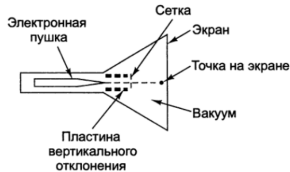


Видеосистема

- Предназначена для вывода обновляющейся информации (текстовой/символьной и графической) в удобном виде на экран монитора
- Состоит из монитора и графического адаптера
- Графический адаптер — устройство, которое служит для программного формирования графических и текстовых изображений и передачи соответствующего сигнала на монитор
- Видеосистема ориентирована на растровый метод построения изображений — по точкам

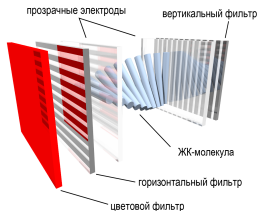
Электронно-лучевая трубка

- CRT (Cathode Ray Tube) — монитор на электронно-лучевой трубке
- Электронный прожектор (пушка) «выстреливает» поток электронов на экран
- Поверхность экрана со стороны потока электронов покрыта люминесцентным слоем, который обеспечивает кратковременную засветку части экрана (точка), на которую попадает поток электронов
- Поток совершает горизонтальные и вертикальные перемещения под управлением генераторов горизонтальной и вертикальной развертки
- Поток оставляет след только во время прямого хода и гасится во время обратного
- Сетка служит для управления интенсивностью потока (вплоть до полного гашения)



Жидкокристаллический монитор

- LCD (Liquid Crystal Display) — дисплей на основе жидких кристаллов
- Жидкие кристаллы — органические молекулы, которые двигаются как жидкость, но имеют структуру, как у кристалла
- Молекулы жидких кристаллов расположены между двумя поляризационными фильтрами таким образом, что изменяют поляризацию светового потока, после чего он проходит через второй фильтр без изменений
- Если приложить напряжение на электроды, то жидкокристаллические молекулы меняют свою пространственную ориентацию, что приводит к изменению прозрачности всей структуры



Видеопамять

- Видеопамять — внутренняя оперативная память, отведенная для хранения данных, которые используются для формирования изображения на экране дисплея
- Обновление изображения осуществляется с частотой от 50 до 100Гц. Комфортная частота обновления дисплея — 25 кадров в секунду
- Чересстрочная развёртка — каждый кадр разбивается на два полукадра, составленные из строк, выбранных через одну
- Прогрессивная развёртка — все строки кадра передаются последовательно

Адрес	Название	Назначение
000000-07FFFF	512КБ system memory board	Начальные 512КБ памяти на системной плате.
080000-09FFFF	128КБ system memory board	Память на системной плате (512КБ-640КБ). Может быть отключена переключателем J10.
0A0000-0BFFFF	128КБ video RAM	Зарезервировано для буфера видеоадаптера.
0C0000-0DFFFF	128КБ I/O expansion ROM	Зарезервировано для ПЗУ адаптеров ввода/вывода.
0E0000-0EFFFF	64КБ reserved on system board	Дубликат кода из адресов FE0000.
0F0000-0FFFFF	64КБ ROM on the system board	Дубликат кода из адресов FF0000.
100000-FDFFFF	Maximum memory 15M	Каналы ввода/вывода в память на микросхемах расширения памяти (640КБ-15М).
FE0000-FEFFFF	64КБ reserved on system board	Дубликат кода из адресов 0E0000.
FF0000-FFFFFF	64КБ reserved on system board	Дубликат кода из адресов 0F0000.

Адаптер EGA/VGA

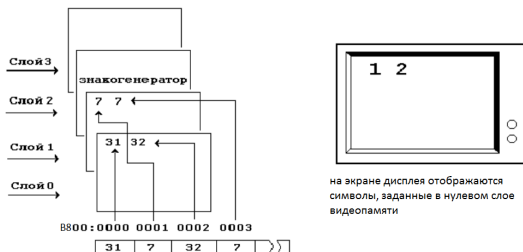
- **Видеопамять.** В видеопамяти размещаются данные, отображаемые адаптером на экране дисплея. Видеопамять находится в адресном пространстве процессора и программы могут непосредственно производить с ней обмен данными.
- **Графический контроллер.** Служит для обмена данными между центральным процессором компьютера и видеопамятью.
- **Последовательный преобразователь.** Выбирает из видеопамяти один или несколько байт, преобразует их в последовательный поток битов и затем передает контроллеру атрибутов.
- **Контроллер атрибутов.** Преобразует информацию о цветах из формата, в котором она хранится в видеопамяти, в формат, необходимый для ЭЛТ.
- **Контроллер ЭЛТ.** Генерирует временные синхросигналы, управляющие ЭЛТ.
- **Синхронизатор.** Управляет всеми временными параметрами видеоадаптера. Синхронизатор также управляет доступом процессора к цветовым слоям видеоадаптера.

