**Монитор как зеркало персонального компьютера**

**Вступление**

Этот реферат включает в себя практически все, что было бы нужно знать о мониторах: от различных его параметров до подключения и перспективах развития, сегодняшнее состояние компьютерной индустрии и современные модели мониторов, удовлетворяющих этому состоянию. Различные, старые графические стандарты и технологии производства допотопных электронно-лучевых трубок здесь не затрагиваются.

**Монитор — зеркало персонального компьютера**

Если глаза человека являются зеркалом его души, то монитор по праву можно считать “зеркалом” персонального компьютера. Тип монитора, его качество и функциональные возможности не только влияют на эффективность использования компьютера, но и определяют уровень используемого программного обеспечения.

Важнее говорить не о мониторе как таковом, а обо всей видеосистеме в целом, включающей, кроме монитора, и видеоадаптер, и соответствующую программную поддержку.

Нужно помнить о том, что через монитор пользователь получает не только полезную информацию от компьютера, но и так называемые, “побочные эффекты” в виде электромагнитных излучений в различных частотных диапазонах. Все это не слишком благотворно сказывается на зрении: нечеткость, нерезкость или мерцание изображения. Все выше перечисленные “эффекты” не всегда можно сразу заметить, и поэтому они могут дать знать о себе позднее: быстрая утомляемость во время работы, рези в глазах, головные боли и т. п.

Работа с некачественным монитором может привести к необратимым последствиям в организме! Все это можно сформулировать в одном общеизвестном тезисе: “Не стоит экономить на мониторе!”

Монитор или дисплей можно отнести к самому “консервативному” или “неизменяемому” компоненту в компьютерной системе (с точки зрения модификации). Действительно, монитор меняют крайне редко, в отличие, скажем, от винчестера, материнской платы, оперативной памяти и различных дополнительных устройств. Причина этого состоит в том, что цена монитора довольно высока, и замена дисплея представляет для многих серьезный финансовый шаг, на который не каждый решится. Кроме того, при попытке продажи старого монитора его цена будет близка к нулевой из-за подержанности.

Поскольку в производстве мониторов в значительной мере используется ручной труд, крупногабаритное оборудование и дорогостоящие материалы (инвар, фосфор, специальные сорта стекла с добавками, драгоценные металлы), цены на мониторы меняются значительно меньше, чем на все другие компоненты компьютера. Все это естественно повышает цену монитора. Стоимость остальных комплектующих, в отличие от мониторов, определяется современными автоматизированными и не очень металлоемкими техническими процессами, которые непрерывно совершенствуются.

Технологический прогресс в компьютерной области, удешевляющий стоимость чипов, фантастически увеличивает как их возможности по производительности, так и объемы памяти.

Не удивительно, что так быстро “устаревают” процессоры, видеоадаптеры и различные комплектующие.

Мониторы же не столь быстры: в отношении технического совершенствования они столь же консервативны. Сегодня нормой считается цветной монитор с цифровым управлением (которое есть практически на всех современных 15-дюймовых и более дисплеях), обязательно сертифицированный по уровням электромагнитных излучений.

Эти аппараты все имеют возможность поддержания частоты обновления кадров не ниже 70 Гц для построчной развертки при высоком напряжении и автоматического выбора частот синхронизации.

ЭЛТ или Электронно-лучевая трубка имеет антистатические и антибликовые покрытия, малую кривизну экрана и предельное расстояние между точками от 0,25 до 0,28 мм.

На сегодняшний день это, наверное, наиболее главные достижения в области производства дисплеев, которым соответствуют все популярные модели. По крайней мере с тех пор, как устройства с указанными характеристиками появились на рынке, ничего радикального в плане улучшения параметров не произошло. Появление различных органов управления, функциональная поддержка Plug–and-Play и режимов энергосбережения, оснащение средствами мультимедиа — все это скорее дань моде и способы рекламирования продукции, которые не сильно улучшающие основную потребительскую функцию монитора — качественное воспроизведение выводимого на него изображения.

Негласно существуют две основные области применения персональных компьютеров, они различаются по требованиям к видеосистеме и их основной компонент — монитор.

Во-первых, это работа с программами общего назначения. Они применяются в доме и офисе (текстовые редакторы Word, базы данных, электронные таблицы, работа с Web-приложениями в Internet, игры и т. п.). Эти программы не требуют мониторов высокого качества, который может быть не самым дорогим из представленных на рынке компьютеров. Если пользователь ограничивается этим классом программ, то при наличии средств основное внимание следует уделить вопросам низких уровней излучения и немерцающего изображения при максимально возможном разрешении.

Во-вторых, это работа с профессиональными (а следовательно — дорогостоящими) графическими пакетами программ. К их числу можно отнести, например, автоматические системы проектирования (AutoCAD, ArhiCad и подобные ему программные продукты), издательские системы и системы создания художественных образов (программы компьютерной графики, анимации, обработки видеоизбражений в реальном времени и т. д.).

Дисплеи для этой категории пользователей должны обеспечивать хорошее немерцающее изображение при разрешении (Resolution) не ниже 1280 х 1024 пикселов (pixel — picture element, минимальный элемент, из которого создается изображение), а для некоторых приложений — 1600 х 1200. Кроме того, эти мониторы должны иметь минимальные геометрические искажения по всему полю экрана и обеспечивать возможность их качественной коррекции.

При работе с цветными иллюстрациями очень важным требованием является возможность цветовой калибровки, и равномерность цветов по всему полю монитора. На некоторых 20- и 21-дюймовых дисплеях предусмотрена аппаратная цветокалибровка по пробному отпечатку при помощи дополнительного внешнего устройства. Это очень важно для цветной полиграфии, где главная задача состоит в обеспечении максимального соответствия того, что видит художник на экране, и того, что затем получится на бумаге.

В соответствии с этим можно говорить о мониторах для домашних и офисных компьютеров, а также о мониторах для профессиональных систем.

**Параметры монитора**

**Параметры экрана**

Размер экрана монитора по диагонали является его главным параметром. Именно этот параметр в основном и влияет на цену прибора. На сегодняшний день на российском рынке наиболее популярны мониторы с размером 14 и 15 дюймов. Реже приобретаются дисплеи с 17-дюймовым кинескопом, еще реже — 20- и 21-дюймовые мониторы, которые в основном используются для профессиональной работы в серьезных учреждениях. Существуют вовсе экзотические мониторы с размером 28 и более (до 37) дюймов, предназначенные для демонстрационных целей.

**Параметры кинескопа**

Любой монитор оборудован электронно-лучевой трубкой, или кинескопом. В англоязычной литературе применяется аббревиатура CRT (Cathode Ray Tube). Качество получаемого изображения потенциально определяют параметры ЭЛТ, поэтому начнем с описания характеристик кинескопов.

14-ти дюймовые дисплеи составляют сегодня основную долю работающих и продающихся в России, однако спрос на них начинает снижаться, многие производители сократили их выпуск, и в ближайшее время они, скорее всего, сдадут свои позиции на рынке. Правда, отдельные компании (например, GoldStar) продолжают разрабатывать 14-дюймовые модели с характеристиками, отвечающие современным требованиям, и даже оснащают их средствами мультимедиа. Такая политика рассчитана в первую очередь на небогатого покупателя. Сейчас за рубежом все популярнее становятся 17-дюймовые устройства.

Подробнее рассмотрим, что подразумевается под различными англоязычными терминами, имеющими отношение к размеру диагонали кинескопа. Под термином “размер” (Size) монитора производителями обычно понимается внешний диагональный размер кинескопа. Именно этот размер и указывается в паспорте дисплея, когда говорят о 14-,15-,17-,20- и 21-дюймовых мониторах. Реальный размер изображения несколько меньше и зависит от технологических особенностей изготовления ЭЛТ. Более информативным параметром является полезная площадь экрана — Viewable Size, Nominal Display Size, Video Image Area, Full Screen, Viewable Image Size(VIS), или Maximum Display Area. Она определяет реальную площадь, покрытую люминофором, на которой в принципе может создаваться изображение. Сегодня этот параметр ЭЛТ указывается большинством изготовителей мониторов.

Но и этот параметр не является полной геометрической характеристикой дисплея. Все дело в том, что производители мониторов не всегда обеспечивают полное использование площади экрана, покрытой люминофором, что связано с обработкой сигналов синхронизации и формированием соответствующих напряжений, подаваемых на электроды кинескопа.

Современные мониторы имеют органы управления, позволяющие растянуть изображение до экрана (точнее, до границ полезной площади). Это указывается в паспорте на мониторы термином Overscan. Но именно на краях экрана труднее всего обеспечивать необходимую фокусировку и сведение лучей, а также полностью компенсировать искажения геометрических размеров искажения геометрических размеров изображения, поэтому размер изображения, устраивающий пользователя, четкий и “некривой”, обычно немного меньше размера полезной площади. Нужно заметить, что в режиме предельного разрешения и частоты кадровой развертки размер изображения может быть меньше, чем в других режимах.

Дисплеи с цифровым управлением имеют заводские установки (Preset Modes) размера изображения и компенсации геометрических изображений. В общем, эти установки определяют размер изображения на 15 – 20 мм по горизонтали и на 10 – 15 мм по вертикали для 15-дюймовых мониторов (соответственно, для 17-дюймовых: 20 – 25 и 15 – 20 мм) меньше размера полезной площади. В большинстве описаний изготовители мониторов приводят размер изображения, называемый Active Display Size, Standard Display Area, Recommended Display Area и т. д.

**Наилучшее разрешение**

Главным аргументом в пользу покупки монитора с большой диагональю является большой объем обзора редактируемого в текстовом редакторе документа, большое количество ячеек электронной таблицы, возможность иметь работы одновременно с несколькими окнами (например, в Internet) и т. д.

