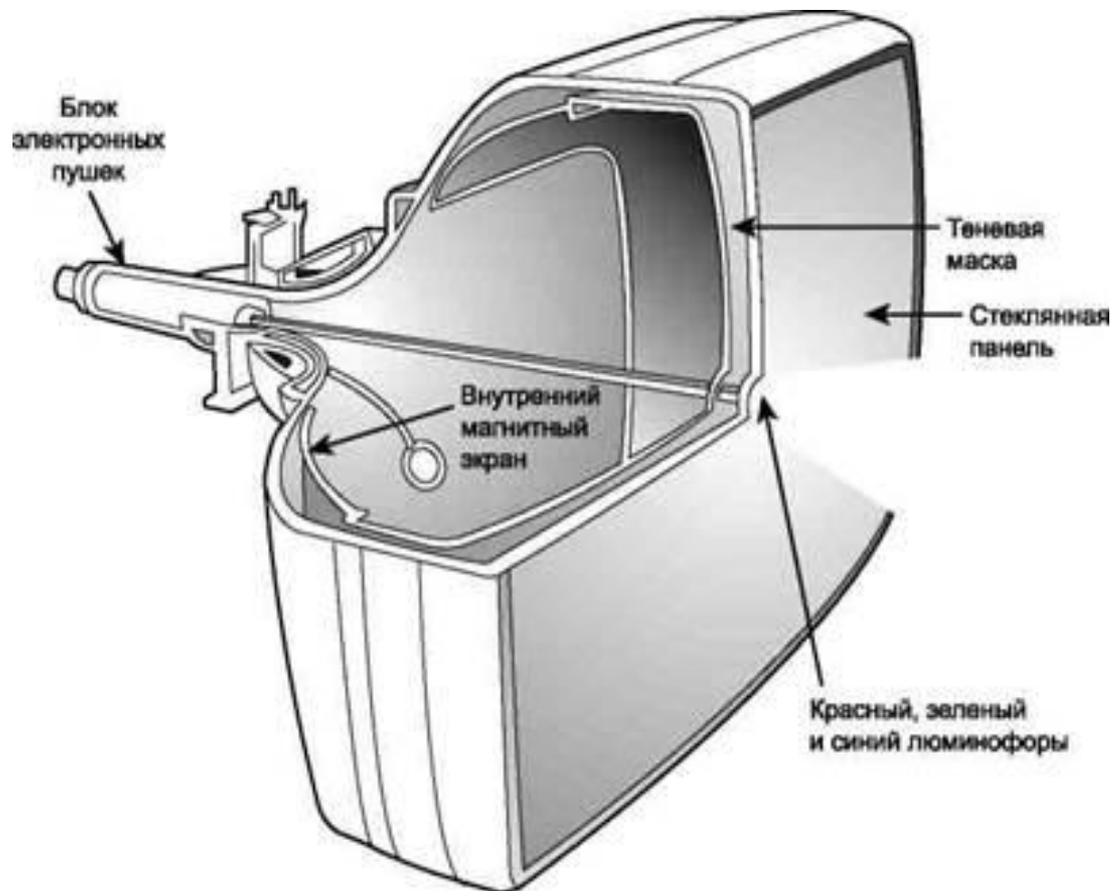


Лекция №20
Виды устройств вывода информации

План

- традиционныу CRT-мониторы
- ультрасовременными LCD-мониторами
- Плазменные мониторы
- **FED мониторы**
- Видеоадаптер
- Видеосистема

Основные принципы устройства CRT – монитора (на основе электронно-лучевой трубки)



CRT (Cathode Ray Tube)-мониторы. В основе всех подобных мониторов лежит катодно-лучевая трубка - технически правильно говорить "электронно-лучевая трубка" (стандартными являются 15-17-19"дюймовые мониторы).