Видеопамять VGA

- Видеопамять (256КБ) разделена на четыре банка (слоя) по 64КБ. Прямое отображение всей видеопамати в адресное пространство процессора невозможно (объем видеопамати больше 64КБ).
- Слои расположены в одном (одинаковом) адресном пространстве, по одному и тому же адресу доступны сразу четыре байта из разных слоев.
- Начальный адрес и размер буфера может изменяться в зависимости от видеорежима (A0000H, B0000H, B8000H; 32КБ-64КБ).
- Возможна запись сразу во все слои одной инструкцией процессора.
- Можно запрещать и разрешать запись в отдельные слои.
- Чтение разрешено только из одного слоя, определяется соответствующим регистром.
- Каждый из слоев разбивается на страницы (в разных режимах разное количество страниц). Активная страница служит источником изображения на экране. Активная страница определяется адресом в специальном регистре — возможно переключение страниц.

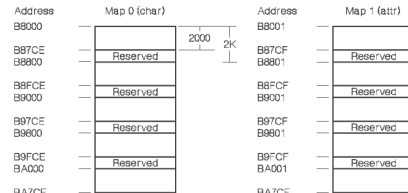
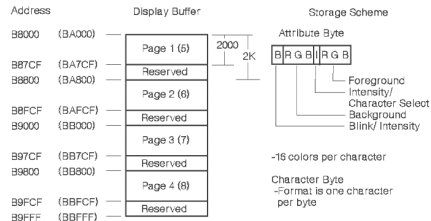
Видеопамять VGA — режим 0 (текстовый)

Режимы 0 и 1: 16 цветов, текстовый, 40x25, символ 8x8



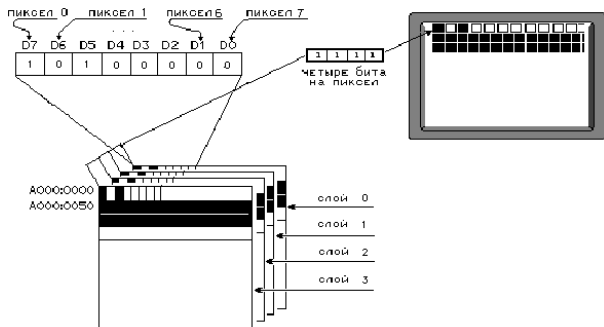
Программирование видеоадаптеров CGA, EGA и VGA / А.В. Фролов, Г.В. Фролов. - 2-е изд., стер. - М. : АО "Диалог-МИФИ 1994. - 287 с.
<http://www.frolov-lib.ru/books/bsp/v03/index.html>

Modes Hex 0, 1

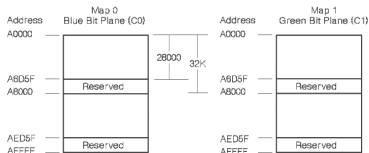
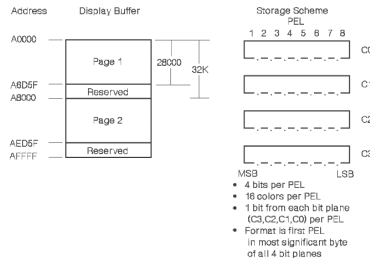


Видеопамять VGA — режим 10H (графический)

Режим 10H: графический, 640x350, 16 цветов (4 бита на цвет), каждый слой содержит бит изображения, C3 — интенсивность



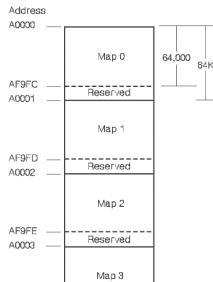
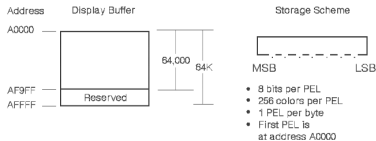
Mode Hex 10