Поэтому важна “вместимость” экрана монитора, определяемая его разрешением, при котором с аппаратом можно долго работать без утомления и напряжения. Обычно в паспортных данных приводится такой параметр, как предельное или максимальное разрешение, которое для 15-дюймовых мониторов не превышает 1280 х 1024 пикселов, а для 17-дюймовых — 1600 х 1200 пикселов. На предельном разрешении мониторы обеспечивают частоту смены кадров около 60 Гц, что не является удовлетворительной величиной для нормальной работы.

При наличии хорошей видеокарты, соответствующих драйверов и минимальной сноровки пользователь может любой монитор “заставить” работать с предельным разрешением для данного типоразмера, даже если в паспорте указана меньшая величина. Однако вопрос “комфортности” работы с тем или иным разрешением остается за пределами паспортных характеристик.

Режим большего разрешения позволяет выводить страницу большей площади, однако экранный интерфейс (кнопки, пиктограммы, меню и т. д.) при этом также уменьшается, что не всегда удобно для работы, вследствие размытости изображений, напряжения зрения и т. д. Поэтому монитор лучше характеризовать параметром, который следует назвать эффективное разрешение. Эта величина различна для разных моделей, но именно она является истинной характеристикой информационной емкости. Эффективное разрешение — величина достаточно субъективная для каждого пользователя и определяется остротой его зрения, возрастом и отношением к своему здоровью. Для 15-дюймовых устройств оно должно быть равно 1024 х 768 пикселов. Соответственно, для аппаратов 17 дюймов эффективное разрешение должно быть 1280 х 1024. Предлагаемые критерии рассчитаны на пользователей не преклонного возраста.

Эффективное разрешение следует отнести к разряду исключительно важных параметров.

**Схема создания изображения**

Цвета на экране цветного монитора (в монохромных кинескопах все обстоит иначе) образуются в результате смешения красной, зеленой и синей (Red, Green, Blue — RGB) составляющих, имеющих различные интенсивности. Поэтому на внутреннюю поверхность экрана кинескопа наносятся три типа люминофорных элементов, дающих люминесценцию соответствующего спектрального диапазона. В кинескопах, используемых для мониторов, в основном применяются два вида люминофорных элементов — круглой формы и в виде полос.

Люминофорные элементы светятся под действием попадающих на них электронов. В кинескопе формируются три электронных пучка — каждый на свой цвет. Пучок имеет конечные размеры, поэтому, чтобы он не попадал на края соседних точек люминофора другого цвета и не “подсвечивал” их, применяется теневая маска (Shadow Mask), ограничивающая размеры пучков. Для получения качественного изображения отверстия маски должны быть расположены строго напротив люминофорных элементов, нанесенных на экран. Задача осложняется тем, что диаметр отверстий составляет всего около 1,15 мм (ширина полос приблизительно 0,08 мм). В процессе работы часть мощности пучков поглощается теневой маской, приводя к ее тепловой деформации и ухудшению совмещения маски и люминофора. Для уменьшения этого эффекта в современных кинескопах применяются маски из специального железоникелевого сплава — инвара (от латинского invariabilis — неизменный), обладающего малым коэффициентом теплового расширения. Материал маски обычно указывается в паспортных данных.

По форме размещения элементов разного вида различают дельтовидные теневые маски и щелевые. В кинескопах с люминофорными элементами в виде полос теневая маска представляет собой решетку из тонких вертикально натянутых проволочек, поэтому ее называют апертурной решеткой.

Кинескоп с апертурной решеткой был запатентован фирмой Sony, выпускающей ЭЛТ Trinitron. Для уменьшения колебаний решетки проволочки скреплены горизонтальными демпфирующими нитями. На кинескопах размером 15 дюймов используется одна нить, на 17 и более — две. Эти нити дают на экране тонкие тени, слегка заметные при работе. Некоторые пользователи видят в этом недостаток трубок Trinitron, однако, есть и такие, кто использует эти естественные “линейки” с пользой, например для выравнивания элементов при графических работах. Срок действия патента Sony уже истек, поэтому сейчас трубки с апертурной решеткой выпускают также компания Mitsubishi (Diamondtron) и Panasonic (17 дюймов ЭЛТ PanaFlat). Кроме того, фирма Sony выпускает кинескопы SonicTron с шагом сетки 0,26 мм, которыми оснащаются мониторы компании ViewSonic.

На некоторых моделях 14-дюймовых мониторов и на многих телевизионных кинескопах применяются прямоугольные люминофорные элементы, однако они не позволяют получить хорошее качество изображения, так как электронный пучок имеет все же не прямоугольное сечение. Разрабатываются кинескопы, отверстия теневой маски которых имеют эллиптическую форму (кинескопы CromaClear фирмы NEC). Это позволяет получить эффективное соотношение разрешений по вертикали и горизонтали, что будет понятно из дальнейшего рассмотрения. По утверждениям разработчиков, такие меры создают более резкое изображение, чем в масках с круглыми отверстиями.

**Расстояние между точками и разрешение**

Главной характеристикой теневой маски является минимальное расстояние между люминофорными элементами одинакового цвета. Для дельтовидной маски этот параметр называют зерна, расстояние между точками, шагом триад, размером точки или шагом точек (dot pitch, dotted pitch), а для апертурной решетки — расстоянием между полосами или шагом полос (aperture grille (AG) pitch, Stripe pitch). Для дельтовидной маски линия минимального расстояния между точками одного цвета составляет с горизонталью угол 30 градусов. Иногда говорят о размере элемента разрешения, не конкретизируя тип маски, т. к. этот термин относится к обоим типам. На современных 15- и 17-дюймовых мониторах применяются кинескопы с размером зерна от 0,26 до 0,28 мм. На трубках Trinitron и Diamondtron шаг полос составляет 0,25 – 0,26 мм, а на PanaFlat — 0,24 мм. Для дельтовидной маски расстояние между точками по горизонтали составляет S · Ц 3/2 » 0,87 · S, где S — шаг точек. Для S = 0,28 мм эта величина равна » 0,24 мм.

Некоторые изготовители указывают в рекламе не шаг точек, а именно расстояние между точками по горизонтали. Заметим, что шаг точек по вертикали для дельтовидной маски составляет 0,5 · S, в то время как для апертурной решетки эквивалент этой величины равен нулю.

Конечно, чем меньше размер элемента разрешения, тем более четкое изображение можно получить на мониторе.

Таблица 1

Количество элементов изображения (триад), располагающихся по горизонтали кинескопа

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Шаг элемента изображения, мм | | Размер экрана | |
| 15” | 17” |
| Дельтовидная маска | 0.28 | 1155 | 1320 |
|  | 0.26 | 1244 | 1421 |
| Апертурная решетка | 0.25 | 1120 | 1280 |

Как видно из таблицы1, даже при минимальном размере полезной площади, которая встречается в выбранном типоразмере, и максимальном размере элемента изображения 15-дюймовые мониторы позволяют разместить по горизонтали чуть более 1024 триад (но никак не 1280), а 17-дюймовые — 1280 (но не1600), что соответствует определенным ранее эффективным разрешениям для этих размеров аппаратов. Таким образом, указанное разрешение можно назвать физическим параметром разрешения, или просто физическим разрешением монитора.

В документации на некоторые мониторы говорится, что их максимальное разрешение на класс выше физического. Например, для 15 дюймов оно соответствует разрешению 1280 х 1024, а для 17 — 1600 х 1200. Конечно, на экране нет такого количества элементов разрешения, поэтому этот параметр можно назвать логическим разрешением, характеризующем скорее качество систем развертки, видеоусилителя и фокусировки луча.

Монитор эмулирует логическое разрешение в пределах физических возможностей, при этом размер пикселя становится меньше триады. Поэтому, если пытаться воспроизвести последовательность черных и белых вертикальных полос толщиной в один пиксель на разрешении, следующем за физическим пределом кинескопа, на экране появится равномерное серое поле. Одиночная диагональная линия толщиной в один пиксель также будет не без недостатков (нерезкая, с разрывами) при таком разрешении. Геометрические особенности различных теневых масок таковы, что на дельтовидной маске обеспечивается лучшее перекрытие триад на вертикальной линии, проведенной в произвольном месте экрана за счет горизонтального смещения люминофорных элементов соседних рядах. Поэтому потенциально возможности эмуляции логического разрешения для этих кинескопов несколько выше, чем для мониторов с апертурной сеткой при используемых сегодня размерах элементов изображения. Обычно все же с разрешением, превышающем эффективное, работают крайне редко, поэтому поддержку монитором высокого максимального разрешения, указанную в паспорте, стоит рассматривать как своеобразную заявку на то, что монитор может обеспечить хорошие характеристики изображения на своем физическом пределе, или, что его эффективное разрешение будет равно физическому.

Приведенные оценки позволяют понять разницу между пикселем — логическим элементом изображения, выводимого на экран, который формируется видеоадаптером в результате выполнения той или иной программы, — и цветовой триадой, являющейся физическим элементом изображения кинескопа.

Часто в характеристиках режим разрешения монитора указывается в не пикселях, а в условных обозначениях разработанных стандартов. В таблице 2 указано соответствие этих обозначений в различных применяемых вариантах для стандартов IBM PC.