Основные принципы устройства CRT – монитора (на основе электронно-лучевой трубки)

Принцип работы. CRT- или ЭЛТ-монитор имеет стеклянную трубку, внутри которой вакуум, т.е. весь воздух удален. С передней стороны внутренняя часть стекла трубки покрыта люминофором (Luminofor).

Люминофор - это вещество, которое испускает свет при бомбардировке его заряженными частицами.

Для создания изображения в CRT-мониторе используется электронная пушка, которая испускает поток электронов сквозь металлическую маску или решетку на внутреннюю поверхность стеклянного экрана монитора, которая покрыта разноцветными люминофорными точками. Поток электронов на пути к передней части трубки проходит через модулятор интенсивности и ускоряющую систему. В результате, электроны приобретают большую энергию, часть из которой расходуется на свечение люминофора. Электроны попадают на люминофорный слой, после чего энергия электронов преобразуется в свет.

Основные принципы устройства CRT – монитора (на основе электронно-лучевой трубки)

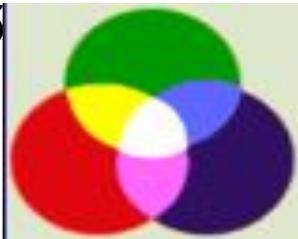
Обычный электронно-лучевой монитор представляет собой большую вакуумную колбу, которая содержит три электронные пушки (красную, зеленую и синюю), проецирующие изображение на экран монитора. Высокое напряжение генерирует магнитное поле, управляющее электронным лучом, создающим изображение, которое отображается на экране монитора точки люминофора светятся. Эти светящиеся точки люминофора формируют изображение. В цветном CRT-мониторе используются три электронные пушки, в отличие от одной пушки, применяемой в монохромных мониторах, которые сейчас практически не производятся и мало кому интересны.

Основные принципы устройства CRT – монитора (на основе электронно-лучевой трубки)

Наши глаза реагируют на основные цвета: красный (Red), зеленый (Green) и синий (Blue) и на их комбинации, которые создают бесконечное число цветов.

Люминофорный слой, покрывающий переднюю часть электронно-лучевой трубки, состоит из очень маленьких элементов (настолько маленьких, что человеческий глаз их не всегда может различить). Эти люминофорные элементы воспроизводят основные цвета, фактически имеются три типа разноцветных частиц, чьи цвета соответствуют основным цветам RGB (отсюда и название группы из люминофорных элементов - триады).

Люминофор начинает светиться, как было сказано выше, под воздействием ускоренных электронов, которые создаются тремя электронными пушками. Каждая из трех пушек соответствует одному из основных цветов и посылает пучок электронов на различные частицы люминофор, чье свечение основными цветами с различной интенсивностью комбинируется, и, в результате, формируется изображение с требуемым цветом. Например, если активировать красную, зеленую и синюю люминофорные частицы, то их комбинация сформирует б



Различные типы CRT трубок

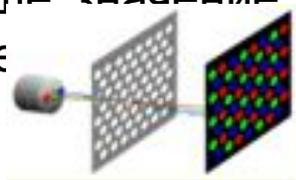
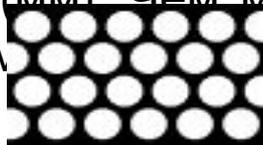
Shadow Mask (Теневая маска, Дельтовидная технология)

В данной технологии цветной элемент состоит из трех зерен, расположенных в вершинах правильного треугольника. Резкость изображения определяется расстоянием между геометрическими центрами соседних элементов.

Основное достоинство дельтовидной технологии: точная четкая картинка, диагональные линии не имеют зазубрин. Основным же недостатком считается большое расстояние между зернами, отчего такие трубки имеют не слишком насыщенный цвет.

Теневая маска (shadow mask) - это самый распространенный тип масок для CRT-мониторов. Теневая маска состоит из металлической сетки перед частью стеклянной трубки с люминофорным слоем. Отверстия в металлической сетке работают, как прицел (хотя и не точный), именно этим обеспечивается то, что электронный луч попадает только на требуемые люминофорные элементы, и только в определенных областях.