Видеопамять VGA — режим 13H (графический)

Режим 13H: только VGA, графический, 320x200, 256 цветов

Mode Hex 13



Графический режим

- В этом режиме осуществляется управление свечением каждой точки на экране
- Каждой точке экрана (пикселю, PEL, Picture Element) соответствует ячейка специальной памяти — видеопамять
- Изображение формируется в памяти графического адаптера центральным процессором, что требует пересылки большого объема информации.
- Видеопамять большую часть времени занята выдачей информации схемам регенерации изображений, освобождается только во время обратного хода луча

Графический ускоритель

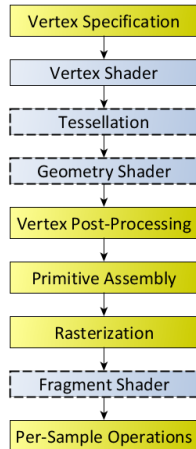
- Для решения проблем передачи большого количества данных в видеопамять можно:
 - повышать ее быстродействие;
 - расширять разрядности шин графического адаптера;
 - кэшировать видеопамять; в этом случае данные будут записаны как в видеопамять, так и в кэш, а при считывании из этой области обращение будет только к кэшу;
 - сократить текущий объём информации, передаваемой графическому адаптеру.
- Графический ускоритель — адаптер, в составе которого есть специализированный процессор, формирующий изображение в видеопамяти
- Графический процессор осуществляет **рендеринг** (получение изображения по модели) графического конвейера OpenGL или DirectX
- Команды рисования графических примитивов, заливка, копирование блока (прокрутка), аппаратная поддержка окон, панорамирование

OpenGL

- OpenGL (Open Graphics Library) — спецификация, определяющая платформонезависимый (независимый от языка программирования) программный интерфейс для написания приложений, использующих двумерную и трёхмерную компьютерную графику
- Более 300 функций для рисования сложных трёхмерных сцен из простых примитивов
- Основным принципом работы OpenGL является получение наборов векторных графических примитивов в виде точек, линий и треугольников с последующей математической обработкой полученных данных и построением растровой картинки на экране и/или в памяти
- Векторные трансформации и растеризация выполняются графическим конвейером (graphics pipeline)
- Абсолютное большинство команд OpenGL попадает в одну из двух групп: либо они добавляют графические примитивы на вход в конвейер, либо конфигурируют конвейер на различное исполнение трансформаций
- Рендеринг — процесс получения изображения по модели
- «Шейдеры» — программы, предназначенные для выполнения на процессорах видеокарты

Конвейер OpenGL

- Vertex Specification — упорядоченный список вершин, которые определяют границы примитивов (треугольники, линии, точки).
- Vertex Shader — основная обработка отдельной вершины.
- Tessellation — шейдер для разделения на более мелкие примитивы.
- Geometry Shader — шейдер преобразования графических примитивов.
- Vertex Post-Processing — после обработки шейдерами вершины подвергаются обработке фиксированными функциями (Transform Feedback, Clipping)
- Primitive assembly — сборка обработанных вершин и их компоновка в последовательность примитивов.
- Rasterization — получение точечного изображения
- Fragment Shader — применение шейдеров к отдельным фрагментам изображения
- Per-Sample Operation — дополнительная обработка фрагментов изображения (выбраковочные тесты, цветосмещение, маскирование).

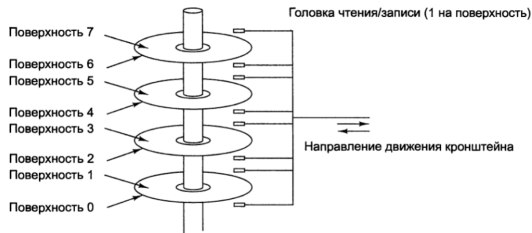
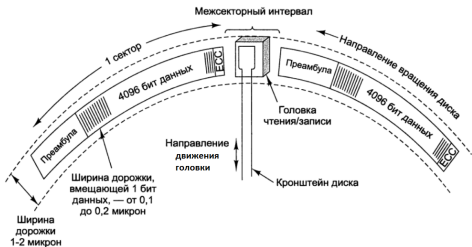


