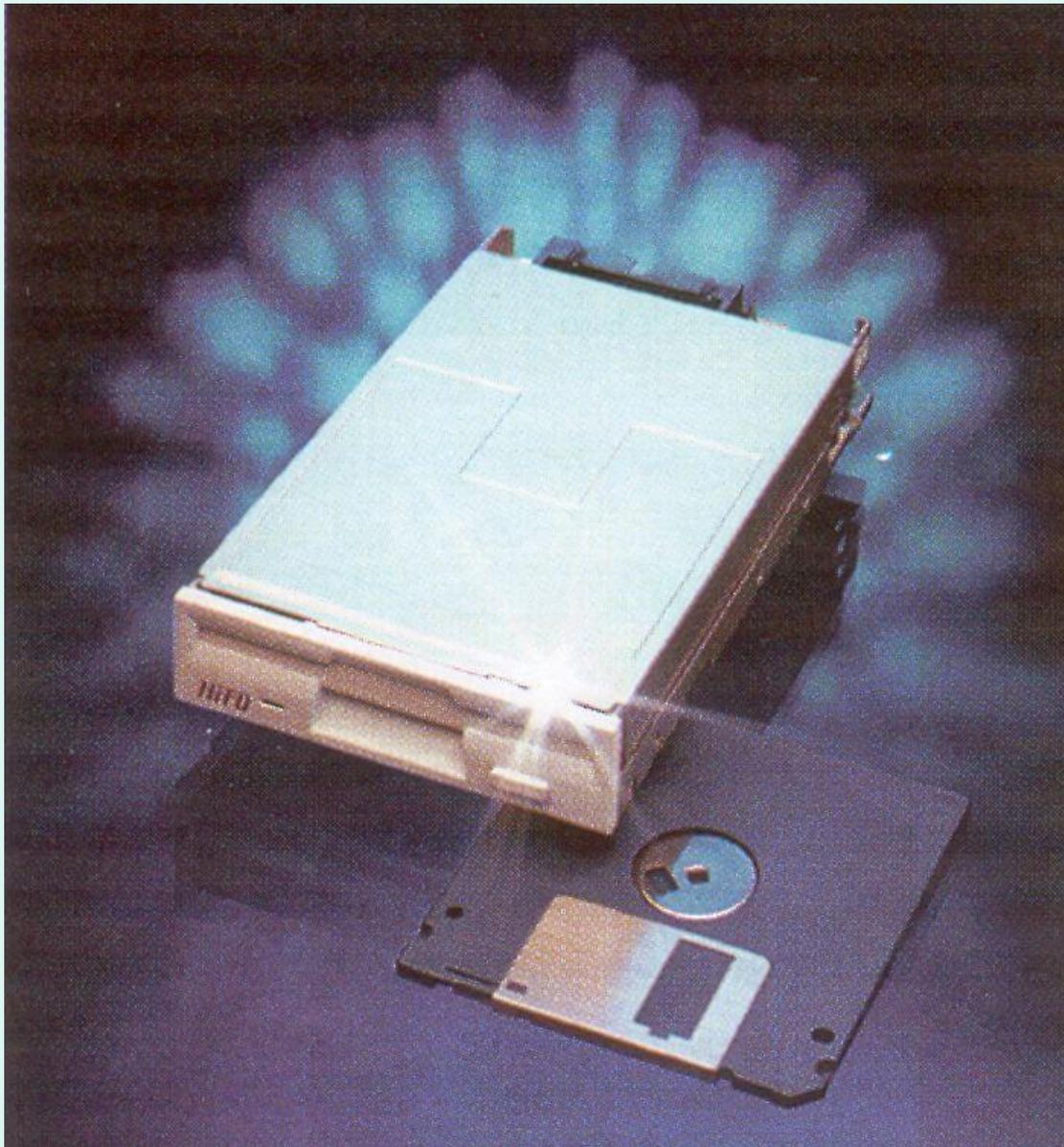
Для устранения повреждений таблиц секторов в MBR существуют простые в использовании программы, которые при помощи имеющихся в их составе алгоритмов анализа файловых структур успешно реконструируют MBR, например, можно рекомендовать условно бесплатные программы:

- утилита MBRtool v. 2.3.1 ([www.diydatarecovery.nl/mbrtool.htm](http://www.diydatarecovery.nl/mbrtool.htm)),
- программа Active@Partition Recovery ([www.partitionrecovery.com](http://www.partitionrecovery.com)),
- программа Paragon Partition Manager 2008 ([www.paragon.com](http://www.paragon.com))
- программа R-Studio ([www.r-studio.com](http://www.r-studio.com)) - Комплексное средство для восстановления данных и случайно удаленных файлов.

R-Studio поддерживает следующие файловые системы: FAT12/16/32, NTFS, NTFS5, UFS1/UFS2 (FreeBSD/OpenBSD/NetBSD), Ext2FS/3FS (Linux).

## 27. Контроллеры дисковых подсистем

Контроллер накопителей на гибких магнитных дисках.