Минимальное расстояние между люминофорными элементами одинакового цвета называется dot pitch (или шаг точки) и является важным параметром качества изображения. Шаг точки обычно измеряется в миллиметрах (мм). Чем меньше значение шага точки, тем выше качество воспроизводимого изображения.

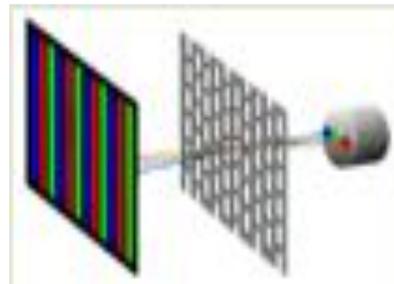
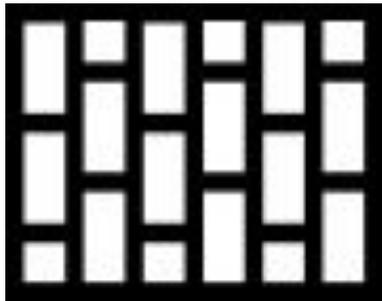


Slot Mask (Щелевая маска)

Щелевая маска (slot mask) - это технология, широко применяемая компанией NEC, под именем "CromaClear". В данном случае люминофорные элементы расположены в вертикальных эллиптических ячейках, а маска сделана из вертикальных линий. Фактически, вертикальные полосы разделены на эллиптические ячейки, которые содержат группы из трех люминофорных элементов трех основных цветов. Минимальное расстояние между двумя ячейками называется slot pitch (щелевой шаг). Чем меньше значение slot pitch, тем выше качество изображения на мониторе.

Преимущества щелевой маски: Более насыщенный цвет, нежели при использовании дельтовидной технологии, за счет большей [площади](#) светящегося люминофора, однако такая маска несколько проигрывает в четкости наклонных линий.

Щелевая маска используется, помимо мониторов от NEC (где ячейки эллиптические), в мониторах Panasonic с трубкой PureFlat (ранее называвшейся PanaFlat). LG использует плоскую щелевую трубку Flatron с шагом 0.24 в своих мониторах. Заметим, что в плоских трубках Infinite Flat Tube (серия DynaFlat) от Samsung используется не щелевая маска, а обычная тневая.

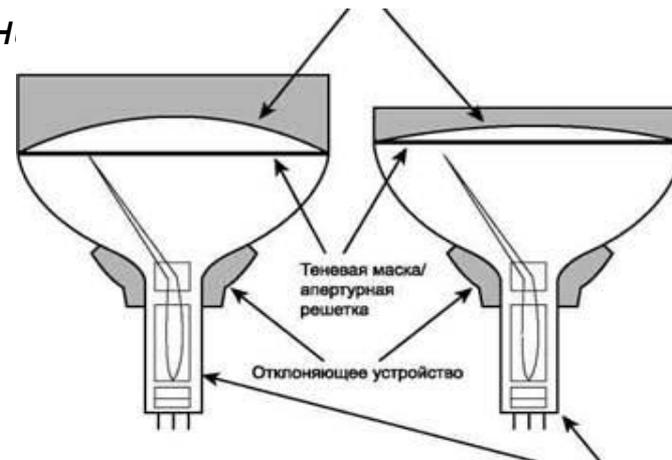


Aperture Grill (Апертурная решетка)

Есть и еще один вид трубок, в которых используется "Aperture Grill" (Апертурная, или теневая решетка). Эти трубки стали известны под именем Trinitron и впервые были представлены на рынке компанией Sony еще в 1982 году.

Апертурная решетка (aperture grill) - Вместо точек с люминофорными элементами трех основных цветов Апертурная решетка содержит серию нитей, состоящих из люминофорных элементов, выстроенных в виде вертикальных полос трех основных цветов. Такая система обеспечивает высокую контрастность изображения и хорошую насыщенность цветов, что вместе обеспечивает высокое качество мониторов с трубками на основе этой технологии.