Характеристики внешней памяти

- Ёмкость (объем) — Кб-Тб
- Сменные или фиксированные носители
- Время доступа — усредненный интервал от выдачи запроса до фактического начала передачи данных
- Для устройств с подвижными носителями время доступа (Access Time) = время позиционирования, поиска (Seek Time) + задержка, ожидание времени подхода участка (Latency)
- Скорость передачи данных — производительность обмена после выполнения поиска данных

Дисковые накопители

- Информация располагается на дорожках (трека), каждый трек разбит на сектора фиксированного размера.
- Сектор — минимальный блок информации для чтения/записи (512-4096 байт)
- Преамбула — служебная информация: позволяет головке синхронизироваться перед операциями чтения/записи
- Цилиндр — совокупность «одинаковых» (по удалению от центра) треков на всех головках
- Головка для каждой поверхности своя



Геометрия дискового накопителя

- Физическая геометрия: адресация CHS (Cylinder Head Sector) — цилиндр, головка, сектор
- Логическая геометрия: физическая геометрия не вписывается в ограничения интерфейса; кроме того, появляются диски с дорожками с разным количеством секторов. Максимальные номера секторов и головок берутся равными 63 и 255 (ограничения прерывания BIOS INT 13H), число цилиндров подбирается в зависимости от емкости диска.
- LBA (Logical block addressing) — механизм логической адресации. Каждый блок, адресуемый на жестком диске, имеет свой LBA-номер.

$$LBA = [(c \times H + h) \times S] + (s - 1),$$

где c, h, s — номера цилиндра, головки, сектора, H — количество головок, S — количество секторов на одной дорожке

Контроллер жесткого диска

- Контроллер — микросхема (набор микросхем), которая управляет диском
- Функции:
 - Обработка команд (READ, WRITE, FORMAT)
 - Управление перемещением кронштейна с головками
 - Преобразование сигнала из аналогового в цифровой
 - Обнаружение и исправление ошибок
 - Буферизация и кэширование секторов
 - Пропуск поврежденных секторов
- Форматирование диска
 - низкоуровневое: базовая разметка области хранения данных, выполняет изготовитель
 - разбиение на разделы: разбивает диск на логические разделы
 - высокоуровневое форматирование: создание файловой системы

Параметры дисковых накопителей

- Интерфейс (ATA, SATA, SCSI, ...)
- Ёмкость (форматированная, неформатированная)
- Физический размер (форм-фактор)
- Время произвольного доступа (random access time) — среднее время, за которое винчестер выполняет операцию позиционирования головки чтения/записи на произвольный участок магнитного диска (2,5 до 16 мс)
- Скорость вращения шпинделя (spindle speed) — количество оборотов шпинделя в минуту. От этого параметра в значительной степени зависят время доступа и средняя скорость передачи данных (5400 — 15000 об/с)
- Скорость передачи данных (Transfer Rate) при последовательном доступе
- Среднее время поиска
- Максимальное время поиска

Функции BIOS 13H, 19H

- Сервис 13H работает на уровне физических устройств и изначально адресовался непосредственно к цилиндрам, головкам и секторам (позднее появилась подфункция, принимавшими номер сектора как 64-битное целое число (LBA) без деления на CHS)
 - Состояние устройства
 - Чтение сектора с диска в память
 - Запись сектора из памяти на диск
 - Получение параметров устройства
- Начальный загрузчик 19H
 - Происходит чтение 512 байт первого сектора (Master Boot Record) в ОЗУ по адресу 0x00007C00
 - Выполняется инструкция перехода по этому адресу
 - Этот код читает и анализирует таблицу разделов жёсткого диска, а затем, в зависимости от вида загрузчика, либо передаёт управление загрузочному коду активного раздела жёсткого диска, либо самостоятельно загружает ядро с диска (например, сетевого или съёмного) в оперативную память и передаёт ему управление.

Главная загрузочная запись

- Главная загрузочная запись (Master Boot Record, MBR) — код и данные, необходимые для последующей загрузки операционной системы и расположенные в первых физических секторах (чаще всего в самом первом) на жёстком диске или другом устройстве хранения информации.
- Содержит небольшой фрагмент исполняемого кода, таблицу разделов (partition table) и специальную сигнатуру.

