Областное государственное бюджетное
образовательное учреждение
среднего профессионального образования
«Иркутский авиационный техникум»

УТВЕРЖДАЮ
Директор ОГБОУ СПО «ИАТ»
_____ В.Г. Семенов

Комплект методических указаний по выполнению практических работ по междисциплинарному курсу МДК 02.02 Установка и конфигурирование периферийного оборудования

образовательной программы (ОП)
по специальности СПО

230113 Компьютерные системы и комплексы

базовой подготовки

Иркутск 2013

Лабораторная работа № 1.

СИСТЕМНЫЕ ПЛАТЫ.

Цель работы: Научиться определять различные типы системных плат.
Овладеть методикой определения системных плат по их внешнему виду.

Краткие теоретические сведения.

Теоретические сведения приведены в файле №11 «Скотт Мюллер» на рабочем столе ПК (см. «Системные платы» стр. 193).

Программа выполнения работы.

1. Подготовить протокол работы, содержащий название работы, цель работы, перечень системных плат.
2. Получить задание преподавателя и согласно этому заданию выписать важнейшие характеристики перечисленных системных плат.
3. Пользуясь полученными результатами работы, определить представленные преподавателем системные платы:

- AT,
- ATX,
- LPX,
- NLX,
- WTX,
- BTX и др.

Приборы и оборудование.

1. Персональный компьютер.
2. Файл №11.
3. Набор системных плат.

Порядок выполнения работы.

1. Ознакомиться с рекомендованной литературой.
2. Заполнить протокол лабораторной работы.
3. Пользуясь полученными результатами работы, изучить устройство системных плат.
4. Защитить выполненную лабораторную работу.

Контрольные вопросы.

1. Что такое системная плата?
2. Каким количеством разъемов подключается БПт к системной плате AT? (ATX, LPX, WTX?)
3. Принципиальные отличия системных плат:
   - AT, - ATX, - LPX, - NLX, - WTX, - BTX и др.

Лабораторная работа № 2

СЕТЕВЫЕ ПЛАТЫ и МОДЕМЫ.

Цель работы: Познакомиться с принципами работы локальных сетей и устройством сетевых плат и модемов.

Краткие теоретические сведения.

Теоретические сведения приведены в файле №11 «Скотт Мюллер» на рабочем столе ПК (см. «Локальная сеть» стр.759) и ниже по тексту.

ЛОКАЛЬНЫЕ СЕТИ

ЧТО ТАКОЕ СЕТЬ?

В простейшем случае сеть представляет собой соединение двух компьютеров с помощью какого-либо физического устройства с целью совместного использования ресурсов. При этом как принцип действия устройств для такого соединения, так и тип используемых ресурсов могут быть самыми различными.

Существующее сегодня оборудование для объединения компьютеров в локальную сеть условно можно разделить на несколько групп по характеру используемой для обмена данными среды: радиоволны, инфракрасное излучение, телефонная сеть, кабельная сеть, электрическая сеть.

В качестве ресурсов выступают программные продукты и данные, к которым обеспечен совместный доступ на любом из включенных в сеть компьютеров, совместно используемые устройства (принтеры, сканеры, цифровые видео- и фотокамеры, телевизоры, аудиоцентры, прочая внешняя аппаратура), совместный доступ к любым службам Интернета, кабельному телевидению и многое другое. В случае построения «электронного дома» возможный список совместно используемых аппаратных ресурсов возрастает - до нескольких сотен позиций.

Как правило, домашняя сеть по топологии является одноранговой. То есть, все узлы сети имеют равные права доступа к общей шине и всегда возможен - обмен данными между двумя

произвольно выбранными узлами сети,- При объединении домашних сетей или отдельных компьютеров (в масштабах подъезда, многоквартирного дома, коттеджного поселка), обычно применяют топологию клиент-сервер. В этом случае сетевые ресурсы централизованы и управляются выделенным компьютером (сервером). Все остальные клиенты сети обращаются к сетевым ресурсам только через сервер, В России в настоящее время сложилось отличное от общепринятого понятие домашней сети. Под этим термином зачастую понимают объединение автономных компьютеров в сеть в пре делах одного дома и даже микрорайона. Для точности определений такие сети мы будем называть *домовыми.* А домашняя сеть была и остается объединением личных компьютеров в пределах квартиры или коттеджа, (дома), принадлежащего одной семье. В настоящее время только в США около 30 миллионов семей имеют по два и более компьютеров. Ожидается, что к 2005 г. более 20% американских семей будут владеть домашними локальными сетями.

Растет число таких семей и в России. Обычно имеется основной, достаточно современный компьютер, а второй, устаревший, возникает как «сухой остаток» модернизации, либо перемещается с работы после замены там компьютерной техники на более современную. Однако встречаются и другие варианты. Например, вторым компьютером может служить самый современный ноутбук, подключаемый в сеть по прибытии с работы.

Организация домашней сети позволяет полноценно использовать устаревший компьютер, который в противном случае пришлось бы выбросить или подарить. В сети «старичок» будет чувствовать себя вполне комфортно, так как может опереться на плечо более молодого собрата. Таким образом, в домашней локальной сети вариант объединения машин на базе Pentium III и 80386 не выглядит чем-то экзотическим.

ВАРИАНТЫ ДОМАШНИХ СЕТЕЙ

Далее мы рассмотрим технологии, пригодные для построения домашней сети. Подчеркнем, что новейшие высокоскоростные технологии (типа Gigabit Ethernet) нами не рассматриваются, так как их вряд ли целесообразно применять в домашних условиях.

Во многих источниках соединение двух компьютеров через последовательные или параллельные порты с помощью так

называемого «нуль-модемного» кабеля считают простейшей компьютерной сетью. На наш взгляд, такое утверждение не совсем справедливо. Конечно, совместный доступ (односторонний) к ресурсам в определенных пределах при этом возможен. Однако совместное использование многих внешних аппаратных средств ограничено, а то и запрещено. К тому же скорость соединения по последовательному каналу RS-232 или параллельному интерфейсу LPT не позволяет рассчитывать на качественное пользование современными программными продуктами (сетевые мультимедийные игры, графические и прочие «тяжелые» приложения).

Таким образом, полноценным сетевым решением нуль-модемное соединение не является. Видимо, такой вариант пригоден как временное подключение с целью копирования программ, тестирования другого компьютера и т. д.

Технология 10/100 Ethernet

На сегодняшний день Ethernet (Fast Ethernet) де-факто занимает место основного стандарта для построения локальных сетей. Это объясняется его давней официальной стандартизацией (в 1980 г.), простотой и относительной дешевизной оборудования (благодаря массовому рынку).

Стандарт непрерывно развивался и в 1988 г. был принят вариант Gigabit Ethernet (спецификация IEEE 802.3z), предназначенный для построения локальных сетей с пропускной способностью канала до 1000 Мбит/с.

Топология одноранговой сети Ethernet основана на использовании общей шины. То есть, все компьютеры в сети имеют непосредственный доступ к физической среде передачи данных (кабель, радиоканал и т. п.) через сетевые адаптеры, благодаря чему возможен непосредственный обмен данными между любыми двумя узлами сети.

Такая топология означает, что в кабеле в виде сигналов может одновременно присутствовать множество пакетов данных. Чтобы избежать коллизий, в конкретный момент времени передавать данные может только один компьютер, несмотря на равные права доступа к кабелю любого узла сети. Спецификация протокола коллективного доступа с обнаружением коллизий и опознанием

несущей частоты получила название CSMA/CD *(carrier-sense-multiple-access with collision detection).*

Данные в сети Ethernet передаются пакетами, называемыми кадрами. Кадр содержит адрес узла, которому он предназначен, адрес отправителя, другие служебные атрибуты (например, контрольную сумму), а также сами данные в виде набора битов. При этом кадр, поступающий в общую шину, может быть передан успешно, находиться в режиме ожидания или в состоянии разрешения коллизии. При большом числе подключенных узлов и высоком уровне генерируемого ими трафика возможен вариант перегрузки сети, когда большую часть времени займут разрешение коллизий и режимы ожидания. Хотя стандартом Ethernet предусмотрено подключение до 1024 узлов к одному концентратору, необходимо учитывать, что в этом случае разделение пропускной способности происходит между всеми клиентами. Согласно стандарту Ethernet, скорость физического соединения составляет 14 880 кадров в секунду, а по стандарту Fast Ethernet — 148 809 кадров в секунду. Поэтому оптимальная загрузка не должна превышать 30-40% от физического предела. Иначе возможен коллапс сети из-за превышения возможностей полосы пропускания.

Для домашней сети на основе двух-трех компьютеров Ethernet является одним из наиболее выгодных решений. По-видимому, единственным существенным недостатком можно считать необходимость прокладки кабеля на витой паре. Как правило, в давно обжитой квартире (доме) это занятие не для слабонервных. Если вы хотите сохранить приличный вид квартиры (чтобы кабель не лез в глаза), придется либо отдирать плинтусы и прятать проводку под них, либо покупать специальные, отнюдь не дешевые короба приличного внешнего вида. Хотя в последнее время такие короба выпускают российские предприятия и цена на них стала более доступной.

При объединении в домашней сети двух компьютеров достаточно приобрести два сетевых адаптера и соединить их витой парой «встык», то есть между адаптерами. Заметим, что в этом случае разводка проводников витой пары должна выполняться так называемым «перекрестным способом», а на разъемах BNC сетевой карты необходимо ставить заглушки-терминаторы.

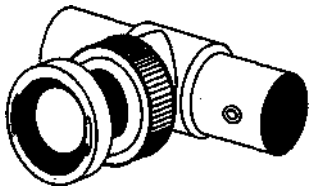


Рис. 12.1. Разъем BNC

При числе компьютеров более двух, а также имея в виду дальнейшее расширение сети, необходимо приобрести концентратор (хаб). Очевидно, самым выгодным вариантом будет концентратор на пять-семь портов. В этом случае все самостоятельные сетевые устройства (узлы) подсоединяются к концентратору.

О вариантах сегментации локальной сети с применением коммутаторов, что актуально при создании сети в многоквартирных домах, мы расскажем ниже.

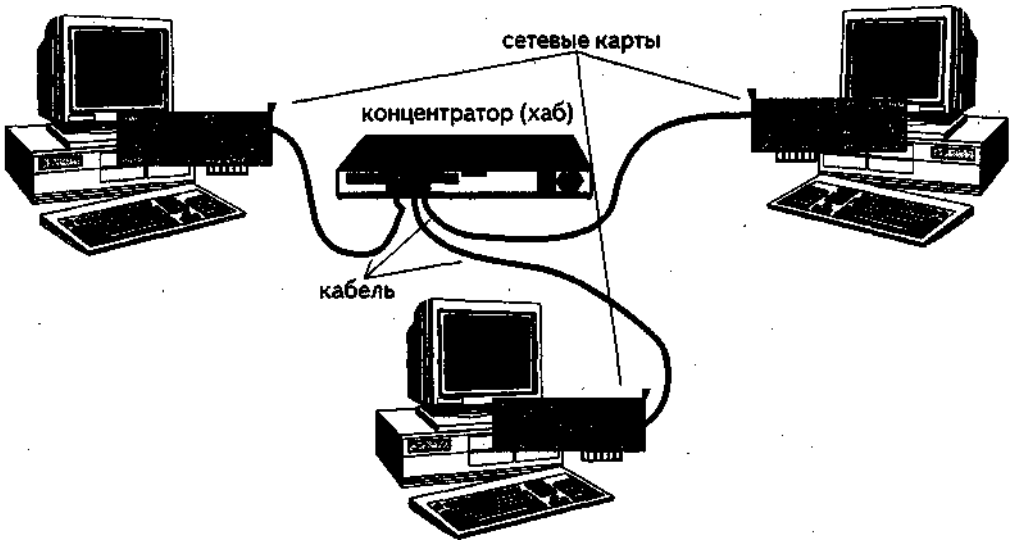


Рис. 122. Построение домашней сети с использованием концентратора

При построении домашней сети существует проблема выбора между Ethernet (10 Мбит/с) и Fast Ethernet (100 Мбит/с). Учитывая требования современных программных продуктов и аппаратных устройств, желательно остановиться на технологии Fast Ethernet. В этом случае будет возможен совместный доступ к самым требовательным ресурсам, например цифровому видео, где поток

достигает десятков мегабит в секунду.

ТЕХНОЛОГИЯ RadioEthernet.

До недавнего времени оборудование для беспроводных локальных сетей в радиочастотном диапазоне было крайне разношерстным и предусматривало использование широкого диапазона частот (от 900 МГц до 2,4 ГГц). В частности, существуют фирменные спецификации Bluetooth, HomeRF, число устройств для которых весьма ограничено.

В 2000 году был принят стандарт спецификации IEEE 802.1 l b для построения сетей RadioEthernet в частотном диапазоне 2,4 ГГц (работа в этом диапазоне не требует лицензии). Протокол обмена методом «растянутого спектра» (DSSS) позволяет поддерживать трафик до 11 Мбит/с. В будущем предполагается повысить скорость обмена до 50 Мбит/с.

Главным преимуществом RadioEthernet является отказ от кабельной проводки, что существенно упрощает установку сетей в обжитых зданиях. Главными недостатками выступают высокая цена на оборудование и небольшое расстояние, на которое можно удалить точку доступа от базы (узла доступа).

Обычно радиус сегмента сети не превышает внутри здания 30-40 метров (на открытой местности до 150 метров), а в сооружениях, насыщенных металлическими конструкциями, составляет и того меньше. К тому же, если где-то поблизости используется оборудование, занимающее тот же или близкий частотный диапазон, не исключены взаимные помехи.

Технически оборудование для построения локальной сети RadioEthernet представляет собой один или несколько «узлов доступа», а также несколько «точек доступа» в виде компьютерных устройств. Прилагаемое программное обеспечение включает драйвера для различных операционных систем. На уровне операционной системы оборудование RadioEthernet распознается как обычная сетевая карта NIC *(Network Interface Card).*

Узел доступа выполняет роль концентратора и оснащен приемо-передатчиком диапазона 2,4 ГГц. «Точки доступа» также имеют встроенные приемо-передатчики, но меньшей мощности и оснащены интерфейсом для установки в компьютер. Значительная часть устройств типа «точка доступа» изготавливается в формате

PCMCIA PC Card (Type *IT),* для подключения к мобильным компьютерам.

Оборудование RadioEthernet выпускается известными фирмами Apple, Cisco, Lucent, 3Com, Intel. Например, Intel гарантирует соответствие оборудования спецификации 802.11b, пропускную способность до 11 Мбит/с, радиус доступа в здании до 30 метров и на местности до 120 метров, шифрование передаваемых данных 128-битным ключом. Фирма Apple активно продвигает набор устройств AirPort на базе технологии RadioEthernet, с радиусом сегмента внутри здания до 45 метров.

Для обычного российского пользователя трудно рекомендовать RadioEthernet как основу домашней сети. К сожалению, стоимость оборудования существенно превышает выгоды от беспроводного соединения. К тому же в нашей стране перехватом сообщений в радиочастотном диапазоне занимаются все, кому не лень, а защищенность радиоканала нельзя считать достаточной.

Технология Home PNA

Первая спецификация стандарта построения локальных сетей на основе телефонных линий HomePNA (Home Phoneline Networking Alliance) была принята в 1998 г. и уже успела устареть, оборудование по этой спецификации больше не выпускается. В настоящий момент действует принятая в июне 2000 г. спецификация HomePNA 2.0, оговаривающая пропускную способность до 32 Мбит/с при длине сегмента до 300 метров. В ближайшей перспективе ожидается наращивание пропускной способности до 100 Мбит/с.

Хотя телефонная линия не является идеальной средой для распространения высокочастотного сигнала, разработчикам HomePNA удалось обойти ограничения за счет оригинальных технических решений.

Сигналы, проходящие по телефонной линии, были разнесены в частотном спектре. Тем самым, по телефонной паре могут одновременно проходить сигналы тональной частоты (300-3400 Гц), генерируемые обычным телефоном, сигналы аналоговых модемов вплоть до стандарта V.90 (частота до 25 кГц), сигналы цифровых модемов xDSL (диапазон от 35 кГц до 1,1 МГц) и сигналы HomePNA (диапазон 4-10 МГц).

Для обеспечения совместимости с Ethernet оговорена

поддержка спецификации IEEE 802.3, что позволяет использовать оборудование для сетей Ethernet. Таким образом, HomePNA можно назвать «Ethernet по телефонной линии».

Вместе с тем, Home PNA имеет и существенные отличия от Ethernet, обусловленные высоким уровнем помех в телефонной линии. Прежде всего это касается формата кадра и механизма разрешения коллизий. Для улучшения условий передачи данных каждая пара «передатчик-приемник» в сети HomePNA индивидуально подстраивает параметры соединения для достижения наивысшей скорости (не в ущерб надежности) индивидуально. При этом используются комплексная модуляция и динамическое изменение частотных характеристик устройств-абонентов. То есть, для каждой пары образуется набор уникальных параметров.

А как же быть, если требуется связаться с другим узлом сети? Для этого придуман особый формат кадра. Первые 120 бит содержат служебную информацию (заголовок) о параметрах кодирования пакета. К ним прилагается посылаемый передатчиком двухбитный ключ, используемый приемником для расшифровки заголовка пакета. В соответствии с данными, содержащимися в заголовке, приемник устанавливает параметры соединения и расшифровывает пакет.

Немаловажную роль играет новый механизм распознавания коллизий DFPQ *(Distributed Fair Priority Queuing).* Так как для телефонных линий характерна передача интегрированных данных в условиях импульсных помех, новый механизм позволяет обеспечить требуемую полосу пропускания для приложений, в которых задержки пакетов недопустимы (цифровое видео, потоковый звук). В случае потери пакета из-за воздействия помех целостность данных проверяется по контрольным суммам, и утерянный пакет передается повторно. Этот механизм получил название LARQ *(Limited Automated Repeat Request).*

В целом технология HomePNA с точки зрения построения домашней сети обладает рядом достоинств. Во-первых, это использование обычного телефонного кабеля, зачастую уже подведенного в разные места квартиры (коттеджа). Во-вторых, отсутствие необходимости выстраивать четкую топологию сети, так как узлы связываются друг с другом самостоятельно. Очевидным преимуществом является удобная стыковка с

оборудованием Ethernet. Не менее важна возможность интегрированного использования сети для обычной и IP-телефонии, передачи данных, цифрового видео, звука и т. д. Наконец, цены на сетевые адаптеры HomePNA находятся ниже границы 100 долларов, что выглядит весьма привлекательным вариантом для массового покупателя.

Пока существенным недостатком HomePNA является сравнительно бедный выбор оборудования. Для наших условий дополнительным фактором риска выступает низкое качество местных телефонных сетей и кабелей. Очевидно, на базе нашей «лапши» сеть HomePNA не построить. Вопросы подключения ее к телефонной сети, где до сих пор зачастую стоят декадно-шаговые и координатные АТС, требуют дальнейшего изучения.

ТЕХНОЛОГИЯ X10

Технология передачи цифровых данных по бытовой электрической цепи разработана в 70-е годы шотландской компанией Pico Electronics и получила название X10. С 1978 г. этот фирменный стандарт стал общепризнанным и на сегодняшний день оборудование, совместимое с X10, производят сотни фирм. Необходимо заметить, что основное предназначение X10 — управление электрическими устройствами с помощью персонального компьютера или электронных консолей, но отнюдь не построение компьютерных локальных сетей как таковых. Домашняя локальная сеть может послужить основой «электронного дома», оборудованного устройствами, совместимыми с X10, однако сама локальная сеть опирается на другие технологии, описанные нами выше.

Как известно, переменный электрический ток имеет синусоидальную форму и меняет фазу с определенной частотой. По американскому стандарту переменный электрический ток для бытовых потребителей имеет напряжение 110 В и частоту 60 Гц. В Европе и России используют переменный электрический ток напряжением 220 В и частотой 50 Гц. Согласно протоколу X10, данные по электрическим проводам передаются в тот момент, когда ток переменного напряжения проходит нулевую точку в момент смены фазы.

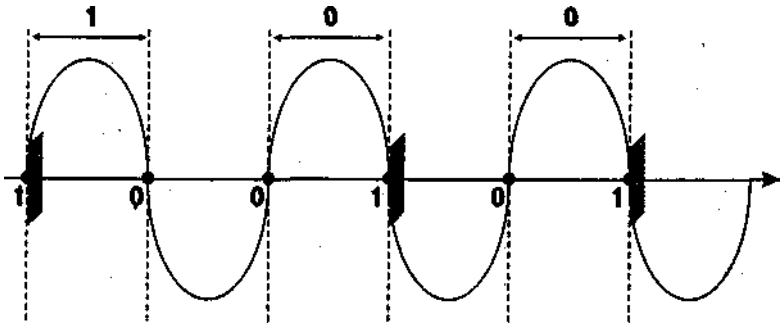


Рис. 123. Передача данных по протоколу X10

^Ethernet (Fast Ethernet)^

Стандарт (описан в документе IEEE 802.3) для построения локальных сетей на основе кабелей различного типа (описаны в стандарте EIA/TIA-586) и протокола обмена пакетными данными CSMA/CD. Может включать иные протоколы для обмена данными, например TCP/ IP, используемый в Интернете, или NetBEUI.

^ 10/100 Ethernet ^

Устройства, автоматически распознающие обмен в сетях Ethernet по протоколам CSMA/ CD на скорости 10 Мбит/с (Ethernet) или 100 Мбит/с Ethernet).

Витая пара (Twiisted. Pair)

Тип кабеля, имеющего пары медных проводов, закрученных внутри общей изолирующей оболочки в спираль, что уменьшает воздействие внешних помех. Различают экранированную (STP) и неэкранированную (UTP) витые

пары. Стандартом EIA/TIA-586 описываются пять типов кабелей «витая пара». Сейчас наиболее распространены два из них. Кабели категории 3 используют для обмена данными по технической спецификации 10Base-T на скоростях до 10Мбит/с при длине сегмента до 100 метров. Кабели категории 5 используют для обмена данными по технической спецификации 100Base-TX на скоростях до 100 Мбит/с при длине сегмента около 100 метров.

Для передачи данных устройством управления (контроллером) генерируется сигнал частотой 120 кГц и продолжительностью 1 мс, поступающий в электрическую цепь в момент смены фазы. С целью повышения надежности пересылки данных для передачи одного бита используют две точки перехода фазы. Таким образом, двоичная единица передается как сочетание сигнала частотой 120 кГц в первой точке перехода и отсутствие сигнала во второй нулевой точке. Двоичный нуль, наоборот, распознается как отсутствие сигнала в первой точке' И наличие сигнала во второй точке.

Все данные передаются строенными пакетами длиной по 13 бит. Первый пакет является адресно-служебным, второй — командным. Для повышения надежности второй пакет передается дважды. Первые 4 бита адресно-служебного пакета составляют стартовый код, следующие 4 бита содержат так называемый «код дома» (буквы латинского алфавита от А до Р), предпоследние 4 бита — «код устройства» (цифры от 1 до 16), последний бит — код функции.

Именно последний бит определяет, каким образом интерпретировать назначение предпоследних 4 бит — как код устройства или код команды. Если это код команды, принимающее устройство выставляет свои параметры в соответствии с заданными в пакете. В любом пакете стартовые биты содержат три единицы и ноль, это сигнализирует принимающему устройству,

что далее следуют биты данных.

Таким образом, учитывая узкую область адресации (4 + 4 = 8 бит), количество адресуемых устройств ограничено 256 единицами. Однако существует расширение протокола X10, предусматривающее добавочные 20 бит для адресного пространства и команд.

Пример кодовой последовательности для включения устройства:

адресно служебный пакет

11.10.11.10	01.10.10.01	10.01.10.10	00
стартовый код	код дома (E)	код устройства (11) (адрес)	код функции

командный пакет

11.10.11.10	01.10.10.01	01.01.10.01	11
стартовый код	код дома (E)	команда (ON) (команда)	код функции

Простейшая система на базе технологии X10 содержит контроллер, двухпозиционные переключатели (включено/выключено) и регуляторы. Контроллер является управляющим центром системы и может использоваться либо самостоятельно, либо подключаться по интерфейсу RS-232 (последовательного порта) к персональному компьютеру. Двухпозиционные переключатели устанавливают в розетки электрической сети и подключают к ним простую бытовую технику, имеющую два состояния (например, кофеварки, тостеры, электрические чайники). Регуляторы могут иметь несколько состояний, в основном их применяют для подключения осветительных приборов, что позволяет управлять уровнем освещенности.

Базовая система X10 может быть оснащена множеством дополнительных устройств, значительно расширяющих ее возможности. Совместимость с иными стандартами (например для управления аудио- и видеотехникой по инфракрасному лучу) обеспечивается специализированными устройствами сопряжения,

осуществляющими преобразование сигналов протокола XI0 в сигналы внешних протоколов. В целом, стандарт X10 является достаточно простым, надежным, не требует переоборудования электрической сети и прокладки новых кабелей и потому получил широкое распространение за рубежом. Об основах конструирования «электронного дома» на базе технологии X10 и некоторых других мы расскажем ниже.

ПРОЧИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Технологии на базе FireWire. Интерфейс IEEE 1394 (FireWire) обладает широкими возможностями, позволяющими объединять в локальной сети устройства различного назначения (подробнее об интерфейсе IEEE 1394 рассказано в главе 1). В отличие от наиболее распространенной сетевой технологии Ethernet, интерфейс FireWire проще в установке и обслуживании. К тому же он является единым стандартом как для компьютерных систем, так и для бытовой цифровой электроники.

Коаксиальный кабель

Состоит из центрального медного провода и цилиндрической медной оплетки, разделенных пластиковой изоляцией. Снаружи кабель защищен оболочкой. Стандартный импеданс сетевого кабеля — 50 Ом (нельзя взамен сетевого использовать антенный 75-омный кабель!). Применительно к сетевым технологиям различают так называемые «тонкие» (стандарт 10Base-2, диаметр 5 мм, длина сегмента- до 185 метров) и «толстые» (стандарт 10Base-5, диаметр 10 мм, длина сегмента до 500 метров) кабели. Обычно коаксиальный кабель используют .при объединении домашних сетей

Коммутатор

Сетевое устройство, умеющее разделять ресурсы сети (прежде всего

полосу пропускания) между конечными станциями (таковыми считаются сегменты сети или отдельные компьютеры, подключенные к коммутатору). В коммутаторе запоминайте» адреса отправителей и получателей, номера портов, к которым подключены линии связи устройств, и на основе этих данных строится коммутационная таблица. Обмен данными между конечными станциями происходит в соответствий с коммутационной таблицей, что позволяет резко снизить время задержки кадров и устранить коллизии.

Опираясь на эти соображения, в 1998 п компания Samsung Electronics представила разработанную ею технологию построения домашних сетей Hote Wide Web (HWW). Согласно спецификации HWW с помощью интерфейса IEEE 1394 объединяются в единую сеть компьютерные системы, бытовая электронная аппаратура, устройства коммуникаций, охранные системы и т. п. Обмен данными в сети происходит по протоколу IP, Графический пользовательский интерфейс выполнен в соответствии со спецификацией HTML

В качестве основного центра управления в сети применяют персональный компьютер. Однако благодаря формату HTML в качестве консоли управления может быть использовано практически любое устройство, имеющее дисплей. Чаще всего роль дополнительной консоли управления играет телевизор.

Широкая полоса пропускания и высокая производительность IEEE 1394 обеспечивают одновременное функционирование в сети видеомагнитофонов, видеокамер, DVD/CD-проигрывателей, аудиокомплексов, телевизоров HDTV, кабельного и спутникового телевидения, спутниковых терминалов связи, модемов xDSL, охранных систем, компьютеров, других устройств.

Так как в сети HWW форматом интерфейса пользователя является HTML, а протоколом обмена IP, могут выполняться

стандартные процедуры службы WWW. Поэтому становится доступным управление сетью и получение информации о ее состоянии через Интернет, даже если вы находитесь на другом континенте.

Пока основной проблемой внедрения HWW является внутрифирменное происхождение спецификации, убедить в преимуществах которой необходимо сотни разработчиков. Кроме того, если сопряжение цифровых устройств не представляет сложности (для них интерфейс IEEE 1394 является родным), то аналоговые устройства надо оснащать кодеками, что отнюдь не дешево. Подобные кодеки придется устанавливать при подключении традиционных бытовых приборов: СВЧ-печей, электроплит, осветительных устройств и т. п. Если же в доме имеется сеть типа X10 для управления бытовыми устройствами, возникает проблема сопряжения протоколов и интерфейсов.

Технология Bluetooth. Изначально созданная для беспроводной связи компьютера с периферией, сейчас технология Bluetooth рассматривается как универсальное решение для соединения мобильных устройств: PDA, ноутбуков, терминалов. Основываясь на этой технологии, можно создать «микросеть», так как радиус действия радиосигнала в сети Bluetooth на частоте 2,4 ГГц не превышает 10 метров. Данные по протоколу Bluetooth передаются со скоростью до 1 Мбит/с. ;

В рамках домашней сети технологию Bluetooth можно использовать для соединения устройств, находящихся в одной комнате, если прокладка кабеля или телефонного провода представляет значительные сложности. Обычно такая ситуация характерна для старых, давно обжитых квартир и домов. Во многих случаях дешевле приобрести устройства сопряжения Bluetooth, чем двигать старинную мебель и пробивать стены для прокладки кабеля.

Технология CDMA. До сих пор технологии мобильной связи не рассматривались в качестве основы построения домашних сетей. Объяснялось это не только дороговизной мобильной связи, но и существенными ограничениями на широкополосный доступ, присущими действующим стандартам. Однако происходящее в последние два-три года широкое внедрение технологии GSM *(Global System for Mobile Communications* — глобальная система для мобильной связи) и стандарта CDMA *(Code Division Multiplex*

Access — множественный доступ с кодовым разделением) позволяет рассматривать это направление как перспективное. Даже в классификации размеров сот мобильной связи появилась ниша для домашних сетей — так называемые «пикосоты», с радиусом действия аппаратуры до 100 метров (в помещениях).

Для выхода во «внешний мир», то есть подключения к службам Интернет, могут применяться технологии высокоскоростной передачи данных GPRS, EDGE, HSCSD, чьи каналы как бы накладываются поверх каналов голосовой связи.

Принцип действия CDMA основан на применении шумоподобных сигналов (ШПС), иногда называемых сигналами с распределенным спектром *(Spread Spectrum).* Такие сигналы достаточно давно применяются в военных системах связи благодаря высокой скрытности передачи и повышенной защищенности от постороннего доступа.

Шумоподобные сигналы формируются путем сложения исходных цифровых данных с импульсными последовательностями длиной N+1 на каждый бит. Каждая такая последовательность включает ортогональные корреляционные функции.

При обработке шумоподобного сигнала в корреляционных фильтрах приемника, ортогональная составляющая позволяет генерировать сигнал, амплитуда которого равна N, если принята «своя» передача. В противном случае амплитуда будет чрезвычайно мала.

Очевидно, что чем больше число N, тем больше можно сформировать однозначно различаемых кодов. Однако кодирование каждого бита импульсными последовательностями вынуждает работать в полосе, превышающей в N+1 раз ширину частотного канала. Вместе с тем, в пределах данной полосы пропускания можно организовать такое число одновременно действующих каналов связи, которое соответствует числу взаимно ортогональных кодов в импульсной последовательности длиной N (по спецификации CDMA N=127).

В итоге, за счет кодового разделения в полосе 1,25 *МГц с* одной базовой станцией может работать около 4000 абонентов, что более чем достаточно для построения всеохватывающей домашней сети на базе «пикосоты». Другое дело, что пока такую сеть могут позволить себе только миллиардеры, если это взбредет им в

голову. Однако по аналогии с развитием компьютерной техники нетрудно сделать вывод, что через несколько лет CDMA может стать базовой технологией беспроводного соединения устройств в локальных сетях, если добьется статуса всеобщего стандарта.