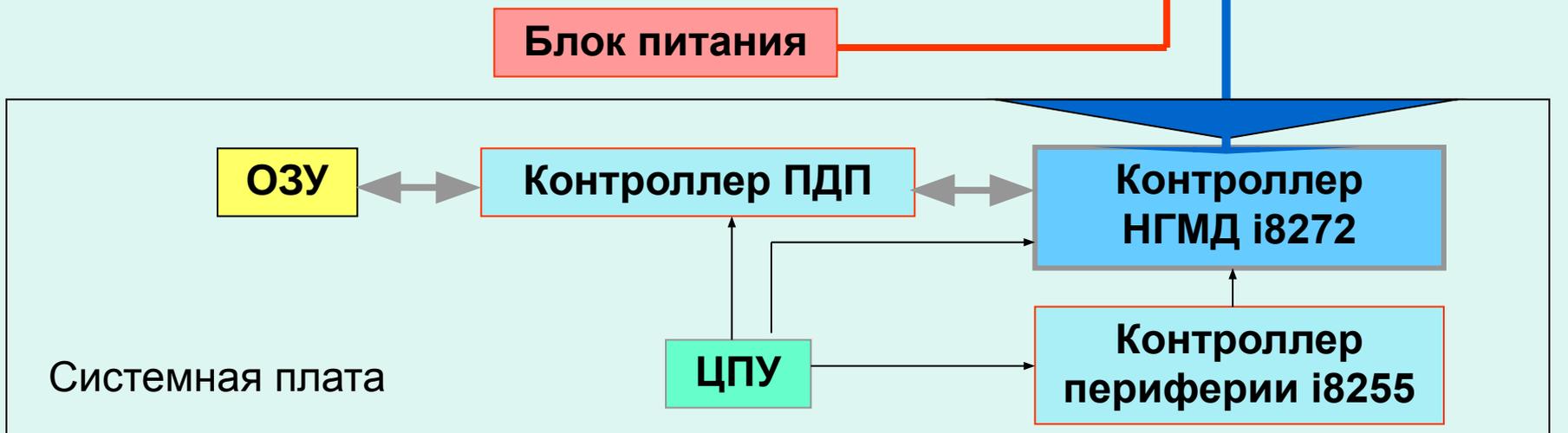
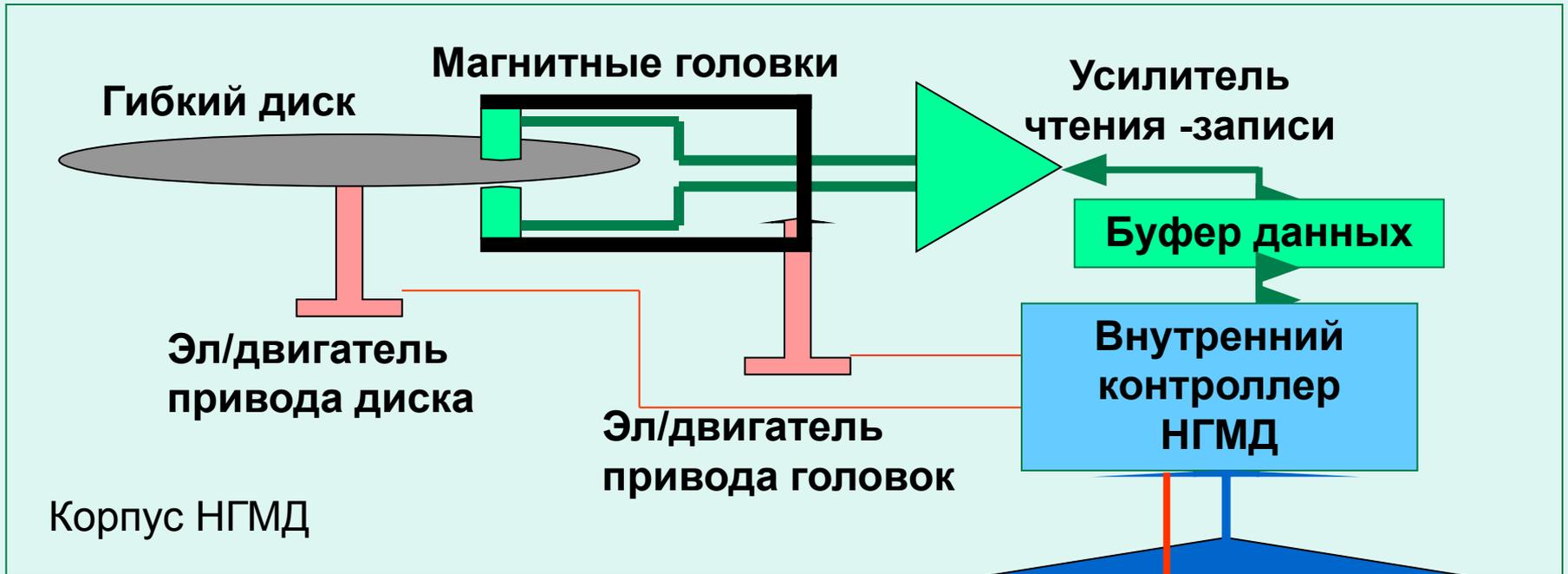


НГМД используются, как запоминающие устройства для длительного хранения данных и программ на компактных носителях без потребления энергии для хранения данных за счет использования магнитных свойств слоя-носителя.

НГМД включает в себя три основных компонента:

1. Блок управления приводом вращения диска.
2. Блок управления перемещением и позиционированием магнитных головок.
3. Блок усилителей записи - чтения данных и аппаратная часть интерфейса связи с контроллером НГМД i8272.

# Функциональная схема НГМД



Контроллер НГМД интегрирован совместно с контроллером ЖМД в состав IDE

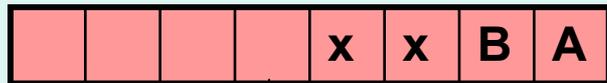
## Основные регистры контроллера.

### Регистр цифрового управления (порт 3F2h).



выбор устройства – 00- A, 01- B  
сброс/работа контроллера,  
разрешение использования ПДП.  
включение/выключение привода диска НГМД.

### Регистр состояния дисководов (главный статусный регистр) (порт 3F4h).



дисковод в режиме перемещения головок,  
обрабатывается команда ввода/вывода,  
используется режим ПДП,  
вывод данных осуществляется в направлении: 1-к ЦПУ, 0 -от ЦПУ,  
готовность к передаче данных.

### Регистр передачи команд/данных (порт 3F5h).

Регистр используется для организации доступа к четырем внутренним регистрам контроллера ST0 – ST3.

### Регистр управления скоростью передачи данных (порт 3F7h).

2 младших разряда регистра используется для установки скорости передачи данных:

00 – 500 кб/сек, 01 – 300 кб/сек, 10 – 250 кб/сек, 11 – 125 кб/сек.