Рис. 10.2. Выпуклый ЭЛТ-мон.
(справа)



© Sony Trinitron FD

Жидкокристаллические мониторы (LCD)

В настоящее время жидкокристаллические мониторы стали активно применяться не только в портативных компьютерах, но и в настольных системах. Они обладают целым рядом достоинств, которые отличают их от мониторов с электронно-лучевыми трубками.

- Для отображения информации используется вся поверхность экрана монитора. Например, видимая область жидкокристаллического 17-дюймового монитора — 17 дюймов, в то время как у монитора с электронно-лучевой трубкой — всего лишь 15 дюймов.

- Меньшая глубина, что позволяет экономить рабочее пространство.

- Некоторые модели имеют съемное опорное основание, что позволяет устанавливать мониторы на стене или любой подставке.

- Более низкое энергопотребление и, как следствие, меньшее выделение тепла.

- Жидкокристаллические мониторы не подвержены “выгоранию” люминофора.

- Возможность поворота монитора на 90°, что особенно обрадует дизайнеров.

- Вес жидкокристаллических панелей гораздо меньше, чем электронно-лучевых мониторов тех же размеров. Например, 15-дюймовый жидкокристаллический дисплей ViewSonic VA 550 весит только 10,1 фунтов (примерно 4,5 кг), в то время как вес 17-дюймового электронно-лучевого монитора достигает 35-50 фунтов (15,8-22,6 кг).

Жидкокристаллические мониторы (LCD)

LCD (Liquid Crystal Display, жидкокристаллические мониторы) сделаны из вещества, которое находится в жидком состоянии, но при этом обладает некоторыми свойствами, присущими кристаллическим телам. Фактически, это жидкости, обладающие анизотропией свойств (в частности, оптических), связанных с упорядоченностью в ориентации молекул.

Молекулы жидких кристаллов под воздействием электричества могут изменять свою ориентацию и вследствие этого изменять свойства светового луча проходящего сквозь них.

Первое свое применение жидкие кристаллы нашли в дисплеях для калькуляторов и в кварцевых часах, а затем их стали использовать в мониторах для портативных компьютеров.

Экран LCD-монитора представляет собой массив маленьких сегментов (называемых пикселями), которыми можно манипулировать для отображения информации. LCD-монитор имеет несколько слоев, где ключевую роль играют две панели сделанные из свободного от натрия и очень чистого стеклянного материала, называемого субстрат или подложка, которые собственно и содержат тонкий слой

Жидкокристаллические мониторы (LCD)

В жидкокристаллических мониторах с пассивной матрицей яркостью каждой ячейки управляет электрический заряд (точнее, напряжение), протекающий через транзисторы, номера которых равны номерам строки и столбца данной ячейки в матрице экрана. Количество транзисторов (по строкам и столбцам) и определяет разрешение экрана.

Например, экран с разрешением 800x600 содержит 800 транзисторов по горизонтали и 600 по вертикали.

Ячейка реагирует на поступающий импульс напряжения таким образом, что поворачивается плоскость поляризации проходящей световой волны, причем угол поворота тем больше, чем выше напряжение.

Полная переориентация всех кристаллов ячейки соответствует, например, состоянию *включено* и определяет максимальный контраст изображения — разницу яркости по отношению к соседней ячейке, которая находится в состоянии *выключено*. Таким образом, чем больше перепад в ориентации плоскостей поляризации соседних ячеек, тем выше контраст изображения.

Жидкокристаллические мониторы (LCD)

Стоит отметить и такую особенность части LCD-мониторов, как возможность поворота самого экрана на 90°, с одновременным автоматическим разворотом изображения. LCD-мониторами эта функция становится почти стандартной. К преимуществам LCD-мониторов можно отнести то, что они действительно плоские в буквальном смысле этого слова, а создаваемое на их экранах изображение отличается четкостью и насыщенностью цветов.