Таблица 2

Стандарты разрешения на PC

|  |  |
| --- | --- |
| Разрешение в пикселях | Обозначение |
| 640 х 480 | VGA |
| 800 x 600 | SVGA |
| 1024 x 768 | XGA |
| 1280 x 1024 | EVGA |
| 1600 x 1200 | не обозначен |
| 1152 х 864 | не обозначен |

Для вертикального разрешения ситуация с физическим количеством точек выглядит менее критично. Для 15-дюймового монитора с шагом зерна 0,28 мм на вертикали 210 мм располагается 1500 триад, а ля 17-дюймового (вертикаль 240 мм) — 1714, т. е. физическое разрешение не ограничивает “разумных” потребностей в логическом разрешении.

Некоторая несбалансированность в вертикальном и горизонтальном разрешениях при принятых стандартах связана с ориентацией дельтовидной маски. Фирма NEC выпускает кинескопы ChromaClear с овальными отверстиями теневой маски, вытянутыми в вертикальном направлении. Это позволяет уменьшить указанное несоответствие и эффективнее использовать поверхность экрана, однако возникают проблемы формирования электронных пучков соответствующего сечения. Поэтому существенные изменения вносятся в систему фокусировки.

Шаг точек кинескопа ChromaClear — 0,25 мм. Новые трубки ставятся на 15-дюймовые мониторы MultiSync М500, которые появились на российском рынке в 1996 году. Отмечается высокое качество воспроизведения изображения как графических, так и текстовых объектов на этих мониторах. Выпущена 17-дюймовая модель монитора MultiSync (М700) с трубкой ChromaClear.

Если в “будущем” удастся существенно уменьшить шаг триад (например, на 15 – 20 %, т. е. довести его до значения не более 0,20 мм для апертурных кинескопов и не более 0,23 мм для дельтовидных), чтобы физически перейти в следующий класс разрешения, а также соответствующим образом “подтянуть” электронику устройств с целью повышения частоты кадровой развертки, то это может ощутимо повысить качество изображения.

**Экранные покрытия**

Во время работы монитора поверхность его экрана подвергается интенсивной электронной бомбардировке, в результате чего может накапливаться заряд статического электричества. Это приводит к тому, что поверхность экрана “притягивает” большое количество пыли, а кроме того, при прикосновении рукой к заряженному экрану пользователя может неприятно “щелкнуть” слабый электрический разряд. Для уменьшения потенциала поверхности экрана на него наносят специальные проводящие антистатические покрытия, которые в документации обозначают сокращением AS — anti-static.

Следующая цель нанесения покрытий — устранение отражений окружающих предметов в стекле экрана, которые мешают при работе. Это так называемые антиотражающие покрытия (anti-reflection, AR). Для уменьшения эффекта отражения поверхность экрана должна быть матовой. Один из способов получения такой поверхности — травление стекла для получения не зеркального, а диффузного отражения (Диффузным называют отражение, при котором падающий свет отражается не под углом падения, а во все стороны). Однако при этом свет от люминофорных элементов также диффузно рассеивается, изображение становится расплывчатым и теряет яркость. В последнее время для получения антиотражающих покрытий используют тонкий слой двуокиси кремния (Silica — кварц), на котором травятся профилированные горизонтальные канавки, препятствующие попаданию отражения внешних предметов в поле зрения пользователя (при нормальном положении его около монитора). При этом подбирают такой профиль канавок, чтобы ослабление и рассеивание полезного сигнала было максимальным.

Еще один неблагоприятный фактор, с которым борются путем обработки экрана, — блики от внешних источников света. Для уменьшения этих эффектов на поверхность монитора наносится слой диэлектрика с малым показателем преломления, имеющим низкий коэффициент отражения. Такие покрытия называются антибликовыми или антиореольными (anti-glare, AG).Обычно применяют комбинированные многослойные покрытия, сочетающие защиту от нескольких мешающих факторов. Фирмой Panasonic разработано покрытие, в котором применены все описанные виды покрытий, и оно имеет название AGRAS (anti-glare, anti-reflection, anti-static).

Для увеличения интенсивности проходящего полезного света между экранным стеклом и слоем с низким коэффициентом отражения наносится переходной слой, имеющий коэффициент преломления, средний между стеклом и внешним слоем (эффект просветления), обладающий еще и проводящими свойствами для снятия статического заряда.

Иногда используются другие комбинации покрытий — ARAG(anti-reflection, anti-glare) или ARAS (anti-reflection, anti-static). В любом случае покрытия несколько снижают яркость и контрастность изображения и влияют на цветопередачу, однако удобство работы с монитором, получаемое от применения покрытий, окупает эти недостатки. Проверить наличие антибликового покрытия можно визуально, рассматривая отражение от внешнего источника света при выключенном мониторе и сравнивая его с отражением от обычного стекла.

Наличие антибликовых и антистатических покрытий стало нормой для современных мониторов, а некоторые различия в качестве покрытий, определяющие их эффективность и степень искажения изображения, связанные с технологическими особенностями, практически не влияют на выбор модели.

Есть мнение, что для устранения бликов и защиты от статического электрического целесообразно применять дополнительный защитный экран. При этом обычно используются не очень дорогие экраны, которые настолько уступают по своему эффекту тем покрытиям, которые наносятся на современные кинескопы, что их применение не только нецелесообразно, но и вредно для глаз из-за собственных экранных бликов. Как правило, защиты от электромагнитного излучения они почти не обеспечивают. Хорошие же фильтры с поляризацией бликов и максимальной защитой от излучений стоят около 100 дол. Однако если монитор удовлетворяет спецификации Low Radiation, то необходимость использования такого фильтра также сомнительна. Таким образом, фильтр на современный монитор ставить не следует.

**Плоскостность экрана**

Следующей характеристикой монитора является спецификация плоскостности экрана. Чем “площе” экран, тем меньше искажаются на нем геометрические фигуры. Сейчас выпускаются два основных типа кинескопов, у которых экран имеет сферическую и цилиндрическую кривизну. Поверхность экрана кинескопа в первом случае представляет собой сегмент, вырезанный из сферы, а во втором — из вертикального цилиндра. На 14-дюймовых мониторах применяются сферические экраны, которые имеют довольно большую кривизну (R — 0,5 м) по обоим направлениям.

Затем появились сферические кинескопы с меньшей кривизной (для 15 дюймов — R = 1 м), которые по сравнению с их предшественниками выглядели почти идеально плоскими. Такие ЭЛТ стали называть трубками с плоским квадратным экраном, ил FST (Flat Square Tube). Происхождение названия связано с тем, что углы кинескопа не закругленные, а прямые. Трубки с апертурной решеткой (Trinitron, Diamondtron, SonicTron) делают действительно плоским по вертикали. При этом радиус их кривизны по горизонтали примерно равен радиусу кривизны трубок FST. Из-за привычки глаза к сферическому экрану первое впечатление от изображения, получаемого на трубке Trinitron, такое, будто оно вогнуто в другую сторону.

И, наконец, появились совершенно плоские кинескопы (по всем направления) — PanaFlat компании Panasonic.

Кроме уменьшения геометрических искажений более плоские экраны обладают лучшими антибликовыми свойствами в силу действия обычных законов отражения.

**Прочие характеристики кинескопа**

Полезным новшеством в некоторых моделях трубок является использование системы динамической фокусировки, которую также называют двойной фокусировкой, так как в ней используются две системы отклоняющихся линз (Double Focus, Dynamic Focus, Dynamic Astigmatism Control).

Электронный луч, имеющий круглое сечение на выходе из отклоняющей системы, во всех частях экрана, кроме центра, попадает на поверхность кинескопа под некоторым углом, вследствие чего образуемое им пятно имеет форму эллипса, ориентация, которого зависит от точки падения на экран. Это явление называется астигматизмом.

Кроме того, различаются расстояния от электронной пушки до разных точек экрана, поэтому фокусное расстояние электрической линзы должно меняться в зависимости от того, в какую часть экрана направлен электронный пучок. Для уменьшения астигматизма в отклоняющей системе применяются специальные квадроугольные линзы, которые могут изменять фокусное расстояние по горизонтали и вертикали и делать их независимыми друг от друга, в результате чего пучок на выходе из отклоняющей системы имеет эллиптическое сечение, а на экране образуется круглое пятно. Применение двух систем фокусирующих линз позволяет подстраивать суммарное фокусное расстояние и получать одинаково хорошую фокусировку во всех частях экрана, за счет чего обеспечивается более четкое изображение на краях экрана. Применение двойной фокусировки действительно улучшает возможности монитора.

Следует отметить, что двойной фокус применяется на очень небольшом количестве 15-дюймовых аппаратов (Sony и NEC); чаще он применяется на мониторах с размером экрана не менее 17 дюймов, на которых эффект астигматизма и отличие длины пучка от положения точки выражены сильнее.

Еще одним параметром монитора является материал люминофора. Обычно это фосфор Р22 со средне-короткой длительностью послесвечения. Часто упоминается максимальный угол отклонения луча (Deflection), который составляет 90 градусов и определяет отношение ширины кинескопа к его глубине. Практически все мониторы имеют темный экран (Darkface), повышающий контрастность изображения и улучшающий качество цветопередачи. Для этой цели при изготовлении кинескопа применяют стекло с низким коэффициентом пропускания (Transmission Rate, TM), что делает изображение отдельных точек люминофора, видимое через экран, более отчетливым и препятствует нежелательному смещению цветов при прохождении лучей через экранное стекло. Правда, при этом понижается яркость изображения, поэтому выбирают некоторый компромиссный коэффициент прозрачности, который находится в пределах 40 – 50 %.