Технология DECT. В европейских странах с конца 80-х годов широкое распространение получил стандарт *Digital European Cordless Telecommunications* (DECT), предназначенный для построения «пикосотовых» (с радиусом действия до 100 метров) учрежденческих и домашних сетей связи. Для передачи сигнала используется диапазон частот 1880/1900 МГц, разделенный на десять частотных каналов.

Согласно спецификации DECT аналоговый речевой сигнал оцифровывается, сжимается по алгоритму ADPCM до потока 32 Кбит/с, и передается в так называемых тайм-слотах (TDMA — пакетная передача с разделением по времени). Каждый речевой канал поддерживает стандартную повторяющуюся последовательность из 24 тайм-слотов.

Каждый тайм-слот представляет собой пакет данных, содержащих речевой сигнал, служебную информацию, синхронизирующие временные метки и схему кодировки сигнала. Тайм-слоты разнесены по времени, причем в первой половине последовательности (12 тайм-слотов) происходит передача от базовой станции к терминалам (трубкам), а во второй — обратно (этот метод получил название дуплекс с разделением по времени), тем самым образуется 12 каналов, сдвинутых по времени,

Таким образом, одна базовая станция может поддерживать одновременно до 120 каналов связи (10 частотных каналов содержат по 12 временных каналов). Алгоритм непрерывного динамического выбора каналов позволяет нескольким базовым станциям работать в одной зоне действия. Любой терминал при необходимости установить соединение самостоятельно выбирает канал (частотный и временной), обеспечивающий лучшие условия связи. Во время соединения сканирование диапазона продолжается автоматически, и при обнаружении более качественного канала происходит переключение на него с перекрытием по времени с предыдущим каналом, что обеспечивает незаметность процесса переключения.

Стандартом DECT предусмотрены поддержка передачи данных, шифрование сигнала, аутентификация абонентов по PIN-

коду. Все перечисленное позволяет рассматривать эту технологию как перспективную для построения локальных сетей с беспроводным доступом.

ПРИНЦИПЫ СОЗДАНИЯ ДОМОВЫХ СЕТЕЙ

Домовая сеть объединяет автономные компьютеры или домашние сети, установленные в квартирах жильцов. Типичным можно считать случай, когда домовая сеть образуется из сегментов, объединяющих подъезды. Как правило, домовая сеть строится по топологии клиент-сервер, так как находится мало желающих предоставлять в общее пользование ресурсы своего личного, горячо любимого компьютера.

Таким образом, жильцам, собирающимся организовать домовую сеть, приходится объединяться и сообща решать ключевые вопросы. Главным из таких вопросов будет необходимость приобретения сервера и его обслуживания. То есть, кто-то должен взять на себя обязанности сетевого администратора. Будет ли этот человек выполнять работу на общественных началах или за плату, решают жильцы. Однако

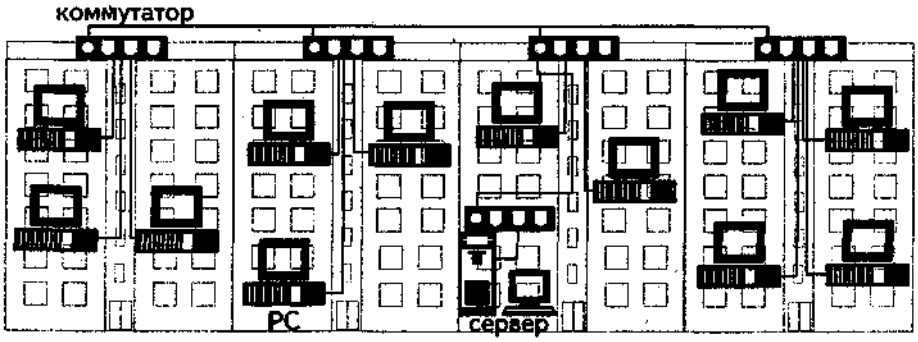


Рис. 12.4. Топология домовой сети по схеме клиент-сервер

заметим, что энтузиастов-общественников обычно хватает ненадолго.

Также необходимо приобретать коммутаторы, кабели, устанавливать все это на лестничных площадках и других местах, часто незащищенных от постороннего доступа. Видимо, придется согласовывать такую установку с работниками коммунальных служб, иначе неизвестное оборудование может быть принято за «адскую машинку» и неприятностей не оберешься. К сожалению, нередко встречаются человеческие особи, промышляющие воровством сетевого оборудования. В Москве имеется первый

прецедент осуждения молодого человека за систематическую кражу сетевого оборудования домовой сети. Будем надеяться, что этот случай послужит уроком для остальных любителей поживиться за чужой счет.

Топология домовой сети достаточно проста. В каждом подъезде устанавливают коммутатор, к. которому, в свою очередь, подключают сетевые карты автономных компьютеров или концентраторы домашней локальной сети. «Подъездные» коммутаторы соединяют кабелем (например, на витой паре — 100Base-TX, с длиной сегмента до 100 метров), ставят защиту от электрических повреждений (например, устройство Protect Net) и подключают к коммутатору, соединенному с сервером.

Почему рекомендуется подключать компьютеры к коммутаторам, а не к более дешевым концентраторам? Дело в том, что при подключении к концентратору полоса пропускания делится между всеми портами. В подъезде стандартного 17-этажного дома обычно 64-68 квартир. Как правило, подключаются к сети не более половины жильцов, то есть можно рассчитывать на 20-30 квартир. Если используется концентратор Ethernet, полоса пропускания 10 Мбит/с будет поделена примерно на 20-30 портов. Если же подключить компьютеры к коммутатору, он обеспечит каждому порту выделенную полосу пропускания 10 Мбит/с.

При выборе конфигурации домовой сети желательно использовать оборудование одной фирмы. Что касается выбора стандарта, то лучше ориентироваться на 100 Мбит/с Fast Ethernet, который обеспечит большой запас при развитии сети и появлении новых приложений, требующих высокой производительности.

Кабель на витой паре лучше использовать типа STP категории 5,так как прокладывать его придется в техническом стояке подъезда, где близко проходят силовые электрические цепи и телефонные кабели, создающие сильные помехи. Тем же кабелем соединяют коммутаторы, прокладывая его по чердачному помещению (или так называемому «техническому этажу»). Сам сервер желательно разместить в чьей-либо квартире, в крайнем случае — в служебном помещении, обычно имеющемся на первом этаже. На сервер устанавливается серверная платформа: Windows NT/2000, LANtastic Dedicated Server, Warp Server Advanced или любая другая платформа.

Важным вопросом является выход в Интернет и представление

домовой сети в WWW. Естественно, что для коллективного доступа к службам Интернета понадобится выделенный канал. Сейчас предлагаются решения на базе технологии ADSL, обеспечивающие пропускную способность канала до 8 Мбит/с. Однако необходимо проследить, чтобы провайдер, предлагающий канал ADSL, подключал его через DSLAM-модуль непосредственно к магистральной ATM-сети. В противном случае полоса пропускания будет делиться между всеми подключенными «по цепочке» каналами ADSL

ГЛОБАЛЬНЫЕ СЕТИ

Примером глобальной сети может служить ИНТЕРНЕТ – всемирная паутина.

МОДЕМ

Модем (модулятор-демодулятор) служит для передачи информации на большие расстояния, недоступные локальным сетям, с использованием выделенных и коммутируемых телефонных линий и может использоваться для построения глобальных сетей. Этот раздел полезен для понимания принципов работы модема, а также необходим для последующего рассмотрения классов внутренних модемов и сетевых адапторов. На рис. 1 представлена структурная схема модема.

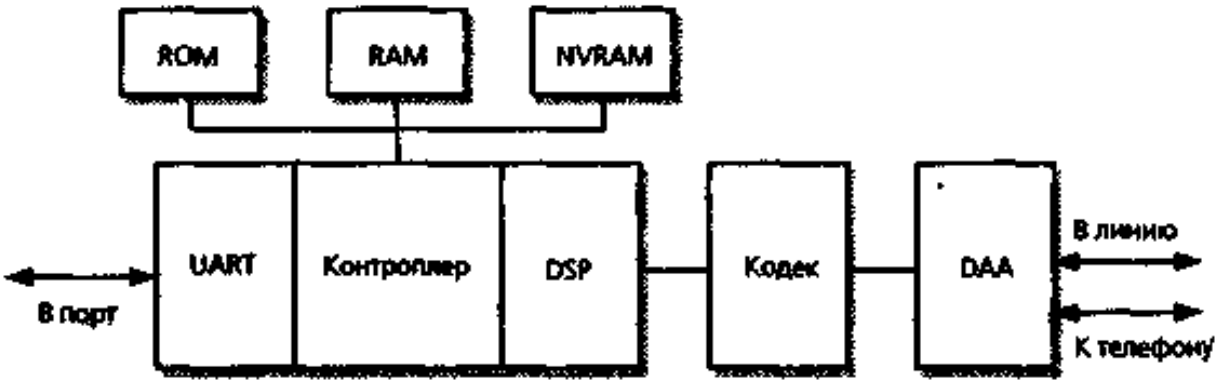


Рис 1. Структурная схема модема

Рассмотрим составляющие модем элементы:

DAA (data access arrangement) — блок, ответственный за интерфейс с телефонной линией. Распознает сигналы *свободно, занято,* отключает подключенный шлейфов телефон во время сеанса связи (через так называемое *большое* реле). Выдает

звуковое сопровождение (щелчки при наборе номера, гудок) на встроенный динамик.

Чип *кодека* — осуществляет ЦАП/АЦП.

Модемный чип. Состоит из *DSP*, контроллера и *UART*.

Чип *DSP* — реализует протокол передачи данных (осуществляет цифровую обработку сигнала: подавление эха, кодирование/декодирование, подавление шумов и др.).

Чип *контроллера* — представляет собой микропроцессор, который выполняет микрокод *(firmware)* и реализует коррекцию ошибок и сжатие данных. Выполняет также интерпретацию команд пользователя (типа at)-Обращается во время работы к *ROM, RAM, NVRAM и* управляет *DSP*.

ROM — память для чтения, в которой «зашито» *firmware* — программное обеспечение, в частности, интерпретатор команд модема, вводимых пользователем или программой, а также параметры *фабричной конфигурации* модема. Обычно делается на флэш-памяти, что позволяет легко модернизировать модем.

NVRAM (Non-Volatile RAM) — энергонезависимая память. Отсюда считываются и записываются данные пользователя: его *профили* — конфигурационные наборы, телефонные номера и т. д. Некоторые данные в *NVRAM* предназначены только для чтения.

RAM — оперативная память. В ней находятся порции принимаемых и отправляемых данных, текущая конфигурация модема (так называемый активный *профайл),* последние набранный номер и введенная команда и т. д. Часть памяти используется под буфер (размером 128-256 байт), где обрабатывается текущая порция данных.

UART (универсальное асинхронное приемо-передающее устройство) является основной частью COM-порта и реализует интерфейс с компьютером. Современный *UART* (типа 16550A) имеет 16-байтный FIFO-буфер.

Модем (модулятор-демодулятор) служит для передачи информации на большие расстояния, недоступные локальным сетям, с использованием выделенных и коммутируемых телефонных линий. *Модулятор* поступающую от компьютера двоичную информацию преобразует в аналоговые сигналы с частотной или (и) фазовой модуляцией, спектр которых проходит

через обычные голосовые телефонные линии. *Демодулятор* из этого сигнала извлекает закодированную двоичную информацию и передает ее в принимающий компьютер. Понятно, что на передающей и принимающей стороне должны использоваться одинаковые методы кодирования и декодирования. Работу модемов осложняет масса факторов, обусловленных линиями связи. Это и затухание сигнала, которое может быть различным и даже меняться в течение сеанса связи, и фазовые и частотные искажения, и эхо-сигналы, и перекрестные помехи и шумы. В зависимости от параметров линий связи доступные скорости передачи могут различаться в сотни раз. Качество линии определяет возможную частоту изменения состояния сигнала в линии. Единицей измерения этого параметра является *бод* (Baud) — количество изменений состояния за одну секунду. В простейшем случае модуляции используются два состояния сигнала (например, две частоты), и тогда скорость передачи двоичной информации, определяемая как число бит, передаваемых за 1 секунду, *bps* (bit per second, бит/с), будет совпадать со скорость передачи в бодах. Однако в более эффективных методах модуляции применяю множество возможных состояний сигнала. Это позволяет одним состоянием сигнала кодировать несколько бит данных, в результате чего скорость передачи данных *bps* превышает скорость изменения сигнала *baud.* Конечного пользователя больше интересует эффективная скорость передачи полезной информации, которую измеряют в количестве переданных байт или символов за секунду — *cps* (characters per second). Казалось бы естественным соотношение cps=bps/8 (для восьмибитных символов), но на самом деле оно ниже за счет служебных бит (старт- и стоп-биты, см. п. 9.2) и накладных расходов протокола передачи. Для повышения эффективной скорости используются различные методы сжатия информации, реализуемые как самими модемами, так и коммуникационным ПО.

Модемы во время сеанса связи могут работать в симплексном, дуплексном или полудуплексном режиме. *Симплексный* режим позволяет передавать информацию только в одном направлении, и в телекоммуникациях практически не используется — такой режим не позволяет отправителю информации получать подтверждения о ее приеме, что необходимо для обеспечения нормальной связи. *Дуплексный* режим позволяет по одной и той же линии

одновременно передавать информацию в обоих направлениях. Поскольку при реальном обмене практически всегда одно устройство передает поток информации, а другое — только подтверждение ее приема или сообщения об ошибках, дуплексный канал может быть асимметричным — иметь значительно различающиеся пропускные способности в противоположных направлениях. *Полудуплексный* режим является компромиссным — в нем в каждый момент времени по линии передается информация только в одном направлении, и существует механизм смены направления передачи.

Хотя способы модуляции стандартизованы (табл.1), в реальных условиях возможна несовместимость модемов из-за некоторых отклонений от стандартов, допущенных разработчиками. Простейший способ обеспечения совместимости — установка одинаковых модемов на обоих концах линии — достижим не всегда.

Таблица 1. Стандарты на модуляцию

Стандарт	bps	baud	Примечания
Bell 103	300	300	-
Bell	1200	600	-
V.17	14400, 1200, 9600, 7200, 4800	2400	Полудуплекс, Fax Group III (аналоговый), обратно совместим с V.29
V.21	300	300	Несовместим с Bell 103
V.22	1200	600	Несовместим с Bell 212A
V.22bis	2400	600	-
V.23	1200/75	1200/75	Асимметричный в дуплексном режиме
V.27ter	4800 2400	1600 1200	Полудуплекс, Fax Group III (аналоговый)
V.29	9600, 7200	2400	Полудуплекс, Fax Group III (аналоговый)
V.32	9600, 4800	2400	Дуплекс, дополнительный контроль

Программа выполнения работы.

1. Подготовить протокол работы, содержащий название работы, цель работы.
2. Получить задание преподавателя и согласно этому заданию выписать важнейшие характеристики сетевых плат и модемов, нарисовать структурную схему сетевой платы.
3. Пользуясь полученными результатами работы, изучить устройство сетевой платы и модема.

Приборы и оборудование.

1. Персональный компьютер.
2. Сетевой адаптор.
3. Модем.

Порядок выполнения работы.

1. Ознакомиться с рекомендованной литературой.
2. Заполнить протокол лабораторной работы согласно полученному заданию.
3. Пользуясь структурными схемами, полученными результатами работы, определить местонахождение всех важнейших узлов на представленных преподавателем модемах и сетевых платах, а также их назначение.
4. Защитить выполненную лабораторную работу.

Контрольные вопросы.

1. Дайте определение локальной сети.
2. Дайте определение глобальной сети.
3. Что означает «одноранговая сеть» ?
4. Назначение сетевой платы.
5. Назначение модема.
6. Назначение кодека.
7. Какие виды памяти используются в сетевых платах, в модемах? Для чего?
8. Технология 10/100 Ethernet
9. Технология RadioEthernet.

10. Технология X10
11. Технологии на базе FireWire.
12. Технология Bluetooth.
13. Технология CDMA.
14. Технология DECT.

Лабораторная работа № 3.

ВИДЕОАДАПТЕРЫ.

Цель работы: Познакомиться с устройством видеоадапторов и принципами их работы.

Краткие теоретические сведения.

Теоретические сведения приведены в файле №11 «Скотт Мюллер» на рабочем столе ПК (см. гл.15, стр.621 «Видеоадаптеры») и ниже по тексту.

Устройство и особенности работы видеоадаптера VGA

Несмотря на то что облик современного видеоадаптера сильно изменился, он сохранил принцип действия и основные узлы, присущие видеоадаптеру VGA. По этой причине краткое знакомство с VGA полезно не только с точки зрения истории видеоадаптеров — оно поможет лучше понять особенности и современных устройств.

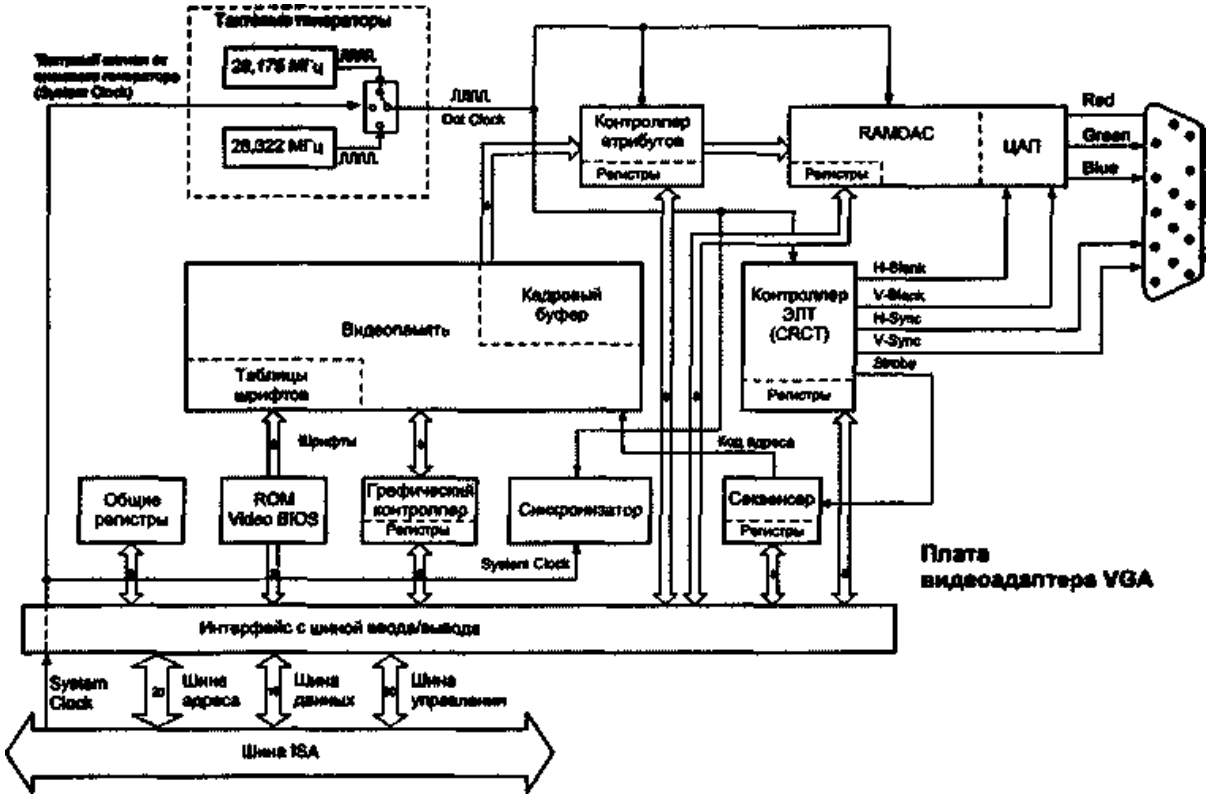


Рис.3. 1. Структурная схема видеоадаптера VGA

Видеоадаптер VGA содержит следующие элементы (рис. 3.1):

-видеопамять -ROM Video BIOS

-контроллер ЭЛТ, или *CRTC (Cathode Ray Tube Controller)*

-графический контроллер -контроллер атрибутов

-секвенсер *(sequencer)*

-*RAMDAC (Random Access Memory Digital-to-Analog Converter)* - синхронизатор

-тактовые генераторы

-интерфейс с шиной ввода/вывода

-15-контактный D-образный разъем для подключения монитора

Большинство перечисленных выше элементов видеоадаптера содержат специальные 8-разрядные *регистры,* доступные центральному процессору для чтения/записи данных. Модифицируя содержимое этих регистров, CPU управляет работой видеоадаптера.

Помимо регистров, входящих в состав указанных элементов, видеоадаптер VGA имеет несколько общих регистров, указанных далее.

-*Многоцелевой выходной регистр* (предназначен для задания адресов портов ввода/вывода элементов видеоадаптера, начального адреса кадрового буфера и выбора тактового генератора).

-*Регистр состояния* (доступен только для чтения, используется для синхронизации процесса обновления кадрового буфера с обратным ходом кадровой развертки).

Конструктивно основные элементы видеоадаптера VGA, за исключением видеопамяти, ROM Video BIOS, тактовых генераторов и схемы интерфейса с шиной ввода/вывода, реализованы в одной микросхеме.

Видеопамять

Видеопамять — это специализированное ОЗУ, размещенное на плате видеоадаптера. Оно предназначено для хранения цифрового образа формируемого изображения. Синонимом данного понятия является термин *видеобуфер.* Современные видеоадаптеры с интерфейсом AGP могут использовать для работы не только свою собственную, но и оперативную память PC, поэтому видеопамять таких адаптеров часто называют *локальной,* подчеркивая тем самым место ее физического размещения. В дальнейшем будем использовать термин *видеопамять.* Объем видеопамяти определяет максимальное разрешение и количество цветовых оттенков формируемого изображения.

Часть видеопамяти, используемая для хранения цифрового изображения, называется *кадровым буфером (frame buffer).* Как правило, размер кадрового буфера меньше, чем объем видеопамяти. Например, в видеорежиме 640x480/16 кадровый буфер занимает 150 из доступных 256 Кбайт. Помимо кадрового буфера, в видеопамяти хранятся другие данные, например загружаемые национальные шрифты.

Важной характеристикой видеопамяти является ее *пропускная способность,* определяемая как произведение разрядности шины видеопамяти на тактовую частоту шины. Пропускная способность видеопамяти измеряется количеством мегабайт информации, которую можно передать через шину видеопамяти за 1 с. Иногда вместо этого термина употребляется выражение "полоса пропускания видеопамяти", что совершенно неверно. В видеоадаптере VGA применялась 8-разрядная внутренняя шина, а в видеоадаптерах SVGA — сначала 16-, а затем и 32-разрядная шина. В современных видеоадаптерах используется 64- или 128-разрядная внутренняя шина и тактовые частоты от 100 до 200 МГц, а наиболее совершенные модели видеоадаптеров имеют 256-разрядную шину данных и более высокие тактовые частоты. По этой причине пропускная способность шины видеопамяти таких видеоадаптеров многократно превышает аналогичный параметр любой шины ввода/вывода, включая AGP, и стимулирует производителей наращивать объем видеопамяти.

Video BIOS

Реализация любой графической операции (смена видеорежима, обмен данными с кадровым буфером, управление курсором и т. п.) требует от центрального процессора выполнения весьма длинной последовательности низкоуровневых команд (чтения/записи, перемещения данных в регистрах и др.). Для того чтобы избавить программиста от необходимости составлять детальную низкоуровневую программу, а также для обеспечения совместимости аппаратного и программного обеспечения все наборы команд (подпрограммы) CPU, реализующие графические функции, помещаются в специальное ПЗУ, расположенное на плате видеоадаптера VGA. Эти подпрограммы образуют так называемое *расширение базовой системы ввода/вывода (BIOS extension)* для решения задач вывода изображения на экран монитора и называются *Video BIOS.* Кроме того, Video BIOS содержит множество данных (констант), необходимых для работы в различных видеорежимах, а также сведения о

производителе, модели и возможностях видеоадаптера.

Фактически Video BIOS — это набор подпрограмм, написанных в кодах команд центрального процессора и предназначенных для реализации основных функций видеосистемы. Набор этих функций принято называть *видеосервисом.*

Video BIOS хранится в специальном ПЗУ (ROM), размещенном на плате видеоадаптера VGA. Его емкость составляет 32 Кбайт. Память ROM Video BIOS видеоадаптера VGA является 8-разрядной.

Использование видеосервиса BIOS — простой и надежный способ вывода информации на экран, однако применение этого способа приводит к низкой скорости работы видеоадаптера. С целью повышения быстродействия видеосистемы используют альтернативный метод — непосредственное изменение состояния регистров видеоадаптера прикладной программой. Такой метод потенциально является более быстрым и эффективным, однако требует от программиста детального знания аппаратных особенностей используемого видеоадаптера (адресов портов ввода/вывода, назначения и структуры данных в управляющих регистрах и т. п.).

Контроллер ЭЛТ

Контроллер ЭЛТ формирует сигналы горизонтальной и вертикальной синхронизации, сигналы инкремента (увеличения) счетчика адреса ячеек видеопамяти, в которых хранится цифровой образ изображения, а также стробирующие сигналы чтения/записи видеопамяти. Эти сигналы формируются таким образом, что движение луча по экрану ЭЛТ осуществляется синхронно с процессом сканирования ячеек видеопамяти, причем цвет пиксела на экране соответствует значению, содержащемуся в соответствующей ячейке кадрового буфера.

Работа контроллера ЭЛТ синхронизируется сигналами одного из двух тактовых генераторов *(Dot Clock или Pixel Clock),* установленных на плате видеоадаптера. Их частоты равны 28,322 МГц и 25,175 МГц соответственно. Выбор синхросигнала производится программно.

Контроллер ЭЛТ имеет 26 регистров, доступных CPU для чтения и записи. Данные, хранящиеся в регистрах контроллера ЭЛТ, полностью определяют параметры растра на экране монитора: разрешение, частоту кадров, размеры знакоместа и др. Смена видеорежима реализуется путем записи в эти регистры новых значений, соответствующих выбранному режиму (решение этой задачи обеспечивает функция ООН прерывания 10h).

Графический контроллер

Графический контроллер предназначен для управления обменом данными между центральным процессором и видеопамятью и выполнения элементарных преобразований этих данных. В частности, графический контроллер помогает центральному процессору выполнять следующие элементарные операции:

- запись пиксела (группы пикселов) по заданному адресу;
- считывание значения пиксела (группы пикселов) по заданному адресу;
- модификация цвета пиксела (группы пикселов) путем выполнения таких элементарных логических операций, как "И", "ИЛИ", "Исключающее ИЛИ", циклический сдвиг битов в пределах байта и т. п.;
- считывание из кадрового буфера кода пиксела (считывание со сравнением цвета; фактически реализуется поиск пиксела с заданным цветом).

Кроме того, графический контроллер видеоадаптера VGA содержит четыре 8-разрядных регистра-защелки *(lathees),* которые используются для доступа к цветовым плоскостям (напомним, что в 16-цветных графических режимах кадровый буфер видеоадаптера разделен на четыре области, называемые *цветовыми* (или *битовыми) плоскостями).*

Графический контроллер видеоадаптера VGA можно считать простейшим прообразом графических акселераторов, используемых в современных видеоадаптерах SVGA.

Секвенсер

Секвенсер, или *указатель последовательности,* предназначен для генерации сигналов, необходимых при сканировании видеопамяти. Другими словами, секвенсер обеспечивает последовательную адресацию и считывание содержимого ячеек видеопамяти (отсюда и происходит его название) и передачу их содержимого в контроллер атрибутов и далее — в RAMDAC. Работа секвенсера синхронизируется стробирующими сигналами, формируемыми контроллером ЭЛТ.

Контроллер атрибутов

Контроллер атрибутов видеоадаптера VGA предназначен для управления цветом изображения, выводимого на экран монитора. В

текстовом режиме работы видеоадаптера он задает цвет пикселов в пределах символьной матрицы на основании содержимого байта атрибутов выводимого символа (отсюда и его название). Кроме того, в этом режиме контроллер атрибутов позволяет создавать такие эффекты, как мигание, инверсия цвета или повышенная яркость символа. В графическом 16-цветном режиме контроллер атрибутов преобразует условный 4-разрядный номер цвета пиксела, хранящийся в видеопамяти, в 8-разрядный номер регистра RAMDAC, содержащего 18-разрядный код отображаемого цвета. С выхода контроллера атрибутов данные поступают на RAMDAC видеоадаптера.

RAMDAC

Основная задача RAMDAC (цифро-аналогового преобразователя данных, хранящихся в его регистрах) — преобразование кода цвета пиксела в аналоговый сигнал. RAMDAC (рис. 3.2) включает:

- трехканальный 6-разрядный ЦАП;
- 256 18-разрядных регистров цвета (именно эти регистры и образуют оперативную память, аббревиатура которой (RAM) входит в название данного устройства);
- выходной 18-разрядный регистр цвета, выходы которого соединены с соответствующими входами ЦАП;
- схему адресации.

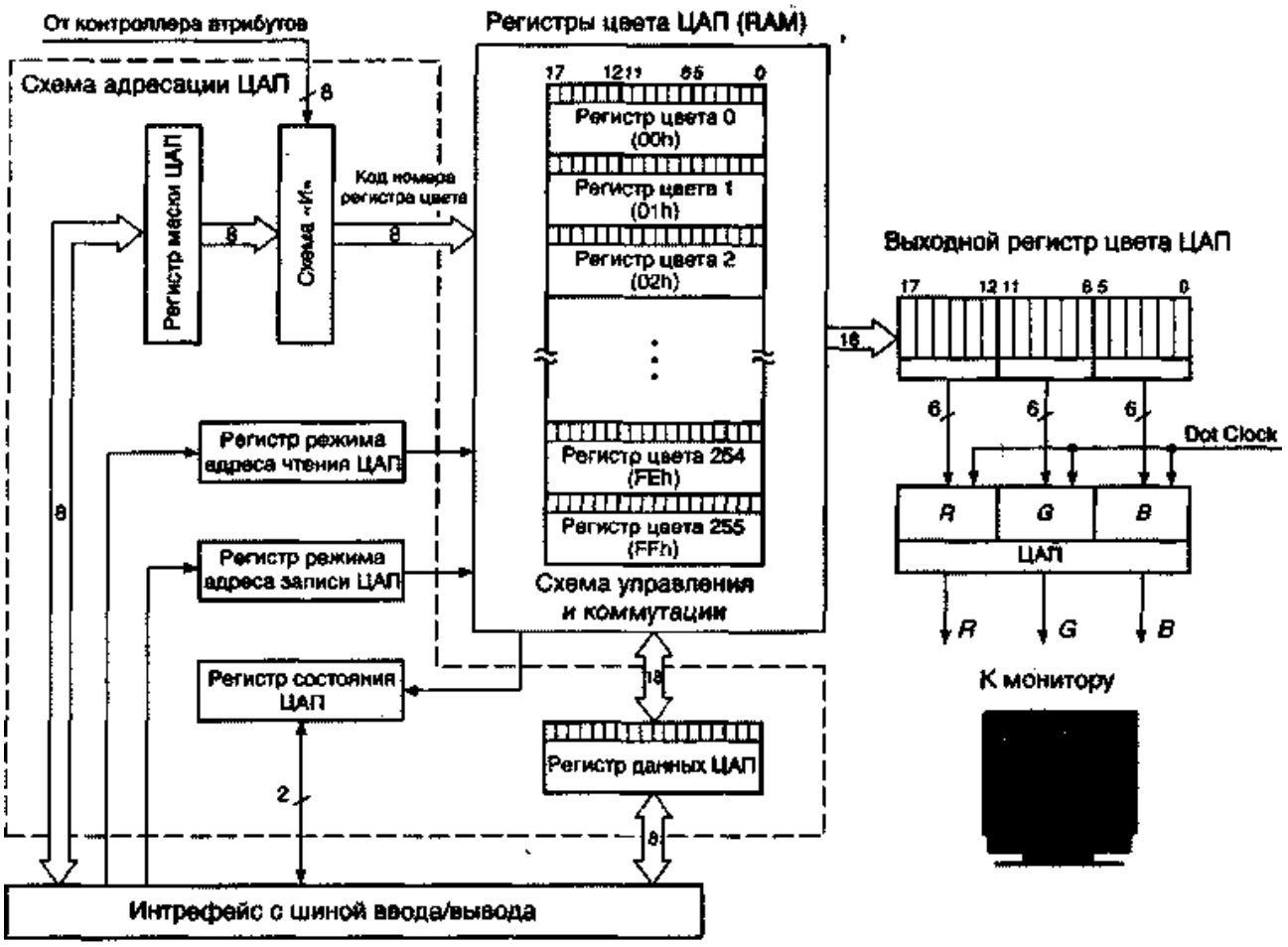


Рис. 3.2. RAMDAC

Работа ЦАП синхронизируется сигналом Dot Clock тактового генератора видеоадаптера. Именно этой частотой определяется верхняя граничная частота спектра видеосигнала. Разрядность ЦАП определяет количество оттенков цвета, которые потенциально может сформировать видеоадаптер VGA, т. е. размер его палитры. Несложно подсчитать, что палитра составляет $(2^6)^3 = 2^{18} = 262\ 144$ оттенков. Оттенок цвета текущего пиксела определяется кодом, записанным в *выходной регистр цвета.* Однако на практике количество оттенков цвета, которые видеосистема VGA в состоянии отобразить *одновременно,* значительно меньше размера его палитры и равно количеству регистров цвета, т. е. 256. Видеоадаптер VGA не позволяет загрузить в выходной регистр цвета произвольное значение — туда заносятся данные только из регистров цвета, которых в видеоадаптере VGA насчитывается только 256.