## Система команд контроллера.

**В состав команд контроллера входит 15 команд:**

1. Чтение данных с диска,
2. Запись данных на диск,
3. Чтение удаленных данных,
4. Запись удаленных данных,
5. Чтение дорожки,
6. Чтение идентификатора диска,
7. Форматирование дорожки,
8. Сканирование дорожки,
9. Сканирование секторов,
10. Позиционирование головки,
11. Калибровка 0-й дорожки,
12. Читать прерванное состояние,
13. Определить параметры НГМД,
14. Читать состояние накопителя,
15. Идентификация недопустимой команды с генерацией кода ошибки.

### Значения основных констант НГМД.

Скорость вращения гибкого диска - **6 об/сек**,

Время старта НГМД (от подачи команды на чтение/запись до завершения калибровки) – **250 мсек**,

Время подвода головки от 0-й до заданной дорожки – **35 мсек**,

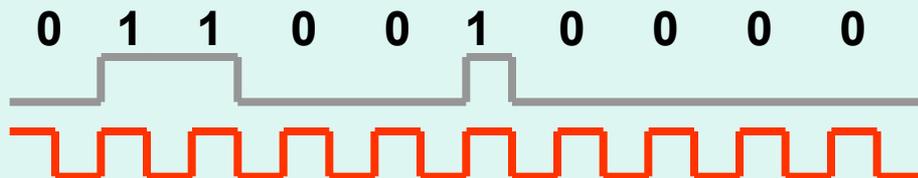
Время шага головки (переход между соседними дорожками) – **15 мсек**.

Для обеспечения работы с командами накопителя на гибких магнитных дисках служит прерывание BIOS 13h с прямым обращением к портам НГМД и прямой адресацией области вывода данных в ОЗУ.

## Методы кодирования и размещения информации на магнитных дисках.

Для размещения информации на магнитных дисках используется метод частотной модуляции (ЧМ). Смысл метода заключается в следующем:

### 1. Раздельная запись частотно модулированного кода и синхросигнала

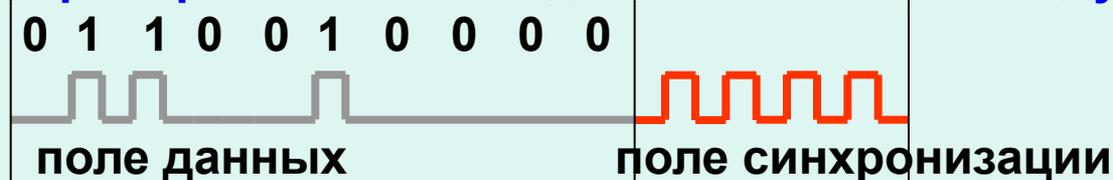


- цифровой код сигнала,
- запись цифрового кода,
- запись синхросигнала.

### 2. Совмещенная запись частотно модулированного кода и синхросигнала



### 3. Модифицированный метод записи частотно модулированного кода (МЧМ)



**Структура сектора:** поле синхронизации 12 байт, метка данных 4 байта, данные 512 байт, контрольная сумма 1 байт, разделитель сектора 22 байта.

Усовершенствованный модифицированный метод частотной модуляции в различных исполнениях (RLL, ERLL, ARLL и т.д.) широко используется изготовителями жестких дисков.

# Контроллер накопителей на жестких магнитных дисках. Структура и функционирование.



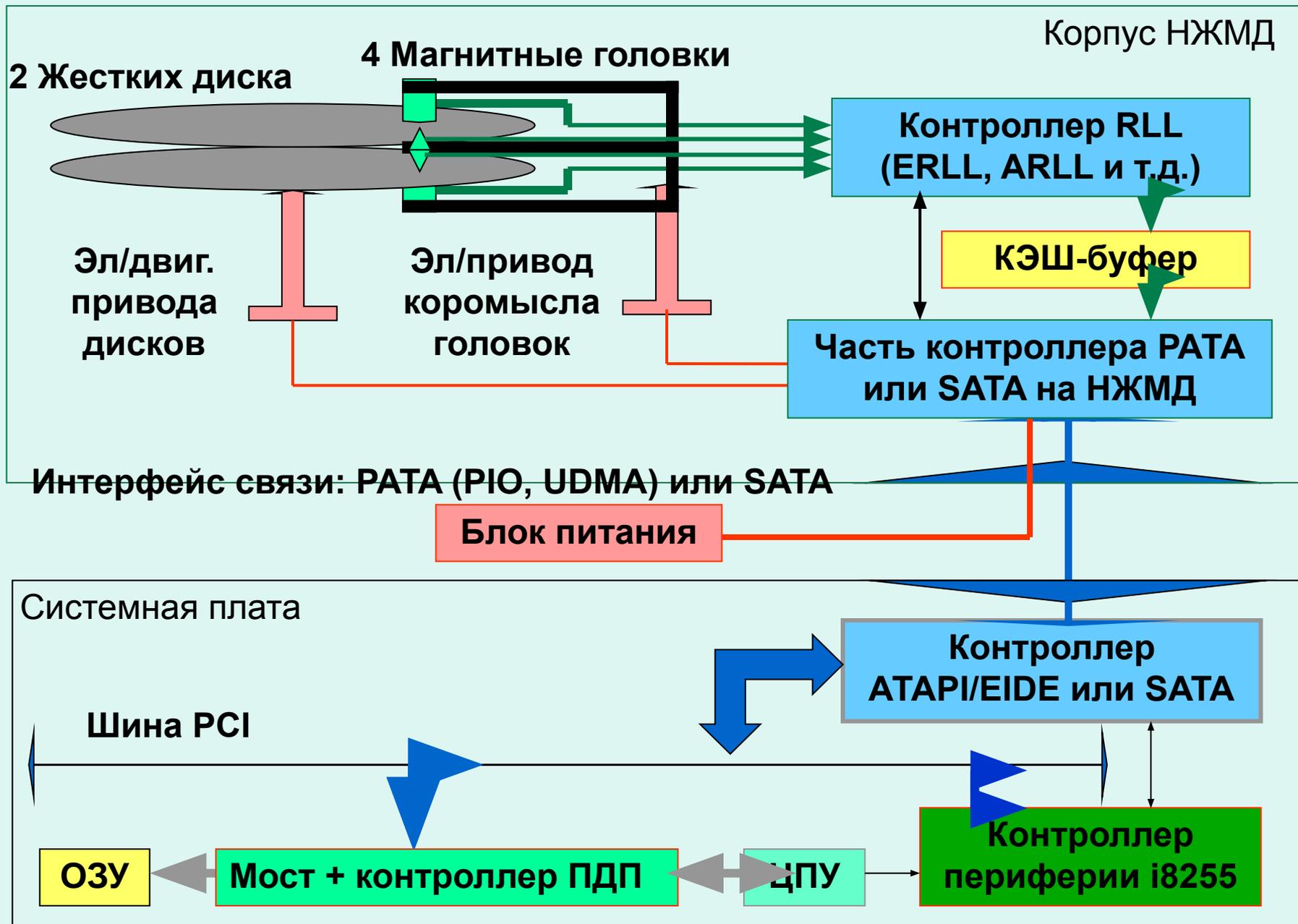
НЖМД используются, как основные носители информации в ПЭВМ и серверах.