Классическая структура главной загрузочной записи (MBR)

Смещение	Длина, байт	Описание	
0000h	446	Код загрузчика	
01BEh	16	Раздел 1	Таблица разделов
01CEh	16	Раздел 2	
01DEh	16	Раздел 3	
01EEh	16	Раздел 4	
01FEh	2	Сигнатура (55h AAh)	

Структура описания раздела

Смещение	Длина	Описание
00h	1	Признак активности раздела
01h	1	Начало раздела — головка
02h	1	Начало раздела — сектор (биты 0—5), цилиндр (биты 6, 7)
03h	1	Начало раздела — цилиндр (старшие биты 8, 9 хранятся в байте номера сектора)
04h	1	Код типа раздела
05h	1	Конец раздела — головка
06h	1	Конец раздела — сектор (биты 0—5), цилиндр (биты 6, 7)
07h	1	Конец раздела — цилиндр (старшие биты 8, 9 хранятся в байте номера сектора)
08h	4	Смещение первого сектора
0Ch	4	Количество секторов раздела

GUID Partition Table (GPT)

Только LBA адресация, 64 разряда на адрес. Используется в UEFI (Unified Extensible Firmware Interface) — замене BIOS.

LBA-адрес	Размер (секторов)	Назначение
LBA 0	1	Защитный MBR-сектор
LBA 1	1	Первичный GPT-заголовок
LBA 2	32	Таблица разделов диска
LBA 34	NN	Содержимое разделов диска
LBA -34	32	Копия таблицы разделов диска
LBA -2	1	Копия GPT-заголовка

- Защитный MBR-сектор используется для совместимости
- Первичный GTP-заголовок содержит данные о всех LBA-адресах, использующихся для разметки диска на разделы
- Таблица разделов диска содержит записи (128Б) о разделах (128). Тип, GUID, начальный и конечный адрес, название, атрибуты.

Интерфейс ATA/IDE

- Интерфейс — техническое средство взаимодействия 2-х разнородных устройств: совокупность линий связи, сигналов, посылаемых по этим линиям, технических средств, поддерживающих эти линии (контроллеры интерфейсов) и правил (протокола) обмена
- IDE (Integrated Drive Electronics) — «электроника, встроенная в привод»: контроллер привода располагается в самом приводе, а не в виде отдельной платы расширения (первоначальное название)
 - улучшение характеристик накопителей (за счёт меньшего расстояния до контроллера);
 - упрощение управления контроллером (так как контроллер канала IDE абстрагировался от деталей работы привода)
 - удешевление производства (контроллер привода мог быть рассчитан только на «свой» привод, а не на все возможные; контроллер канала же вообще становился стандартным)
- 8 регистров, занимающих 8 адресов в пространстве ввода-вывода. Ширина шины данных составляет 16 бит. Количество каналов может быть больше 2. К каждому каналу можно подключить два устройства (master и slave), одновременно работает только один канал
- EIDE (Enhanced IDE) — «расширенный IDE»), позволял использование приводов ёмкостью более 528Мб, до 8,4Гб, поддерживают LBA.
- ATA/ATAPI (Advanced Technology Attachment Packet Interface) — расширение стандарта для подключения CD-ROM и других устройств.
- SerialATA — последовательный ATA

Семейство ATA

Стандарт	Другие названия	Добавлены режимы передачи (МБ/с)	Максимально поддерживаемый объём диска	Другие свойства
ATA-1	ATA, IDE	PIO 0,1,2 (3.3, 5.2, 8.3) Single-word DMA 0,1,2 (2.1, 4.2, 8.3) Multi-word DMA 0 (4.2)	137 ГБ	28-bit LBA
ATA-2	EIDE, Fast ATA, Fast IDE, Ultra ATA	PIO 3,4: (11.1, 16.6) Multi-word DMA 1,2 (13.3, 16.6)		
ATA-3	EIDE			S.M.A.R.T. , Security
ATA/ATAPI-4	ATAPI-4, ATA-4, Ultra ATA/33	Ultra DMA 0,1,2 (16.7, 25.0, 33.3) aka Ultra-DMA/33		Интерфейс ATAPI (поддержка сменных носителей), host protected area , поддержка твёрдотельных накопителей
ATA/ATAPI-5	ATA-5, Ultra ATA/66	Ultra DMA 3,4 (44.4, 66.7) aka Ultra DMA 66		80-wire cables
ATA/ATAPI-6	ATA-6, Ultra ATA/100	UDMA 5 (100) aka Ultra DMA 100	144 ПБ	48-bit LBA Automatic Acoustic Management
ATA/ATAPI-7	ATA-7, Ultra ATA/133	UDMA 6 (133) aka Ultra DMA 133 SATA/150		SATA 1.0, Streaming feature set, long logical/physical sector feature set for non-packet devices