Содержимое регистров цвета ЦАП можно изменять программно, т. е. CPU как считывает данные регистров, так и записывает в них. Благодаря этому прикладная программа изменяет текущую палитру, частично компенсируя ее ограниченность.

Заметим, что в видеоадаптерах SVGA, в отличие от VGA, может

использоваться прямое кодирование оттенка цвета пиксела, при котором его код в формате RGB хранится в видеопамяти и загружается непосредственно в выходной регистр цвета RAMDAC. Это позволяет кодировать цветовой оттенок пиксела с использованием 15, 16 или 24 бит, т. е. реализовать режимы High Color (2^{16} = 65 536 цветовых оттенков одновременно) и True Color (2^{24} = 16,7 млн цветовых оттенков). Для обеспечения второго режима разрядность ЦАП в каждом из трех каналов должна быть равна 8.

Синхронизатор

Синхронизатор управляет доступом CPU к кадровому буферу и разрешает его обновление только во время действия сигналов гашения. В результате устраняются помехи, которые могут возникать при обращении к кадровому буферу в течение прямого хода луча (такие искажения в виде ряби на экране были характерны для видеоадаптера CGA и назывались *снег CGA (CGA snow).*

Для синхронизации обращения CPU к кадровому буферу используется также *регистр состояния.* Бит 3 этого регистра устанавливается в состояние логической 1, если сигнал *V-Sync* активен, а бит 0, — если активен сигнал разрешения отображения *(Display Enable).* Прикладная программа, считывая биты регистра состояния, обращается к кадровому буферу только тогда, когда вывод информации на экран не производится.

Lbhkkkholgfkklnpp;;fk видеоадаптера VGA синхронизируется сигналом Dot Clock или производными от него тактовыми сигналами. Частота сигнала Dot Clock равна верхней граничной частоте выходного видеосигнала. Кроме того, при заданном разрешении этой же частотой определяются значения частот строчной и кадровой синхронизации.

Синхронизация устройств стандартного видеоадаптера VGA в зависимости от выбранного видеорежима осуществляется тактовым сигналом, формируемым одним из двух встроенных генераторов сигналов фиксированных частот: 25,175 и 28,322 МГц. Кроме того, предусмотрена возможность использования внешнего тактового генератора (в первых видеоадаптерах VGA, интегрированных на материнскую плату). Выбор тактового генератора осуществляется программно.

Интерфейс с шиной ввода/вывода

Видеоадаптер VGA вставляется в 16-битный слот шины ввода/вывода ISA, поэтому он снабжен специальным интерфейсом, выполняющим следующие функции:

- согласование разрядности внутренней 8-разрядной шины видеоадаптера VGA и 16-разрядной шины ISA компьютера;
- согласование частот тактовых сигналов видеоадаптера *(Dot Clock)* и шины ISA. Современные видеоадаптеры подключаются к высокоскоростным шинам (PCI и AGP).

Основные направления совершенствования видеоадаптера VGA

Несмотря на то, что видеоадаптер VGA был признан стандартом, его возможности очень скоро перестали удовлетворять требованиям многих современных приложений. Укажем наиболее серьезные недостатки стандартного видеоадаптера VGA:

- небольшое количество цветов и недостаточное для многих приложений разрешение экрана;
- низкое быстродействие видеосистемы;
- недопустимо высокая загрузка центрального процессора задачами формирования изображения, отвлекающая его от решения других задач.

Проблема разрешения и цветности была довольно быстро решена с появлением первых адаптеров SVGA, у которых объем видеопамяти составил 512 Кбайт и 1 Мбайт. Однако быстродействие этих адаптеров, особенно при высоком разрешении и большой глубине цвета, оставляло желать лучшего. Можно назвать следующие причины низкого быстродействия видеоадаптера VGA и первых видеоадаптеров SVGA:

- пассивность видеоадаптера VGA при формировании и модификации кадрового буфера, приводящая к необходимости привлечения центрального процессора для реализации всех графических функций;
- недостаточная пропускная способность внутренней шины данных видеоадаптера, обусловленная ее малой разрядностью (8 бит) и низким быстродействием видеопамяти;
- низкая пропускная способность шины ISA, по которой осуществляется пересылка данных из ОЗУ в видеопамять;
- отсутствие аппаратной поддержки дополнительных функций, используемых в мультимедийных приложениях (воспроизведение видеоданных, прием телевизионных сигналов и т. п.).

На устранение этих недостатков были направлены основные усилия разработчиков, в результате чего появились современные видеоадаптеры SVGA.

Наиболее простым и очевидным решением совершенствования видеоадаптера VGA стало увеличение объема видеопамяти. Пионером в реализации такого технического решения условно считается японская фирма NEC, выпустившая видеоадаптер, оборудованный видеопамятью объемом 512 Кбайт, который мог работать в видеорежимах 640x480/256 и 800x600/256. Важным шагом на пути улучшения цветности изображения стал выпуск фирмой Sierra Semiconductors нового 24-разрядного RAMDAC, позволяющего загружать в выходной регистр ЦАП данные непосредственно из видеопамяти, минуя регистры цвета ЦАП. Это позволило реализовать новые видеорежимы *High Color* (32 768 и 65 536 оттенков цвета) и режим *True Color* (16 777 216 оттенков цвета).

На базе такого RAMDAC стали выпускаться видеоадаптеры (рис. 3.3), оборудованные видеопамятью объемом 1 Мбайт и больше (дело в том, что 512 Кбайт видеопамяти не достаточно для реализации режима High Color даже при минимальном разрешении 640x480).

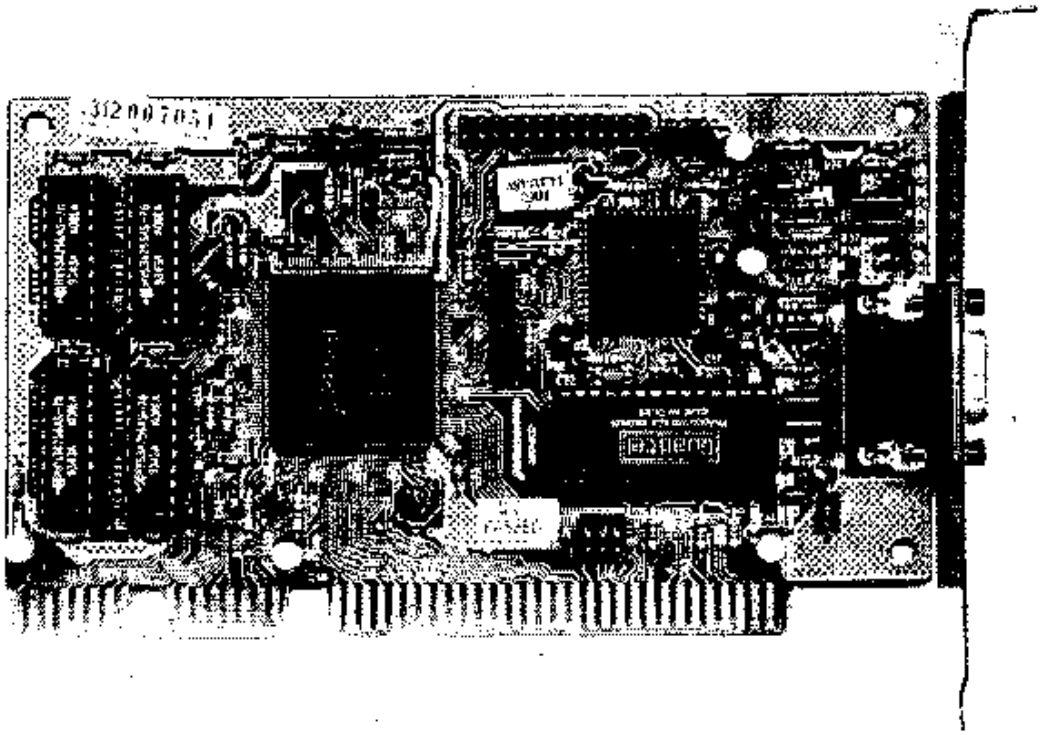


Рис. 3.3. Видеоадаптер VGA с видеопамятью объемом 1 Мбайт

Однако радикальным улучшением архитектуры видеоадаптера, позволившим значительно повысить его быстродействие, стало включение в его состав специальных устройств, реализующих многие графические функции на аппаратном уровне, т. е. без участия CPU.

Аппаратное ускорение графических функций

При выводе данных на экран в графическом режиме видеоадаптером VGA центральный процессор вынужден выполнять огромное количество элементарных (низкоуровневых) команд для модификации кадрового буфера и регистров видеоадаптера. В результате этого большая часть ресурсов системы задействуется в целях создания графического интерфейса (диалоговых окон, курсора мыши и т. п.), а на решение прикладных задач, ради которых и приобретается компьютер, ресурсов уже не хватает.

Между тем, операции по созданию графического интерфейса в большинстве своем достаточно просты и рутинны, просто их необходимо выполнять очень часто. Например, для создания *стандартного графического интерфейса пользователя в среде Windows (Graphic User Interface, GUI)* необходимо многократно проделывать в основном простейшие операции построения *графических примитивов* (таких, как линии, прямоугольники, окружности), их закраски, переноса фрагментов растра (окна) из одной области экрана в другую и т. п. Выполнение этих операций можно значительно ускорить, если поручить их не центральному процессору, а специализированному устройству, специально приспособленному для построения графических примитивов. Такому устройству можно выдать одну команду высокого уровня вместо множества низкоуровневых, например, команду "Построить окружность". При этом достаточно указать параметры объекта: радиус, цвет, координаты центра. Все промежуточные операции по модификации каждого пиксела, находящегося на окружности, это устройство выполнит самостоятельно, не прибегая к помощи центрального процессора. Устройство, работающее по такому принципу, называют *графическим ускорителем (акселератором).*

Повышение быстродействия видеосистемы и PC в целом при использовании графического ускорителя достигается за счет:

- аппаратной реализации заданного набора графических функций, выполнение которых осуществляется всего лишь за несколько тактов работы акселератора;
- использования акселератором системы команд высокого уровня, что разгружает шину ввода/вывода — поток данных значительно уменьшается;
- освобождения центрального процессора от необходимости выполнения множества элементарных операций с содержимым кадрового буфера.

Использование графического ускорителя является отступлением от классической архитектуры PC, когда всей работой управляет центральный процессор, и является шагом на пути создания распределенной вычислительной структуры. Взамен пассивного устройства — графического контроллера — видеоадаптер получил специализированный вычислитель — графический акселератор, который самостоятельно манипулирует содержимым видеопамяти точно так же, как центральный процессор — содержимым оперативной памяти PC.

Говоря об акселерации графических функций видеоадаптера, необходимо обратить внимание на следующие два обстоятельства.

- Акселерация необходима только в графическом режиме работы видеоадаптера.

- Одно из главных отличий графического акселератора от графического контроллера видеоадаптера VGA заключается в том, что он оперирует не пикселами, а объектами более высокого иерархического уровня — *графическими примитивами.* Примеры графических примитивов — отрезок прямой, треугольник, прямоугольник, прямоугольник с закругленными краями, многоугольник, дуга, эллипс и т. п. Используя графические примитивы, можно конструировать достаточно сложные изображения значительно быстрее и проще, чем при модификации отдельных пикселов. Поэтому команды для работы с графическими примитивами, которые центральный процессор посылает акселератору, часто называют *высокоуровневыми.*

Коротко рассмотрим основные графические функции видеоадаптера, требующие аппаратного ускорения.

Устройство 3D-акселератора

Несмотря на значительные различия в характеристиках и возможностях, все 3D-акселераторы имеют несколько обязательных, базовых элементов, обеспечивающих аппаратное ускорение основных этапов 3D-конвейера (рис. 3. 4):

-геометрический процессор (Geometry Processor);

-механизм прорисовки (Rendering);

-видеопамять;

-цифро-аналоговый преобразователь (RAMDAC);

-дополнительные устройства (в зависимости от набора дополнительных функций).

Геометрический процессор отвечает за 2—6 этапы 3D-конвейера. В большинстве недорогих 3D-акселераторов геометрический процессор, предназначенный для аппаратного ускорения этапов 2—6 геометрической стадии конвейера, отсутствует, и его функции выполняет CPU. В лучшем случае такой акселератор имеет только механизм установки *(Setup Engine),* выполняющий преобразование данных о вершинах граней, сортировку и отбрасывание задних граней (стадия *Triangle Setup).*

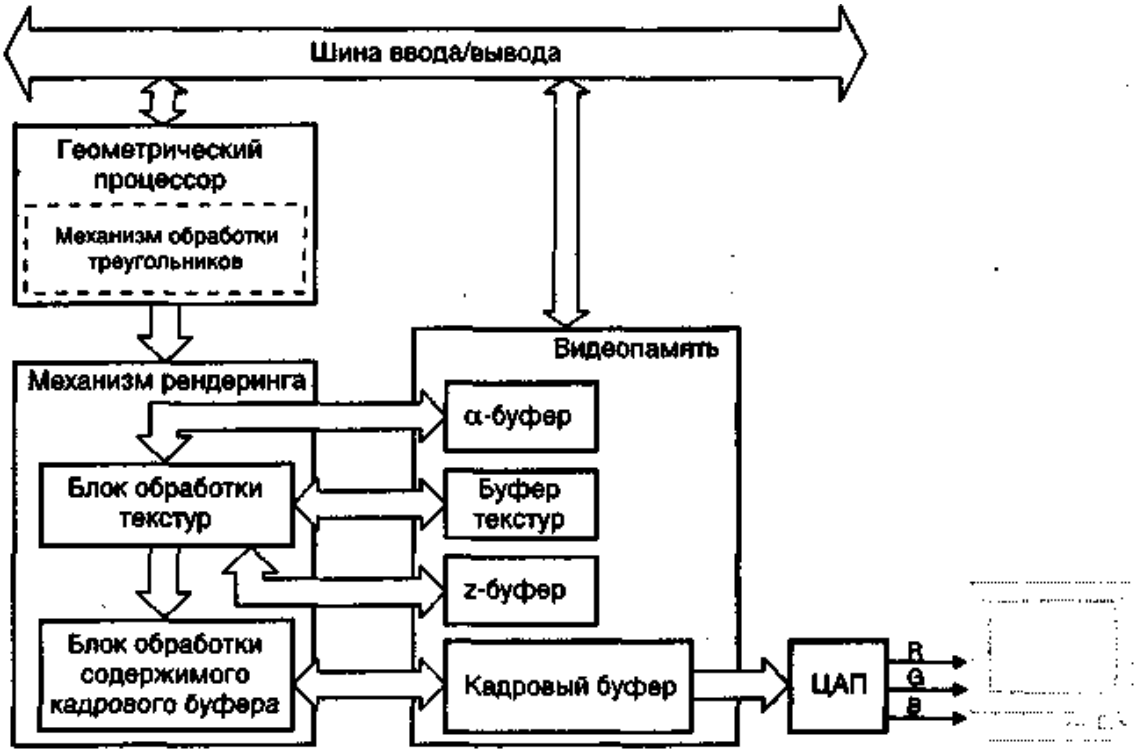


Рис. 3. 4. Обобщенная структурная схема 3D-акселератора

Процесс прорисовки (рендеринга, закраски) является наиболее существенным и может быть разбит на 2 ступени: обработка элементов текстур *(Texel Engine)* и обработка элементов итогового кадра *(Pixel Engine).* На каждой из этих ступеней происходит работа со своим участком локальной памяти, называемым буфером. Кроме буферов кадра и текстур, обычно выделяется память для z-буфера, необходимого для корректного удаления скрытых поверхностей, а также для α-буфера, необходимого для эффективного выполнения альфа-смешения.

Этой структуре в общих чертах соответствует архитектура 3D-акселератора на основе Chipset Voodoo Graphics производства фирмы 3Dfx Interactive. Базовая, минимальная конфигурация данного Chipset включает 2 чипа, называемых PixelFX и TexelFX. Название первого чипа — *FBI (Frame Buffer Interface* — интерфейс кадрового буфера), а

второго — *TMU(Texture Mapping Unit* — блок наложения текстур). Каждый чип работает со своим буфером памяти, размер которого может составлять до 4 Мбайт. Максимальная конфигурация платы — один чип FBI и три чипа TMU.

Для повышения производительности 3D-акселераторы фирмы 3Dfx могут использоваться в паре. В этом случае реализуется режим *SLI (Scan Lines Interleave* — чередование обработки строк растра). В данном режиме один 3D-акселератор генерирует четные строки изображения, а второй — нечетные. За счет этого не только увеличивается скорость рендеринга, но и значительно повышается разрешение 3D-изображения.

Размер кадрового буфера, по аналогии с видеопамятью обычного видеоадаптера VGA, определяет максимально допустимые разрешение изображения и число оттенков цветов. В большинстве акселераторов для ускорения работы используется метод двойной буферизации: кадровый буфер разбивается на передний *(Front buffer)* и задний *(Back buffer)* буферы. Пока выполняется отображение (передача в RAMDAC) первого, "переднего" кадра, акселератор приступает к построению следующего кадра в заднем буфере. Благодаря этому обеспечивается более плавная и быстрая смена кадров.

Основные характеристики 3D-акселераторов

Каковы же основные технические характеристики, определяющие потенциальные возможности 3D-акселератора и ожидаемый эффект от его использования?

Во-первых, для оценки 3D-акселераторов используются стандартные характеристики видеоадаптеров, рассмотренные выше: разрядность, объем и пропускная способность видеопамяти, тактовые частоты графического процессора (ядра), видеопамяти и RAMDAC, тип интерфейса с шиной ввода/вывода и т. п. Поскольку основной сферой применения рассматриваемых акселераторов являются трехмерные игры, очень важен и удобен интегральный показатель производительности — обеспечиваемая *частота смены кадров (frame per second — fps).*

Во-вторых, для описания возможностей 3D-акселераторов вводится целый ряд специфических показателей:

- максимальная скорость закраски *(Fill Rate),* измеряемая числом пикселов в секунду;

- максимальное число обрабатываемых элементарных многоугольников (треугольников) в секунду *(Triangle Throughput);*

- набор аппаратно реализуемых (ускоряемых) 3D-функций, а также качество (корректность) их реализации;

- наличие расширенных режимов (например, SLI, MAXX, VSA);

- перечень поддерживаемых API, а также степень поддержки (например, ICD или MCD для OpenGL).

Параметр *Triangle Throughput* часто называют *пропускной способностью* 3D-акселератора. Особенностью данного показателя является то, что при отсутствии в составе 3D-акселератора геометрического процессора он описывает не только и даже не столько сам акселератор, сколько производительность центрального процессора, т. к. в этом случае геометрическая стадия 3D-конвейера реализуется программно (ее выполняет CPU). Чем выше скорость его работы, тем больше треугольников в секунду он сможет сгенерировать. Поэтому зависимость производительности 3D-акселератора от быстродействия CPU называют *масштабируемостью.*

Значимость показателя *Triangle Throughput* возрастает для тех плат, которые имеют аппаратно реализованный механизм установки *(Setup Engine)* или полноценный геометрический процессор (nVidia GeForce 256, ATI Radeon 256, S3 Savage 2000).

Помимо чисто аппаратных возможностей, имеет значение качество программного обеспечения 3D-акселератора, т. е. корректность написания драйвера. Как уже неоднократно отмечалось, часто этот фактор является решающим для обеспечения устойчивой и эффективной работы 3D-акселератора.

Важная характеристика ускорителя — это и набор поддерживаемых API. В настоящее время обязательным требованием к 3D-акселератору считается полноценная поддержка ускорителем, как минимум, двух API: DirectX и OpenGL (на уровне ICD).

3D-акселераторы фотореалистичной графики

Совсем недавно на рынке игровых 3D-акселераторов появились новые мощные устройства, обеспечивающие качественно новый, более высокий, уровень синтеза трехмерной сцены. Эти 3D-акселераторы в состоянии синтезировать изображение, обладающее следующими характеристиками:

- высоким разрешением — до 2048x1536; - 32-битным цветом;

- очень высокой степенью детализации, обусловленной использованием сложных геометрических моделей и текстур больших размеров (до 2048x2048).

Изображение с такими характеристиками (рис. 3.5) настолько похоже на естественное, например, полученное при фотографировании, что возникло новое понятие — *фотореалистичная графика.*

Рис. 3. 5. Пример фотореалистичного изображения

Для того чтобы достичь такого результата, характеристики основных элементов 3D-акселератора должны быть радикально улучшены. В качестве примера 3D-акселератора фотореалистичной графики рассмотрим структуру и основные параметры базовой модели акселераторов фотореалистичной графики — изделия канадской фирмы ATI Technologies — видеоадаптера Radeon 256 (рис. 3.6). Все новые решения выполнены на его основе.

Структура Radeon 256 имеет множество отличий от базовой структуры 3D-акселератора, наиболее существенными из которых являются следующие:

- как и все современные изделия, Radeon 256 представляет собой не специализированный 3D-акселератор, а мощный многофункциональный видеоадаптер, у которого ускорение 3D-графики — одна из множества функций, среди которых: аппаратное ускорение 2D)-графики, ввод/вывод видеосигнала, формирование цифрового видеосигнала для управления плоскопанельными ЖК-мониторами, декодирование цифровых видеопотоков, сжатых по технологии MPEG-1/2 и др.;

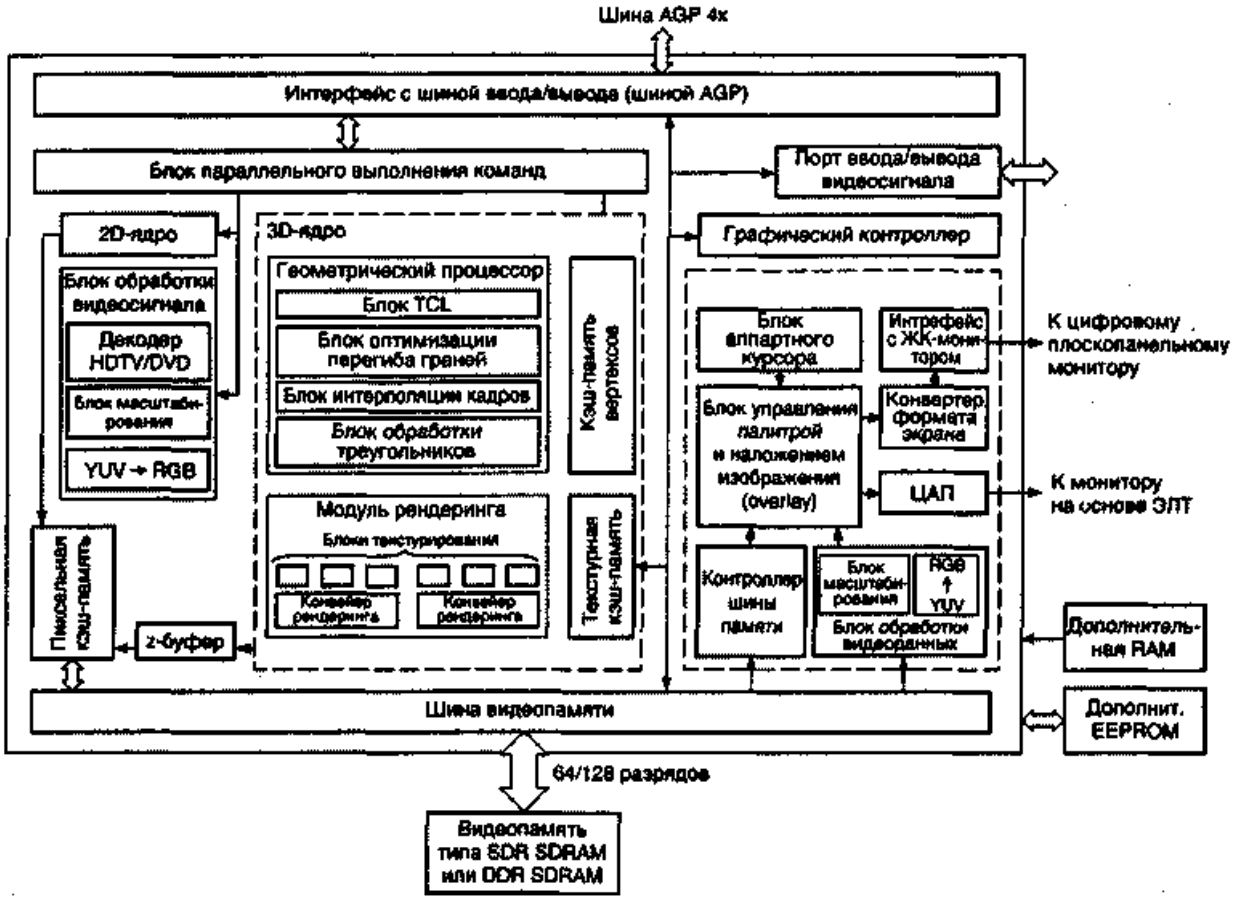


Рис. 3.6. Структурная схема видеоадаптера ATI Radeon 256

- благодаря наличию специального геометрического процессора *Charisma Engine* обеспечивается аппаратное ускорение функций, выполняемых на геометрической стадии 3D-конвейера: преобразование координат (при моделировании движения и вращения), расстановка источников света и расчет освещенности вершин граней (вертексов), позволяющая использовать до 8 источников света, отсечение невидимых граней, коррекция перспективы, преобразование формата представления данных о вершинах (замена чисел с плавающей точкой числами с фиксированной точкой), модификация граней в местах резкого изгиба поверхности (функция *Vertex Skinning),* интерполяция промежуточных кадров по ключевым кадрам *(Keyframe Interpolation),* позволяющая быстро рассчитать анимационную картинку, основываясь только на начальном и конечном кадрах. Столь внушительный арсенал средств позволяет многократно повысить скорость выполнения геометрической стадии 3D-конвейера — плата обрабатывает до 30 млн треугольников в секунду;

- значительно увеличены объем и скорость работы видеопамяти; на карте видеоадаптера может быть установлено до 128 Мбайт быстродействующей видеопамяти типа SDRAM/SGRAM или DDR SDRAM;

- увеличена разрядность шины памяти до 256;

- за счет использования 0,18-микрометровой технологии изготовления микросхем тактовая частота графического 256-разрядного ядра, состоящего из двух 128-разрядных блоков, лежит в пределах от 200 до 400 МГц;

- графическое ядро имеет ярко выраженную конвейерную архитектуру: два конвейера рендеринга, каждый из которых содержит по 3 блока (эта технология получила название *Pixel Tapestry).* Благодаря этому производительность конвейера рендеринга составляет 400 млн пикселов в секунду;

- широко используется кэш-память, ускоряющая построение изображения: текстурная, пиксельная и кэш-память вершин (вертексов);

- аппаратная поддержка наиболее эффективных методов текстурирования: рельефное текстурирование, специальные методы наложения и сжатия текстур и др.;

- высокоскоростной интерфейс с шиной ввода/вывода (порт AGP, карта поддерживает режимы 4x, DIME, SBA Fast Writes).

Благодаря перечисленным особенностям платы Radeon 256 обеспечивается качественно более высокий, фотореалистический уровень моделирования 3D-сцены, что позволяет отнести ее к новому поколению 3D-акселераторов. К этой же группе относятся изделия GeForce 256 (NV10), GeForce2 GTS (NV15) производства фирмы nVidia, Savage 2000 производства фирмы S3 и ряд других.

Chipset для видеоадаптеров

Несмотря на то, что эпоха 3D началась сравнительно недавно, современный рынок 3D-акселераторов различного класса испытывает невероятный бум. Появилось несколько лидеров в этой области, а количество производимых ими продуктов настолько возросло, что разобраться во всем многообразии предлагаемых акселераторов стало очень сложно. Если же учесть крайне агрессивную рекламу, которой сопровождается появление каждого нового изделия, то сделать правильный выбор становится еще труднее.

Кроме того, большинство производителей использует одни и те же микросхемы (Chipset). Поэтому рассмотрим только некоторые Chipset, на основе которого выполнены акселераторы, т. к. именно им определяются возможности платы. Что же касается готовых плат, то их трудно не только описать, но и просто перечислить — настолько

разнообразен их ассортимент.

3Dfx Interactive

Как уже отмечалось, фирма 3Dfx Interactive выпустила первый по-настоящему удачный 3D-акселератор — Chipset Voodoo Graphics. Успех 3Dfx не является случайным — прежде она специализировалась на производстве игровых приставок, профессиональных симуляторов и тренажеров. Главное внимание при разработке своих изделий фирма уделяет производительности, поэтому ее главный лозунг: "60 кадров в секунду — любой ценой!" За последние несколько лет фирмой разработаны Chipset Voodoo2, Voodoo Rush, Voodoo Banshee, VoodooS, недавно анонсированы модели Voodoo4 и VoodooS.

GeForce2 GTS

Следующими моделями данного семейства стали Chipset GeForce2 GTS, называемый также NV15, и его упрощенная версия — NV11. Аббревиатура GTS происходит от GygaTexel Shading, что говорит о возможности обработки миллиарда текселов в секунду, т. е. об исключительно мощном конвейере рендеринга.