Плазменные мониторы

Такие крупнейшие производители, как Fujitsu, Matsushita, Mitsubishi, NEC, Pioneer и другие, уже начали производство плазменных мониторов с диагональю 40" и более, причем некоторые модели уже массово производятся.

Работа плазменных мониторов очень похожа на работу неоновых ламп, которые сделаны в виде трубки, заполненной инертным газом низкого давления. Внутри трубки помещена пара электродов между которыми зажигается электрический разряд и возникает свечение.

Плазменные экраны создаются путем заполнения пространства между двумя стеклянными поверхностями инертным газом, например, аргоном или неоном. Затем на стеклянную поверхность помещают маленькие прозрачные электроды, на которые подается высокочастотное напряжение. Под действием этого напряжения в прилегающей к электроду газовой области возникает электрический разряд. Плазма газового разряда излучает свет в ультрафиолетовом диапазоне, который вызывает свечение частиц люминофора в диапазоне, видимом человеком.

Плазменные мониторы

Фактически, каждый пиксель на экране работает, как обычная флуоресцентная лампа (иначе говоря, лампа дневного света). Высокая яркость и контрастность наряду с отсутствием дрожания являются большими преимуществами таких мониторов. Кроме того, угол, под которым можно увидеть нормальное изображение на плазменных мониторах, существенно больше, чем в случае с LCD-мониторами.

Главными **недостатками** такого типа мониторов является довольно высокая потребляемая [МОЩНОСТЬ](#), возрастающая при увеличении диагонали монитора, и низкая разрешающая способность, обусловленная большим размером элемента изображения. Кроме этого, свойства люминофорных элементов быстро ухудшаются, и экран становится менее ярким, поэтому срок службы плазменных мониторов ограничен 10000 часами (это около 5 лет при офисном использовании).

Подобные телевизоры уже есть, они имеют большую диагональ, очень тонкие (по сравнению со стандартными телевизорами) и стоят бешеных денег - \$10000 и выше.

FED мониторы

Технологии, которые применяются при создании мониторов, могут быть разделены на две группы:

- 1) мониторы, основанные на излучении света, например, традиционные CRT-мониторы и плазменные, т.е. это устройства, элементы экрана которых излучают свет во внешний мир и
- 2) мониторы трансляционного типа, такие, как LCD-мониторы.

Одним из лучших технологических направлений в области создания мониторов, которое совмещает в себе особенности обеих технологий, описанных нами выше, является технология FED (Field Emission Display).

Мониторы FED основаны на процессе, который немного похож на тот, что применяется в CRT-мониторах, так как в обоих методах применяется люминофор, светящийся под воздействием электронного луча.

Главное отличие между CRT и FED мониторами состоит в том, что CRT-мониторы имеют три пушки, которые испускают три электронных луча, последовательно сканирующих панель, покрытую люминофорным слоем, а в FED-мониторе используется множество маленьких источников электронов, расположенных за каждым элементом экрана, и все они размещаются в пространстве, по глубине меньшем, чем требуется для CRT. Каждый источник электронов управляется отдельным электронным элементом, так же, как это происходит в LCD-мониторах, и каждый пиксель затем излучает свет, благодаря воздействию электронов на люминофорные элементы, как и в традиционных CRT-мониторах. При этом FED-мониторы очень тонкие.

Основные параметры монитора

Размер - один из ключевых параметров. Монитор требует пространства для своей установки, а пользователь хочет комфортно работать с требуемым разрешением. Кроме этого, необходимо, чтобы монитор поддерживал приемлемую частоту регенерации или обновления экрана (refresh rate). При этом все три параметра - размер (size), разрешение (resolution) и частота регенерации (refresh rate) - должны всегда рассматриваться вместе, если вы хотите убедиться в качестве монитора, который решили купить, потому что все эти параметры жестко связаны между собой, и их значения должны соответствовать друг другу.