Название «винчестер» они получили от первого гигабайтного накопителя ф. IBM на 15-ти жестких магнитных дисках, т.е. 30/30 (30 сторон по 30 мбт), аналогично марке известного ружья ф. «Винчестер» 30/30.

Накопитель НЖМД имеет от одного до 4-х жестких дисков, собранных в пакет, и блок поворотных головок по одной на одну сторону каждого жесткого диска, укрепленных на общем коромысле.

Структурная схема контроллера НЖМД аналогична схеме контроллера НГМД, но в качестве интерфейса связи используется расширенный интерфейс стандарта ATAPI/EIDE (AT Attachment Packet Interface/Enhanced Integrated Drive Electronics) (parallel-PATA или Serial-SATA), либо усовершенствованный SCSI (II, III, IV) (Small Computer System Interface).

# Функциональная схема НЖМД с контроллером АТА



## Основные регистры команды контроллера НЖМД АТАРІ.

Порты PATA: канал № 0 **1F0h–1F7h,3F6h**, канал № 1 **170h–177h,376h**,

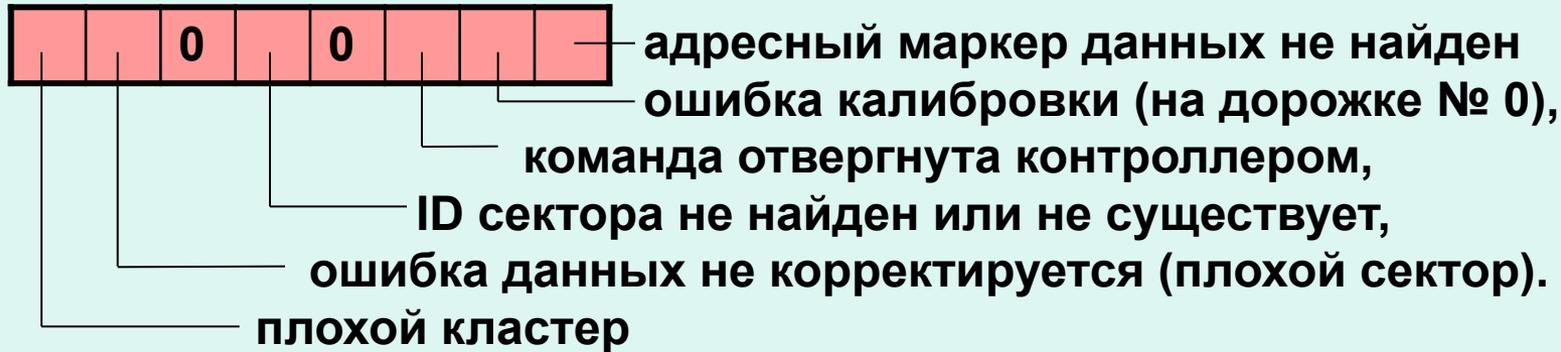
Порты SATA: 1-я группа НЖМД **F000h-F007h**, 2-я группа НЖМД **F008h-F00Fh**.

Основное назначение портов НЖМД на примере PATA канала № 0:

**1F0h** – буферный регистр ввода/вывода данных НЖМД,

**1F1h (w)** - ввод значения старшего цилиндра прекомпенсации ( $N_{\text{цил}}/4$ ),

**1F1h (r)** - чтение признаков ошибок исполнения последней команды:



**1F2h (r)** – счетчик числа секторов для операций чтения/записи,

**1F3h (r)** – текущий номер логического сектора для операций чтения/записи,

**1F4h+1F5h (r)** – текущий 16-битный номер цилиндра для операций r/w,

**1F6h (w)** – выбор НЖМД в пределах текущего канала (в примере - 0),



## Методы кодирования и передачи информации. Основные определения.

**Кодирование информации на НЖМД** – усовершенствованный метод МЧМ за счет повышения плотности, применения различных методов кодирования данных и уменьшения, как ширины самих дорожек, так и расстояний между ними, а также сокращения длины участка синхронизации - RLL (run-length limited) и его модификации – ERLL, ARLL и т.д.

**Уровень предкомпенсация** – номер цилиндра, с которого изменяются параметры RLL для того, чтобы компенсировать уменьшение линейной длины дуги сектора записи, находящейся ближе к центру диска.

**Интерлив** – метод логической нумерации секторов на дорожке не по порядку следования, а по мере готовности контроллера НЖМД к процессу чтения/записи данных на сектор. В противном случае дорожка будет считываться за число оборотов равное числу секторов, а не за 3-4 оборота.