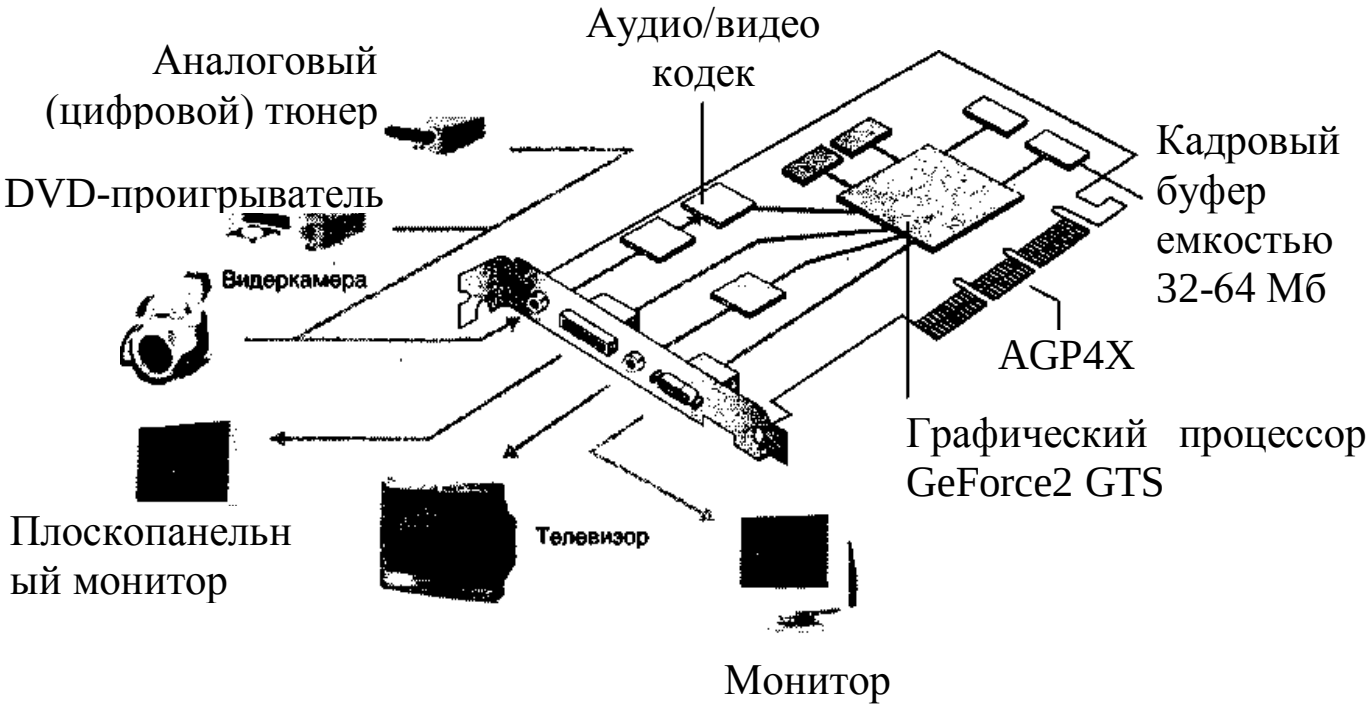


Рис. 3.7. Схема подключения внешних устройств к видеоадаптеру на основе Chipset GeForce2 GTS (NV15)

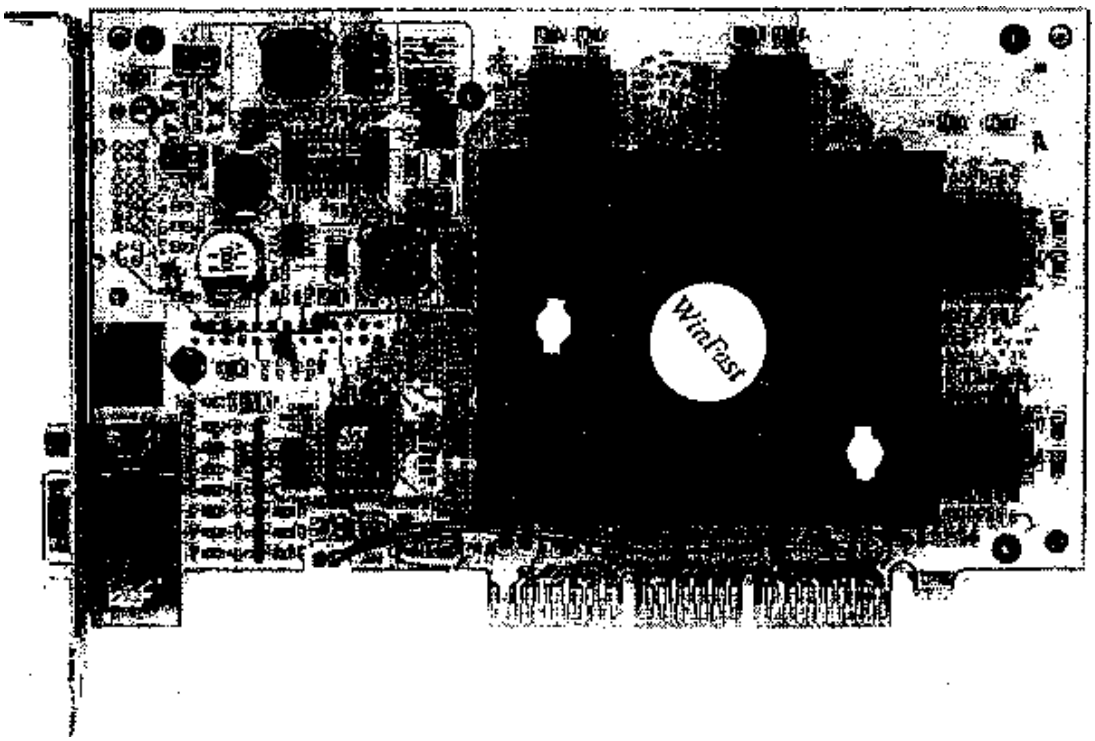


Рис. 3.8. Видеоадаптер WinFast GeForce2 GTS фирмы Leadtek, выполненный на основе Chipset GeForce2 GTS

Matrox MGA G400

Невысокая по сравнению с изделиями nVidia и 3Dfx скорость обработки 3D-изображений Chipset MGA G200 заставили специалистов Matrox улучшить его 3D-ядро. В результате появился новый Matrox MGA G400 (рис. 3.9), на основе которого выпускались три типа видеоадаптеров:

- Matrox Millennium G400 16Mb AGP - Matrox Millennium G400 32Mb AGP - Matrox Millennium G400 MAX 32Mb AGP

Рис. 3.9. Внешний вид графического процессора Matrox MGA G400

Модели G400 и G400 MAX различаются тактовыми частотами работы ядра (125 и 150 МГц соответственно), памяти (166 и 200 МГц) и RAMDAC (300 и 360 МГц), а также производительностью конвейера рендеринга (250 и 300 млн пикселов в секунду). Пропускная способность обоих моделей примерно одинакова и составляет около 8 млн треугольников в секунду. Chipset Matrox MGA G400 имеет более высокую производительность, чем Riva TNT(2), но уступает быстрым моделям на основе Riva TNT2 Ultra (модель G400 MAX практически не отстает от последней).

Набор аппаратно ускоряемых 3D-функций является также стандартным для 3D-акселераторов данного уровня, при этом отдельного упоминания заслуживает качественная аппаратная реализация рельефного текстурирования с использованием карт окружающей среды *(Environment Map Bump Mapping)* — фирменная особенность 3D-ядра фирмы Matrox. Впрочем, включение данного режима снижает производительность видеосистемы на 30—35%.

Хотя производители отнесли Chipset Matrox G400 к семейству 256-разрядных, это не совсем так: 3D-ядро очень похоже на ядро MGA G200, т. е. является 128-разрядным, однако в MGA G400 использована двойная 256-разрядная шина между ядром и локальной памятью. Эта шина представляет собой совокупность двух однонаправленных 128-

разрядных шин, по которым одновременно и независимо друг от друга передаются данные из видеопамяти в 3D-ядро и обратно.

Традиционно сильной стороной видеоадаптеров компании Matrox является исключительно высокое качество двумерного изображения. Особенно это заметно при использовании высококачественных мониторов с экраном большого размера (более 17").

Наиболее интересным отличием видеоадаптеров на основе Matrox MGA G400 от рассмотренных выше устройств данного класса является наличие у некоторых моделей двух выходных разъемов (возможность подключения двух мониторов к одному адаптеру называется *Dual Head* — двойная голова) для одновременного подключения двух устройств отображения: либо двух мониторов, либо монитора и телевизора (рис. 3.10, 3.11). В последнем случае используется специальный переходник, позволяющий вывести видеосигнал с VGA-разъема на разъем типа S-Video или RCA.

При подключении двух мониторов можно наблюдать одинаковое изображение на двух экранах, либо растянуть одно изображение на оба экрана (рис. 3.12).

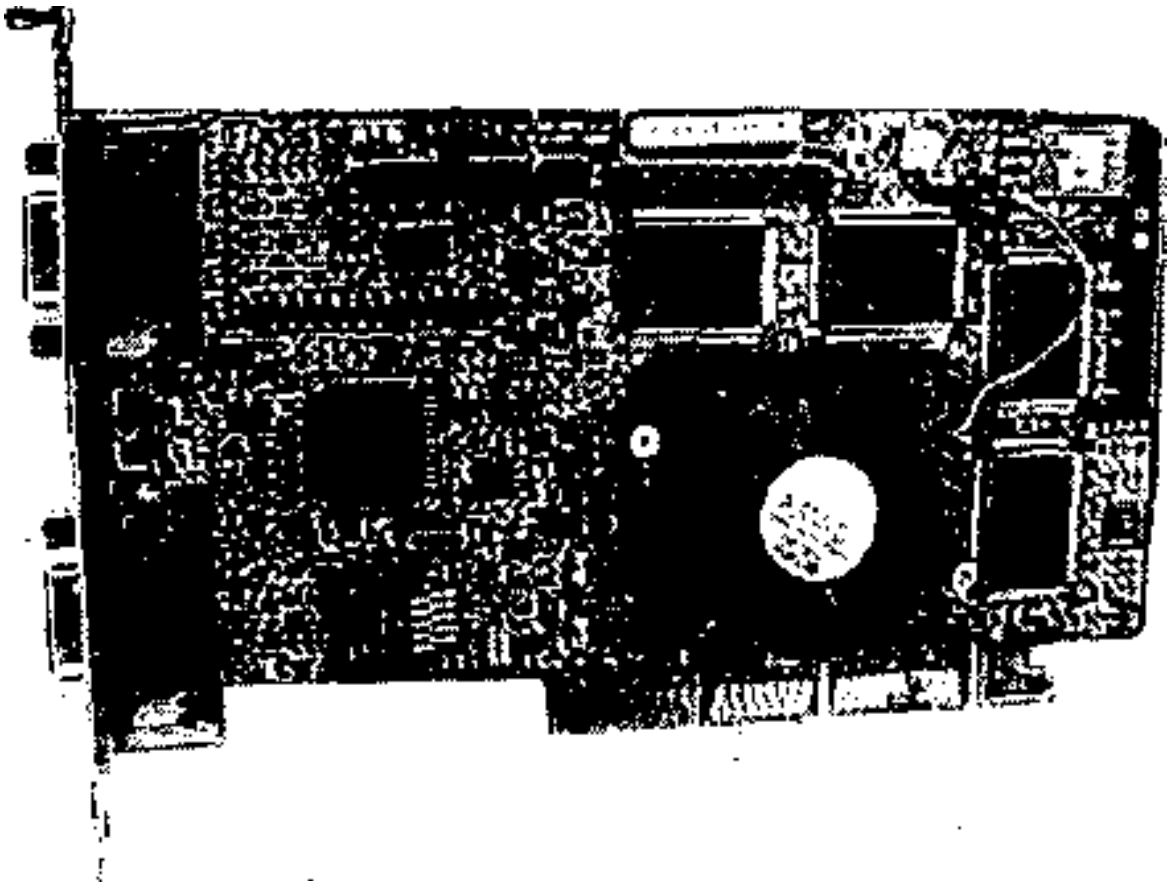


Рис. 3.10. Видеоадаптер Matrox Millennium MGA G400 с функцией Dual Head

Рис. 3.11. Подключение к видеоадаптеру Matrox Millennium MGA G400 двух мониторов

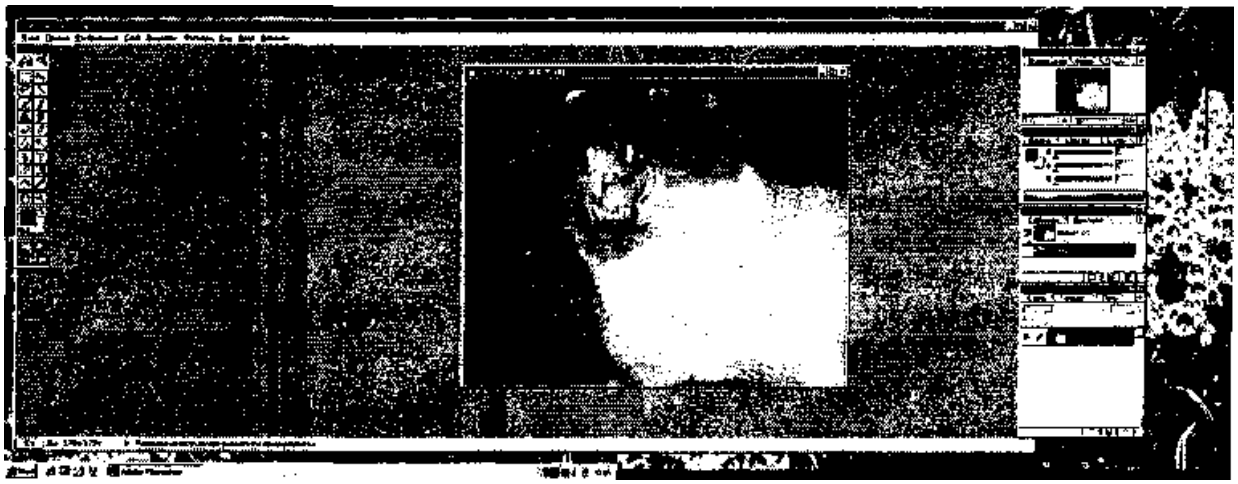


Рис. 3.12. Изображение, распахнутое на два экрана

Такая возможность обеспечивается наличием двух независимых контроллеров ЭЛТ. Напомним, что контроллер ЭЛТ является одним из главных элементов видеоадаптера (2D-ядра) и управляет процессами формирования синхросигналов и сканирования видеопамяти. Наличие двух независимых контроллеров ЭЛТ позволяет устанавливать разные разрешение, частоту кадров и глубину представления цвета для каждого монитора.

Традиционным недостатком 3D-акселераторов производства фирмы Matrox является низкая производительность в приложениях, ориентированных на OpenGL.

ATI Rage Fury MAXX

Дополнительным средством в конкурентной борьбе компании ATI против nVidia, S3 и 3Dfx является применение новой технологии MAXX, позволяющей использовать на одной плате видеоадаптера несколько Chipset, параллельно работающих в 3D (при работе в обычной двумерной графике этой необходимости нет). Такое решение можно считать ответом на технологию SLI, которая давно и успешно используется в изделиях компании 3Dfx.

В результате был выпущен видеоадаптер ATI Rage Fury MAXX (рис. 15.54), у которого на одной плате размещено два Chipset ATI Rage 128 Pro, каждый из них имеет 32 Мбайт локальной памяти (общий объем видеопамяти типа SDRAM составляет 64 Мбайт).

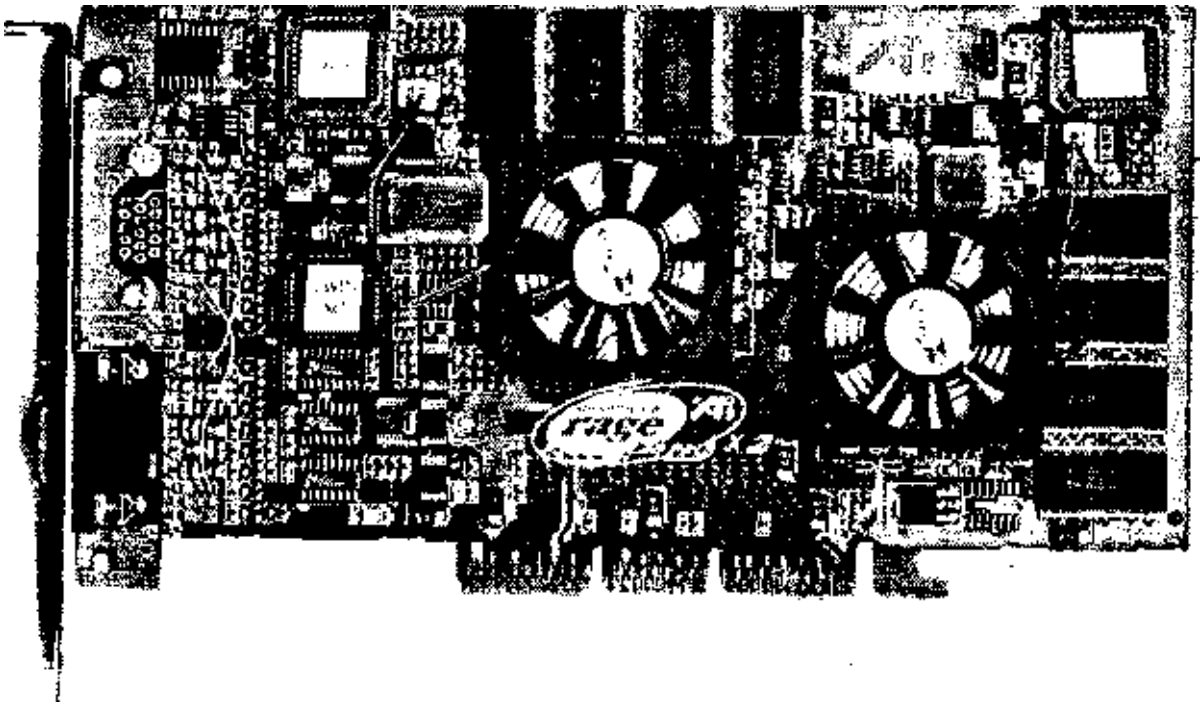


Рис. 15.54. Видеоадаптер ATI Rage Fury MAXX

Для обычной работы (в 2D) задействуется только один Chipset. Наличие второго Chipset обеспечивает потенциальную работу с двумя мониторами (на плате даже имеется место для второго разъема). При работе с 3D-приложениями производительность ATI

Rage Fury MAXX близка по производительности nVidia GeForce 256.

ATI Radeon 256

Следующим продуктом ATI является 3D-акселератор — Radeon 256 (рис. 15.55).

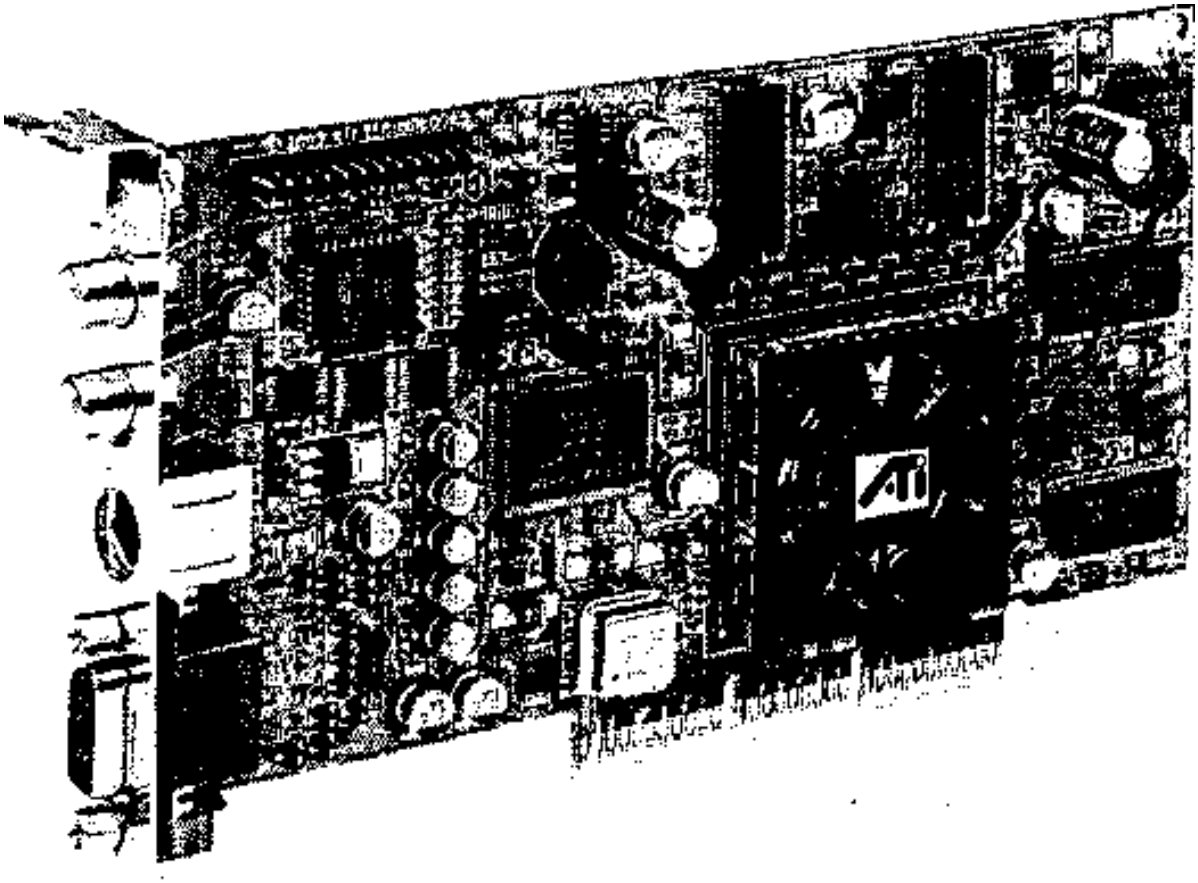


Рис. 15.55. Видеоадаптер ATI Radeon 256

Особенности архитектуры и основные характеристики ATI Radeon 256 как одного из ускорителей фотореалистичной графики были рассмотрены выше. Здесь отметим лишь следующие особенности:

- 256-разрядное графическое ядро состоит из двух параллельно работающих 128-разрядных блоков;

- помимо традиционной для современных видеоадаптеров памяти типа SDRAM/SGRAM, ATI Radeon 256 поддерживает

память типа DDR SDRAM (на рис. 15.55 изображен видеоадаптер, оснащенный видеопамятью типа DDR SDRAM объемом 32 Мбайт и рассчитанный на работу с тактовой частотой 183 МГц);

- кроме графического процессора (2D- и 3D-ядра), на плате видеоадаптера имеется микросхема Rage Theater, позволяющая выполнять ввод/вывод видеосигнала и его аппаратное сжатие (на рис. 15.55 виден также разъем S-Video);

- Chipset ATI Radeon 256 позволяет использовать технологию MAXX, поэтому возможно появление видеоадаптеров, содержащих несколько Chipset.

Radeon 9000

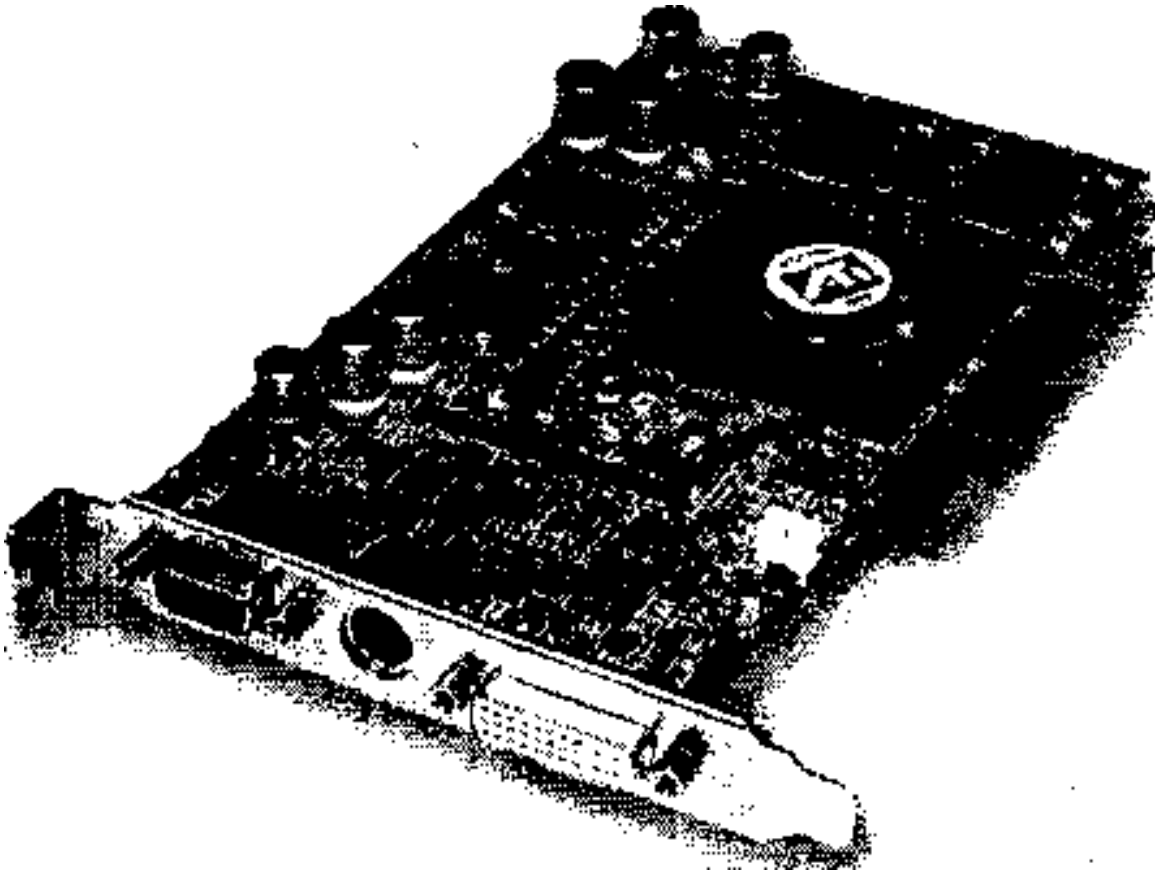


Рис. 15.59. Видеодаптер Radeon 9000

Radeon 9000, подобно Radeon 7500 и 9500, является

высокоинтегрированным Chipset с двумя RAMDAC, работающими на частоте 400 МГц, дополнен полной схемой для обеспечения функции TV-Out (за счет дополнительного чипа, впервые установленного на картах Radeon 8500, Rage Theater). На этих картах установлены стандартный разъем VGA и дополнительный DVI-I для подключения как ЭЛТ-, так и плоскопанельного монитора.

S3, Inc.

Фирма S3, Inc. зарекомендовала себя как изготовитель недорогих, но имеющих достаточна высокое быстродействие Chipset для видеоадаптеров, благодаря чему ее продукция еще недавно составляла значительную долю рынка недорогих 2D-устройств. Первые попытки S3 завоевать рынок 3D были неудачными. Выпущенный в конце 1995 г. видеоадаптер на основе Chipset S3 Virge GX/DX обладал хорошей производительностью в 2D-приложениях, но не обеспечивал существенного ускорения операций с трехмерной графикой, даже несмотря на попытки S3 анонсировать данное изделие как 2D/3D-акселератор. Это стало особенно очевидно после появления акселератора Voodoo Graphics.

Следующая попытка — выпуск Chipset S3 Tпо3D, который имел еще меньший успех, поскольку аппаратное ускорение основных 3D-функций в нем также отсутствовало.

Изучив свои ошибки и взяв на вооружение последние достижения в области ускорения функций трехмерной графики, фирма S3 создала Chipset Savage 3D. Как и любое другое первое изделие в области 3D, Chipset получился довольно "сырым": его производительность явно не дотягивала до уровня Riva TNT, зато по сбоям и неустойчивости работы он был в первых рядах.

Однако в очередной версии Chipset — Savage 4 — уже были исправлены многие недостатки Savage 3D. Новый Chipset благодаря высокой производительности (на уровне Riva TNT), устойчивой работе и сравнительно невысокой цене получил довольно широкое распространение, хотя к изделиям уровня High-End его отнести все же нельзя.

Следующая разработка фирмы — Savage 2000 — вполне может быть охарактеризована как высококлассный 3D-акселератор нового поколения, содержащий геометрический процессор.

Программа выполнения работы.

1. Подготовить протокол работы, содержащий название работы, цель работы.

2. Получить задание преподавателя и согласно этому заданию нарисовать структурные схемы видеоадаптеров VGA и ATI Radeon 256.

3. Пользуясь полученными результатами работы, составить список наиболее распространенных микросхем (chipset) для акселераторов, т.к. именно они определяют возможности видеоадаптеров.

4. На представленных преподавателем платах видеоадаптеров определить основные элементы и их назначение.

Приборы и оборудование.

1. Персональный компьютер.
2. Набор плат видеоадаптеров.

Порядок выполнения работы.

1. Ознакомиться с рекомендованной литературой.
2. Заполнить протокол лабораторной работы.
3. Пользуясь полученными результатами работы, изучить устройство плат видеоадаптеров.
4. Защитить выполненную лабораторную работу.

Контрольные вопросы.

1. Назначение видеоадаптеров.
2. Что такое XGA-2?
3. Принципиальные отличия видеоадаптеров VGA и ATI Radeon 256.
4. Можно ли одно изображение разделить на две части и вывести их на два разных монитора?
5. Какие внешние устройства можно подключить к видеоадаптеру на основе Chipset GeForce2 GTS (NV15)?
6. Назначение функции «Dual Head».

7. Основные характеристики видеоадаптеров VGA и ATI Radeon 256.
8. Основные характеристики 3D-акселераторов.

Лабораторная работа № 4

НАКОПИТЕЛИ НА ГИБКИЕ МАГНИТНЫЕ ДИСКИ

Цель работы: Познакомиться с устройством и принципами работы накопителей на гибкие магнитные диски.

Краткие теоретические сведения.

Теоретические сведения приведены в файле №11 «Скотт Мюллер» на рабочем столе ПК (см. «НГМД стр.519») и ниже по тексту.

Накопители на гибких дисках

Дисководы *(Floppy Disk Drive, FDD)* являются старейшими периферийными устройствами PC (рис. 10.1). В качестве носителя информации в них применяются дискеты *(Floppy)* диаметрами 3,5" и 5,25". Дисководы для дискет 3,5" функционируют по тем же принципам, что и их старшие и большие по размерам "братья" — 5,25" FDD.

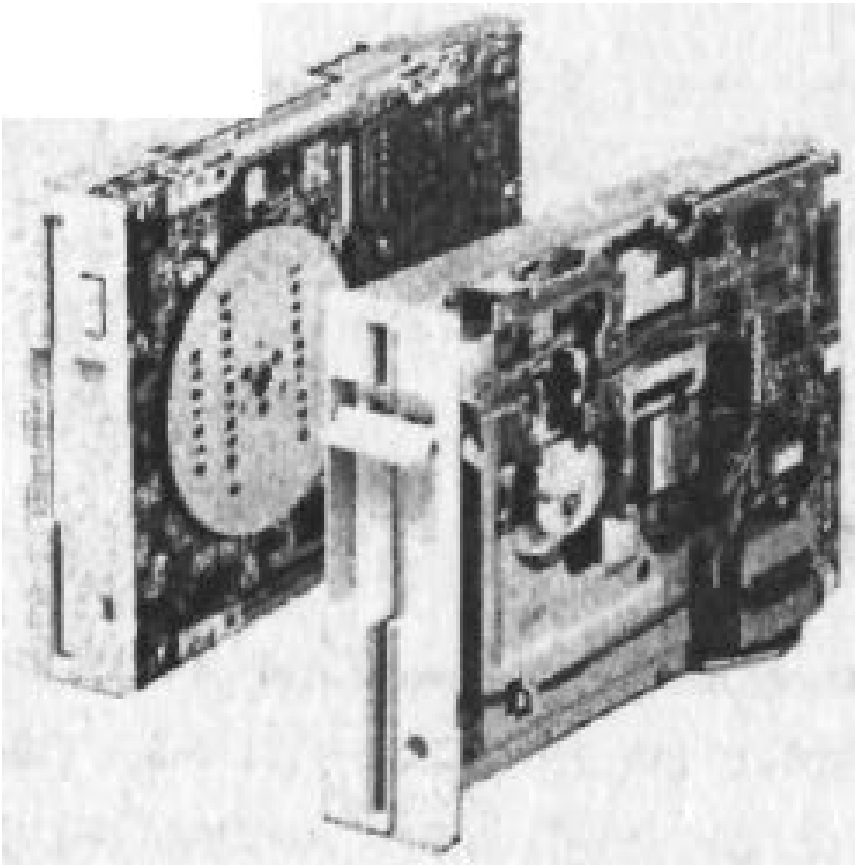


Рис. 10.1. Конструкция дисководов

Информация на дискете запоминается путем изменения намагниченности ее магнитного покрытия. Изменение поля ориентирует магнитные частицы дискеты в направлении север-юг или юг-север. Так представляются логические состояния "1" или "0".