Разрешение монитора (или разрешающая способность) связана с размером отображаемого изображения и выражается в количестве точек по ширине (по горизонтали) и высоте (по вертикали) отображаемого изображения. Например, если говорят, что монитор имеет разрешение 640x480, это означает, что изображение состоит из $640 \times 480 = 307200$ точек в прямоугольнике, чьи стороны соответствуют 640 точкам по ширине и 480 точкам по высоте.

Если вы пользуетесь электронными таблицами, занимающими большую площадь, и вам требуется одновременное использование нескольких документов, то стоит остановить свой выбор на 17" мониторе с разрешением 1024x768, а лучше с разрешением 1280x1024. Если вы профессионально занимаетесь версткой, дизайном и моделированием в CAD-системах, то вам потребуется монитор с диагональю от 17" до 24" для работы в разрешениях от 1280x1024 до 1600x1200 точек

Основные параметры монитора

Максимальная разрешающая способность в цифрах

Максимальная разрешающая способность - одна из основных характеристик монитора, которую указывает каждый изготовитель.

Для 17-дюймового монитора с трубкой, использующей апертурную решетку, и шагом полосок 0,25 мм по горизонтали и размером используемой области экрана 320x240 мм получим максимальную действительную разрешающую способность 1280x600 точек: $320/0,25 = 1280$ МРН; Апертурная решетка не имеет шага по вертикали, и разрешающая способность по вертикали такой трубки ограничена только фокусировкой луча.

На величину максимально поддерживаемого монитором разрешения напрямую влияет частота горизонтальной развертки электронного луча, измеряемая в kHz (Килогерцах, кГц). Значение горизонтальной развертки монитора показывает, какое предельное число горизонтальных строк на экране монитора может прочертить электронный луч за одну секунду.

Основные параметры монитора

Частота регенерации или обновления (кадровой развертки для CRT мониторов) экрана - это параметр, определяющий, как часто изображение на экране заново перерисовывается. Частота регенерации измеряется в Герцах, (Гц), где один Гц соответствует одному циклу в секунду. Минимально безопасной частотой кадров считается 75 Гц, при этом существуют стандарты, определяющие значение минимально допустимой частоты регенерации. Считается, что чем выше значение частоты регенерации, тем лучше, однако исследования показали, что при частоте вертикальной развертки выше 100 Гц глаз человека уже не может заметить никакого мерцания. Частота 100 Гц является рекомендуемой для любых разрешений, однако порогом безопасности считается частота 85 Гц.

В одних мониторах установлена фиксированная частота азвертки. В других поддерживаются разные частоты в некотором диапазоне (такие мониторы называются *многочастотными* — *multiple-requency monitor*). Большинство современных мониторов ногочастотные, т.е. могут работать с разными стандартами видеосигнала, которые получили до-вольно широкое распространение

Таблица максимально поддерживаемого разрешения, рекомендуемого разрешения

14"	12,5" - 13"	1024x768	640x480, иногда 800x600
15"	13,5" - 14"	1280x1024	800x600
17"	15,5" - 16"	1600x1200	1024x768
19"	17,5" - 17"	1600x1200	1280x1024
21"	19,5" - 20"	1600x1200	1280x1024
24"	21,5" - 22"	1900x1200	1600x1200

Данные в таблице чисто справочные, и никто не запрещает вам работать на 15" мониторе с разрешением 1024x768. Все зависит от возможностей вашего монитора, ваших предпочтений и вашего зрения.

Видеоадаптер

- **Видеоадаптер** ((известна также как графическая карта, видеокарта) от англ. videocard) — устройство, преобразующее изображение, находящееся в памяти компьютера, в видеосигнал для монитора.