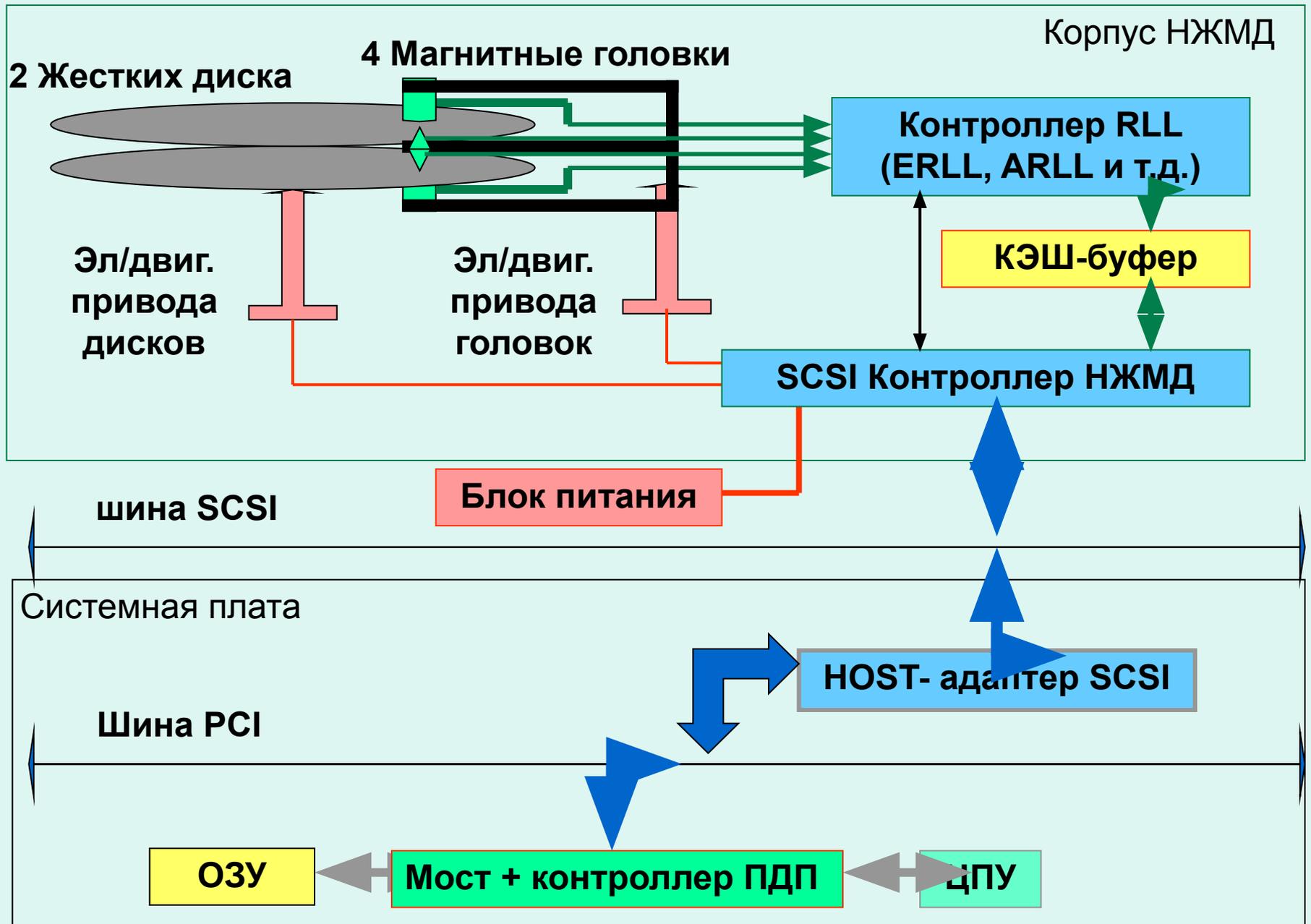
**Скорость вращения** диска НЖМД – 5000, 7200, 10000, 12000 и более об/мин.

**Интерфейсы связи PATA** с параллельной схемой передачи информации по 40- или 80-жильному кабелю с использованием методов пакетной (PIO) через ЦПУ или блоковой (UDMA) через ПДП в ОЗУ.

**Интерфейсы связи SATA** с последовательной (мультиплексированной) схемой передачи информации по 7-жильному кабелю с использованием ПДП в ОЗУ.

**Интерфейсы связи SCSI** с параллельной 16- или 32-разрядной шиной или последовательной (мультиплексированной) внешней шиной данных SCSI с использованием HOST-контроллера шины и SCSI-контроллеров устройств, подключаемых к этой шине.

# Функциональная схема НЖМД с контроллером SCSI



## Характеристики различных интерфейсов связи дисковых подсистем.

Стандарт интерфейса (режим )	Частота МГц	Скорость передачи Мбайт/сек	Длина кабеля м	Примечание
PATA PIO (mode 0)	1,6	3,3	1,5	DOS
PATA PIO (mode 5)	10	20.0	1,5	DOS
PATA Single DMA (word 2)	4,1	8,3	1,5	
PATA Multi DMA (word 3)	10	20,0	1,5	
PATA UltraDMA/33	33	25 (33)	1,2	
PATA UltraDMA/133	100	50 (133)	1,2	
SATA	400	80 (100)	15	Мультиплексир.
SATA 2	1000	(300)	15	Мультиплексир.
SCSI I	5	5	6	
Fast SCSI I	10	10	3	
Fast-20 SCSI I	20	20	1,5	
SCSI II	10	20	3	
Ultra SCSI II	20	40	1,5	
Serial Ultra-2 SCSI III	400	80 (100)	12	Мультиплексир.

# Основные типы внешних накопителей.

**CD-ROM, CD-RW..** (еще используются, но повсеместно заменяются на DVD)



CD-ROM накопитель на компакт дисках был разработан в 1978 году.