**Частотные характеристики монитора**

**Частоты синхронизации**

При формировании одного кадра изображения каждый из трех электронных пучков проходит от одного края экрана до другого (рисует строку), подсвечивая нужные точки с требуемой интенсивностью, и делает это столько раз, каков режим разрешения по вертикали (количество строк). Процессом развертки луча управляют сигналы синхронизации, вырабатываемые видеоадаптером. Для получения устойчивого изображения, хорошо воспринимаемого глазом, необходимо, чтобы кадр обновлялся достаточно часто — в несколько раз чаще, чем в кинематографе. Это связано с тем, что расстояние между монитором и пользователем меньше, чем между экраном и зрителем в кинотеатре. Электронная система монитора обеспечивает строчную (движение по строкам, или горизонтальную) и кадровую (смена кадра, или вертикальную) развертки, которые характеризуются соответствующими частотами, называемыми Scanning Frequency, Synchronization, Deflection Frequency, с обязательным указанием направления (Horizontal или Vertical).

Частота вертикальной синхронизации иногда обозначается как Refresh Rate. Частота горизонтальной развертки может быть приближенно оценена как произведение числа строк на частоту обновления кадров. Реально она немного (на 3 – 10 %, в зависимости от режима) выше такой оценки, что связано с переходными процессами при обратном ходе пучка в верхнюю часть экрана во время смены кадра.

**Автоматический выбор частот**

В самых первых моделях мониторов, предназначенных для работы в одной видеомоде, применялась единственная комбинация частот вертикальной и горизонтальной синхронизаций, причем частота обновления кадров была невелика — не более 60 Гц. Такие мониторы назывались одночастотными. Ввиду несовершенства системы развертки на этих устройствах была даже предусмотрена подстройка частоты горизонтальной синхронизации.

Увеличение графических приложений потребовало увеличения кадровой частоты, кроме того, новые приложения начали использовать более высокие разрешения. Поэтому, чтобы можно было работать с новыми пакетами, не отказываясь от привычных старых, потребовались мониторы, способные поддерживать несколько фиксированных частот синхронизации. Так появились многочастотные мониторы.

Для псевдоувеличения частоты кадровой развертки был внедрен режим Interlaced — чересстрочной развертки, формирующий кадр за два прохода. При первом проходе воспроизводятся только нечетные строки кадра, при втором — только четные. При этом говорилось о повышении частоты кадровой синхронизации, которая обычно равнялась 87 Гц. Однако реальная частота была вдвое ниже, что было явно неудовлетворительно для работы и утомительно для глаз, поэтому сразу же после появления мониторов с режимом Interlaced посыпались отрицательные отзывы о качестве их изображения, а наряду с Interlaced-мониторами выпускались аппараты, которые обеспечивали высокую частоту смены кадров без применения способов чередования. Чтобы отличить более качественные мониторы, их назвали Non-Interlaced. Развертка Non-interlaced называется также “прогрессивной”.

Дальнейшее развитие программных продуктов и прогресс в области радиоэлектроники позволили отказаться от фиксированных частот синхронизации. В современных мониторах частота и горизонтальной, и вертикальной разверток может быть выбрана любой из диапазона частот, поддерживаемых монитором, что дает широкий простор для создания различных приложений. Эта особенность современных мониторов обозначается в документации термином “автоматическое сканирование” или “мультисканирование” (Autoscan, Multiscan, Multifrecuensy, или MultiSync), а также отражается в их названии (серии мониторов MultiSync фирмы NEC, Multiscan фирмы Sony, SyncMaster от Samsung).

**Полоса частот видеоусилителя и тактовая частота видеосигнала**

Есть еще одна частотная характеристика, называемая полосой частот, хотя правильнее было бы назвать ее верхней границей частотной характеристики видеотракта, поскольку для полосы надо определять и нижнюю границу.

Эта характеристика обозначается как Bandwidth. Она определяет верхнюю границу полосы пропускания видеоусилителя. Обычно ее измеряют в мегагерцах по спаду характеристики на — 3 децибела от максимального значения.

На монитор от видеоадаптера, кроме синхроимпульсов кадровой и строчной разверток, подаются также сигналы интенсивности каждого из составляющих цветов для каждого пикселя изображения, которые представляют собой последовательность видеоимпульсов различной амплитуды. Она и определяет интенсивность электронного пучка (а значит, и интенсивность свечения люминофора) в данной точке. Нетрудно посчитать, что интенсивность луча должна меняться с частотой, равной (в первом приближении) произведению числа строк на число вертикальных полос выбранного разрешения и на частоту обновления кадров.

Так, для режима XGA при частоте кадровой развертки 1024 х 769 х 75Гц”59 Мгц. Тактовая частота видеосигнала (видеоимпульсов) — Dot Rate, Pixel Rate, Pixel Clock — в 1,33 — 1,40 раза выше этой оценки, что связано с переходными процессами и обратным ходом луча.

Видеоадаптер вырабатывает низковольтные видеосигналы, их максимальная амплитуда не превышает 0,7 — 1 В. Этот сигнал затем усиливается видеоусилителем и подается на модулирующие электроды кинескопа. Для того чтобы видеосигнал проходил без искажения, необходимо, чтобы граница полосы пропускания видеотракта превышала тактовую частоту сигнала. Максимальное значение частоты видеоимпульсов, при котором еще и возможно получение качественного изображения, соответствует значению верхней границы полосы видеотракта. Если реализуется режим, требующий частоты видеоимпульсов, превышающий Bandwidth (это возможно, если требуемые частоты синхронизации поддерживаются монитором), то изображение на экране будет расплывчатым.

**Требования к частотным характеристикам**

Для того чтобы нагляднее представлять себе масштабы указанных величин, в таблице 3 приведены приблизительные (округленные) частоты синхронизации и тактовые частоты видеоимпульсов для некоторых опорных режимов IBM-совместимых компьютеров, соответствующие стандартам VGA и VESA (Video Electronics Standard Association — Ассоциация стандартов в области видеоэлектроники, которая определяет подавляющее большинство стандартов видеосистем для IBM-совместимых компьютеров, в частности, стандарты на разрешения частоты синхронизации, уровни сигналов, компьютерные шины и т. д.).

Главным и наиболее наглядным частотным параметром монитора является частота кадровой развертки, указанная для определенного разрешения. Именно эта характеристика определяет уровень мерцания изображения и утомляемость при работе и наряду с качеством фокусировки влияет на эффективное разрешение, т. е., в конечном счете, на эффективный размер экрана.

Пару лет назад ассоциация VESA установила минимальную частоту кадровой развертки для выполнения эргономических требований при работе с монитором, которая составляла 70 Гц в “прогрессивном” режиме горизонтальной развертки. Затем планка поднялась до значения 72 Гц. Новый стандарт ErgoVga предложенный VESA определяет минимум этой частоты на уровне 75 Гц для разрешения 1024 х 768; есть сообщения о следующих шагах — 80 и 85 Гц.

Таблица 3

Связь частотных характеристик монитора

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Разрешение,  пиксель | Частота вертикальной синхр., Гц | Частота горизонтальной синхр., Гц | Dot Rate |
| 640 х 480 | 60  120 | 31.5  61 | 25  50 |
| 800 х 600 | 60  75  80  100 | 38  47  50  64 | 40  50  53  67 |
| 1024 х 768 | 60  75  80 | 48  60  64 | 65  79  84 |
| 1280 х 1024 | 60  75  80 | 64  80  86 | 108  135  144 |
| 1600 х 1200 | 60  75  80 | 75  94  100 | 160  200  210 |

Если монитор при выбранном разрешении не обеспечивает такой скорости обновления кадров, то лучше выбрать режим с меньшим разрешением, на котором, тем не менее, значение 75 – 80 Гц достигается. В противном случае работа за компьютером будет опасна для зрения. Некоторые мониторы имеют верхнюю границу диапазона частот кадровой развертки порядка 120 – 160 Гц. Такие частоты возможны на разрешениях, которые существенно ниже эффективного.

К другим частотным характеристикам монитора относится диапазон частот строчной развертки. Поскольку компьютер должен иметь возможность работать под DOS, на всех мониторах предусмотрен режим 640 х 480 при частоте кадровой развертки 60 или 70 Гц, что определяет нижнюю границу диапазона частот строчной развертки (порядка 30 – 31 кГц), которая стандартна для всех мониторов любого размера. Для удовлетворения эргономических требований верхняя граница для 15-дюймовых мониторов должна быть не ниже 60 – 64 кГц, а для 17-дюймовых — 80 – 86 кГц. Если монитор 15 дюймов имеет максимальную частоту строчной развертки 50 кГц, то на разрешении 1024 х 768 он сможет обеспечить частоту смены кадров всего лишь около 60 Гц, поэтому на этом разрешении его лучше не использовать.

Аналогично обстоят дела и с полосой видеотракта. Исходя из эргономических норм на частоту вертикальной развертки, монитор, предназначенный для работы с разрешением 1024 х 768, должен иметь границу полосы видеотракта не ниже 80 – 85 МГц, а для разрешения 1280 – 1024 — не ниже 135 – 150 МГц.

**Управление монитором**

**Цифровое управление**

В отличие от старых 14-дюймовых устройств современные мониторы имеют довольно большое число различных регулировок. Это связано с тем, что они могут поддерживать множество различных видеомод, каждая из которых определяется комбинацией частот синхронизации горизонтальной и вертикальной развертки. Монитор не имеет ни малейшего представления о том, какое на него выводят разрешение. Для монитора главными управляющими сигналами являются именно частоты синхронизации, выдаваемые видеоадаптером, т. е. количество строк, выводимое на экран в каждом кадре, и количество обновлений кадра за секунду (задаваемое соответствующими частотами). А частота изменения интенсивности импульсов в строке (определяющая разрешение по горизонтали) — компетенция исключительно видеоадаптера.