Интерфейс SCSI

- SCSI (Small Computer System Interface) - набор стандартов для физического подключения и передачи данных между компьютерами и периферийными устройствами
- Разработан для объединения на одной шине различных устройств: жёсткие диски, накопители на магнитооптических дисках, приводы CD, DVD, стримеры, сканеры, принтеры.
- Взаимодействие идёт между инициатором и целевым устройством. Инициатор посылает команду целевому устройству, которое затем отправляет ответ инициатору.
- Команды SCSI посылаются в виде блоков описания команды (Command Descriptor Block, CDB). Длина каждого блока может составлять 6, 10, 12, 16 или 32 байта. В последних версиях SCSI блок может иметь переменную длину. Блок состоит из однобайтового кода команды и параметров команды.
- Команды SCSI делятся на четыре категории: N (non-data), W (запись данных от инициатора целевым устройством), R (чтение данных) и V (двусторонний обмен данными)
 - Test unit ready: проверка готовности устройства, в том числе наличия диска в дисковом.
 - Inquiry: запрос основных характеристик устройства.
 - Send diagnostic: указание устройству провести самодиагностику и вернуть результат.
 - Request sense — возвращает код ошибки предыдущей команды.
 - Read capacity — возвращает ёмкость устройства.
 - Format Unit
 - Read/Write (4 варианта) — чтение/запись.
 - Write and verify — запись и проверка.
 - Mode select — установка параметров устройства.
 - Mode sense — возвращает текущие параметры устройства.
- Каждое устройство на SCSI-шине имеет как минимум один номер логического устройства

Семейство SCSI

Наименование	Разрядность шины	Частота шины	Пропускная способность	Максимальная длина кабеля	Максимальное количество устройств
SCSI	8 бит	5 МГц	5 Мбайт/сек	6 м (25 м с HVD)	8
Fast SCSI	8 бит	10 МГц	10 Мбайт/сек	3 м (25 м с HVD)	8
Wide SCSI	16 бит	10 МГц	20 Мбайт/сек	3 м (25 м с HVD)	16
Ultra SCSI	8 бит	20 МГц	20 Мбайт/сек	1,5—3 м (25 м с HVD)	4—8
Ultra Wide SCSI	16 бит	20 МГц	40 Мбайт/сек	1,5—3 м (25 м с HVD)	4—16
Ultra2 SCSI	8 бит	40 МГц	40 Мбайт/сек	12 м (25 м с HVD)	8
Ultra2 Wide SCSI	16 бит	40 МГц	80 Мбайт/сек	12 м (25 м с HVD)	16
Ultra3 SCSI	16 бит	40 МГц DDR	160 Мбайт/сек	12 м	16
Ultra-320 SCSI	16 бит	80 МГц DDR	320 Мбайт/сек	12 м	16
Ultra-640 SCSI	16 бит	160 МГц DDR	640 Мбайт/сек	10 м	16

Твердотельные накопители

- Твердотельный накопитель (англ. Solid-State Drive, SSD) — немеханическое запоминающее устройство на основе микросхем памяти.
- SSD содержит управляющий контроллер.
- Преимущества
 - Отсутствие движущихся частей
 - Стабильность времени считывания файлов вне зависимости от их расположения или фрагментации
 - Скорость чтения/записи выше, чем у распространенных жёстких дисков
 - Количество произвольных операций ввода-вывода в секунду (IOPS) у SSD на порядок (на несколько порядков в случае записи) выше, чем у жёстких дисков
 - Низкое энергопотребление
 - Намного меньшая чувствительность к внешним электромагнитным полям
 - Малые габариты и вес
- Недостатки
 - ограниченное количество циклов перезаписи;
 - цена
 - снижение производительности при заполнении
 - сложность в восстановлении информации в случае выхода из строя
- SerialATA – последовательный ATA