Размеры диска  $\varnothing_{\text{нар}} = 120$  мм,  $\varnothing_{\text{вн}} = 15$  мм, толщина – 1,2 мм.

Запись информации осуществляется по спирали от центрального отверстия к периферии и заканчивается за 5 мм до края диска.

Длина спирали ~5 км, она разбита на 333 000 блоков.

В каждом блоке 2 352 байта.

Объем CD-диска – 650 Мбайт

Стандартная скорость

считывания 1X=150 Кбайт/сек.

Структурная схема контроллера CD аналогична схеме контроллера НЖМД, метод кодирования напоминает RLL, но в качестве носителей информации используются границы контрастных областей (пятен) на дорожках диска.

Расширена система контроля и исправления ошибок чтения (ECC) для чего 288 байт блока используются, как контрольные, что позволяет восстанавливать до 1000 байт блока.

Контроллер CD также, как и контроллер НЖМД, содержит КЭШ-буфер.

В качестве интерфейса связи контроллера CD с шиной ЦПУ используется расширенный интерфейс стандарта ATAPI/EIDE (AT Attachment Packet Interface/Enhanced Integrated Drive Electronics) parallelATA.

Поскольку данные на CD-диске не фрагментированы, то их оглавление и поиск не представляют таких трудов, как на НЖМД.

В качестве файловой системы на CD используется стандарт ISO 9660 VTOC (Volume Table of Contents), который представляет собой последовательность записей:

- Идентификатор CD-диска и файловой системы,
  - Синхронизирующая последовательность,
  - Оглавление тома и таблица размещения данных,
  - область данных.
- } системная область.

В качестве параметров используются: виток, дуга, блок. (аналогично цилиндру, сектору и кластеру для НЖМД).

Существуют другие форматы файловых систем, например, формат CD-DA (Compact Disk Digital Audio) для аудиозаписей или CDK – диск ф.Kodak и другие частные форматы фирм – производителей видеопродукции.

Следует отметить многосессионный формат записи CD-XA для обеспечения возможности дозаписи CD-диска.

В качестве носителя информации используются темные штрихи на светлом фоне. Глубина штриха – 0,12 мкм, ширина штриха – 0,6 мкм, расстояние между витками – 1,6 мкм.

Мощность лазера – 0,5 мВт (чтение), 4-14 мВт (запись),  $t_{\text{пятна}} = 250-400 \text{ }^\circ\text{C}$ .

## DVD-ROM, DVD-RW.



**DVD (Digital Video Disk) – дисковод для компакт дисков с лазерным методом записи-считывания данных.**

**По своим основным параметрам конструкции, контроллеру и построению областей хранения данных полностью аналогичен CD.**

**Отличается от CD повышенной в 6,5 раза плотностью записи данных на диск, достигаемую за счет уменьшения частоты лазера и метода упаковки данных.**

**Объем DVD – 4,7 гигабайта.**

**Структурная схема контроллера DVD аналогична схеме контроллера CD, в качестве интерфейса связи используется расширенный интерфейс ATAPI / EIDE PATA, возможно использование интерфейса SATA или SCSI.**

**В настоящее время широко используется двухсторонняя и двухуровневая запись дисков, внедряется формат HD DVD, что позволяет увеличить объем диска DVD до 45 гигабайт, но в целом формат DVD считается устаревшим.**

**В ближайшем будущем будет выполнена замена формата DVD на формат BR (Blu-ray), обладающий лучшими характеристиками уплотнения данных.**

## Дисковод на магнитооптических дисках (НМОД).



НМОД использует для записи данных магнитные головки с подогревом области записи лазером. Запись на холодный диск невозможна. За счет чего достигается высокая степень защиты данных от стирания.

НМОД используется в качестве архивирующих накопителей в профессиональных системах записи данных, т.к. информация на МО-дисках может сохраняться до 20-25 лет.

Структурная схема контроллера НМОД аналогична схеме контроллера НЖМД с учетом добавления в схему лазера подогрева пятна, совмещенному с магнитной головкой.

Запись осуществляется на одну сторону диска. Кодирование записи выполняется по методу ERL. в качестве интерфейса связи используется расширенный интерфейс стандарта ATAPI/EIDE (PATA), либо SCSI.

В бытовых системах сейчас не используется по причине высокой стоимости и малой производительности (малой емкости, медленной записи и скорости передачи данных по сравнению с другими типами накопителей).

## Стриммер – накопитель данных на магнитной ленте (НМЛ).



НМЛ используется только, как архиватор данных из-за его высокой надежности, проверенной временем (срок сохранности данных - до 35 лет).

НМЛ не допускает использования стандартных файловых систем, т.к. запись данных осуществляется в строго последовательной форме (без дефрагментации).

Скорость записи/чтения данных малы по сравнению с другими типами накопителей, поэтому стриммер применяется только в профессиональных системах хранения данных.

Структурная схема привода НМЛ аналогична схеме контроллера НЖМД, но отсутствует привод головки записи. Сама головка закреплена неподвижно. В качестве контроллера чтения/записи данных используется специализированный контроллер записи, совмещенный с системой ЕСС.

Интерфейс связи построен на базе расширенного интерфейса стандарта АТАРІ/ЕІДЕ (РАТА), но чаще встречается интерфейс внешней шины SCSI.

## **НЖМД повышенной емкости и надежности.**



**SAMSUNG SPINPOINT F1R** характеризуется высокой степенью плотности записи: на 1 пластину жесткого диска стандартного размера помещается 334 гигабайта!

Общий объем накопителя – 1 терабайт.

Скорость вращения дисков 7200 об/мин.

Ресурс работы на НЖМД составляет 1,2 миллиона часов, что позволяет фирме Samsung обеспечить гарантийный срок эксплуатации 7 лет!