Правда, монитор должен без искажений усилить видеосигналы и подать их на модуляторы. Некоторые мониторы выводят в экранном меню разрешение моды, соответствующее заводским установкам. Но это зависит от способности управляющего микропроцессора “приписать” индицируемое разрешение определенной конфигурации подаваемых частот синхронизации.

Каждая мода требует индивидуальной настройки размеров и положения изображения, а также компенсации геометрических искажений.

Важным достоинством современных аппаратов является наличие в их архитектуре микропроцессора, осуществляющего цифровое управление устройством, и регистров памяти, в которых хранятся параметры установки после выключения монитора.

Таким образом, после начальной настройки изображения в выбранной моде монитор в дальнейшем (после возвращения в тот же режим) сам устанавливает все регулировки в нужное положение. Если происходит новая подстройка параметров моды, то запоминаются последние значения. Кроме того, имеется несколько фиксированных заводских установок (Factory Preset Modes, Preset Memory), которые соответствуют наиболее часто встречающимся режимам. Обычно это не самые предельные режимы. Если сигналы синхронизации соответствуют заводским установкам (или имеют отличия в пределах некоторого интервала ошибок), монитор определяет это как стандартную моду и может выставить заданные на заводе параметры.

В документации обычно указываются число заводских установок и их характеристики (частоты синхронизации и соответствующее им разрешение), а также число установок, доступных пользователю (User Memory). Обычно их насчитывается от 10 до 20, что является достаточным для работы с разумным количеством используемых мод.

Говоря о цифровом управлении монитором, стоит упомянуть еще один параметр, который может быть цифровым или аналоговым, — это способ передачи видеосигнала от видеоадаптера. На старых моделях применялась цифровая кодировка интенсивности луча (в ней назначение интенсивности будущего луча оцифровывалось, и каждый разряд передавался либо нулем, либо единицей по всему проводнику), которая позволяла предавать очень небольшое количество цветов (равное количеству проводников), обычно 16. Сейчас в термин “цифровой” вкладывается совсем иной смысл. На современных аппаратах видеосигнал передается в аналоговом виде (т. е. передается последовательность импульсов, а интенсивность луча определяется амплитудами импульсов), что указывается в соответствующем разделе документации и позволяет передавать огромное количество цветов.

**Индикация рабочих характеристик**

На некоторых мониторах возможна наглядная индикация процесса регулировки. Это позволяет уменьшить количество органов управления, а на ряде устройств — визуально контролировать величину регулируемого параметра. Индикация осуществляется либо при помощи специального окна, появляющегося на экране во время работы с регулировочными органами (OSD — On Screen Display, экранный дисплей), либо на специальном жидкокристаллическом (ЖК) табло, расположенном на передней панели аппаратов с диагональю экрана не менее 17 дюймов. Экранный дисплей многим хорошо знаком по телевизорам с дистанционным управлением, и он получил большое распространение по сравнению с ЖК.

Средства индикации некоторых моделей выводят информацию о текущих частотах синхронизации монитора. Наличие такого индикатора очень облегчает процесс настройки и дальнейший контроль за работой монитора. Есть интеллектуальные OSD, выводящие диагностику о неисправностях видеосистемы, они, например, сообщают об отсутствии управляющих сигналов, что свидетельствует о неисправностях соединительного кабеля или видеоадаптера, или дают знать о том, что частота сигнала синхронизации выходит за пределы возможностей монитора (при попытке вручную установить видеомоду). На некоторых мониторах можно даже выбрать язык экранного меню. Обычно на выбор предлагается несколько европейских языков, среди которых нет русского.

**Органы управления**

Главным органом управления монитора, как и любого другого устройства, является сетевой выключатель, рядом с которым обычно располагается сетевой индикатор. На многих аппаратах сетевой светодиод делают двух- или трехцветным (или ставят два), и тогда он выполняет дополнительные функции (изменение его цвета указывает на переход в энергосберегающий режим) или является вспомогательным индикатором (также изменяющим цвет или мигающим) во время установки некоторых режимов монитора, если на мониторе нет OSD.

Обязательными органами управления также являются регуляторы яркости (Brightness) и контрастности (Contrast). Они могут быть аналоговыми (в виде обычных потенциометров) или цифровыми (кнопочными). И те, и другие имеют свои достоинства и недостатки, но поскольку пользователь быстро к ним привыкает, это вообще не имеет большого значения.

В современных аппаратах предусматривается компенсация многих типов геометрических искажений.

Все без исключения мониторы имеют регуляторы размера и положения изображения. Количество и “ассортимент” других геометрических регуляторов определяется классом устройства и его назначением.

На больших мониторах (17.дюймовых и более) иногда предусматривается подавление муара. Эффект муара возникает, если строка логического изображения составляет малый угол (но отличный от нуля) со строкой, образованной отверстиями теневой маски. Суть компенсации сводится к повороту изображения.

Помимо регуляторов компенсации геометрических изображений на мониторах встречаются следующие органы управления. Кнопка восстановления (Recall, Reset) применяется, если поверх заводской установки записалась пользовательская и необходимо вернуться к начальным значениям для данной моды.

Во время работы происходит намагничивание различных узлов монитора (главным образом теневой маски) под влиянием электронных пучков и магнитного поля Земли, создающих паразитные поля на траектории электронных пучков, что приводит к ухудшению качества изображения и искажению цветов. Для устранения этого эффекта во многих мониторах (особенно 17-дюймовых и выше) предусмотрена кнопка ручного размагничивания (Manual Degaussing). Ряд моделей имеет функцию автоматического размагничивания, которое происходит при включении монитора и/или при изменении режима его работы. Это довольно полезные возможности, особенно для профессиональных приложений.

На некоторых мониторах предусмотрена регулировка цветовой палитры. Наибольшие возможности обеспечивает регулировка, позволяющая плавно изменять основные составляющие цветов (относительные интенсивности электронных пучков ЭЛТ). В последнее время стало принято характеризовать выбранное соотношение интенсивностей пучков цветовой температурой, измеряемой в градусах по шкале Кельвина. Идеология этого метода связана со спектром излучения черного тела: чем выше температура, тем больше в цветовой гамме (спектре) присутствует сине-фиолетовых тонов. Низкая температура характеризуется преобладанием желто-красных оттенков. Хотя человек воспринимает все наоборот: высоким температурным показателям соответствует более “холодные” цветовые оттенки, чем низким.

Бывают мониторы с фиксированными цветовыми температурами, например, 6500 и 9000 °К; на более совершенных моделях температуру можно плавно менять. Это важно для выполнения профессиональных графических задач.

Некоторые регулировочные элементы, например регулятор фокусировки (Focus), которые используются крайне редко (после транспортировки монитора или его длительной работы), иногда располагаются внутри монитора. Чтобы получить к ним доступ, следует проникнуть через заднюю стенку, воспользовавшись отверткой и вскрыть корпус. Необходимость фокусировки обычно возникает на больших аппаратах (с диагональю экрана не менее 17 дюймов). Кроме того, на них часто предусматривается регулировка наведения лучей (Convergence).

На ряде мониторов можно осуществлять установку чувствительности порога видеоусилителя по входу — настройку на амплитуду 0,7 или 1,0 В. Это иногда бывает нужно при согласовании монитора с особыми видами видеоадаптеров.

На мониторах с диагональю экрана 17-дюймов и выше регуляторов обычно бывает больше, чем на 15-дюймовых аппаратах. Чем шире возможности регулировки, тем лучше качество изображения, занимающего практически всю полезную площадь экрана, демонстрирует монитор.

При выполнении регулировки монитора следует внимательно изучить документацию к нему, поскольку на многих моделях одни и те же управляющие элементы могут осуществлять регулировку различных характеристик. Их функции могут расширяться за счет дополнительных манипуляций (двойного нажатия кнопки, одновременного нажатия кнопки и т. д.), о чем догадаться без документации просто невозможно.

Кроме того, необходимо соблюдать определенные предосторожности, например нельзя долго держать нажатой кнопку размагничивания: это может привести к нарушению пользовательских установок.

Большое внимание уделяется вопросу удобства регулировок, поскольку при первом знакомстве с новым монитором именно удобство, а еще больше неудобство регулировок оставляет достаточно сильное впечатление. Однако при длительной работе время, уделяемое регулировкам, будет сокращаться, кроме того, пользователь постепенно привыкает к последовательности необходимых операций.

**Подключение монитора к компьютеру**

**Требования к видеоадаптеру**

Видеоадаптер в составе видеосистемы выполняет важную роль согласования монитора с системной шиной. Он вырабатывает сигналы синхронизации и видеосигналы красного, зеленого и синего цветов, которые и подаются на входы монитора. Следовательно, видеоадаптер должен обеспечивать выработку этих сигналов в тех частотных диапазонах, которые могут быть реализованы монитором.

Кадр, передаваемый от видеоадаптера монитору, представляет собой матрицу пикселов с числом строк и рядов, равным формируемому разрешению (например, 1024 х 768 — 1024 вертикальных ряда и768 горизонтальных строк). Каждый пиксель имеет определенный цвет, зависящий от интенсивности трех основных составляющих. Эта матрица с информацией об интенсивности цветов хранится в памяти видеоадаптера.

Количество градаций амплитуды видеоимпульсов, которое, в конечном счете, определяет количество воспроизводимых аппаратом цветов, зависит от того, сколько двоичных разрядов памяти приходится на каждый пиксель изображения. Если таких разрядов четыре, то число выводимых цветов 24 = 16, если восемь, то 28 = 256.

Память видеоадаптера устроена таким образом, что на пиксель может приходиться либо 0,5 байта (четыре разряда), либо целое количество байтов, которое, как правило, не превышает трех (при этом число цветов составляет 224 = 16 777 216). Следовательно, важной характеристикой видеоадаптера является объем установленной на нем памяти, который задает количество цветов, воспроизводимых при данном разрешении.