Характеристики видеоадаптеров

- **ширина шины памяти**, измеряется в битах — количество бит информации, передаваемой в секунду. Важный параметр в производительности карты.
- **количество видеопамати**, измеряется в Мегабайтах — встроенная оперативная память на самой плате, значение показывает, какой объем информации может хранить графическая плата.
- **частоты ядра и памяти** — измеряются в Мегагерцах, чем больше, тем быстрее видеокарта будет обрабатывать информацию.
- **техпроцесс** — технология печати, измеряется в нанометрах (нм.), современные карты выпускаются по 110 нм или 90 нм нормам техпроцесса. Чем меньше данный параметр, тем больше элементов можно уместить на кристалле.
- **текстурная и пиксельная скорость заполнения**, измеряется в млн. пикселей в секунду, показывает количество выводимой в информации в единицу времени.
- **выводы карты** — раньше видеоадаптер имел всего один разъём VGA, сейчас платы оснащают в дополнение выходом DVI—I или просто с двумя DVI-I для подключения двух ЖК-мониторов, а также композитными видеовыходом и видеовходом (обозначается, как ViVo)

Конструктивное исполнение

Современная графическая плата состоит из следующих частей:

- **графический процессор (GPU)** — занимается расчетами выводимого изображения, освобождая от этой обязанности центральный процессор, производит расчеты для обработки команд трехмерной графики. Является основой графической платы, именно от него зависят быстродействие и возможности всего устройства. Современные графические процессоры по сложности мало чем уступают центральному процессору компьютера, и зачастую превосходят их по числу транзисторов. Архитектура современного GPU обычно предполагает наличие нескольких блоков обработки информации, а именно: блок обработки 2D графики, блок обработки 3D графики, в свою очередь, обычно разделяющийся на геометрическое ядро (плюс кэш вершин) и блок растеризации (плюс кэш текстур) и др.
- **видеоконтроллер** — отвечает за формирование изображения в видеопамяти, дает команды RAMDAC на формирование сигналов развертки для монитора и осуществляет обработку запросов центрального процессора. Кроме этого, обычно присутствуют контроллер внешней шины данных (например PCI или AGP), контроллер внутренней шины данных и контроллер видеопамяти. Ширина внутренней шины и шины видеопамяти обычно шире внешней (64, 128 или 256 разрядов против 16 или 32), во многие видеоконтроллеры встраивается еще и RAMDAC. Современные графические адаптеры (ATI, nVidia) обычно имеют не менее двух видеоконтроллеров, работающих независимо друг от друга и управляющих одновременно одним или несколькими дисплеями каждый.

- **видеопамять** — выполняет роль кадрового буфера, в котором хранится в цифровом формате изображение, генерируемое и постоянно изменяемое графическим процессором и выводимое на экран монитора (или нескольких мониторов). В видеопамяти хранятся также промежуточные невидимые на экране элементы изображения и другие данные. Видеопамять бывает нескольких типов, различающихся по скорости доступа и рабочей частоте. Современные видеокарты комплектуются памятью типа DDR, DDR2 или GDDR3. Следует также иметь в виду, что помимо видеопамяти, находящейся на видеокарте, современные графические процессоры обычно используют в своей работе часть общей системной памяти компьютера, прямой доступ к которой организуется драйвером видеоадаптера через шину AGP или PCI-E.

- **цифро-аналоговый преобразователь ЦАП (RAMDAC)** — служит для преобразования изображения, формируемого видеоконтроллером, в уровни интенсивности цвета, подаваемые на аналоговый монитор. Возможный диапазон цветности изображения определяется только параметрами RAMDAC. Чаще всего RAMDAC имеет четыре основных блока — три цифроаналоговых преобразователя, по одному на каждый цветовой канал (красный, синий, зеленый, RGB), и SRAM для хранения данных о гамма коррекции. Большинство ЦАП имеют разрядность 8 бит на канал — получается по 256 уровней яркости на каждый основной цвет, что в сумме дает 16.7 млн. цветов (и за счет гамма коррекции есть возможность отображать исходные 16.7 млн. цветов в гораздо большее цветовое пространство). Некоторые RAMDAC имеют разрядность по каждому каналу 10bit (1024 уровня яркости), что позволяет сразу отображать более 1 млрд. цветов, но эта возможность практически не используется. Для поддержки второго монитора часто устанавливают второй ЦАП. Стоит отметить, что мониторы и видеопроекторы подключаемые к цифровому DVI выходу видеокарты для преобразования потока цифровых данных используют собственные цифроаналоговые преобразователи и от характеристик ЦАП