Структурная схема контроллера НЖМД соответствует представленной ранее, но в качестве интерфейса связи используется расширенный интерфейс стандарта ATA/IDE - SerialATA 2.

Для передачи данных интерфейс SATA 2 использует шину PCI Express 2.

Символ R в маркировке обозначает, что НЖМД может использоваться в RAID-массивах любой конфигурации.

## Express Card 2.0 - накопитель.



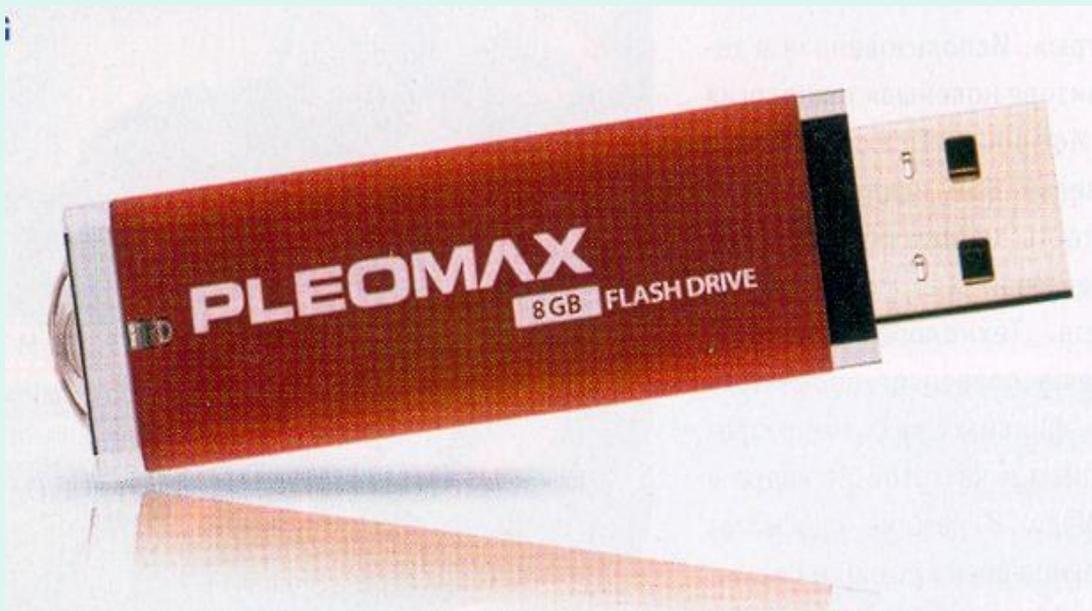
Express Card – накопители используются, как элементы дополнительного объема внешней памяти для различных мобильных устройств (цифровых фотоаппаратов и кинокамер, мобильных телефонов, смартфонов, ноутбуков, сканеров штрих-кода, кассовых аппаратов и коммуникаторов).

Структурная схема контроллера Express Card 2.0 – накопителя аналогична схеме контроллера ОЗУ, обеспечивает совместимость со стандартом Express Card 1.2.

В качестве интерфейса связи используется внешний интерфейс шины PCI Express 2.0 – слот PCI Express x1, что обеспечивает достаточную скорость обмена информацией ОЗУ с Express Card, т.к. сами ячейки памяти при записи имеют пониженную скорость обмена информацией (до 2-х мБ/сек).

Объем Express Card увеличен до 8-12 гигабайт.

## Flash – накопитель на микросхемах памяти.



Твердотельный накопитель Flash используется, как временный мобильный архив вместо гибких дисков, которые, по видимому, уже никогда не будут использоваться.

Надежность Flash-накопителей невысока и обычно не превышает 10 000 циклов обращения к ячейкам памяти.

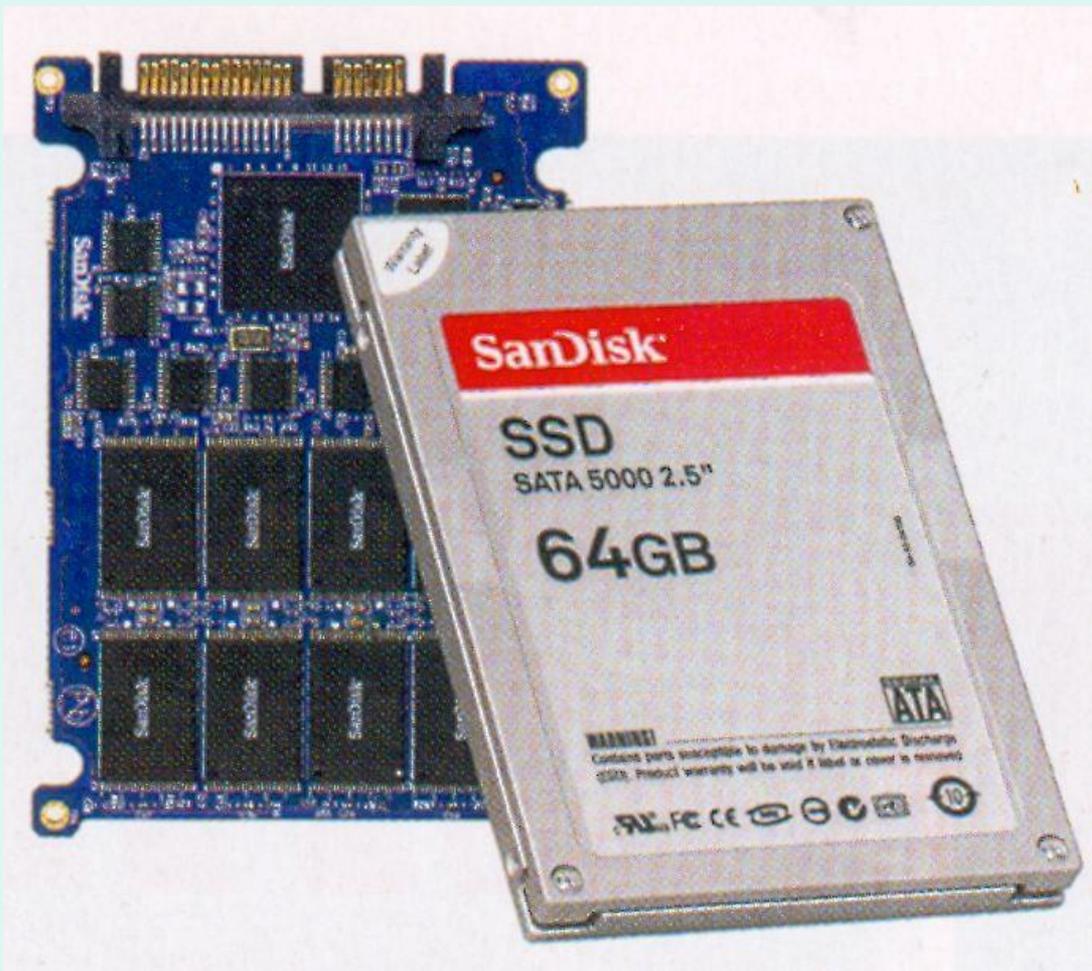
Скорость передачи информации также существенно ниже, чем в жестких дисках.