В таблице 4 приведены показатели объема памяти, необходимые для реализации различных режимов по разрешению и градациям цветов. Поскольку полный объем памяти видеоадаптера может принимать лишь дискретные значения (0,25, 0,5, 1, 2, 4, 8 Мбайт), то рядом с точным значением в колонке “Память” указан минимальный стандартный объем из этого ряда, ближайший к требуемому значению.

Многие видеоадаптеры имеют 1 или 2 Мбайта памяти, для эффективного использования которой на IBM-совместимых компьютерах сейчас активно внедряется разрешение 1152 х 864 пикселей. В этом случае 256 и 16 тыс. цветов, соответственно получаются при максимальном объеме памяти (см. табл. 4). Все применяемые в настоящее время разрешения имеют отношения числа строк к числу рядов, равное 3:4.

Таблица 4

Минимальный объем памяти видеоадаптера (в Мбайт), необходимый для реализации различных режимов монитора по разрешению и количеству цветов

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Объем памяти, необходимый для реализации характеристик | | | | | | | | |
| Байт на пиксель | 0,5 | | 1 | | 2 | | 3 | |
| Кол-во цветов | 16 | | 256 | | 65,5 тыс. | | 16,8 млн. | |
| Разрешение | Точно | Мин-й  уст.  объем | Точно | Мин-й  уст.  объем | Точно | Мин-й  уст.  объем | Точно | Мин-й  уст.  объем |
| 640х480 | 0.15 | 0.25 | 0.31 | 0.5 | 0.61 | 1 | 0.92 | 1 |
| 800х600 | 0.24 | 0.25 | 0.48 | 0.5 | 0.96 | 1 | 1.44 | 2 |
| 1024х768 | 0.39 | 0.5 | 0.79 | 1 | 1.57 | 2 | 2.36 | 4 |
| 1152х864 | 0.50 | 0.5 | 1.00 | 1 | 1.99 | 2 | 2.99 | 4 |
| 1280х1024 | 0.66 | 1 | 1.31 | 2 | 2.62 | 4 | 3.93 | 4 |
| 1600х1200 | 0.77 | 1 | 1.54 | 2 | 3.07 | 4 | 4.61 | 8 |

Чтобы полностью оценить возможности и качество монитора, нужно, чтобы видеоадаптер имел достаточный объем памяти. Кроме того, современные видеоадаптеры имеют функции ускорителей Windows, 3D, видео и т. д.

**Соединение монитора и видеоадаптера**

Стыковка монитора с видеоадаптером осуществляется обычно при помощи кабеля с 15-штырьковым трехрядным разъемом на конце (тип D или D-Sub). Кабель может либо просто “торчать” из корпуса монитора (неразъемный кабель, detachable), либо присоединяться при помощи разъема (разъемное соединение с монитором, attachable).

Большие мониторы при высоких разрешениях работают с тактовыми частотами видеоимпульсов, составляющими 150 Мгц и выше. Для таких частот обычные кабели и 15-штырьковые разъемы не годятся, поскольку при этом сигнал передается со значительными потерями и искажениями. Чтобы получить более качественную картинку, необходимо улучшенное электрическое согласование монитора с видеоадаптером, которое достигается применением коаксиальных кабелей и байонетных (BNC) разъемов. Такие разъемы обычно устанавливаются на измерительных приборах. Разъемов типа BNC может быть три или пять. При этом остается возможность подключить и 15-штырьковый кабель.

Некоторые мониторы имеют переключатель входа. Такой аппарат можно подключить к двум компьютерам и коммутировать источник изображения.

Мониторы могут применяться в составе IBM-совместимых компьютеров. Практически все модели могут подключаться и к другим системам, например Macintosh. Для этого требуется специальный переходник для 15-штырькового разъема, который поставляется за отдельную плату. На Macintosh используются особые стандарты разрешения и комбинации частот синхронизации, которые, тем не менее, лежат в пределах возможностей современных мониторов. Часто в заводских установках присутствуют одна или две видеомоды для MAC.

**Поддержка технологии Plug and Play**

При подключении монитора к компьютеру необходимо сообщить системе его параметры и выбрать необходимую моду. Для пользователя видеомода представляется как комбинация разрешения, частоты кадровой развертки и числа цветов (которое определяется только объемом памяти видеоадаптера). Система должна перевести эти данные на “язык” монитора и послать на его входы видеосигналы RGB, а также частоты синхронизации необходимой полярности и амплитуды, соответствующие выбранному режиму.

Обычно с платой видеоадаптера поставляется специальная программа установки. Такие программы содержат список мониторов, с которыми они совместимы, и установка сводится к выбору соответствующего аппарата и желаемой видеомоды. Если устанавливаемый монитор не указан в предлагаемом списке, можно попытаться задать параметры вручную или выбрать в списке другую марку с аналогичными параметрами.

Последним достижением в конфигурировании мониторов является применении стандарта Plug and Play, который поддерживается системой Windows 95. Предполагается, что пользователь вообще не должен вмешиваться в этот процесс — система сама определит тип монитора и выполнит все необходимые установки для оптимальной работы программного обеспечения.

Разумеется, что при применении технологии Plug and Play необходимо, чтобы видеоадаптер поддерживал стандарт DDC (Display Data Channel — канал обмена данными с монитором), предложенный ассоциацией VESA, а на компьютере должна быть установлена система Windows 95.

Передача данных в этом случае осуществляется по стандартному кабелю с 15-штырьковым разъемом, в котором при разработке были предусмотрительно зарезервированы дополнительные линии. При передаче данных по стандарту DDC нужны два канала — для тактового сигнала и самих данных.

В настоящее время существуют два основных варианта данного протокола — DDC 1 и DDC 2.

По стандарту DDC 1 происходит однонаправленная передача информации видеоадаптеру от монитора. При этом данные передаются по выделенной линии, а тактовый сигнал — по линии вертикальной синхронизации. Выбор пал на этот канал по той причине, что тактовая частота вертикальной синхронизации не превышает 160 Гц, что позволяет в промежутках между импульсами использовать линию связи для стандарта DDC. Передаваемое сообщение длиной 128 байт включает название фирмы-изготовителя монитора, код изделия, серийный номер, информацию о поддерживаемых частотах синхронизации и т. п., которые соответствуют установленным режимам. Для поддержки DDC 1 в мониторе устанавливается ПЗУ, а на видеоадаптере — регистры приема информации.

Стандарт DDC 2 предусматривает двунаправленную передачу данных между монитором и системой. Разработано также несколько дополнительных стандартов, самым распространенным из которых является DDC2B. В соответствии с ним передача полезной информации происходит по той же линии, что и по стандарту DDC 1, а для тактового сигнала используется отдельная линия. Работая по этому стандарту, видеоадаптер может запросить у монитора необходимую информацию, а также получить данные о его текущем состоянии. Для реализации стандарта DDC2B на мониторе должен быть установлен микропроцессор.

Стандарт DDC 2B имеет большие возможности по конфигурации монитора, чем DDC 1. Обычно если устройство соответствует стандарту DDC 2B, то поддерживается и DDC 1.

Еще шире круг возможностей у редкого пока стандарта DDC 2AB, который позволяет не только получать информацию о мониторе по запросу системы, но и производить регулировку параметров монитора при помощи сигналов из процессорного блока через шину ACCESS Bus.

Например, можно осуществлять режим регулировки видеомоды при помощи клавиатуры. Обмен происходит по тем же линиям стандартного кабеля, что и в случае DDC 2B. Видеоадаптер также должен поддерживать интерфейс DDC 2AB. Данный интерфейс совместим со всеми предшествующими вариантами интерфейса DDC и поддерживает все их функции. Можно реализовать интерфейс DDC 2AB, используя видеокарту, не обладающую необходимыми функциями. Для этого предусмотрена возможность обмена данными между компьютером и монитором через параллельный порт. При этом на компьютере устанавливается дополнительный разъем.

**Стандарты для мониторов**

В настоящее время в данной области отсутствует единая международная система стандартов, поэтому существует множество национальных стандартов, ряд из них стали общепризнанными.

Большинство стандартов являются общими для всех узлов компьютера, однако есть и специфические, например ТСО’91, которые относятся только к мониторам.

Разработкой единых стандартов занимается Международная организация по стандартизации (International Standards Organization, ISO). Одним из них является стандарт ISO 9001, который пришел на смену применяемому ранее стандарту BS 5750.Этот стандарт относится только к качеству и уровню производства аппаратуры, но не к самой аппаратуре, поэтому ссылка на него не может служить гарантией качества монитора.

**Стандарты безопасности**

IEC 950 — стандарт Международной электротехнической комиссии (International Electrotechnical Commission), определяющий нормы электробезопасности на электротехническое оборудование. Целью стандарта является предотвращение повреждений и ущерба, которые могут возникнуть в результате поражения электрическим током, загорания, короткого замыкания, механических поломок и т. п.

Еще одним стандартом можно назвать часть комплексного норматива СЕ mark, или просто СЕ. Это общий стандарт для стран ЕС, тем не менее, некоторые страны имеют свои национальные стандарты безопасности, поэтому в документации часто указывается на соответствие аппаратуры нормативам DEMKO (Датского электротехнического комитета сертификации и контроля качества), NEMCO (Электротехнического института управления качеством Норвегии), SEMCO (Института сертификации и контроля качества Швеции) и финскому стандарту FIMKO.

В комплексном стандарте TŰV/Rhienald также содержится раздел GS, посвященный безопасности.

К стандартам электробезопасности можно отнести и документы, определяющие виды сетевых соединителей (вилок). К ним относятся нормативы UL и CSA.