Принцип действия

Конструктивно FDD состоит из большого числа механических элементов и малого числа электронных, поэтому для надежной работы дисковода в значительной степени необходима устойчивая работа механики привода. В дисководе имеются четыре основных элемента:

- Шпиндельный двигатель
- Шаговые двигатели
- Магнитные головки
- Управляющая электроника

Шпиндельный двигатель

Двигатель включается только тогда, когда в дисковод вставлена дискета и задвижка дисковода защелкнута (для 5,25" FDD), Двигатель обеспечивает постоянную скорость вращения дискеты: для 3,5" FDD — 300 об./мин, для 5,25" FDD — 360 об./мин. Для запуска двигателю необходимо в среднем 400 мс.

Магнитные головки

Дисковод оснащается двумя комбинированными магнитными головками (для чтения и записи каждая), которые располагаются над рабочей поверхностью дискеты. Магнитные головки накопителей на гибких дисках при записи или считывании контактируют с поверхностью носителя информации. Так как обычно дискеты являются двусторонними, т. е. имеют две рабочие поверхности, то одна головка предназначена для верхней, а другая для нижней поверхности дискеты.

Шаговый двигатель

Позиционирование магнитных головок выполняется при помощи двигателя. Он издает характерный звук ("крякает") уже при включении PC. Этот шаговый двигатель перемещает головки для проверки работоспособности привода при их позиционировании.

Управляющая электроника

Электронные схемы дисковода чаще всего размещаются с его

нижней стороны. Они выполняют функции передачи сигналов к контроллеру, т. е. отвечают за преобразование информации, которую считывают или записывают головки. Чтобы не нарушалась постоянная скорость вращения привода, он всегда должен работать только в горизонтальном или вертикальном положении.

В табл. 10.1 приведены наиболее важные сведения о дисководах.

Таблица 10.1. *Технические характеристики дисководов*

Параметры	Тип дисковода [1]			
	3,5" DD	3,5" HD	5,25" DD	5,25" HD
Ширина, мм	101,6	101,6	146	146
Высота[2], мм	25,4	25,4	41	41
Длина, мм	150	150	203	203
Неформатированная емкость,Мбайт	1	2	1	2
Форматированная емкость, Кбайт	720	720/1440	360/1200	360
Скорость вращения [3], об /мин	300	300	300	360
Плотность дорожек [4], шт./дюйм	135	135	48	96
Количество дорожек на рабочей поверхности	80	80	40	80
Скорость обмена данными, Кбайт/с	250	500	250	500
Время позиционирования головки, мс	94	94	67	91
Время позиционирования головки между соседними дорожками[5], мс	6	3	4	3
Время доступа, мс	175	100	250	200
Время безотказной наработки, ч	10000	12000	12000	12000

[1] HD и DD обозначают соответственно High Density и Double Density (высокая плотность и двойная плотность; более подробно об этом рассказано в последующих разделах данной главы).

[2] Рабочая высота дисководов 3,5" для PC типа laptop и notebook составляет 19,5 мм.

[3] Скорость вращения: rpm = rotations per minute (количество оборотов в минуту).

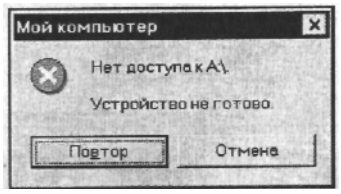
[4] Плотность дорожек: tpi = tracks per inch (количество дорожек на дюйм).

[5] Время позиционирования между дорожками для всех моделей FDD фирмы NEC составляет 3 мс.

Самым настоящим врагом для дисководов является пыль. В отличие от винчестеров, у которых рабочая поверхность диска герметично закрыта, у FDD имеется, по крайней мере, одно отверстие, через которое внутрь может проникать пыль. Это щель, куда вставляются дискеты. Толстый слой пыли мешает точному позиционированию рабочих головок (они не защищены), что может привести к классическому сообщению об ошибке:

Not ready reading drive A: или

Abort, Retry, Fail?



Подобные сообщения могут появиться и при повреждении самой дискеты. Мы рекомендуем в зимнее время не носить дискеты в сумках и портфелях, магнитный носитель повреждается при воздействии низких температур. Зимой лучше носить дискеты "на себе".

Подключение кабелей

На всех дисководах есть два разъема для подключения к PC (рис. 10.2, 10.3). Первый из них (информационный) предназначен для подключения 34-жильным плоским кабелем к контроллеру. Другой разъем (питающий) предназначен для подключения кабеля питания дисковода. Вы не сможете неправильно подключить питание ни к 3,5", ни к 5,25" FDD, т. к. оба штекера имеют соответствующие направляющие. В табл. 10.2 приведено назначение контактов кабеля питания.

Таблица 10.2. Назначение контактов кабеля питания дисковода

Контакт	Напряжение	Цвет провода
1	+5 В	Красный
2	Корпус	Черный
3	Корпус	Черный
4	+12 В	Желтый

При подключении информационного кабеля возможны ошибки.

Различны не только разъемы, как видно на рис. 10.2 и 10.3, но и сам кабель может быть подключен разными способами, но только один из них является правильным.

Внимание!

Корректное подключение дисководов важно не только для обеспечения их функционирования, но также для определения приоритета.

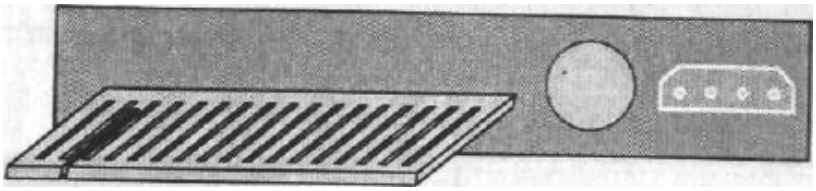


Рис. 10.2. Питающий и информационный разъемы 5,25" FDD

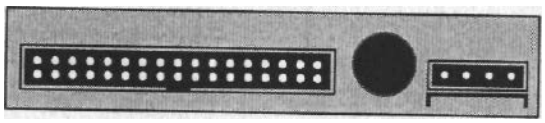


Рис. 10.3. Питающий и информационный разъемы 3,5" FDD

На рис. 10.4 изображен универсальный кабель для подключения двух дисководов при конфигурации, когда дисководом A: является FDD1 (3,5" FDD или 5,25" FDD), а дисководом B: - FDD2 (3,5" FDD или 5,25" FDD).

Информация о правильном подключении для других возможных конфигураций дисководов приведена в *главе 32*. Однако уже сейчас обратите внимание на два основных правила при подключении кабелей.

- Дисковод A: связывается с тем разъемом, который находится в конце кабеля (FDD1).

- Если ключ на разъеме отсутствует, найдите контакт 1 на разъеме дисковода и подсоедините кабель таким образом, чтобы к этому контакту подключался провод, маркированный цветной окраской (это провод номер 1).

На плате FDD, как правило, находятся несколько джамперов, переключением которых задается приоритет дисководов. Приоритет обозначается символами DSO, DS1, DS2, DS3 *(Driver Select),* Наличие четырех возможных вариантов приоритетов объясняется тем, что контроллер может управлять максимум четырьмя дисководами, хотя в

настоящее время в PC используется только один (чего вполне достаточно).

Рис. 10.4. Подключение двух FDD

При первоначальном подключении дисководов не изменяйте состояние этих джамперов. Приоритет задается коммутацией 34-жильного информационного кабеля. И только в случае отсутствия такого кабеля или при подключении дисковода экзотического типа следует экспериментировать с джамперами Driver Select.

Нестандартные дисководы

Комбинированные дисководы

Существуют так называемые комбинированные дисководы, объединяющие в одном корпусе FDD 5,25" и 3,5" и идентичные по своим размерам обычному дисководу 5,25" (рис. 10.5). Такое решение в первую очередь предлагается для корпусов PC типа Slimline (под прорезь 5,25"), тем более, что это дешевле, чем приобретать два отдельных дисковода. Недостатком является лишь то, что для большинства подобных дисководов приоритет не может быть установлен произвольным образом — обычно жестко конфигурируются FDD 5,25" как A: и FDD 3,5" как B:.

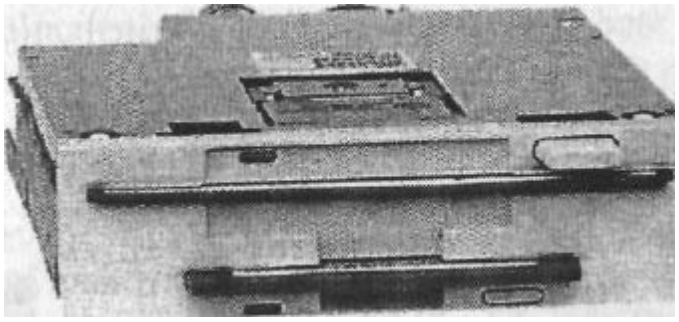


Рис. 10.5. Два привода в одном корпусе: комбинированный дисковод

Привод для дискет емкостью 2,88 Мбайт

В процессе совершенствования запоминающих устройств и носителей информации большой емкости был разработан новый стандарт для дискет размером 3,5" емкостью 2,88 Мбайт. В настоящее время этот новый стандарт еще не получил широкого распространения. Дискеты емкостью 2,88 Мбайт называют ED-дискетами *(Extra High Density).* Имейте в виду, что:

- обычные HD-дисководы не могут работать с ED-дискетами при требуемой для них точности позиционирования головок;
- элемент BIOS PC должен поддерживать подобный дисковод. BIOS более старых версий этого сделать не может. В разделе **Standard CMOS Setup** вы можете посмотреть пункт **Floppy Drive** и проверить, в состоянии ли компьютер работать с этой дискетой.

Все вышесказанное существенно ограничивает широкое распространение таких дисков в PC. Дискеты в основном используются для обмена данными между PC. Информация, записанная на одном компьютере, должна читаться на другом.

Slimline-дисководы 3,5"

Эти дисководы имеют уменьшенную высоту (19,5 мм) по сравнению с обычными 3,5" FDD (25,4 мм). Подобные дисководы выглядят элегантно, однако для установки их в стандартный корпус необходимы соответствующие конструктивные элементы.

Поскольку высота этих дисководов мала, их удобно устанавливать в малогабаритные корпуса, прежде всего в notebook. Однако при их подключении могут возникнуть Проблемы. Зачастую стандартные питающие и информационные кабели не подходят для компактных FDD. В этом случае применяются специальные переходники. При подключении таких дисководов обязательно пользуйтесь техническим руководством по распайке кабеля и разъемов. Экспериментирование чаще всего приводит к плачевным результатам, т. к. подача напряжения

+5 В на другой контакт вызывает выход дисковода из строя.

Дискеты

В качестве носителя информации для приводов FDD служит дискета *(Floppy Disk,* сокращенно *Floppy).* На заре компьютерной эры применялись дискеты формата 8", затем в течение почти двух десятилетий стандартными стали дискеты размером 5,25"-а в настоящее время используются дискеты 3,5" (рис. 10.6).

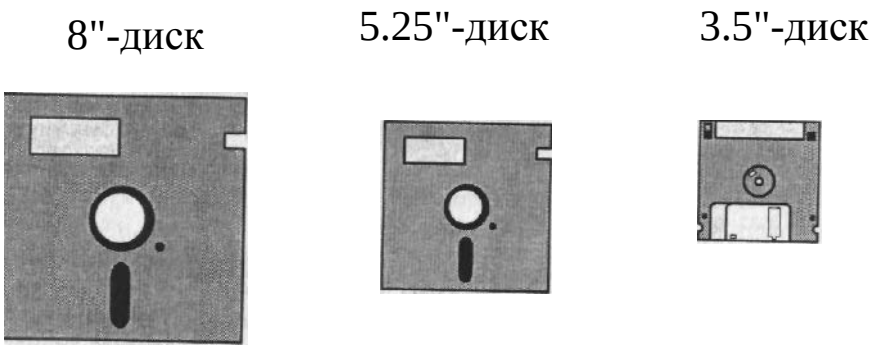


Рис. 10.6. Дискеты различных форматов

Конструкция дискет одинакова для всех форматов. Внутри футляра находится пластмассовый диск с нанесенным на него магнитным слоем. В процессе форматирования дискета разбивается на дорожки и секторы — подготавливается для записи на нее информации. На всех дискетах имеется вырез, предназначенный для защиты от случайной записи. После установки дискеты в дисковод для головок чтения/записи доступна лишь небольшая ее часть, ограниченная вырезом для чтения/записи (рис. 10.7). Размеры этого выреза варьируются в зависимости от размера дискеты. Поскольку пластмассовый диск постоянно вращается внутри футляра, то головки просматривают всю область дискеты. Головка привода при этом находится (в отличие от винчестера) в постоянном механическом контакте с поверхностью дискеты.

Независимо от типа дискеты срок хранения информации, записанной на нее, зависит от бережного отношения к дискете. Следует иметь в виду следующие правила обращения с дискетами:

- их нельзя переламывать, гнуть или подвергать механическим нагрузкам;
- нельзя касаться пальцами рабочей поверхности дискеты;

Рис. 10.7. Дискета 5,25"

- дискеты никогда нельзя подвергать воздействию магнитных полей. Магнитные поля приводят к нарушению намагниченной структуры на дискете. При этом неизбежна потеря хранимой информации. Длительное пребывание дискеты возле силовой сети или монитора PC также приводит к потере данных;
- хранить их следует в специальных упаковках;
- дискеты необходимо использовать только при температурах от +10° до +53 °С;
- из дисковода дискеты можно извлекать только после того, как погаснет индикатор его работы на передней панели накопителя, чтобы не повредить рабочую поверхность дискеты или головку чтения/записи.

Дискеты 5,25"

Такая дискета имеет круглый пластмассовый диск диаметром 133 мм. Этот диск находится в футляре размером 134 х 144 мм, оболочка которого с внутренней стороны покрыта фетром с целью защиты магнитного слоя от пыли и механических воздействий: даже нажима шариковой ручки достаточно, чтобы повредить поверхность дискеты, поэтому подписывайте дискеты только карандашом или фломастером. В середине диска находится отверстие, края которого укреплены пластмассой, создавая таким образом своеобразное усилительное кольцо. Это отверстие необходимо для того, чтобы центрировать диск и надежно удерживать его в механизме привода. Кроме того, на диске находится овальный вырез для доступа магнитных головок чтения/записи. Через это отверстие магнитная головка касается поверхности дискеты. Если дотронуться до дискеты в этой незащищенной области, то на ней могут остаться отпечатки пальцев,

что неизбежно приведет к потере данных. Небольшое отверстие справа от усилительного кольца является индексным. Если его не видно, то просто повращайте диск вручную. В определенном положении индексное отверстие станет видно. Для привода оно служит признаком начала дорожек. Такие дискеты называются *softsectored.* Дискеты с жестко записанными секторами (для использования на PC под управлением DOS они не годятся) имеют большое число таких индексных отверстий, т. к. форматирование этих дискет выполняется аппаратно. Начало дорожек, т. е. положение индексного отверстия, определяется фотодатчиком.

Прямоугольный вырез на краю дискеты предназначен для защиты от записи. Если заклеить этот вырез небольшой наклейкой (в большинстве случаев подойдет полоска липкой ленты), то будет невозможно записывать данные на эту дискету. Аналогичный принцип применяется и в аудиокассетах. С помощью контактного датчика дисковод анализирует наличие такой защиты от записи и в соответствии с этим определяет, можно ли записывать информацию на дискету.

Внимание!

Защита от записи исключительно эффективна против вирусов, которые вы можете "подцепить" при записи информации на свою дискету на другом компьютере. Перед использованием дискет всегда проверяйте их на наличие вирусов.

Существовало два типа дискет 5,25". Они различались емкостью: дискеты DD или 2D *(Double Sided-Double Density)* вмещают максимум 360 Кбайт данных; на дискеты HD *(High Density)* можно записать вчетверо больше информации (1,2 Мбайт). В табл. 10.3 содержится краткий обзор характеристик дискет 5,25". Сложно было найти различия между обоими типами дискет по их внешнему виду, хотя их производители часто делали соответствующие надписи. Однако у дискет HD иногда отсутствовало усилительное кольцо. В настоящее время дискеты 5,25" и соответствующие им накопители не выпускаются и не используются.

Таблица 10.3. *Основные параметры дискет 5,25"*

Обозначение	Емкость	Количество дорожек	Количество секторов	Дисководы
SS/SD (Single Sided / Single Density)	180 Кбайт	40	9	SD, DD, HD FDD
DS/DD (Double Sided / Double Density)	360 Кбайт	40	9	DD, HD, FDD
DS/HD (Double Sided / High Density)	1,2 Мбайт	80	15	HD, FDD

Дискеты 3,5"

Дискеты размером 5,25" имели существенный недостаток — небольшую емкость и большие размеры; кроме того, их можно было легко повредить, что приводило к потере информации.

Поэтому появились дискеты размером 3,5", которые имеют более прочный корпус.

Конструкция трехдюймовой дискеты имеет несколько преимуществ по сравнению с пятидюймовой. Трехдюймовая дискета помещена в жесткий конверт (рис. 10.8), который хорошо защищает магнитный диск.

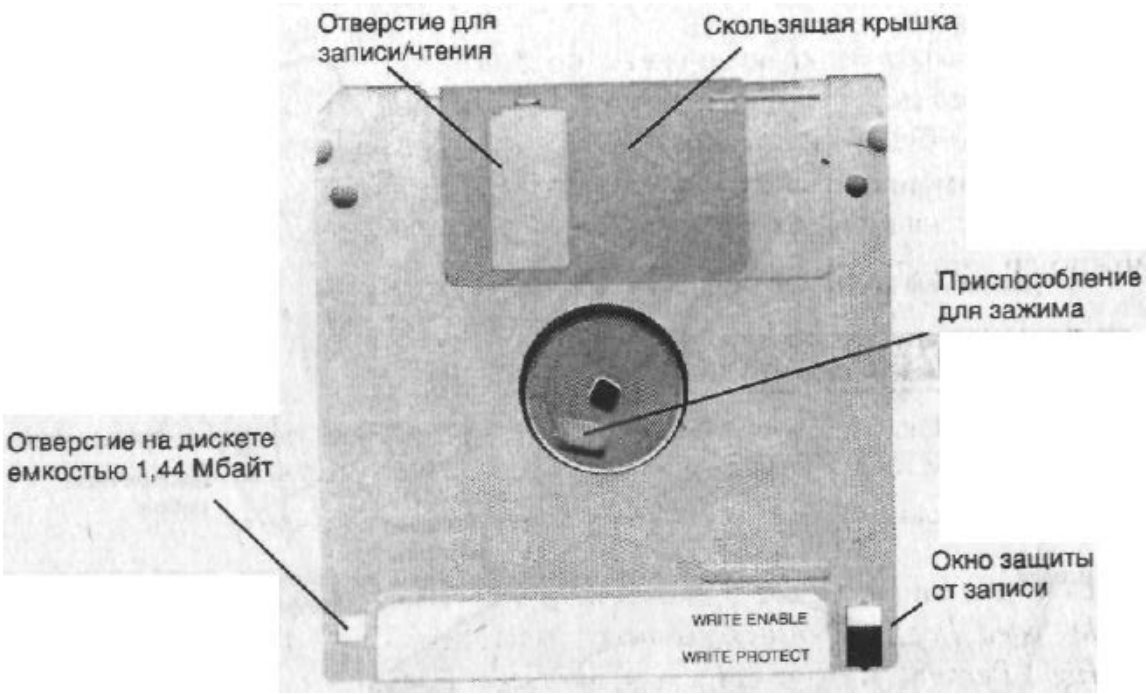


Рис. 10.8. Дискета 3,5"

В отличие от пятидюймовой дискеты, в конверте которой имеется большой открытый вырез для доступа головок чтения/записи, у

трехдюймовой дискеты он закрыт металлической или пластиковой шторкой для того, чтобы пыль не попадала на рабочую поверхность диска. Эта шторка открывается автоматически только в том случае, если дискета вставлена в дисковод. Один угол дискеты срезан таким образом, что диск начинает вращаться только тогда, когда он правильно вставлен в дисковод. Это служит зашитой от некорректной установки. Трехдюймовая дискета снабжена отверстием со скользящей пластиковой задвижкой, служащей для зашиты дискеты от записи. Если задвижка закрывает отверстие, то возможны чтение, запись и форматирование дискеты; если не закрывает — дискета защищена от записи. Устройство дискеты 3,5" показано на рис. 10.9.

Хотя площадь рабочей поверхности трехдюймовой дискеты в два раза меньше, чем пятидюймовой, на ней можно хранить больше информации — 1,44 Мбайт или 2,88 Мбайт. Это является результатом использования улучшенного магнитного покрытия и улучшения конструкции. Повышение износостойкости центрального кольца магнитного диска достигается за счет использования металлического кольца. Почти во всех современных компьютерах применяются накопители на дискетах 3,5" емкостью 1,44 Мбайт. Емкость новейших дисков достигает 2,88 Мбайт. Однако в старых PC иногда применяются диски емкостью 720 Кбайт (стандарт DD — двойной плотности). Диски, используемые в PS/2, позволяют повысить плотность записи на каждой дорожке в два раза (18 секторов на дорожку), благодаря чему объем хранимой информации увеличивается до 1,44 Мбайт. Дискеты стандарта QD *(Quadra Density* — учетверенная плотность) не нашли широкого применения. На диске высокой плотности имеется прямоугольное отверстие, расположенное напротив окна зашиты записи (см. рис. 10.8). Его наличие свидетельствует о том, что этот диск имеет высокую плотность.

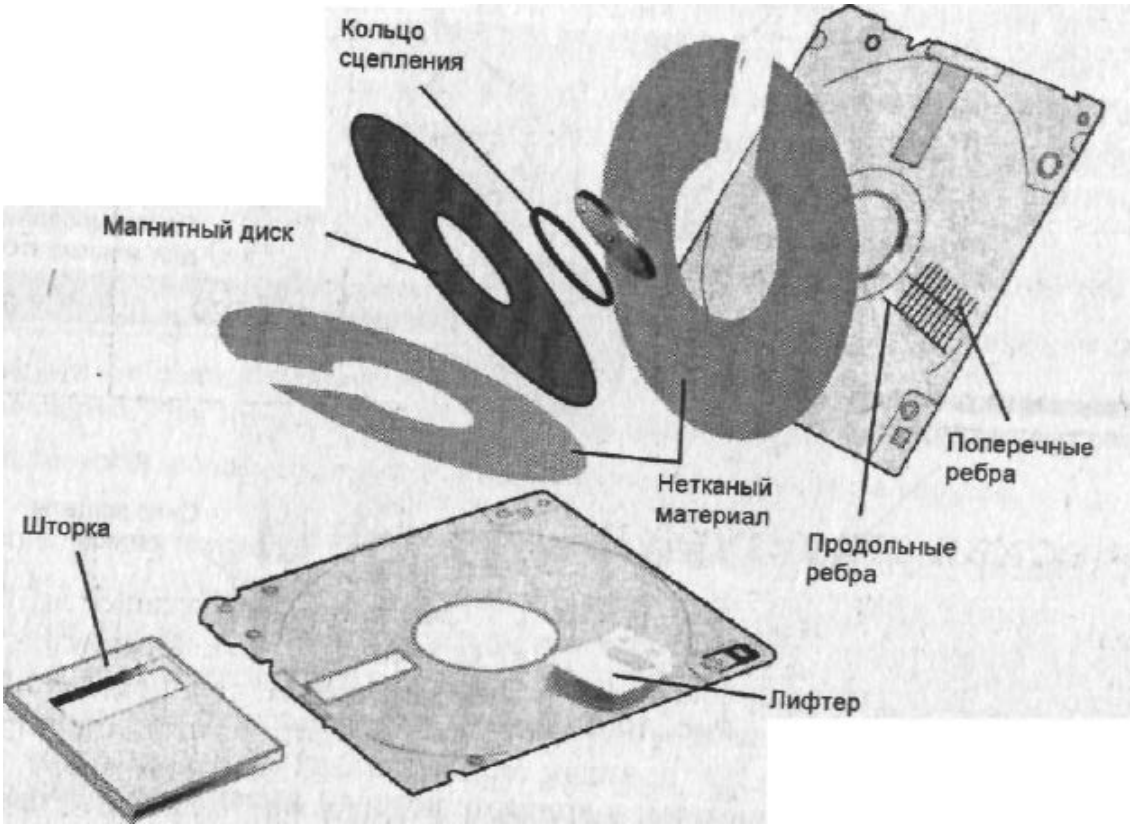


Рис. 10.9. Устройство дискеты 3,5"

Кроме того, существуют трехдюймовые дискеты со сверхвысокой плотностью записи (стандарт ED), обеспечивающие хранение информации объемом до 2,88 Мбайт (36 секторов на дорожку). Основу их магнитного слоя составляет феррит бария, а само покрытие толще, чем у дисков других стандартов. Это позволяет использовать метод вертикальной записи, при котором магнитные домены оказываются ориентированными в вертикальной, а не в горизонтальной плоскости. Они располагаются более компактно, вследствие чего достигается высокая плотность записи подобных носителей. Сравнительные характеристики дискет наиболее употребляемых стандартов (а также некоторых устаревших) приведены в табл. 10.4

Таблица 10.4. *Параметры гибких магнитных дисков*

Параметр	Емкость, Кбайт		
	2880 ED	1440HD	720 DD
Количество рабочих сторон	2	2	2
Количество дорожек на каждой стороне	80	80	80
Количество секторов на дорожке	36	18	9
Размер сектора, байт	512	512	512

Количество секторов в кластере	2	1	2
Общее количество секторов на дискете	5760	2880	1440
Ширина дорожки, мм	0,115	0,115	0,115
Основа магнитного слоя	FeBa	FeCo	FeCo
Коэрцитивная сила, Э	750	720	600
Толщина магнитного слоя, мкм	2,5	1	1.75

Логическая структура дискет

Дисководы служат для считывания и записи информации, содержащейся на дискетах. Они механически и электрически управляют соответствующими конструктивными элементами. Для записи и чтения информации необходимо разбиение дискеты на определенные участки, т. е. нужно создать логическую структуру. Это выполняется путем форматирования с помощью специальной программы, которую можно запустить на выполнение соответствующей командой, например, для DOS — командой FORMAT.

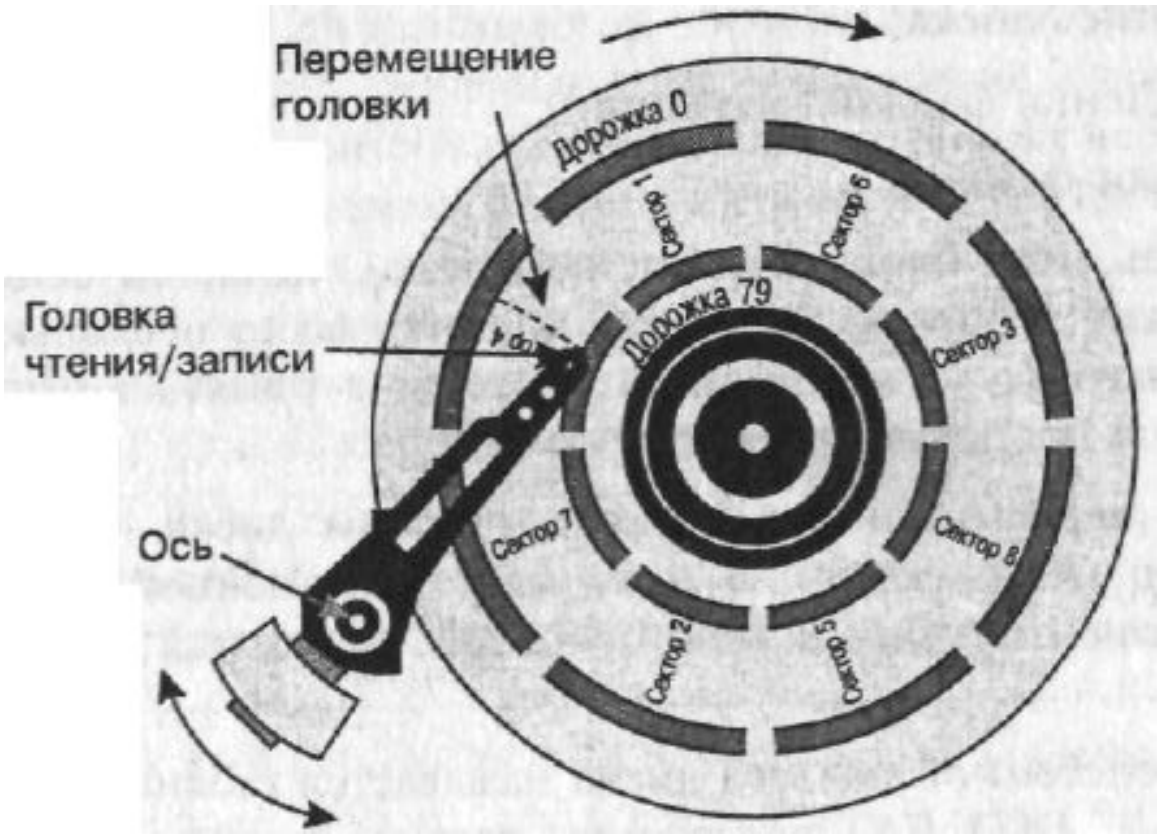


Рис. 10.10. Логическое разбиение дискеты на дорожки и секторы

Количество байт, которое может быть записано в сектор, произвольно: для DOS — это 512 байт, другие операционные системы устанавливают свои размеры секторов. Емкость дискеты вычисляется при помощи формулы, которая, впрочем, легко может быть преобразована и для винчестеров:

Число сторон x Число дорожек на стороне x Число секторов на дорожке x Число байт в секторе = Емкость всей дискеты

Для дискеты 3,5" HD формула примет вид:

2 x 80 x 18 x 512 = 1 474 560 байт

Однако не весь объем дисковой памяти доступен пользователю. Операционная система для манипулирования данными резервирует определенные области дисков.

При логическом разбиении дисков операционная система разделяет их на две части (рис. 10.11).