Структурная схема контроллера Flash-накопителя аналогична схеме контроллера ОЗУ, ячейки памяти имеют одноуровневую структуру и объединяются в блоки по 4 килобайта (для записи) и по 512 байт (для чтения и стирания), поэтому для Flash-накопителей может быть использована любая файловая система.

В качестве интерфейса связи используется интерфейс внешней шины USB или USB2.

Объем современных Flash-накопителей достигает 8-16 гигабайт при минимальных габаритных размерах.

## Твердотельный накопитель на базе многоуровневых ячеек памяти.



Накопитель SSD (Solid State Disk – твердотельный диск) не содержит в составе своей конструкции подвижных механических элементов и, по видимому, способен превзойти по всем характеристикам жесткие диски.

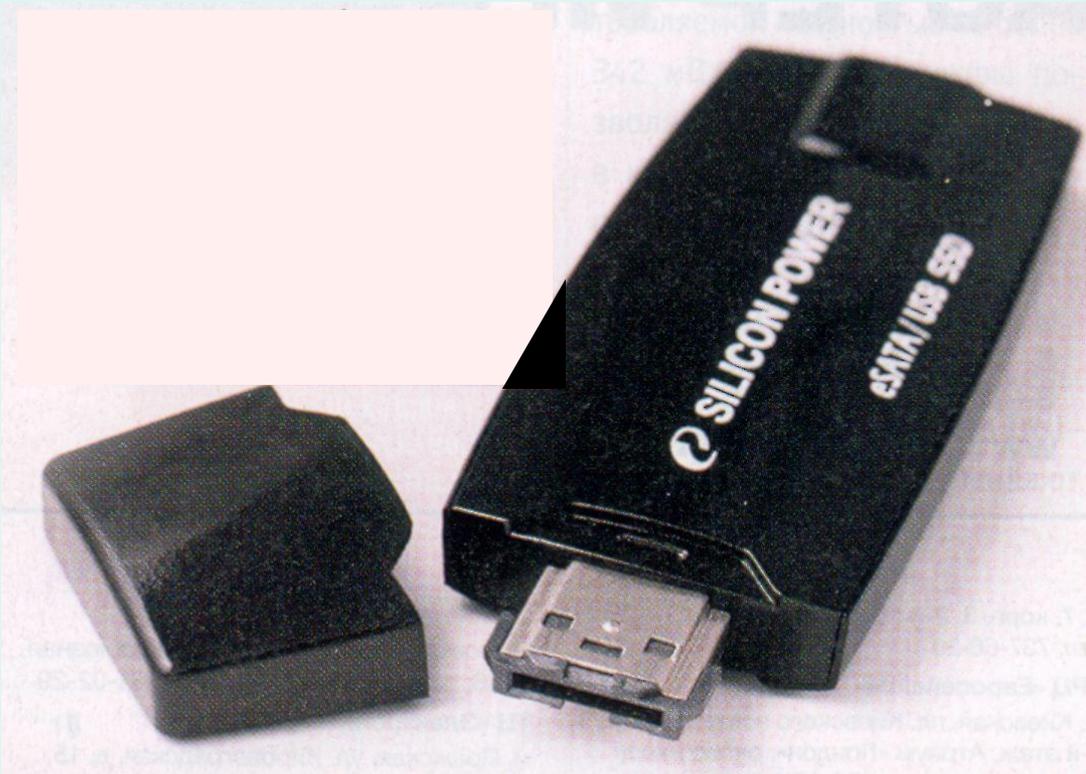
SSD по схеме использования памяти существенно отличается от схемы Flash-накопителей:

1. Конструкция ячеек памяти SSD является многоуровневой
2. Повышен на несколько порядков ресурс обращений к ячейке (до 100 000 обращений).

3. Структура контроллера обеспечивает равномерную выработку ресурса ячеек памяти, что позволяет обеспечить 5-летнюю гарантию устройства.

4. Структура распределения информации – секторная (4 Кб на сектор), что повторяет кластерную структуру жесткого диска, и позволяет использовать любую известную файловую систему.

## Внешний твердотельный SSD-накопитель ф. Silicon Power.



Накопитель ф. Silicon Power лишь внешне напоминает Flash-накопитель, являясь полномасштабным SSD.

Объем SP-накопителя – 8, 16 или 32 гигабайта.

Скорость передачи информации в режиме чтение/запись составляет:

- 90/30 мбайт/сек. при подключении к интерфейсу eSATA,
- 30/20 мбайт/сек при подключении к интерфейсу mini USB.

---

В настоящее время производителями накопителей информации ведется большая работа по поиску новых материалов и разработке новых конструкций накопителей, обеспечивающих увеличение объема, скорости передачи информации и обеспечения надежности и сроков ее хранения.