**Эргономические стандарты**

Эта группа стандартов включает требования и рекомендации по охране здоровья и условий труда. Они касаются освещения, конструкции аппаратуры, удобства расположения органов управления и экрана монитора относительно уровня глаз, возможностей поворота дисплея для обеспечения его удобного положения и т. п. К числу эргономических стандартов относятся международный стандарт BS 7179 и пришедший ему на смену ISO 9241-3. Эргономические нормы включены в комплексный стандарт TŰV/Rheinald (подраздел TŰV/Rheinal Ergnomie), а также в новый комплексный стандарт ТСО`95.

Наиболее важные эргономические требования к мониторам, связанные с частотой кадровой развертки не ниже 75 Гц, заключены в стандарте ErgoVga ассоциации VESA, но этот стандарт почему-то почти не используется.

Отдельно следует упомянуть стандарты по электромагнитным излучениям, которые также можно было бы отнести к эргономическим.

**Стандарты уровней излучений**

Наиболее известным в данной группе является шведский стандарт MPR II (Swedish National Board of Measurements and Testing), принятый в конце 1990 г.

Он определяет уровень электромагнитного излучения в двух диапазонах — очень низких частот (2 – 400 кГц) и сверхнизких частот (5 Гц – 2 кГц), а также величину статического заряда на мониторе и величину рентгеновского излучения. Затем появился более жесткий стандарт ТСО’91, который в 1992 г. был дополнен требованиями по энергосбережению, и весь документ стал называться стандартом ТСО’92.

Самый последний стандарт ТСО’95 содержит требования по электромагнитным излучениям, идентичные стандарту ТСО’91, плюс экологические нормы (Environmental requirements). В частности, в соответствии с этим стандартом в конструкциях мониторов не применяются галогеносодержащие пластмассы, а их упаковка не должна содержать хлоридов и бромидов и подлежит вторичной переработке. Требования вышеперечисленных стандартов приведены в таблице 5.

Чтобы монитор соответствовал требованиям ТСО`91 по уровням излучения, на него устанавливают для уменьшения электромагнитного излучения специальные элементы (компенсирующие катушки или экранирующие кольца из специального сплава с высокой магнитной проницаемостью), которые располагают вокруг отклоняющей системы и/или в области цепей и элементов строчной развертки.

Новый стандарт ТСО`95 только начинает внедряться в производстве мониторов.

Таблица 5

Требования стандартов на уровни излучений

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Стандарт | Напряженность  переменного  электрического поля  для диапазонов\*, В/м | | Напряженность  переменного  магнитного поля  для диапазонов\*, нТл | | Электро-  статический  потенциал\*, В |
|  | 5 Гц – 2 кГц | 2 кГц – 400 кГц | 5 Гц – 2 кГц | 2 кГц – 400 кГц |  |
| MPR II | < 25 | < 2.5 | < 250 | < 25 | < 500 |
| TCO’91(92) | < 10 \*\* | < 1.0 \*\* | <200 \*\* | < 25 | < 500 |
| TCO’95 | < 10 \*\* | < 1.0 \*\* | < 200 \*\* | < 25 | < 500 |
| Примечания:  \*уровни напряженности измеряются на расстоянии 50 см от монитора,  \*\*измерения производятся перед экраном на расстоянии 30 см. | | | | | |

Нормы на электромагнитные излучения приводятся также в стандартах ISO 9241-3, TUV/Rhienald Ergonomee и ряде других, однако наиболее жесткими, а потому общепризнанными являются TCO`91 и TCO`95.

**Электромагнитная совместимость**

Эта группа стандартов (EMC — Electro-Magnetic Compatibility) посвящена проблемам воздействия мониторов на окружающее радиоэлектронное оборудование и защиты самих мониторов от влияния внешних устройств. Нежелательное воздействие устройств друг на друга может осуществляться через электромагнитное излучение (RFI — Radio Frequency Interference), а также по сети питания.

Общепризнанным в данной области является стандарт, разработанный Федеральной комиссией по связи США (Federal Communication Commission, FCC). Существуют две его разновидности — FCC класса А для промышленных устройств и FCC класса В для офисных и домашних устройств. Стандарт FCC В “строже”, чем FCC А. Монитор (или любое другое устройство), соответствующий этому стандарту, не должен влиять на прибор, от которого его отделяют 3 м и одна стена.

Существуют и другие стандарты по электромагнитной совместимости, например CE mark, который является нормативом для стран ЕС. Это комплексный стандарт, включающий кроме требований ЕМС еще и правила безопасности. К этой же категории относятся следующие стандарты: канадский DOC B, а также VCCI и CIPSPR 22.

Однако следует отметить, что монитор, даже отвечающий указанным стандартам, может создавать помехи в чувствительных приемных устройствах (в теле- и радиоприемниках), поэтому в некоторых документах приводятся рекомендации по уменьшению такого влияния (изменение ориентации и положения, подключение к другой розетке и т. д.).

**Экологические стандарты**

При массовом производстве мониторов (а также компьютеров) нельзя не учитывать их влияния на окружающую среду (в том числе и на человека) на всех стадиях их “жизни” — при изготовлении, эксплуатации и после окончания срока службы. В связи с этим были разработаны экологические стандарты (Environmental), определяющие требования к производству и материалам, которые могут использоваться в конструкции приборов.

Эти материалы не должны содержать фреонов (что связано с заботой об озоновом слое планеты), хлоридов и бромидов (в частности, поливинилхлорида). Сами аппараты, тара и документация должны допускать нетоксичную переработку после использования.

К экологическим стандартам относятся TCO`95 и BS 7750.

**Стандарты пониженного энергопотребления**

Эти стандарты определяют допустимые уровни мощности, потребляемой устройством, находящемся в неактивном режиме и призваны обеспечивать экономию энергии. Данные стандарты можно применять не только к мониторам, но к другим периферийным устройствам компьютера (лазерным принтерам, модемам, внешним накопителям и т. д.), а также самому системному блоку.

Наиболее распространенный и известный стандарт этого класса определен в программе Energy Star, разработанной американским Агентством по охране окружающей среды (EPA — Environmental Protection Agency).

В нем заданы допустимые нормы энергопотребления для компьютеров и периферийных устройств, находящихся в так называемом “ждущем” режиме, то есть в том случае, когда устройство включено, но активно не используется. Данный режим может также называться дежурный, ожидания, экономичный, низкого энергопотребления, ”спящий” и т. д. При этом допустимое значение энергопотребления любого из устройств (за редким исключением) не должно превышать 30 Ватт. Производители самых распространенных устройств (системных блоков, дисплеев, принтеров) добиваются выполнения этих требований различными способами.

Главным аргументом в пользу покупки устройства (графический адаптер и монитор), в которой монитор является основным потребителем электроэнергии, забирающем в активном режиме работы от 60 до 250 и более Ватт, в ждущем режиме уровень мощности не должен превышать 30 Ватт.

Стандарта EPA выполняется двумя способами.

Первый способ — мониторы и графические карты поддерживают стандарт энергосбережения “Сигнализация для управления энергопотребление дисплеев”, разработанного ассоциацией стандартов видеоэлектроники (VESA DPMS — Video Electronics Standard Association Display Power Management Signaling). В нем заданы три сберегающих режима работы дисплея и их включающие характеристики управляющих сигналов. Уровни значения энергопотребления в различных режимах, определяются работой его отдельных узлов:

* Standby Mode (дежурный режим): отключена горизонтальная развертка дисплея, а яркость и контрастность видеосигнала снижены до минимума, потребляемая мощность уменьшена на 20 – 30 % от уровня нормальной работы, возможность почти мгновенного восстановления работоспособности.
* Suspend Mode (ждущий режим): сигнал горизонтальной развертки подается, но вертикальная синхронизация и высокое напряжение отключены, энергопотребление — 20 – 30 % от нормального уровня, для выхода в режим работы необходимо 3 – 5 секунд.
* Power Off (квазивыключенный режим): отключены все узлы, кроме блока управления, обеспечивается самый низкий уровень потребляемой мощности — 5 – 10 % от рабочего состояние, для перехода в которое, может понадобиться до 10 секунд.

Если монитор соответствует стандарту Energy Star, тогда выдача сигналов на перевод дисплея в указанные режимы выполняется программно-аппаратным способом.

Этот способ реализуется под управлением микросхемы BIOS, находящейся на материнской плате, или же с помощью графического адаптера.

Программное решение основывается на режимах работы монитора, которыми управляют программы-менеджеры питания (также как и раздел программы Setup — Power Management) и заставляющие графический адаптер посылать управляющий сигнал в стандарте VESA DPMS на монитор. При этом в большинстве случаев пользователь может сам задать или выбрать из предложенных значений время, определяющее момент перехода с одного режима потребления энергии на другой. Но существенным недостатком спецификации является зависимость от аппаратных или программных средств.

Второй способ — это работа специальных резидентных программ-хранителей экрана (Screen-Saver’ов), к примеру , After Dark Started Edition и Ecologic Power Manager. Переход дисплея в ждущий режим происходит сразу же после гашения экрана, не используя многорежимность, а восстановление активного состояния происходит с незначительной задержкой. Применение данного способа позволяет выполнить требования EPA даже тем, кто не является обладателем “бережного” монитора или графическим адаптером от VESA DPMS.

Данные о стандартах для мониторов обобщены и приведены в таблице 6. Здесь же помечены основные категории параметров, определяемые различными стандартами.