- Системная область

- Область данных

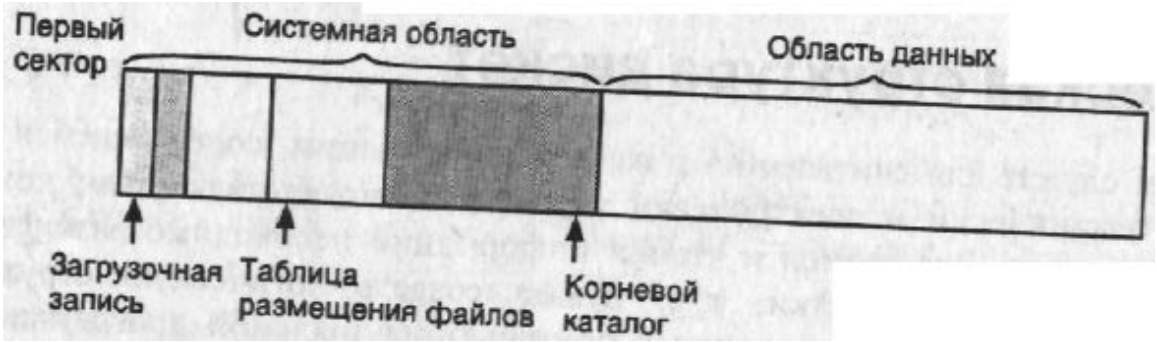


Рис. 10.11. Структура диска

Системная область

В системной области располагаются:

-загрузочная запись диска;

- таблица размещения файлов (две копии);

- корневой каталог файлов.

Загрузочная запись, или блок начальной загрузки, является самой первой частью диска. Она содержит короткую программу (длиной всего несколько сот байт), которая инициирует загрузку операционной

системы в память компьютера. Загрузкой *(Booting)* называется процедура запуска компьютера.

Нулевая дорожка первого сектора нулевой стороны диска — это так называемый *загрузочный сектор (Boot-сектор).* В этом месте загрузочной (системной) дискеты, содержащей компоненты операционной системы, находится программа для загрузки системы.

Следующая часть системной области диска называется таблицей размещения файлов *(File Allocation Table, FAT).* FAT помещается дважды (с копией) и требует также определенное количество секторов. Эта таблица необходима для того, чтобы система могла узнать, какая информация располагается на дискете и в каких областях она находится. Таким образом, FAT содержит как бы опись дискеты. В FAT отражается каждое изменение данных, хранящихся на дискете. Для управления областью данных диска операционная система разделяет ее на кластеры. Размер кластера зависит от типа диска. Кластеру может соответствовать сектор или несколько секторов. В табл. 10.5 приведены размеры кластеров DOS гибких дисков (размер одного сектора составляет 512 байт или 0,5 Кбайт).

Таблица 10.5. *Размеры кластеров DOS гибких дисков*

Тип гибкого диска	Емкость диска, Мбайт	Размер кластера, байт
3,5"	2,88	1024
3,5"	1,44	512
3,5"	0,72	1024
5,25"	1,20	512
5,25"	0,36	1024

В зависимости от емкости диска длина элементов FAT составляет 12 или 16 бит. Чем длиннее элемент FAT, тем за большим числом кластеров может следить операционная система и, следовательно, работать с дисками большей емкости. В случае гибких дисков длина элементов FAT равна 12 битам, а для жестких дисков — 16. Таблица размещения файлов, т. е". FAT, предоставляет операционной системе возможность учета распределения дискового пространства, поэтому FAT является наиболее критичной частью диска и требует максимальной защиты. Вот почему на каждом диске записываются две отдельные копии FAT, причем используется только первая копия

(вторая копия применяется для восстановления поврежденных дисков). Последней частью системной области диска является корневой каталог, или встроенное оглавление содержащихся на диске файлов. На дисках можно организовывать и подкаталоги, но они образуют необязательную часть диска и создаются по мере необходимости. Для каждого файла имеется элемент каталога, который содержит имя файла из восьми символов, трехсимвольное расширение имени файла, размер файла, а также информацию о дате и времени последнего изменения файла. Кроме того, в элементе каталога записываются номер начального кластера файла и атрибуты файла, которые применяются для регистрации характеристик файла. Например, подкаталоги имеют особую отметку атрибута; системные файлы DOS имеют два специальных атрибута, называемых *системным* и *скрытым.* Атрибут *только для чтения* защищает файлы от изменения и удаления, а атрибут *архивный* показывает, какие файлы на диске уже имеют резервные копии, а какие — нет. Для каждого типа диска размер корневого каталога фиксирован. Каждый элемент каталога имеет длину 32 байта, в одном секторе размещаются 16 элементов. Например, на гибком диске формата 3,5" емкостью 1,44 Мбайт для корневого каталога выделено 14 секторов, в которых может быть записана информация о 224 файлах (16 x 14 = 224). На жестких дисках для корневого каталога обычно выделяются 32 сектора.

Область данных

Область данных предназначена для хранения файлов. Следует отметить, что в результате выполнения нескольких операций записи файлы данных могут быть размешены на диске в несмежных кластерах. Диск, на котором значительное число файлов размешено отдельными фрагментами по всей поверхности, называется *фрагментированным.* В этом случае возрастает среднее время доступа к данным. Поэтому в целях поддержания высокой производительности накопителя следует регулярно выполнять дефрагментацию диска с помощью соответствующих утилит.

Контроллеры FDD

В компьютерах XT использовались разные контроллеры для подключения накопителя на гибких дисках и винчестера. Затем, начиная с PC AT на базе процессора 80286, применялся комбинированный контроллер — *Comb-Controller,* который управлял как приводами FDD, так и винчестерами (рис. 10.12). Часто

комбинированный контроллер называют *мультикартой.* Кроме того, на плате контроллера размещались еще и разъемы параллельного и последовательного интерфейсов, а также "игрового" порта для подключения джойстика.

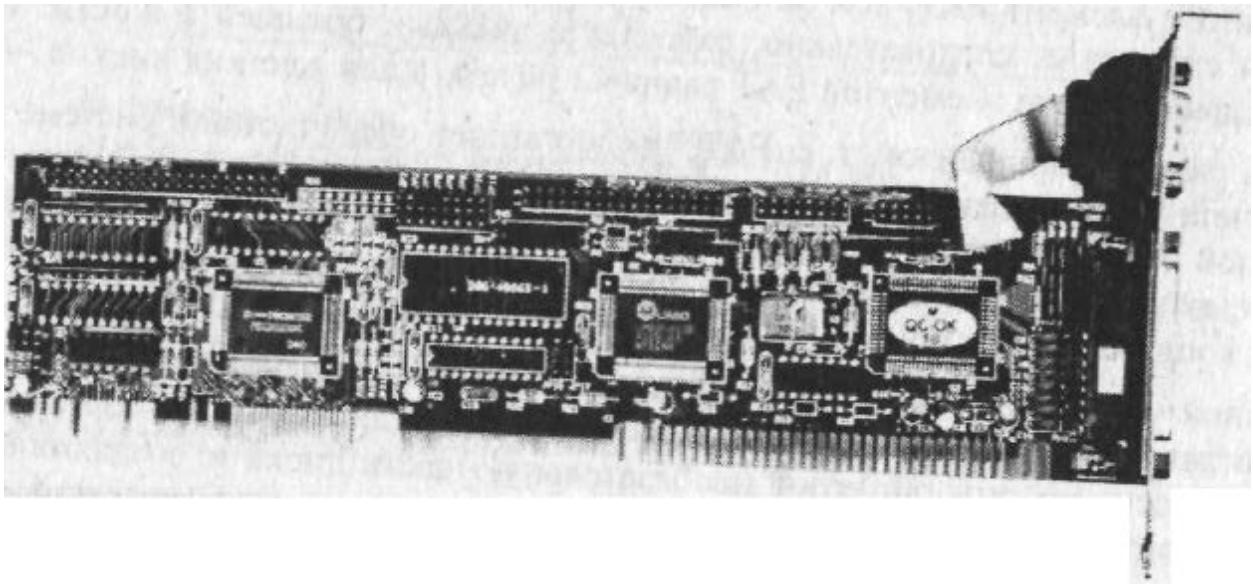


Рис. 10.12. Комбинированный контроллер для FDD, HDD, двух последовательных и одного параллельного интерфейсов

На современных материнских платах контроллер FDD уже установлен. Он интегрирован в одну из микросхем Chipset *(см. главу 8), а* на материнской плате имеется специальный разъем для подключения кабеля (рис. 10.13).

Дисководы 3,5" и 5,25" подключаются к контроллеру 34-жильным плоским кабелем. Этот кабель можно узнать не только по его 34 проводникам, но и по наличию шести перекрученных жил, расположенных между разъемами для подключения к дисководам (рис. 10.14). По этим жилам передаются сигналы выбора накопителя и включения двигателя привода.

Перекручивание жил кабеля необходимо для присвоения разных имен приводам FDD (A; или B:) в том случае, когда PC оборудован двумя такими устройствами.

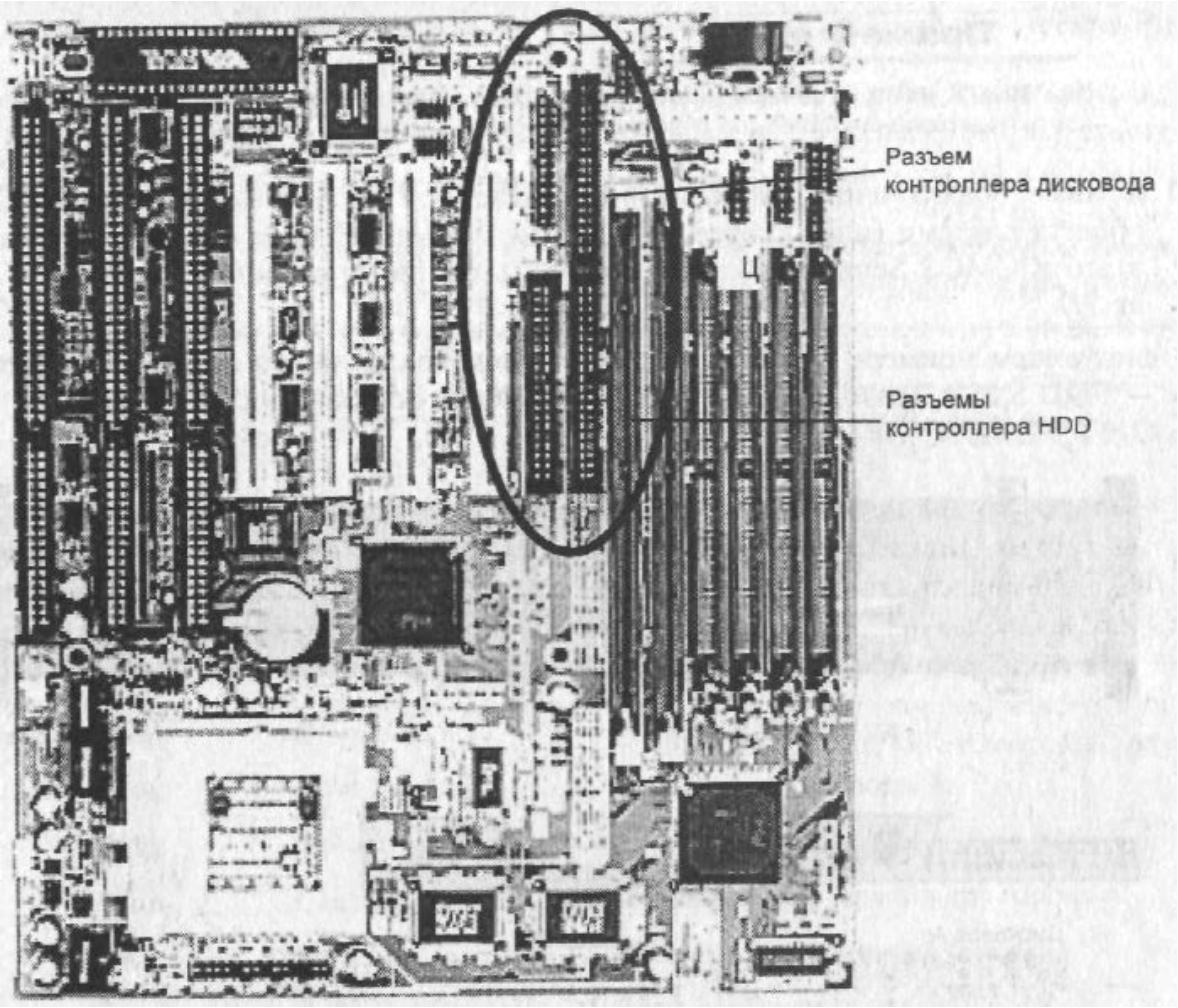
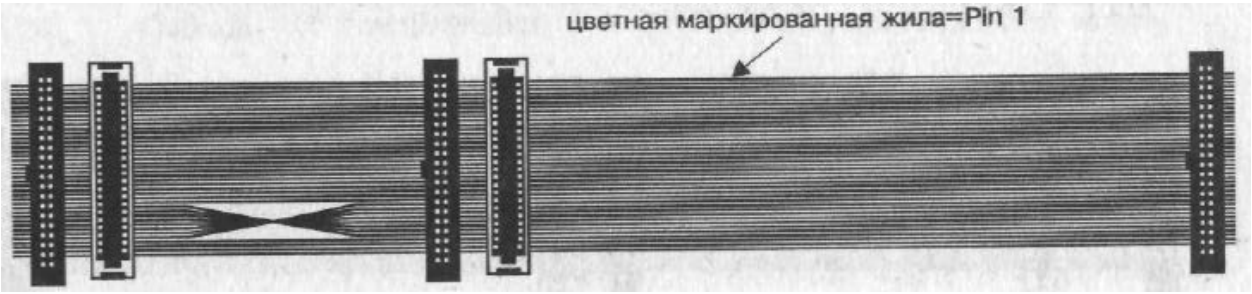


Рис. 10.13. Разъемы на материнской плате для подключения FDD и HDD



Подключение к FDD1 Подключение к FDD2 к контроллеру

Рис. 10.14. 34-жильный кабель для подключения дисководов

Если при подключении большинства винчестеров первый (соответственно, второй) винчестер определяется с помощью джамперов непосредственно на плате привода, то при подключении FDD необходимо учитывать, что:

- последовательность подключения разъемов кабеля к дисководам однозначно определяет, какой из них A:, а какой — B:;

Примечание:

Не переключайте на дисководе джамперы Drive Select, которые указывают последовательность подключения приводов (такие джамперы, как правило, обозначены OSO, DS1 и т. д.).

- помимо подключения дисководов определенной последовательности, нужно сообщить системе (или, скорее, BIOS) тип каждого FDD и его обозначение. Для этого в CMOS Setup требуется установить соответствующие параметры *(см. главу 31).*

В следующем примере будем считать, что дисковод A: — это FDD 3,5", а дисковод B: — FDD 5,25". Правильное подключение кабеля показано на рис. 10,15.

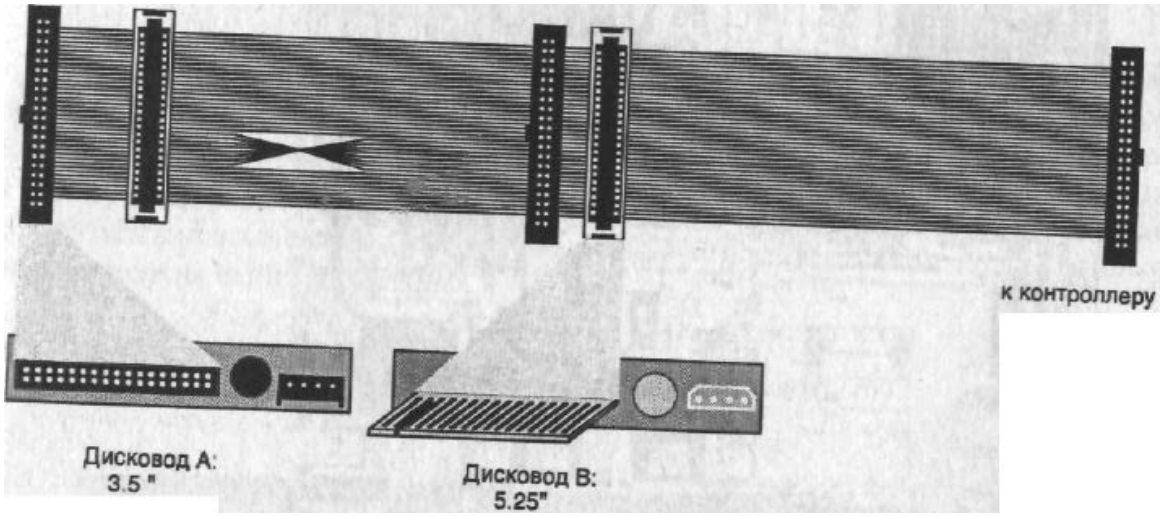


Рис. 10.15. Установка FDD 3,5" как дисковода A: и FDD 5,25" как дисковода B:

Если вы хотите сделать дисковод A: дисководом B:, подключите их так, как показано на рис. 10.16.

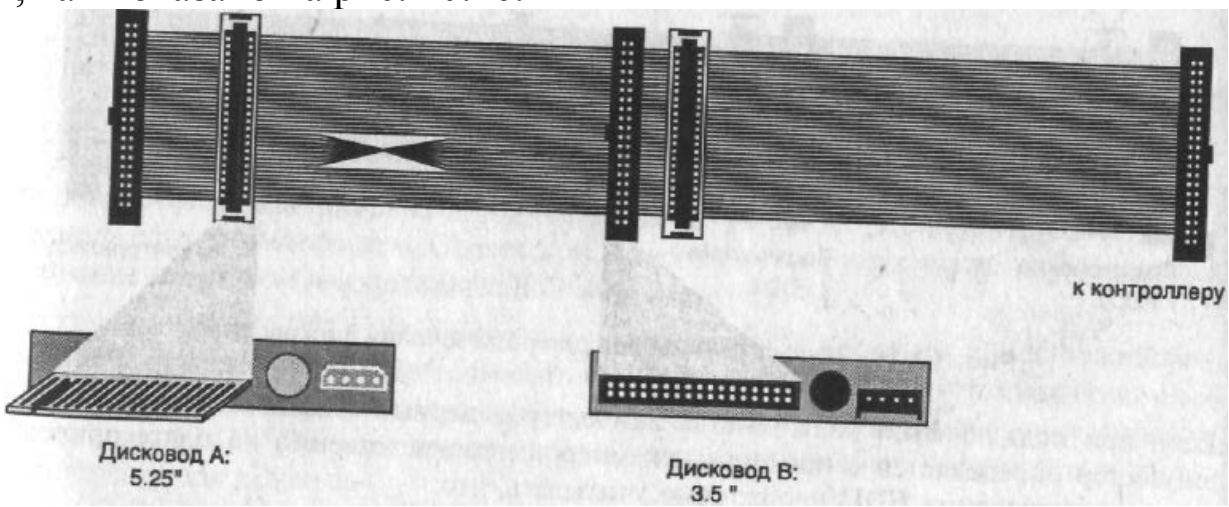


Рис. 10.16. Установка FDD 3,5. как дисковода B: и FDD 5,25" как

дисковода А:

Перекручивание шести жил кабеля является интересным техническим решением проблемы идентификации дисководов. Изучив табл. 10.6, можно понять, почему достаточно перекрутить с 10-ой по 16-ю жилы, чтобы идентифицировать дисковод (речь идет о четырех сигнальных линиях). Кроме того, если отсоединить линию 28, контроллер не будет проверять защиту дискеты от записи.

Таблица 10.6. *Назначение контактов 34-штырькового разъема контроллера дисководов*

Контакт	Категория	Сигнал	Назначение
2	Вход	High / normal density	Высокая/нормативная плотность (записи)
4	Вход	Unused	Спецификация изготовителя
6	Вход	Unused	Спецификация изготовителя
8	Выход	Index	Идентификация индексного отверстия
10	Вход	Motor Enable 0	Двигатель дисковода А: включен
12	Вход	Drive Select 1	Активизация привода В:
14	Вход	Drive Select 0	Активизация привода А:
16	Вход	Motor Enable 1	Двигатель дисковода В: включен
18	Вход	Direction Select	Указание направления для головки
20	Вход	Step	Импульс для движения головки
22	Вход	Write Data	Запись данных
24	Вход	Write Gate	Сигнал для перезаписи данных
26	Выход	Track 00	Головка стоит на нулевой дорожке
28	Выход	Write Protect	Наличие защиты диска от записи
30	Выход	Read Data	Чтение данных
32	Вход	Side Select	Доступ на первую или вторую сторону
34	Выход	Drive Status	Готовность привода

Первые контроллеры FDD располагались на отдельной карте и поддерживали до 4-х дисководов. Скорость передачи данных достигала 30—35 Кбайт/с. Современные контроллеры поддерживают только два FDD, зато скорость обмена данными увеличилась до 62 Кбайт/с для "стандартных" накопителей на дисках 3,5" и до 125 Кбайт/с для накопителей, поддерживающих дискеты ED емкостью 2,88 Мбайт.

Программа выполнения работы.

1. Подготовить протокол работы, содержащий название работы, цель работы.
2. Получить задание преподавателя и согласно этому заданию выписать важнейшие характеристики НГМД.
3. Пользуясь полученными результатами работы, изучить устройство НГМД, разметку дискет.
4. На представленных преподавателем накопителях определить основные элементы, их назначение.
5. Научиться правильно подключать накопители к системной плате.

Приборы и оборудование.

1. Персональный компьютер.
2. Устройства НГМД.
3. Системная плата.
4. Шлейф (34-жильный кабель для подключения дисководов).

Порядок выполнения работы.

1. Ознакомиться с рекомендованной литературой.
2. Заполнить протокол лабораторной работы.
3. Изучить устройство НГМД.
4. Защитить выполненную лабораторную работу.

Контрольные вопросы.

1. Назначение НГМД.
2. Отличия между DD, HD, ED дисками.
3. Логическая структура дискет.
4. Что такое «Boot-сектор», и где он находится?
5. Что находится в системной области?
6. Где хранится информация об именах и координатах начальных записей файлов, записанных на диске?
7. Где находится программа, которая инициирует загрузку операционной системы в память компьютера? Как она называется?
8. Что находится в области данных?
9. Как называется нулевая дорожка первого сектора нулевой

стороны диска?

10. Где пишется таблица размещения файлов? Для чего?
11. Что такое FAT? Где он пишется?
12. Какая часть системной области диска пишется дважды (с копией)? Где и зачем?
13. Сколько дорожек пишется на одном цилиндре в НГМД? Почему?
14. Что означает сообщение «CRC Error» при работе с НГМД?
15. Назначение красного провода на шлейфе.

Лабораторная работа № 5

НАКОПИТЕЛИ НА ЖЕСТКИЕ МАГНИТНЫЕ ДИСКИ

Цель работы: Познакомиться с устройством и принципами работы накопителей на жесткие магнитные диски.

Краткие теоретические сведения.

Теоретические сведения приведены ниже по тексту и в файле №11 «Скотт Мюллер» на рабочем столе ПК (см. «НЖМД стр.471») .

НЖМД (HDD)

Трудно представить современный компьютер без жесткого диска, или как его еще называют — винчестера. Между тем первый персональный компьютер, который появился в августе 1981 г., был оснащен лишь дисководом для односторонних дискет 5,25" емкостью 160 Кбайт. Выпуск PC со встроенным жестким диском объемом 10 Мбайт начался "в международный женский день" 1983 г, (IBM PC XT). Хотя еще в 1954 г. в корпорации IBM был изобретен жесткий диск, который имел емкость 5 Мбайт и был предназначен для использования в больших универсальных ЭВМ.

По сравнению с дискетами винчестеры имеют два важнейших достоинства и один незначительный недостаток:

- емкость винчестеров едва ли можно сравнивать с емкостью дискет. Современные винчестеры имеют емкость 40 Гбайт —1 Тбайт;
- время доступа для винчестеров на порядок меньше, чем для приводов дискет;
- винчестеры предназначены для стационарной установки в PC; обычно они извлекаются из корпуса PC только при замене.

HDD имеют чуть ли не магическое свойство: несмотря на емкость этого носителя данных, через два-три месяца эксплуатации объем свободной памяти на нем составит всего только 5—10%. Новые программные продукты предъявляют все более высокие требо-

вания к объему памяти на диске.

Хотя, исходя из опыта, время эксплуатации винчестеров составляет более пяти лет, развитие программных и аппаратных средств в этой области все же побуждает пользователя заменять HDD, как правило, через 2 года.

Для долговременного хранения больших объемов информации широко используются другие носители, такие как CD-ROM, магнитооптические диски и т. п.

- Принцип работы

В своей работе винчестеры используют принцип магнитной записи, который впервые был применен при записи звука на магнитную ленту. Данные записываются и считываются специальными головками с поверхности вращающихся магнитных дисков.

Если при записи на головку подается сначала положительный сигнал, а затем отрицательный (или наоборот), то магнитные поля доменов ориентируются в соответствии с направлением магнитных полей, создаваемых головкой записи (рис. 11.1).

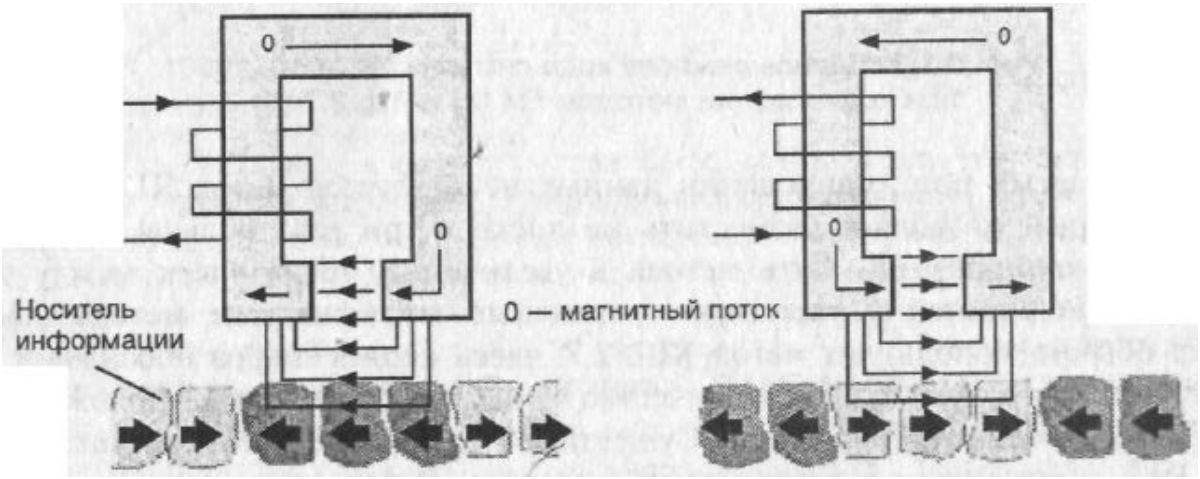


Рис. 11.1 Изменение направления магнитного поля в обмотке головки и доменов

Во время чтения головка регистрирует моменты изменения полярности и выдает ряд импульсов, каждый из которых соответствует моменту изменения полярности. Импульсы декодируются в последовательность двоичных данных. Соответственно при записи цифровые данные преобразуются в электрические сигналы. Для избежания потерь или искажения информации необходима синхронизация записывающей и считывающей головки. Как правило син-

хросигнал объединен с сигналом данных и передается вместе с ним по одному каналу в соответствии с используемым методом кодирования.

За прошедшие годы было разработано множество различных методов кодирования сигналов, но широко использовались только FM, MFM и RLL.

Самым первым был метод частотной модуляции — FM *(Frequency Modulation).* При использовании данного метода каждая битовая ячейка начинается с повторного изменения полярности магнитных доменов. Таким образом единичный бит записывается в виде двух близко расположенных зон изменения полярностей, а при записи "0" расстояние между зонами удваивается (рис. 11.2).

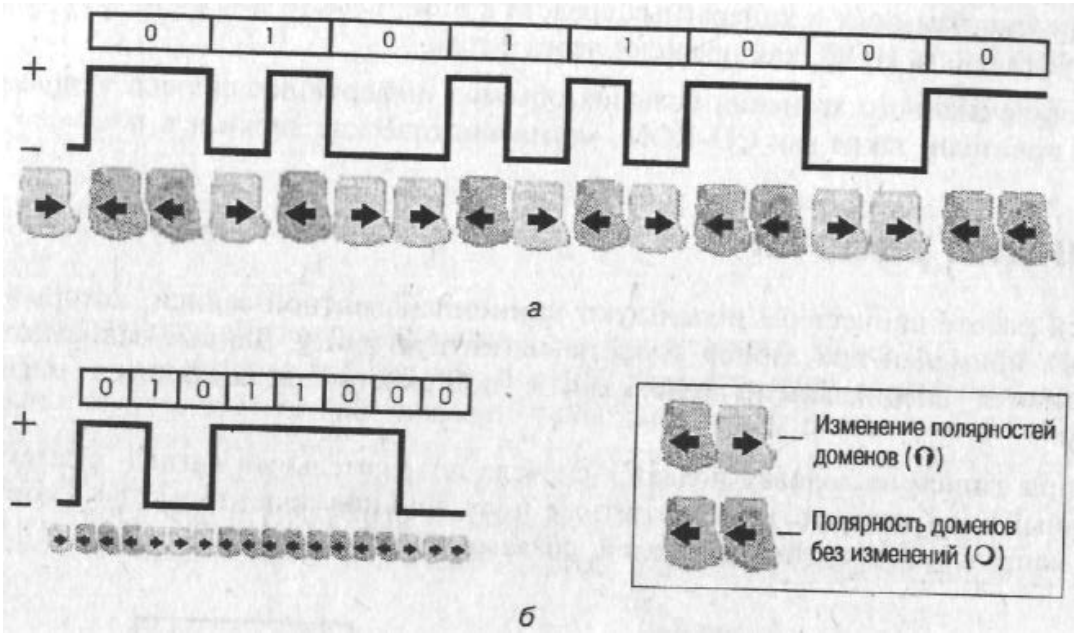


Рис. 11.2. Запись символа кода символа "X" (01011000) при кодировании методом FM (а) и RLL 2,7 (б)

В настоящее время при кодировании данных используется метод RLL *(Run LengM Limited),* который позволяет разместить на диске в три раза больше информации, чем при FM-кодировании. Суть метода в увеличении числа ячеек между зонами изменения полярностей. Существуют различные модификации метода RLL. На практике обычно используют метод RLL 2,7: здесь первая цифра обозначает минимальное, а вторая максимальное количество бит, которое можно расположить между двумя зонами смены полярностей.

Существуют различные таблицы кодировок по методу RLL, применяемые различными фирмами. В качестве примера в табл. 11.1 , приведена схема кодировки, разработанная корпорацией IBM (см. рис. 11.2, *б).*

Таблица 11.1. *Кодирование данных по методу ИИ 2,7 корпорации IBM*

Бит данных	Последовательность зон смены полярностей доменов
10	○∩○○
11	∩○○○
000	○○○∩○○
010	∩○○∩○○
011	○○∩○○○
0010	○○∩○○∩○○
0011	○○○○∩○○○

Конструкция

В корпусе из прессованного алюминия объединены такие элементы винчестера, как двигатель, вращающий диски, носитель информации (диски), головки чтения/ записи и электроника (рис. 11.3).