- **видео-ПЗУ (Video ROM)** — постоянное запоминающее устройство, в которое записаны видео-BIOS, экранные шрифты, служебные таблицы и т. п. ПЗУ не используется видеоконтроллером напрямую — к нему обращается только центральный процессор. Хранящийся в ПЗУ видео-BIOS обеспечивает инициализацию и работу видеокарты до загрузки основной операционной системы, а также содержит системные данные, которые могут читаться и интерпретироваться видеодрайвером в процессе работы (в зависимости от применяемого метода разделения ответственности между драйвером и BIOS). На многих современных картах устанавливаются электрически перепрограммируемые ПЗУ (EEPROM, Flash ROM), допускающие перезапись видео-BIOS самим пользователем при помощи специальной программы.

- **система охлаждения** — предназначена для сохранения температурного режима видеопроцессора и видеопамяти в допустимых значениях. Правильная и полнофункциональная работа современного графического адаптера обеспечивается с помощью видеодрайвера — специального программного обеспечения, поставляемого производителем видеочипа и загружаемого в процессе запуска операционной системы. Видеодрайвер выполняет функции интерфейса между системой с запущенными в ней приложениями и видеоадаптером. Так же как и видео-BIOS, видеодрайвер организует и программно контролирует работу всех частей видеоадаптера через специальные регистры управления, доступ к которым идет через

Компоненты видеосистемы

Для работы видеоадаптера необходимы следующие основные компоненты:

- BIOS (Basic Input/Output System — базовая система ввода-вывода);
 - графический процессор, иногда называемый набором микросхем системной логики видеоадаптера;
 - видеопамять;
 - цифроаналоговый преобразователь, он же DAC — Digital to Analog Converter;
 - разъем;
- видеодрайвер.

Видеодрайвер

Программный драйвер — важный элемент видеосистемы, с помощью которого осуществляется связь программного обеспечения с видеоадаптером. Ваш видеоадаптер может быть оснащен самым быстрым процессором и наиболее эффективной памятью, но плохой драйвер способен свести на нет все эти преимущества.

Приложения DOS непосредственно управляют оборудованием, и обычно в их состав входят собственные драйверы для различных типов видеоадаптеров. Все приложения для Windows используют единый драйвер, установленный в самой операционной системе (поскольку только в таком случае приложения могут использовать обращения к функциям операционной системы для управления видеоадаптером).

Видеодрайверы используются для поддержки процессора видеоадаптера. Несмотря на то что видеоадаптеры поставляются изготовителем вместе с драйверами, иногда используются драйверы, предоставляемые вместе с набором

Контрольные вопросы

- 1 Приведите классификацию мониторов.
- 2 Опишите устройство CRT – монитора
- 3 Перечислите типы CRT трубок.
- 4 Опишите жидкокристаллические мониторы (LCD).
- 5 Охарактеризуйте жидкокристаллические мониторы с пассивной матрицей.
- 6 Охарактеризуйте жидкокристаллические мониторы с активной матрицей.
- 7 Опишите особенность плазменных мониторов.
- 8 Опишите особенность FED мониторов.
- 9 Что понимают под разрешающей способностью монитора?
- 10 Что означает «частота развертки».
- 11 Дайте классификацию основных параметров мониторов.
- 12 Какую роль выполняют видеоадаптеры.
- 13 Опишите типы видеоадаптеров.
- 14 Перечислите компоненты видеосистемы.
- 15 Для чего нужен видеодрайвер.