Таблица 6

Параметры мониторов, определяемые стандартами

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Стандарт,  спецификация | Регулируемые параметры | | | | | | | |
| Качество | Безопасность | Эргономичность | LR | Рентген | ЭМ совместимость | Экология | Энергосбережение |
| ISO 9001 | \* |  |  |  |  |  |  |  |
| IEC 950 |  | \* |  |  |  |  |  |  |
| CE mark |  | \* |  |  |  | \* |  |  |
| D,N,S |  | \* |  |  |  |  |  |  |
| UL,CSA |  | \* |  |  |  |  |  |  |
| MPR II |  |  |  | \* |  |  |  |  |
| TCO`91 |  |  |  | \* |  |  |  |  |
| TCO`92 |  |  |  | \* |  |  |  | \* |
| TCO`95 |  |  | \* | \* |  |  | \* | \* |
| FCC A,B |  |  |  |  |  | \* |  |  |
| DOC B,VCCI |  |  |  |  |  | \* |  |  |
| CSPR 22 |  |  |  |  |  | \* |  |  |
| ISO 9241-3 |  |  | \* | \* |  |  |  |  |
| DHHS,PTB,DNHW |  |  |  |  | \* |  |  |  |
| EPA En St, NUTEC |  |  |  |  |  |  |  | \* |
| DPMS |  |  |  |  |  |  |  | \* |
| TUV/Rh Erg |  | \* |  |  |  |  |  |  |
| TUV/Rh GS | \* |  |  |  |  |  |  |  |

**Мультимедиа мониторы**

Сегодня, когда большинство компьютеров имеют CD-приводы, появились дисплеи с динамиками, расположенными по бокам или внизу передней панели, то есть встроенные в монитор. Теоретически они, конечно, представляют собой изящное и сравнительно недорогое решение для пользователей, которые хотят иметь простую звуковую систему и в то же время слушать нечто большее, чем жалобный писк обычного динамика.

У некоторых из таких мониторов даже имеются встроенные микрофоны, которые позволяют записывать голосовые команды. Если вы пользуетесь голосовой почтой или управляете своим компьютером с помощью голоса, то это заметно облегчит вашу работу.

Однако создание мультимедиа мониторов связано с некоторыми довольно существенными проблемами.

Во-первых, встроенные микрофон и динамики расположены на слишком близком и зафиксированном расстоянии друг от друга; и если микрофон достаточно чувствителен для того, чтобы “поймать” ваш голос с некоторого расстояния, то весьма вероятно, что шум из динамиков также будет записываться и усиливаться. В результате будет слышен постоянный шум в качестве фона записи.

Ну а, во-вторых, т. к. размеры встроенных громкоговорителей ограничены, вряд ли можно получить качественный звук. Мощность даже средних по размеру шестидюймовых динамиков достигает уже 4 Вт (RMS), что превосходит мощность звука любого из встроенных в монитор динамиков, выпущенных на данный момент.

Кроме того, в некоторых мультимедийных мониторах при максимальной мощности громкоговорителей изображение начинает “дрожать”.

**Активная матрица**

На сегодняшний день монитор на электронно-лучевой трубке громоздок и потребляет много энергии. Поэтому, чтобы избавиться от кинескопов, продолжаются интенсивные разработки новых типов персональных компьютеров и дисплеев к ним.

Так появились газо-плазменные дисплеи, проработавшие недолгое время, применявшиеся в портативных компьютерах. Наибольшее распространение в портативных компьютерах notebook получили монохромные и цветные жидкокристаллические LCD-дисплеи. Технология LCD-дисплеев быстро прогрессирует и весьма совершенствуется. Черно-белые LCD-дисплеи сегодня не уступают VGA-мониторам на кинескопах.

Недостатки жидкокристаллического монитора: высокая инерционность изображения и медлительность, особенно заметные при работе с мышкой или трекболом в графических приложениях (Windows).

Перспективным и важным достижением в этой области сегодня является цветной TFT-дисплей или его др. название — активная матрица. Активно-матричные тонкопленочные транзисторные дисплеи имеют большое отличие от обычных LCD-дисплеев, использующих пассивно-матричную технологию.

Каждый единичный пиксель TFT-дисплея содержит отдельный транзистор, управляющий группой из трех цветных точек. Это так называемый “логический пиксель”, состоящий из трех жидкокристаллических элементов, видимых сквозь три основных цветовых фильтра: красный, синий и зеленый. Изнутри пиксели подсвечиваются флюоросцентным цветом. В выключенном состоянии жидкокристаллический элемент поворачивает поляризацию света, проникающего через задний фильтр, на 90°. В результате свет не может проникнуть через передний поляризующий фильтр. Но при включении в сеть поляризация света поворачивается на 90°, и свет становится видимым.

Использование различных комбинаций пропускания света через красный, синий и зеленый фильтры, можно в каждом логическом пикселе создать практически любой оттенок с высокой яркостью и насыщенностью цветов и с чрезвычайно высокой контрастностью.

Внутри TFT-дисплей похож на многослойный “бутерброд” из транзисторов и химических жидкокристаллических материалов, зажатых между двумя стеклянными панелями. Число управляющих транзисторов в таком активно-матричном VGA-дисплее с диагональю 10,4 дюйма приближается к 1 миллиону. По этой причине, цена сегодня TFT-дисплея составляет более тысячи долларов.

Активно-матричный дисплей обладает поразительными возможностями. Изображение на экране TFT-дисплея обновляется 80 раз в секунду, тогда как в пассивно-матричных LCD-дисплеях картинка обновляется примерно 10 раз в секунду.

Впервые активно-матричные TFT-дисплеи появились в 1991 году, когда на рынке появились портативные компьютеры фирм Dolch, Sharp и Hitachi с такими цветными жидкокристаллическими дисплеями, воспроизводящими до восьми цветов.

Современный TFT-дисплей воспроизводит быстро обновляющуюся картинку с разрешением 800 х 600 точек, состоящую одновременно из 256 цветов (из палитры в 16 миллионов оттенков). Столь широкий спектр цветовых оттенков позволяет выводить на экране изображения, которые выглядят весьма четко, естественно и живо.

Использование активной матрицы в портативных компьютерах открывает широкие области применения во всех сферах деятельности, где качество графических образов имеет особое важное значение — в системах автоматизированного проектирования, в настольных издательских системах, в деловой и компьютерной графике, в архитектуре и других подобных областях. Возможно, в будущем времени активная матрица, вероятно, вытеснит обычные мониторы в настольных компьютерах и может быть даже кинескопы в телевизорах.

**Заключение**

Улучшения параметров мониторов, безусловно, следует ожидать в ближайшие годы. Совершенствуются технологии ЭЛТ. Основные направления здесь: “уплощение” экрана, минимизация размеров люминофорных элементов до 0.2 мм, повышение эффективности использования площади кинескопа (за счет либо овальных люминофорных элементов, либо более широкого применения апертурных масок) и разработка новых покрытий: антибликовых и антистатических, а также покрытий, повышающих контрастность изображения и увеличивающих качество цветопередачи. Распространение динамической фокусировки.

Повышения частот электронных систем мониторов начнут развиваться в направлении синхронизации и полосы частот видеотракта, чтобы при эффективном разрешении частота обновления кадров была не ниже 80 – 85 Гц.

Обязательное применение экранного меню на всех моделях. Расширения возможностей органов управления монитором и коррекции любых видов искажений — это позволит несколько увеличить реальные размеры изображения. За счет увеличения количества заводских установок можно будет вообще исключить процедуру ручной регулировки.

Скорее всего, большее распространение получит интерфейс DDC 2AB (если его не опередит USB). Он позволит производить настройки при помощи мыши или клавиатуры.

Должен появиться новый эргономический стандарт по уровням излучений, более жесткий, чем устаревший ТСО’91.

Следует ожидать развития мультимедиа-мониторов, которые смогут действительно обеспечивать хороший звук без ущерба для изображения, что пока остается только пожеланием. В норме должно стать оснащение мониторов микрофоном и видеокамерой.

Сейчас все чаще встает вопрос о необходимости внедрения шины USB (Universal Serial Bus), которая позволит решить ряд проблем, в том числе и мультимедиа-мониторов.

Универсальная последовательная шина — шина USB — должна заменить параллельные, последовательные, клавиатурные и “мышиные” порты. Абсолютно все устройства (принтер, модем, колонки сканер, клавиатуру и т. п.) можно будет подключать к стандартному разъему и производить любое изменение конфигурации за счет простых взаимных соединений: к примеру, к USB-монитору подключить клавиатуру и аудиосредства мультимедиа; к клавиатуре, в свою очередь, модем и мышь, и т. д.

Скорость обмена на уровне 12 Мбит/с и при этом шина USB должна легко реализовывать функции Plug and Play. Для подключения видеокамеры потребуется другой, более скоростной интерфейс (SCSI или новый стандарт IEEE-1394, известный как FireWire).

Шина USB может сделать ненужным стандарт DDC, а с клавиатуры могут осуществляться регулировки монитора. Однако внедрение этого стандарта потребует адаптации некоторых традиционных составляющих компьютера, но его разработчики сулят большие выгоды за счет устранения конфликтов распределения системных ресурсов. Будет возможна простая и быстрая коммутация различных элементов компьютера.

В будущем жидкокристаллические мониторы станут серьезными конкурентами мониторов на ЭЛТ. LCD-дисплеи обладают целым рядом преимуществ перед любыми CRT-моделями: занимают меньше места на рабочем столе, значительно уменьшен уровень излучения и энергопотребления и, следовательно, существенно надежнее своих собратьев. Показатели изображения этих аппаратов пока не так хороши, как у мониторов на основе ЭЛТ, однако быстрое и успешное совершенствование ЖК-дисплеев и технологичность их производства позволят ожидать в будущем оптимального баланса цена/качество.