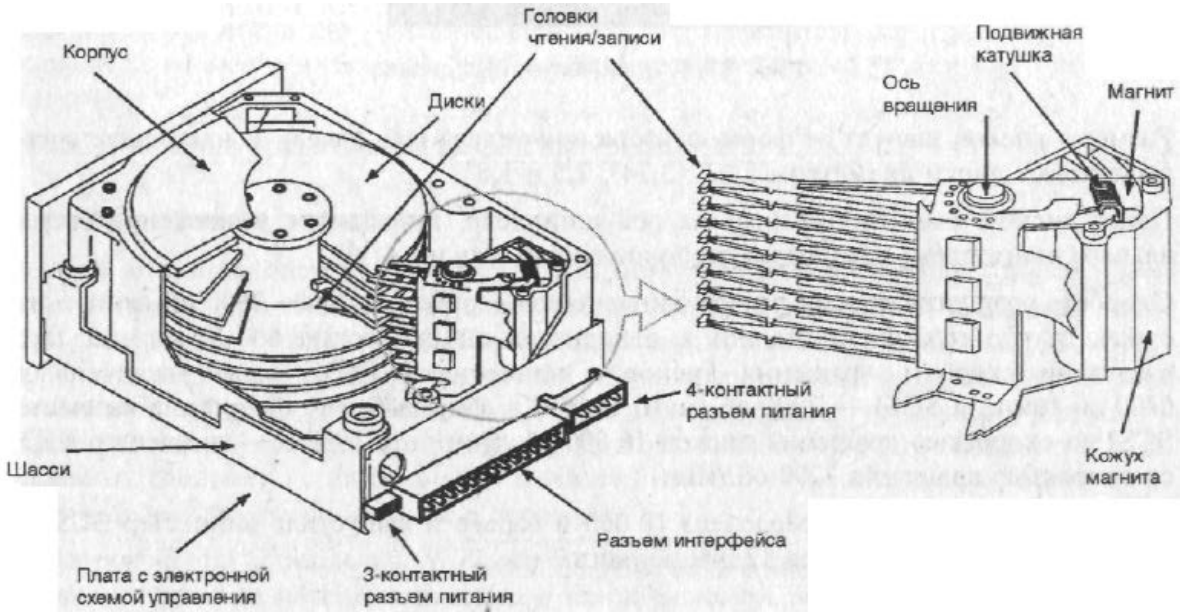


Рис. 11.3. Основные узлы накопителя на жестком диске

Диски

В принципе жесткие диски подобны дискетам. В них информация также записывается на магнитный слой диска. Однако этот диск, в отличие от дискет, сделан из жесткого материала, на который нанесен ферромагнитный (рабочий) слой. Еще не так давно диски изготавливались из алюминия (отсюда и название *Hard disk),* однако в последнее время для их производства используется стеклокерамика. Раньше в качестве рабочего слоя использовали полимерное покрытие с наполнителем из окислов железа, которое получали путем разбрызгивания суспензии порошка оксида железа с последующей полировкой и обработкой специальными полимерами.

В настоящее время используется так называемый тонкопленочный рабочий слой винчестера, который прочнее, тоньше и качественнее. Тонкопленочный рабочий слой создается на диске либо путем электролиза (погружение диска в ванны со специальными растворами), либо методом напыления (осаждение на диск газообразных веществ — фосфорита никеля и магнитного кобальтового сплава — в специальных вакуумных камерах). Толщина рабочего слоя в последнем случае составляет всего 0,025-0,05 мкм.

Если дискета физически состоит из одного диска, то винчестер — из нескольких одинаковых дисков, расположенных друг под другом (рис. П.4). Как правило, современные винчестеры содержат 2—3 диска.

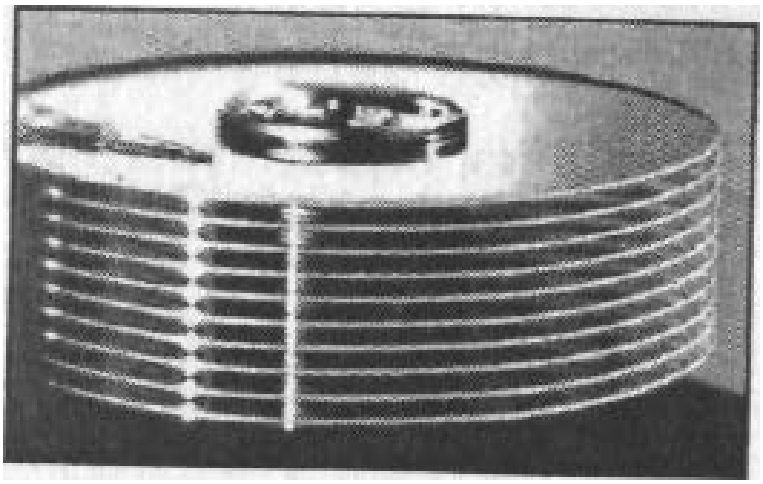


Рис. 11.4. Блок магнитных дисков

Размеры дисков зависят от форм-фактора винчестера (см. далее). В настоящее время существуют диски диаметром 5,12"; 3,74"; 2,5 и 1,8".

Пакет дисков, смонтированный на оси-шпинделе, приводится в

движение специальным двигателем, компактно расположенным под ним.

Скорость вращения дисков первых винчестеров составляла 3000—3600 об./мин, а это означает, что головки двигались с относительной скоростью 60—80 км/час. Впоследствии скорость вращения дисков в винчестерах EIDE была увеличена до 5400 об./мин., а SCSI — 7200 об./мин. В 1997 г. фирма Segate выпустила винчестер SCSI со скоростью вращения дисков 10 000 об./мин., а в 1998 г. — винчестер EIDE со скоростью вращения 7200 об./мин.

А 1999 г. фирма Hitachi преодолела 10 000-й барьер и выпустила винчестер SCSI со скоростью вращения дисков 12 000 об./мин.

Форм-фактор

Физические размеры винчестеров стандартизированы параметром, называемым форм-фактором *(form-factor)* — табл. 11.2. Так, например, все HDD с форм-фактором 3,5" имеют стандартные размеры корпуса 41,4x101x146 мм.

Таблица 11.2. *Форм-факторы винчестеров*

Тип	Ширина, мм	Высота, мм	Длина, мм	Вес, кг
5,25"	146,1	82,55	203,0	3,5
5,25"	146,1	41,40	203,0	1,7-1,9
3,5"	101,6	41,40	146,0	0,75-1,0
3,5" Slimline	101,6	25,40	146,0	0,5
2,5" Super-Slimline	70,1	19,05	101,9	0,2

Сейчас практически во всех настольных PC применяются HDD с форм-фактором 3,5". Основная причина этого перехода: накопители размером 3,5" по сравнению с накопителями 5,25" позволяют при меньших затратах добиться большей скорости вращения диска, меньшего времени доступа и, соответственно, более высокой скорости передачи данных. Диски с форм-фактором 5,25" в настоящее время в настольных PC не используются. Когда говорят о HDD с форм-фактором 5,25", то чаще всего подразумевают HDD емкостью, измеряемой в сотнях гигабайт, которые устанавливаются в качестве запоминающих устройств в сетевых файловых серверах.

Накопители с форм-фактором 3,5" имеют несколько стандартных

значений высоты (толщины): 2,6", 1", 3/4", 0,5". HDD половинной высоты (2,6") встречаются относительно редко, в компьютере обычно находится диск 3,5" типа Slimline (!" по высоте), размеры которого примерно соответствуют габаритам 3,5" FDD.

Если в корпусе отсутствует специальный бокс для накопителя 3,5", то для установки винчестера на место дисковода 5,25" необходимы крепежные уголки или специальные рамы.

HDD 2,5" обычно применяются для PC типа notebook.

Головки чтения/записи

Головки чтения/записи соответствуют рабочим головкам дисковода. Для каждого диска имеется пара таких головок, которые приводятся в движение и позиционируются соленоидным приводом или иначе называемым приводом с подвижной катушкой, работающим по принципу звуковой катушки динамика (в старых винчестерах применялся шаговый двигатель). Все головки расположены "гребенкой". Позиционирование одной головки обязательно вызывает аналогичное перемещение и всех остальных, поэтому когда речь идет о логической структуре винчестера, обычно говорят о цилиндрах *(Cylinder),* а не о дорожках.

При выключении шпиндельного двигателя винчестера, после его полной остановки, головки ложатся на поверхность диска в так называемой зоне парковки. Когда диски начинают вращаться, головки отрываются от рабочей поверхности и "парят" над ней на высоте 0,08—0,5 мкм. Мнение, что внутри корпуса дисковода создается вакуум, является ошибочным, т. к. там, где есть вакуум, конечно же, не может быть воздушных подушек.

Вследствие большой скорости вращения диска и малого расстояния, на котором расположена головка от диска, частицы грязи представляют собой потенциальную угрозу разрушения материала носителя. Для сравнения: человеческий волос примерно в 25 раз толще, чем воздушная подушка под магнитной головкой (рис. 11.5). Для головки чтения/записи встреча с такими частицами сравнима с сильным ударом. Такая коллизия может привести к отклонению головки от своей "орбиты", касанию поверхности диска и его повреждению.

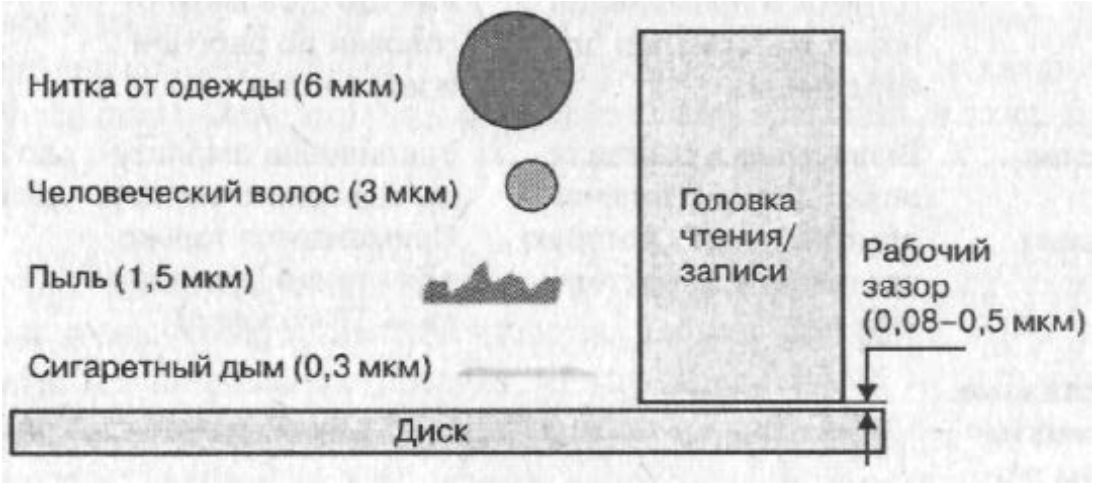


Рис. 11.5. Рабочий зазор головки

К тем же последствиям (повреждение головкой поверхности диска) может привести вибрация или перемещение винчестера во время процесса чтения/записи. Поэтому внимательно следите за тем, чтобы привод был укреплен стабильно и установлен со всем необходимым крепежом.

Внимание!

Ни в коем случае не разбирайте винчестер. Это может быть сделано в абсолютно свободном от пыли помещении, которое обычно бывает только в фирменных лабораториях, где изготавливают жесткие диски.

Емкость винчестера во многом определяется плотностью записи данных на рабочей поверхности. В свою очередь плотность записи зависит не только от качества рабочей поверхности и применения наиболее совершенного способа кодирования данных, а в первую очередь от магнитной головки. Разработчики постоянно работали над увеличением магнитной индукции (магнитного градиента) в рабочем зазоре головки, а также уменьшением размеров и веса, которые определяют расстояние между головкой и диском. Именно эти характеристики головки влияют на размеры зоны смены полярности магнитных доменов рабочей поверхности диска, и как следствие, на плотность записи. В табл. 11.3 приведены основные характеристики магнитных головок.

Таблица 11.3. *Основные характеристики магнитных головок*

Наименование	Технические особенности	Отличие от предшественника	Плотность за-
Ферритовые головки (1950-70-е гг.)	Сердечник на основе прессованного феррита с обмоткой	-	-
Головки с металлом в зазоре (MIG — Metal-ln-Gap) (1980-е гг.)	Заполнение магнитным сплавом технологического зазора.	Увеличение магнитной индукции в рабочем зазоре головки	-
Тонкопленочные головки (Thin Film — TF) (первая половина 1990-х гг.)	Уменьшение веса и габаритов за счет использования фотолитографического способа изготовления головок и применения новых материалов для сердечника	Увеличение магнитной индукции в рабочем зазоре головки. Уменьшение расстояния (до 0,03 мкм) от головки до рабочей поверхности	600-700 Мбит/дюйм^2
Магниторезистивные MR (вторая половина 1990-х гг.)	Включение в состав головки дополнительной обмотки, через которую протекает измерительный ток	Увеличение амплитуды выходного сигнала. Применяется только для чтения (для записи — TF-головка)	до 3 Гбит/дюйм^3
Магниторезистивные с гигантским магниторезистивным эффектом GMR	-	-	4,1-10 Гбит/дюйм^2

Головки перемешаются над поверхностью диска и устанавливаются на заданный цилиндр с помощью механизма, называемого *приводом головок.* В первых моделях винчестеров в качестве привода головок использовался шаговый двигатель, однако затем его сменил привод с подвижной катушкой. Катушка жестко соединяется с блоком головок и находится в поле постоянного магнита. При подаче на катушку электрического тока она перемещается под воздействием электромагнитных сил. Для точного позиционирования головок используется специальный сигнал обратной связи, в котором содержится информация о взаимном расположении дорожек и головок. Для этой цели на участках между информационными дорожками диска при изготовлении записываются специальные *сервокоды,* которые не изменяются в течение всего срока его эксплуатации.

В процессе работы современных винчестеров периодически (примерно 2 раза в час) осуществляется так называемая температурная калибровка (T-cal), при которой все головки поочередно переводятся с нулевого на другой цилиндр для оценки их смещения относительно результатов предыдущей калибровки. Вычисляются необходимые поправки и записываются в память винчестера.

Внимание!

Во время температурной калибровки некоторые винчестеры (например, фирмы Quantum) прекращают работу и "трещат" в течение нескольких секунд.

Остановка винчестера для проведения температурной калибровки при воспроизведении на PC видеофильмов или звуковых файлов крайне нежелательна. Поэтому многие фирмы выпускают специальные A/V-винчестеры, в которых температурная калибровка не начинается до окончания текущего сеанса обмена данными.

Для защиты поверхности рабочего слоя диска большинство современных дисков имеют функцию автоматической парковки головок и свипирования *(sweep)* диска.

Автоматическая парковка головок заключается в том, что при включении и выключении PC головки устанавливаются по мере необходимости на определенный, чаще всего, последний цилиндр, где не содержатся данные. Эта парковочная позиция обозначается *Landing Zone* или сокращенно *L-Zone.* В винчестерах ранних вы-

пусков нужно было устанавливать головки в парковочную позицию при помощи специальных утилит.

Если головка долгое время находится над одной и той же дорожкой, то это может привести к преждевременному износу дорожки и возможной потере данных вследствие воздушного трения. В этом случае осуществляется свипирование диска, т. е. головка автоматически перемещается на произвольную дорожку к краю диска, где линейная скорость диска максимальна, а следовательно воздушный зазор наибольший.

Фильтр

Внутри корпуса винчестера находится воздушная щель, которая снабжена микрофильтром для того, чтобы защитить материал дисков от пыли. Через эту воздушную щель выравнивается давление воздуха между дисководом и окружающей средой. Другой фильтр удаляет частицы, образующиеся в результате работы механических частей диска (рис. 11.6).

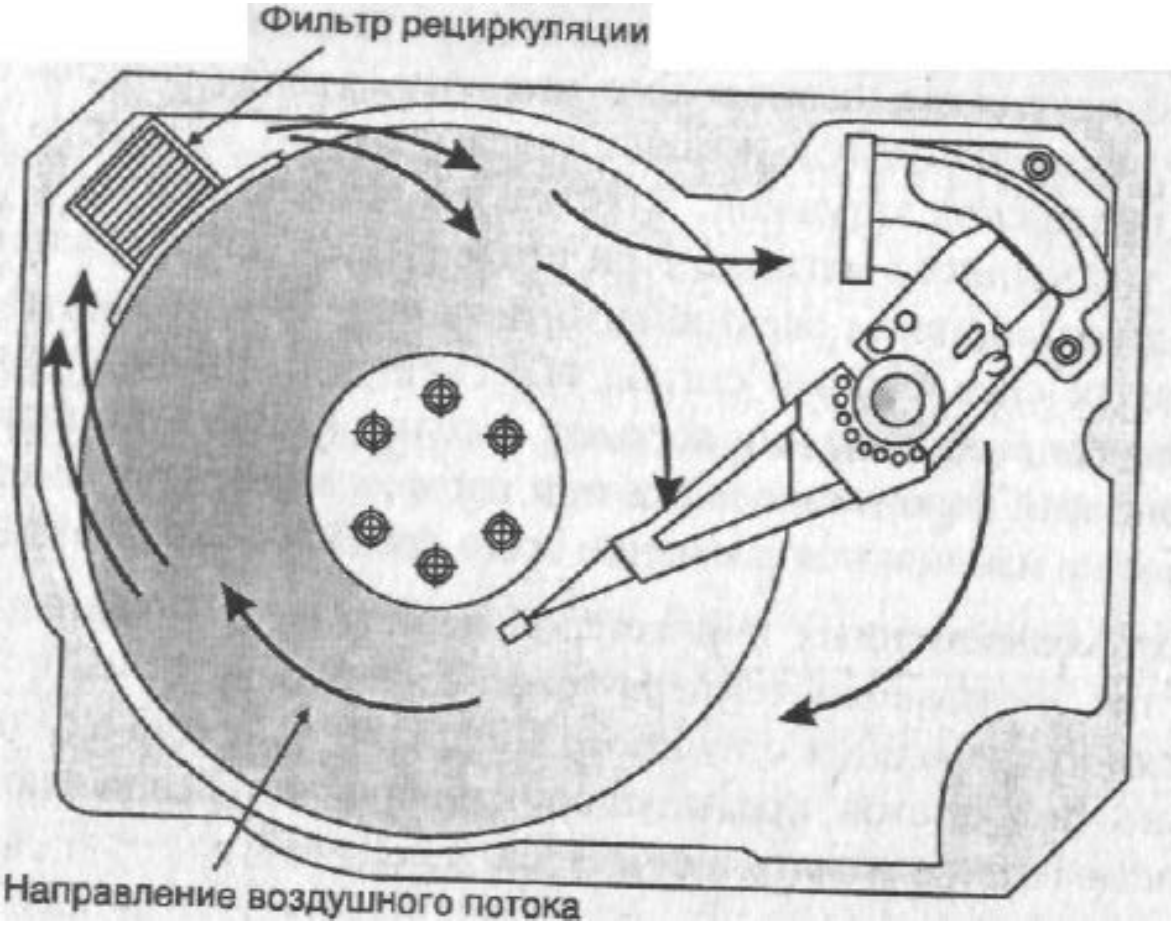


Рис. 11.6. Циркуляция воздуха в накопителе

Основные характеристики винчестеров

Основными характеристиками винчестеров, на которые следует обратить внимание при выборе устройства, являются:

- емкость
- быстродействие
- время безотказной работы

Емкость

Основным критерием для пользователя является емкость винчестера, т. е. максимальный объем данных, который можно записать на носитель.

При покупке винчестера определитесь, какими программами будет оснащаться PC, а также какие задачи вы собираетесь решать на PC. Если, например, вы занимаетесь записью и обработкой видеофильмов, то вам естественно необходим винчестер емкостью несколько десятков, а то и сотни Гбайт. Если же вы используете компьютер дома для работы в Интернете, просмотра видеофильмов, для компьютерных игр или работе с приложениями MS Offise, то может лучше ограничиться емкостью в 20— 40 Гбайт, а "вырученные средства" вложить в более совершенный модем, видеокарту, память или пишущий CD-ROM. Учтите, что через полгода цена винчестера существенно упадет, а для хранения видеофильмов и другой важной информации имеются более надежные носители, чем винчестер.

При оценке необходимой емкости винчестера помните также о том, что имена файлов и каталогов занимают объем памяти, который может достигать нескольких мегабайт. Кроме того — каждая последующая версия программного продукта занимает на винчестере существенно больше места, чем предыдущая.

В настоящее время на рынке появились диски емкостью более 100 Гбайт. При покупке такого "монстра" необходимо выяснить, поддерживает ли ваш BIOS такие винчестеры? Это прежде всего относится к владельцам старых системных плат. Если при установке винчестера емкостью в несколько десятков гигабайт ваш PC его "не увидит", то необходимо либо "перепрошить" BIOS, либо заменить системную плату на новую (но в последнем случае наверняка возникнут проблемы с другими комплектующими).

Примечание

Некоторые фирмы-производители обозначают емкость своих винчестеров не в мегабайтах, а в миллионах байтов. При этом в качестве единиц измерения указывается "MB", что можно трактовать по разному. Помните, что 1 Мбайт равен не 1 000 000 байт, а 1024 x 1024 = 1 048576 байт, 1 Гбайт равен не 1 000 000 000 байт, а 1024 x 1024 x 1024 = 1 073 741 824 байт. Кроме того, может быть указана как форматированная, так и неформатированная емкость (последняя конечно же больше).

Быстродействие

Среднее время доступа

Одним из основных показателей быстродействия является среднее время доступа. Это время, которое требуется накопителю для того, чтобы начать обмен данными после получения запроса от контроллера. Любая прикладная программа, которая часто обращается к данным на диске (например, база данных), будет работать гораздо эффективнее, если винчестер имеет малое время доступа.

Среднее время доступа определяется тем, как организовано хранение данных на диске и насколько быстро перемещаются головки чтения/записи. Среднее время доступа современных винчестеров составляет около 10 мс.

Среднее время доступа складывается из среднего времени поиска и среднего времени ожидания.

Максимальное время доступа *(Maximum Seek Time)* измеряется как интервал времени, который необходим гребенке с головками, чтобы однократно переместиться по всей поверхности диска (с первой дорожки на последнюю).

Среднее время поиска

Время, которое необходимо винчестеру, чтобы переместить всю гребенку с головками от одного цилиндра к следующему. Эту величину называют средним временем поиска, или временем позиционирования головки на дорожке *(Average Seek Time).* Для того чтобы определить среднее время поиска, изготовители проверяют свои винчестеры с помощью многочисленных тестов, выполнив серию операций поиска случайно выбранных дорожек, а затем разделив общее время поиска на количество операций. Для современных

винчестеров значение этого параметра составляет менее 4—7 мс.

Среднее время ожидания

После того как контроллер инициирует перемещение головок, они начинают перемешаться к соответствующему цилиндру. В идеальном случае под головкой сразу окажется нужный сектор, в наихудшем случае будет необходимо сделать целый оборот диска. Время, необходимое для подхода нужного сектора к головке, называется временем ожидания, а усредненное ее значение — *средним временем ожидания (Average Latency Time).*

Среднее время ожидания современных винчестеров составляет 3 мс и менее. Существует довольно много программ, предназначенных для аттестации жестких дисков *(Benchmarks).* В отечественной литературе регулярно приводятся методики тестирования накопителей на жестких дисках и результаты тестирования.

Скорость передачи данных

Скорость передачи данных предлагается в качестве второго параметра для оценки производительности винчестера. Время доступа характеризует только скорость позиционирования головки, а то, как быстро эта информация считывается, зависит от таких характеристик винчестера, как количество байт в секторе, количество секторов на дорожке и, наконец, от скорости вращения дисков.

Зная перечисленные параметры, можно определить максимальную скорость передачи данных *(Maximum Data Transfer Rate, MDTR)* по следующей формуле:

^ MDTR = SRTX512XRPM/60 (байт/с),

где SRT — количество секторов на дорожке; RPM — скорость вращения дисков, об ./мин.

Для современных винчестеров этот параметр составляет 50 Мбайт/с (для EIDE) и 60 Мбайт/с (для SCSI). Обратите внимание, что данные параметры ниже полосы пропускания интерфейсов ATA-100 (100 Мбайт/с) и Ultra SCSI 160 (160 Мбайт/с).

Время безотказной работы

В описаниях накопителей указывается такой параметр, как среднестатистическое время между сбоями *(Mean Time Between Failures, MTBF),* характеризующее надежность устройства, которое

обычно составляет 20000—500000 часов, но может равняться и 1 млн. часов. Эти значения являются расчетными (ожидаемыми) с известной вероятностью, а для получения достоверных данных о надежности устройства необходимо протестировать группу одинаковых накопителей и подсчитать количество отказов за время, превышающее, как минимум, в два раза ожидаемое значение MTBF. Нетрудно вычислить, что при круглосуточной работе компьютера в течение года его наработка составит 8760 часов. Таким образом, для подтверждения заявленных 500 тыс. часов безотказной работы понадобится примерно 57 лет. Из вышесказанного можно сделать вывод: показатель MTBF далеко не всегда соответствует реальной надежности устройства.

Как показывает опыт, если накопитель на жестких дисках безотказно работает на протяжении первого гарантийного месяца, то он будет также безотказно работать до полного своего морального устаревания. Однако известны случаи, когда безотказно работавший в течение полугода накопитель вдруг начинал сбоить, а его производительность — ухудшаться. Причина этого была выявлена: оказалось, что многие фирмы-производители выпускают накопители на жестких дисках для использования их в качестве резервных устройств архивирования данных (т. е. накопителей *Slave).* Гарантийное время безотказной работы таких накопителей значительно меньше, т. к. они рассчитаны на меньшее число операций чтения/записи (стоимость их также ниже).

В большинстве современных накопителей на жестких дисках гермоблоки комплектуются противоударной подвеской. Между корпусом накопителя и монтажным каркасом устанавливаются специальные прокладки из эластичной резины (или полимерного материала), компенсирующие (частично или полностью) удары и вибрацию. Однако нужно помнить, что залогом безотказной работы накопителя является бережное к нему отношение и соблюдение правил эксплуатации.

Одной из причин сокращения срока службы дисков является высокая температура среды. Как уже говорилось в других главах, для электроники, а также для отдельных механических частей высокие температуры чрезвычайно вредны. Никогда не устанавливайте PC вблизи источников тепла. Следует заботиться о том, чтобы с целью охлаждения к компьютеру всегда был открыт доступ воздуха. Для

компьютера, который установлен в стеллаже и для которого не гарантирован оптимальный режим воздушного охлаждения естественным путем, необходимо обеспечить такой режим за счет периодического выключения компьютера.

Так как теплый воздух имеет меньшую плотность, чем холодный, то воздушная подушка под головками уменьшается. При разгоне или торможении диска воздушная подушка будет образовываться не "так быстро, чтобы обеспечить защиту головок и поверхности дисков. Изготовители гарантируют безотказную работу винчестеров в диапазоне температур от 0° до +50 °С. Нормальной можно считать температуру около+20 °С.

Если вы принесли винчестер с улицы, где температура была ниже +10'С, не торопитесь вскрывать заводскую упаковку, т. к. в этом случае из-за конденсата может быть повреждена поверхность диска и механические части (рис. 11.7).

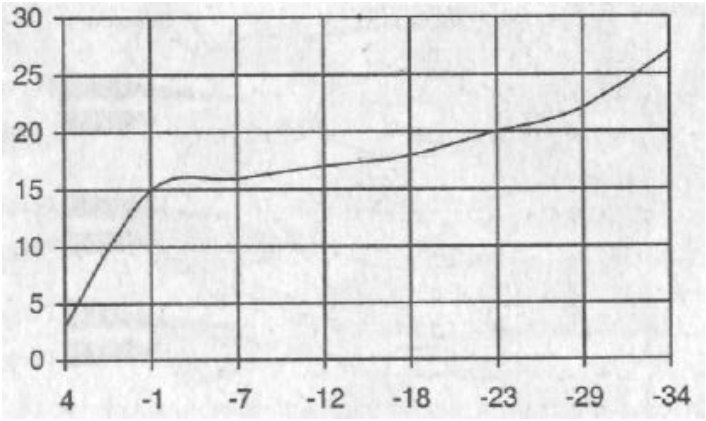


Рис. 11.7. Время "акклиматизации" накопителя

Кэш-память винчестера

Под термином *кэш-память* в данном случае подразумевается не буфер оперативной памяти PC**,** организованный программным путем, а фактически имеющиеся ячейки памяти в контроллере винчестера. Эта кэш-память может существенно влиять на скорость работы винчестера, т. к, она в состоянии хранить прочитанные с упреждением данные, которые с высокой вероятностью понадобятся процессору. Мы уже знаем этот принцип по кэш-памяти, устанавливаемой на материнскую плату.

Вряд ли в настоящее время на рынке есть винчестеры без кэш-

памяти. Обычно ее объем составляет от 2 до 8 Мбайт.

Логическая структура жесткого диска

Подобно дискетам жесткий диск делится на дорожки и секторы (рис. П.8). Каждая дорожка однозначно определяется номером головки и порядковым номером на диске относительно внешнего края. Секторы идентифицируются своим порядковым номером относительно начала дорожки. Нумерация секторов на дорожке начинается с единицы, а головок и цилиндров — с нуля.

Количество секторов может быть различным (от 17 до 150) в зависимости от типа накопителя. Каждый сектор содержит некоторую служебную информацию и данные. Обычно объем сектора составляет 571 байт. В начале каждого сектора записывается заголовок *(Prefix portion),* по которому определяется начало сектора и его номер, а в конце сектора *(Suffix portion* — заключение сектора) со-

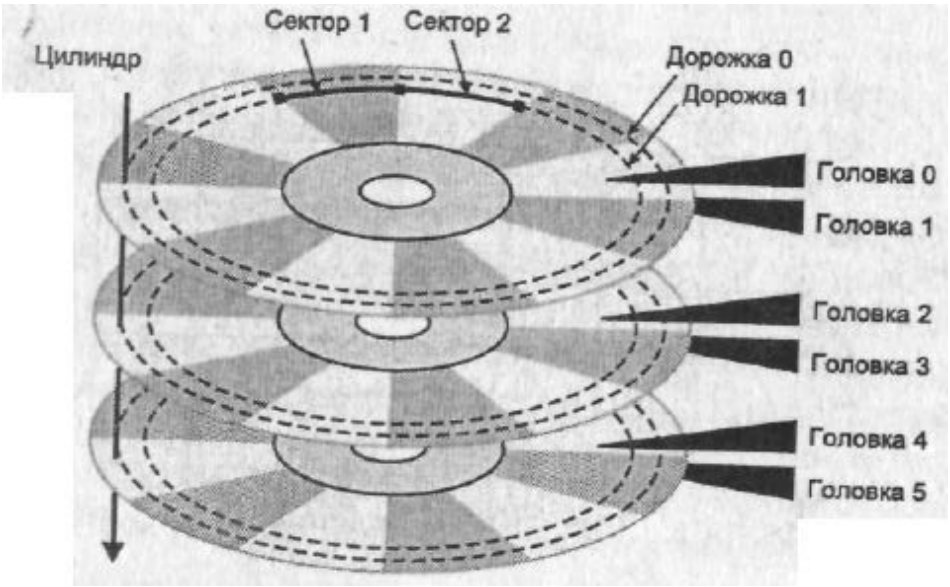


Рис. 11.8. Разбиение HDD на дорожки и секторы

держится контрольная сумма, необходимая для проверки целостности данных. Между заголовком и заключением сектора находится область данных объемом 512 байт (для DOS). Запись информации на дорожках осуществляется не постоянным потоком, как в бытовых магнитофонах, а блоками по 512 байт.

Число дисков, головок и дорожек винчестера устанавливается изготовителем, исходя из свойств и качества дисков. Изменить эти характеристики нельзя. Количество секторов на диске зависит от

метода записи, а плотность — от носителя: чем лучше материал диска, тем плотнее могут быть записаны на нем данные. Современные винчестеры содержат до 150 секторов на дорожке.

Зная эту величину, всегда можно рассчитать общий объем памяти HDD. Формула поясняет это:

Общий объем (байт) = СхНх3х512 (байт), где с — количество цилиндров; н — количество головок; *5* — количество секторов.

Однако эта общая емкость в значительной степени ограничивается логической структурой дисков. Здесь требуется (как и в случае дискет) некоторая дисковая память, необходимая для управления размещением данных. У дисков объемом 200 Мбайт это различие между емкостью "нетто" и "брутто" может составлять 3 Мбайт.

Описанное выше форматирование диска называется *низкоуровневым (Low Lewel).*

Interleave

В современных винчестерах параметр *Interleave,* или как его еще называют *Interleave-фактор* (рис. 11.9), не играет заметной роли. Однако рассмотрение этого параметра позволяет весьма точно описать принцип действия винчестера.

При вращении диска головка полностью считывает 512-байтный сектор и посылает данные в контроллер, откуда они" передаются процессору. **Тем** временем диск продолжает вращаться, предлагая головке следующий сектор, а контроллер все еще занят обменом данными с процессором. Поэтому для того, чтобы прочитать следующий сектор, головка должна ожидать полного оборота диска.

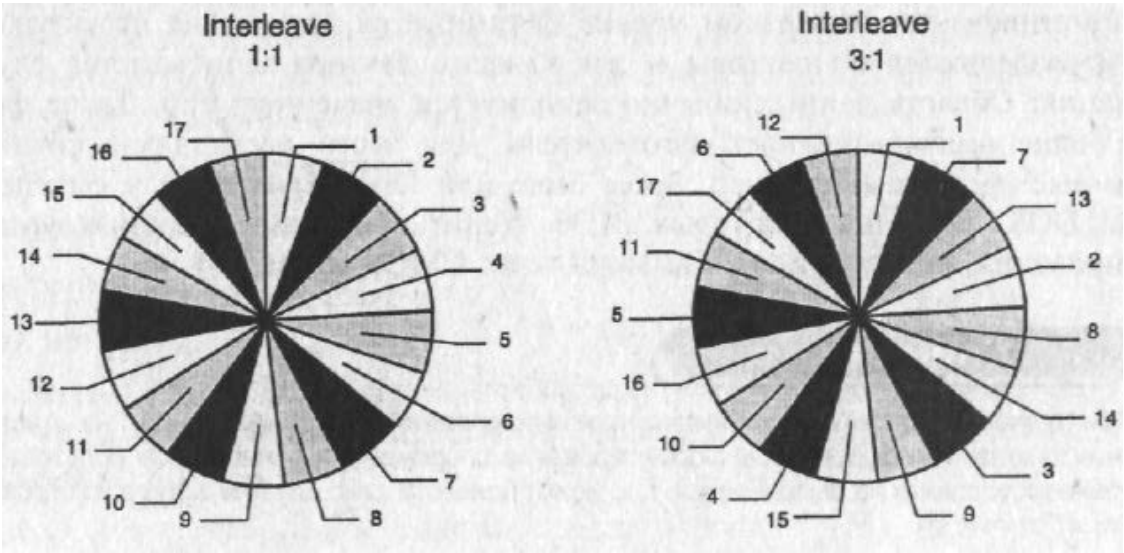


Рис. 11.9. Размещение секторов при lnterleave-факторах 1 и 3

Диски более ранних выпусков организованы так, что секторы располагаются не последовательно, а в другом порядке, определяемом Imerleave-фактором. При этом при позиционировании головки контроллер имеет достаточно времени для передачи информации без лишнего оборота диска.

Современные контроллеры работают по другому принципу: для организации непрерывного чтения секторов данные считываются из нескольких секторов (так сказать, "с подозрением" на их необходимость) и запоминаются в буфере, откуда впоследствии они могут быть извлечены. Преимущество такого способа заключается в том, что контроллер помешается в дисководе, т. е. механика и электроника работают оптимальным образом.

Изменение Interleave-фактора возможно только специальными программными средствами и, как следствие, приводит к полной потере данных, т. к. изменяется логическое разбиение диска.

Форматирование винчестеров

После установки нового диска и объявления его в CMOS Setup сам накопитель вам еще не доступен. PC "знает", какие жесткие диски установлены, но для операционной системы они пока отсутствуют. Для того чтобы операционная система "видела" диск и загружалась с него, необходимо выполнить следующие четыре операции:

1. Отформатировать диск на низком уровне (физическое форматирование).
2. Разбить диск на разделы.
3. Отформатировать диск на высоком уровне (отформатировать разделы).
4. Скопировать операционную систему на диск, чтобы диск стал загрузочным.

Кратко опишем эти операции.

Форматирование низкого уровня

При форматировании на низком уровне формируется логическая структура диска. Дорожки разделяются на секторы и для каждого сектора записывается служебная информация. Область данных

обычно заполняется значением 0Е6. Такое форматирование чаше всего выполняет изготовитель. Для этого необходимы специальные программные средства (например, Speed Store или Disk Manager) или определенные команды DOS. В состав некоторых BIOS входит программа для низкоуровневого форматирования, которую можно вызвать через CMOS Setup.

При выполнении низкоуровневого форматирования вся информация на диске будет уничтожена. Низкоуровневое форматирование современных винчестеров пользователями в обычных условиях не выполняется, т. к. может привести к выходу винчестера из строя.

Метод зонно-секционной записи

Во всех современных винчестерах IDE и SCSI используется так называемая зонно-секционная запись. Когда мы рассматривали логическую структуру дисков, то, возможно, вы заметили, что дорожка, расположенная ближе к центру, короче дорожки, расположенной ближе к краю диска. Вследствие этого плотность на внутренних дорожках выше, чем на внешних, и полезная емкость винчестера используется неэффективно.

Для компенсации различной плотности записи используется метод зонно-секционной записи *(Zone Bil Recording).* Суть метода заключается в том, что все рабочее пространство магнитного диска делится на зоны: 8 и более. В самой младшей зоне, т. е. на дорожке, которая расположена дальше всех от центра диска, содержится большее количество секторов (обычно 120—96). К центру диска количество секторов уменьшается, достигая в самой старшей зоне 64—56. В результате чего, поскольку диск вращается с неизменной скоростью, от внешних зон поступает значительно больший объем информации, чем от внутренних. Неравномерность поступления данных компенсируется путем увеличения скорости работы канала считывания/преобразования данных и использования специальных перестраиваемых фильтров для частотной коррекции по зонам, а также путем применения производительных однокристальных микроконтроллеров.

Жесткие диски, работающие таким образом, нельзя объявлять в CMOS Setup с их фактическими параметрами (Native Mode). Для этих дисков есть опция, называемая Translation Mode. Если ее уста-

новить, то значение, указанное в CMOS Setup, пересчитывается контроллером в соответствии с расположением цилиндров и секторов.

Разбиение на разделы

При разбиении диска на разделы в первый сектор записывается специальная программа, необходимая для загрузки операционной системы, и таблица разбиения *(Partition Table, PT), в* которой содержится информация о разделе. Этот сектор называется *главным загрузочным сектором* или *главной загрузочной записью (Master Boot Record, MBR).*

Винчестер можно разделить на несколько (не более четырех) независимых частей, называемых разделами. Каждый раздел может быть выделен какой-либо операционной системе (например, DOS, Xenix, OS/2), и в нем создана файловая система, соответствующая операционной системе.

Различают три типа разделов:

- первичный раздел DOS
- расширенный раздел DOS
- раздел Не-DOS

Рис. 11.10. Логическая структура винчестера

На винчестере может быть сформирован один первичный раздел DOS *(Primary partition),* один расширенный раздел DOS *(Extended partition)* и несколько разделов не-DOS (рис. 11.10).

Чтобы можно было работать в среде DOS (или Windows 95/98), наличие первичного раздела DOS обязательно, В нем создается единственный логический диск (обычно с именем C:).

Расширенный раздел DOS является необязательным. Такой раздел может быть разбит на один или несколько логических дисков, которым назначаются различные имена, и которые допускается использовать под управлением DOS (или Windows 95/98).

Таким образом, с точки зрения пользователя винчестер в среде DOS представляет собой совокупность логических дисков. Только в первичном разделе DOS логический диск может быть сделан системным (загрузочным).

При работе с DOS, Windows 95/98 или Windows NT, которые используют для хранения файлов 16-разрядную таблицу размещения файлов (FAT16), рекомендуется разбивать диск на логические диски, объем которых не превышает 512 Мбайт. Дело в том, что в качестве одного элемента адресации на диске используется кластер, объединяющий несколько секторов. FAT16 исторически является самой старой файловой системой с 16-разрядной адресацией, и максимально возможное количество кластеров на одном логическом диске не превышает 65536. Соответственно максимальный размер одного кластера — 32 Кбайт, т. *к.* максимальный размер логического диска составляет 2 Гбайт. Поэтому один из главных недостатков FAT — большой размер кластера. Дело в том, что при кластере 32 Кбайт файл размером 1 байт займет на диске 32 Кбайт. Теоретически можно заполнить файлами размером 1 байт каждый логический диск емкостью 2 Гбайт 65 536, хотя физически диск будет практически пустой.

Соотношения размеров раздела и кластера для FAT16 приведены в табл. 11.4.

Таблица 11.4. *Соотношения между размером раздела диска и размером кластера на диске для FA T16*

Размер раздела, Мбайт	Размер кластера, Кбайт
Менее 128	2
128-256	4
256-512	8
512-1000	16
Более 2000	32

Попытка отказаться от ограничений классической FAT и видоизменить ее была предпринята корпорацией Microsoft в версии Windows 95 OEM Service Release 2. В этом варианте Windows 95 таблица размещения файлов стала 32-разрядной (FAT32). Из 32 бит 4 были зарезервированы. Таким образом, максимальный размер раздела в этом варианте становится 2 Тбайт (2048 Гбайт), а раздел в 8 Гбайт получает кластер размером всего 4 Кбайт, и корневой каталог диска не имеет фиксированного размера, что снимает ограничения на количество файлов и каталогов в корневом каталоге. При этом приложения DOS не могут работать с файлами объемом более 2 Гбайт, а 32-разрядные приложения Windows могут работать с файлами объемом до 4 Гбайт. Соотношения размеров раздела и кластера для FAT32 приведены в табл. 11.5.

Таблица 11.5. *Соотношения между размером раздела* диска *и размером кластера на диске для FAT32*

Размер раздела, Гбайт	Размер кластера, Кбайт
3-8	4
9-16	8
17-32	16
Более 32	32

Разбиение на разделы выполняется специальной программой, вызываемой командой FDISK, которая входит в стандартную поставку DOS и Windows 95/98 (рис. 11.11). Для этого необходимо загрузить DOS (или Windows 95/98) с системой дискеты и выполнить команду FDISK (естественно, на дискете должна находиться программа FDISK.EXE).

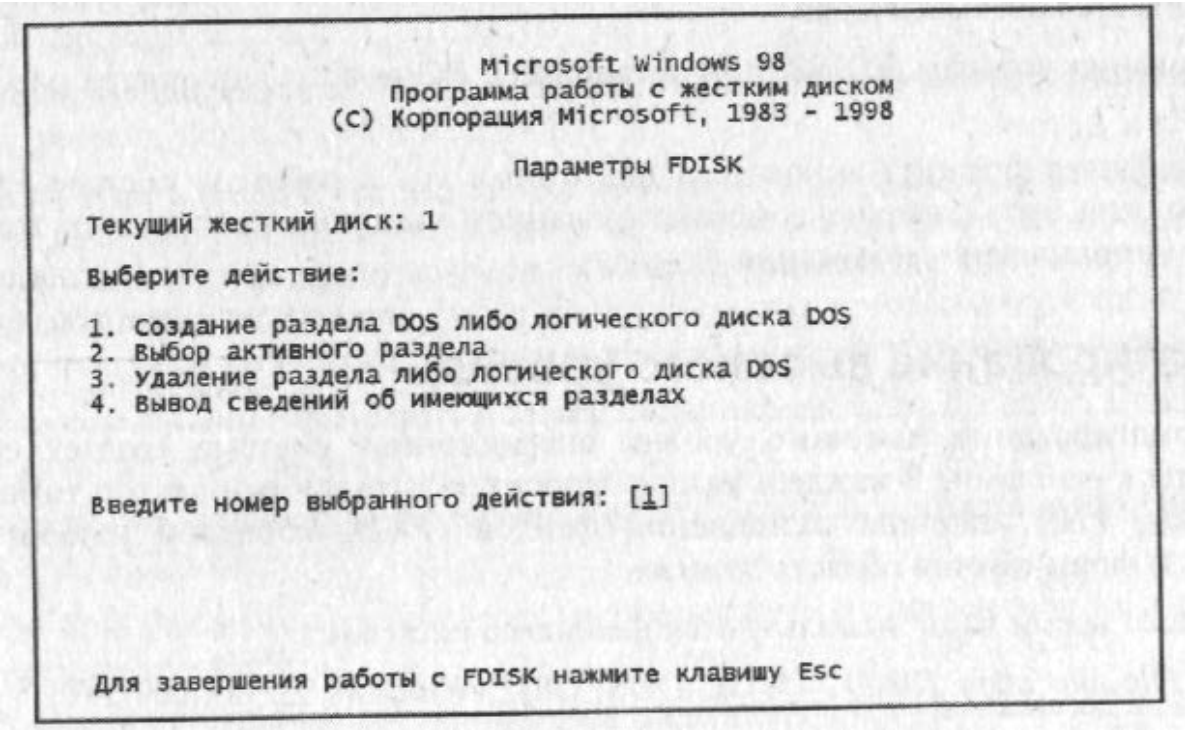


Рис. 11.11. Панель управления FDISK

Командой FDISK осуществляется описанное выше конфигурирование винчестера, т. е. его разбивка на разделы и формирование в разделах логических дисков. Реализующая эту команду программа работает в интерактивном режиме и выполняет функции, перечисленные далее.

- Создание первичного раздела DOS и логического диска на нем. Создание расширенного раздела DOS.

- Формирование логических дисков в расширенном разделе DOS.

- Установка или смена активного раздела, т. е. раздела, с логического диска которого будет осуществляться загрузка операционной системы после включения питания PC, нажатия кнопки Reset или клавиш <Ctrl>+<Alt>+<Del>.

- Удаление логических дисков и разделов DOS, а также некоторых типов разделов не-DOS, что обеспечивает возможность реконфигурирования винчестера.

- Отображение информации о конфигурации (разбивка на разделы и логические диски) винчестера.

- Конфигурирование другого винчестера, если таковой в PC имеется.

Формирование единственного логического диска в первичном разделе DOS осуществляется автоматически при создании раздела.

Таким образом, для того чтобы подготовить винчестер к работе, необходимо сделать следующее:

1. Создать первичный раздел DOS с логическим диском на нем.
2. Создать расширенный раздел DOS.
3. Сформировать логические диски в расширенном разделе DOS.
4. Установить признак активности первичного раздела DOS.

Второе и третье действия могут не выполняться, если имеется единственный логический диск. Четвертое действие также не всегда необходимо, поскольку при соблюдении определенных условий признак активности для первичного раздела DOS устанавливается автоматически.

После конфигурирования винчестера подготовка его к работе в составе PC обязательно должна быть завершена форматированием высокого уровня всех логических - дисков с использованием команды FORMAT.

Форматирование высокого уровня

При форматировании высокого уровня операционная система создает структуру для работы с файлами. В каждый раздел заносится загрузочный сектор тома *(Volume Boot Sector, VBS),* таблица размещения файлов *(FAT),* корневой каталог *(ROOT Directory)* и формируется область данных.

В настоящее время чаще используются файловые системы:

- FAT(*File Allocation Table)* - в ОС DOS, OS/2, Windows 95/98/2000/NT;
- NTFS *(Windows NT File System)* - в ОС Windows NT.

Наиболее широкое распространение получила файловая система FAT (рис. 11.12). В отличие от NTFS, в файловой системе FAT все дисковое пространство разбивается на кластеры, которые представляют собой объединение нескольких секторов. Размер кластера определяется в зависимости от объема дискового пространства.

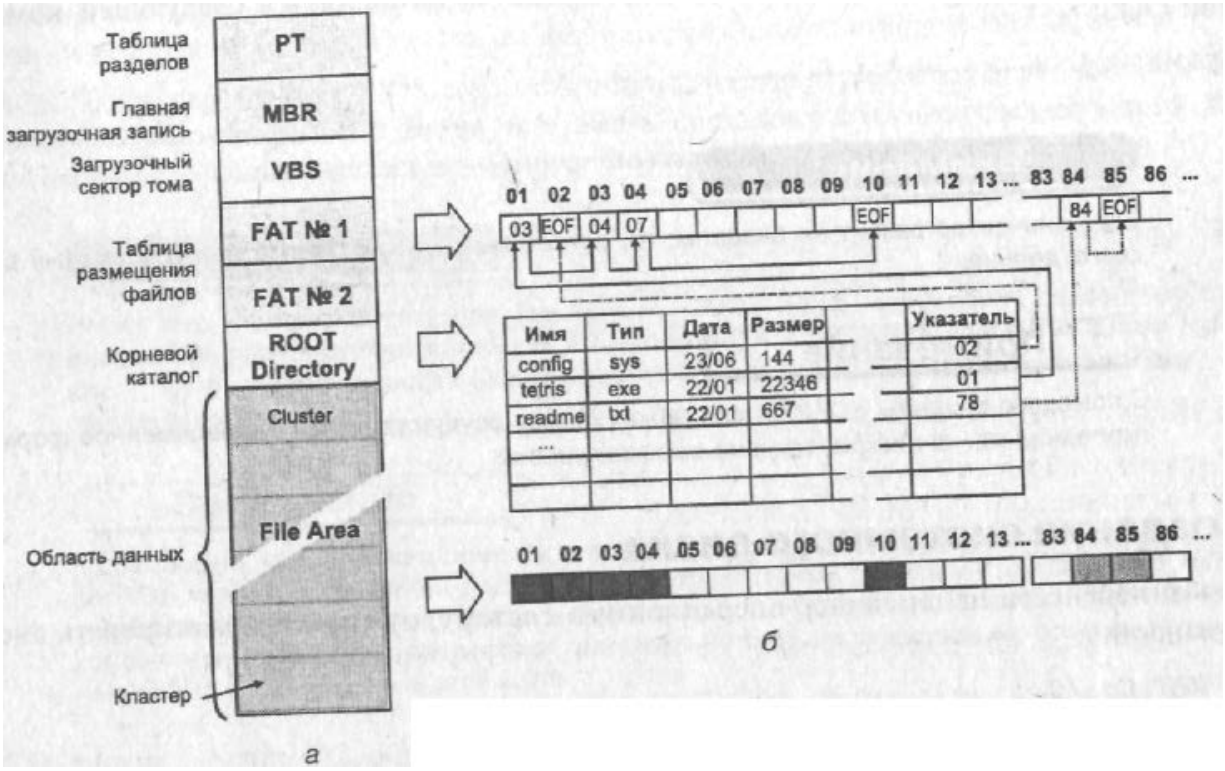


Рис. 11.12. Файловая система FAT

Таблица разделов (PT) состоит из четырех разделов. Операционные системы DOS и Windows используют только два первых раздела, в которых содержится информация о головках, дорожках и секторах раздела, обшем количестве секторов в разделе, типе файловой системы и т. п.

В загрузочном секторе тома (VBS) содержится описание файловой системы: размер кластера, размер, количество и тип FAT и др.

Корневой каталог (ROOT Directory) включает описания файлов, расположенных на диске: их имена, типы, даты создания и изменения, атрибуты, размер и др. Кроме того, в него входит указатель на первый кластер файла. Каталоги в корневом каталоге описываются как файлы. Также корневой каталог содержит указатель на первый кластер самого корневого каталога и на первый кластер родительского каталога. В таблице размещения файлов (FAT) имеется информация о связях между кластерами, в которые записан файл.

Форматирование винчестера подобно форматированию дискеты. При этом нужно иметь в виду следующее:

- как и при разбиении на разделы, в процессе форматирования все данные на винчестере теряются;

- при переформатировании винчестера рекомендуется сохранить необходимые данные на другом носителе. Однако процесс, который может вернуть назад предварительно сохраненные

или сжатые данные (с помощью утилит RESTORE и других), не дает гарантии *100%,* что эти данные будут восстановлены полностью и без ошибок. В любом случае восстановление данных является хлопотным делом, а для винчестеров, прежде всего, долговременным процессом.

Форматирование, например, логического диска C: выполняется следующей командой DOS:

FORMAT C:

Если винчестер разбит на разделы, то, естественно, нужно форматировать каждый раздел отдельно.

(_ Примечание ~)

С помощью команды FORMAT для гибких дисков осуществляется одновременное форматирование как на низком, так и на высоком уровне.

**

Создание системного диска

Чтобы перенести на винчестер операционную систему, нужно отформатировать диск командой:

FORMAT C: */S*

или после обычного форматирования, загрузив систему с дискеты, скопировать системные файлы на диск командой:

SYS C:

При этом с дискеты на винчестер переносятся три важнейших файла: IO.SYS, MSDOS.SYS и COMMAND.COM, которые нужны для загрузки системы, а в Boot-сектор записывается программа начальной загрузки.

Параметры винчестеров в CMOS Setup

При конфигурировании винчестера нужно корректно установить его параметры в CMOS Setup. Типовые параметры и AMI BIOS приведены в табл. 11.6

Таблица 11.6. *Типовые параметры винчестера в CMOS Setup AMI BIOS*

	Cyln	Heads	WPCom	Lzone	Sectors
Disk C: Type 47	1023	15	0	0	43
Disk D: Type	Not Installed (Не установлен)				

С некоторыми из этих параметров вы уже знакомы: цилиндры (Cyln), головки (Heads) и секторы (Sectors). Их значения определяют емкость диска и могут задаваться пользователем. Параметр Size недоступен для редактирования в CMOS Setup, и его значение зависит от установленных значений вышеуказанных параметров. IDE HDD, отформатированный с помощью метода Zone Bit Recording, работает с параметрами, занесенными в CMOS, а не с решть-ными (Native Mode). Значения этих параметров содержатся на самом винчестере и присваиваются диску при его форматировании на низком уровне. При новом форматировании эта информация теряется. CMOS Setup современных BIOS содержит опцию, называемую *Автоматическим определением типа винчестера (Auto Detect Hard Disk).* Чаще всего BIOS определяет тип диска как 47 (users — пользовательский). Отсюда можно узнать параметры винчестера.

После того как параметры диска изменены в CMOS Setup, необходимо заново разбить диск на разделы и отформатировать его. Помните, что тогда все данные на диске теряются, поэтому переустановка параметров HDD имеет смысл, когда новый диск еще не заполнен информацией.

(Примечание j

К сожалению, мы не можем поместить в этом разделе список параметров всех винчестеров. Во-первых, развитие винчестеров происходит такими быстрыми темпами, что, весьма вероятно, вашего нового диска в этом списке не будет, и, во-вторых, современные компьютерные журналы предлагают значительно больше информации по данной теме, чем можно было бы дать в этой книге.

SCSI-диски в Setup PC объявляются как Not Installed. Для управления SCSI HDD предназначен отдельный BIOS SCSI-адаптер.

Параметр L-Zone *(Landing Zone* — зона автопарковки) определяет номер цилиндра (чаще всего последнего на диске), на котором паркуется головка чтения/записи при выключении PC. Этим устраняются возможные повреждения головки и самого диска. Установка данного параметра необходима винчестерам, не имеющим функции автопарковки. Для IDE- или SCSI-диска можно задать данный параметр, указав номер последнего цилиндра.

Параметр WPCom означает компенсацию при записи *(Write Precompensation).* Необходимость подобной компенсации объясняется механической конструкцией диска: чем ближе к оси вращения находится головка чтения/записи, тем меньше скорость вращения диска относительно головки. В результате чего время доступа к ряду цилиндров увеличивается на несколько наносекунд. С помощью параметра WPCom устанавливается номер цилиндра, начиная с которого включается компенсация этого времени. При инсталляции винчестера параметр WPCom может быть пропущен, поскольку для современных дисков значение этого параметра уже установлено производителем (по умолчанию — 65535).

Маркировка винчестеров

На корпус винчестера обычно наклеена этикетка с номером модели. В номере закодирована основная информация о характеристиках винчестера. К сожалению, единая маркировка для НЖМД отсутствует. На рис 11.13 представлены примеры маркировки некоторых производителей.

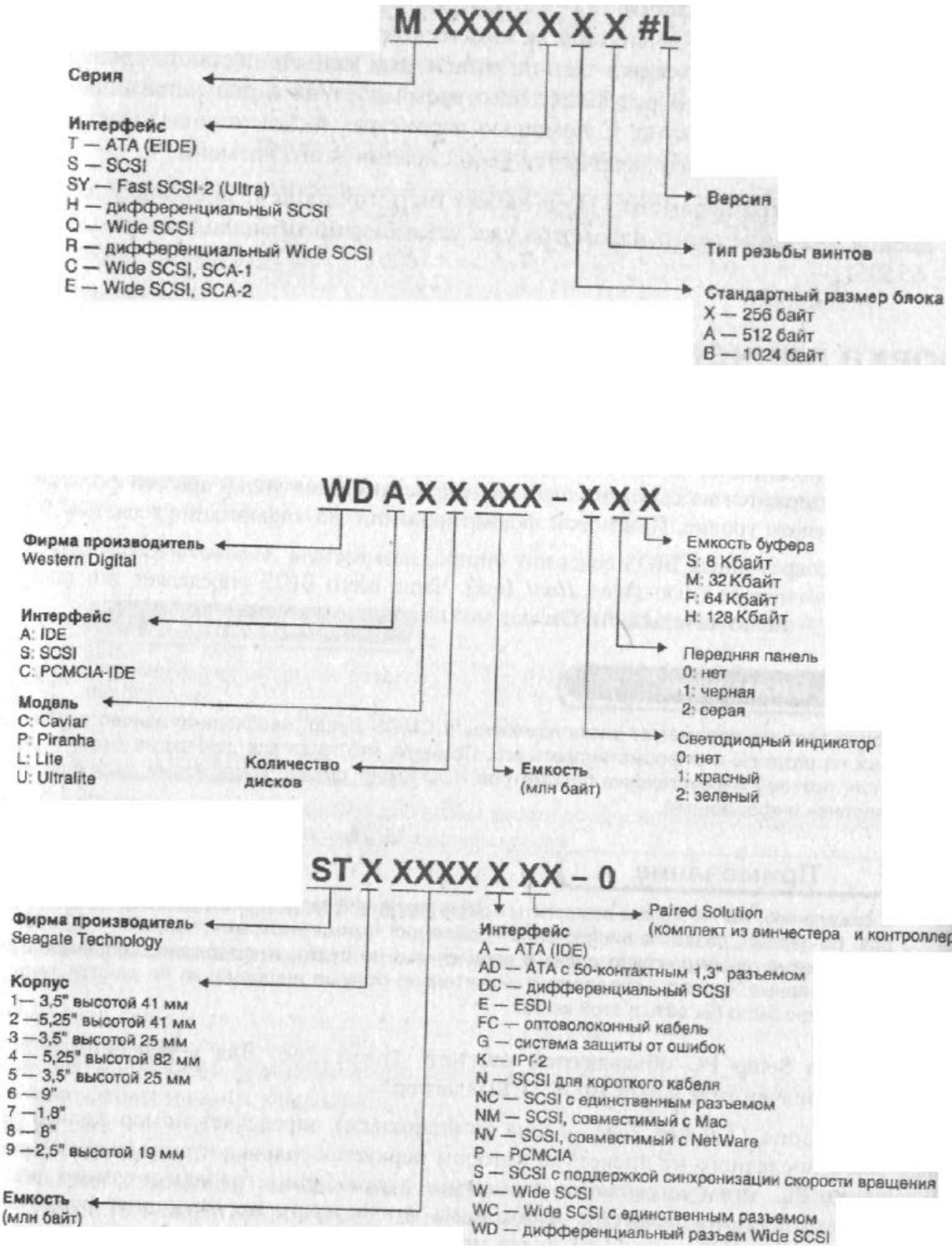


Рис. 11.13. Маркировка винчестеров фирм Western Digital, Seagate и Fujitsu

Интерфейсы НЖМД.

В настоящее время для подключения винчестеров используется либо контроллер IDE, либо SCSI.

Поскольку контроллер SCSI редко интегрируется на материнской плате, для подключения винчестера SCSI необходимо устанавливать специальную карту, контроллеры IDE получили более широкое распространение.

Устаревшие интерфейсы

В наше время, когда средняя емкость винчестера для домашнего PC составляет не менее 20 Гбайт, перечисленные ниже контроллеры, которые уже давно не выпускаются, можно рассматривать лишь как музейные экспонаты.

Интерфейс ST-506/412

Первый интерфейс винчестеров для PC получил название ST-506/4I2. Это обозначение соответствует одноименным названиям винчестеров (5, 10 Мбайт емкости), которые были изготовлены фирмой Seagate в начале 1980-х гг. и применялись в компьютерах IBM. Отличительная особенность этих интерфейсов состоит в том, что они работают с "неинтеллектуальными" HDD. Винчестер содержал информацию только о своих физических характеристиках, например, о скорости вращения дисков, количестве головок и т. д.

Все необходимые сигналы управления винчестером поступают от контроллера. Контроллер был не в состоянии распознать и установить параметры диска (количество секторов, емкость и др.). Соответствующие установки производятся на этом контроллере жесткого диска с помощью джамперов. MFM- (или RLL-) винчестер соединен с контроллером (рис. 11.14) двумя кабелями: 34-жильным, который передает диску соответствующие сигналы управления, и 20-жильным, по которому передаются данные. При установке двух винчестеров используется один кабель управления и два кабеля данных; каждый кабель данных подключается к отдельному HDD (рис. 11.15).

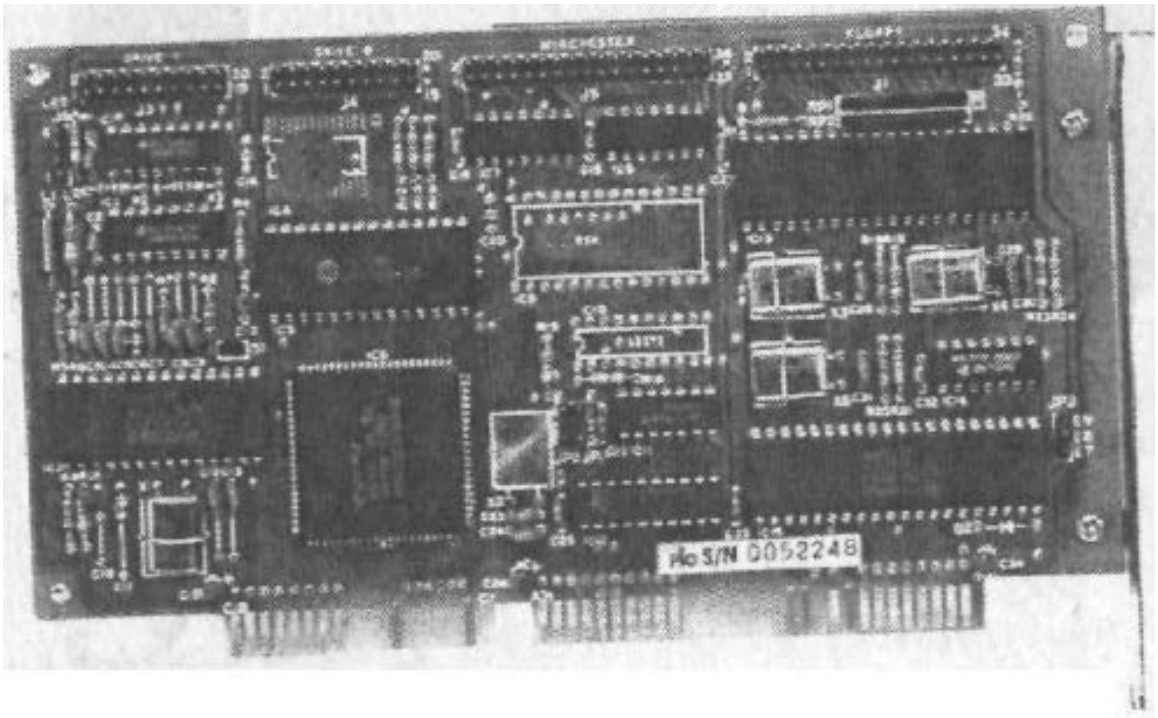


Рис. 11.14. Типичная комбинированная интерфейсная карта для подключения MFM-винчестера

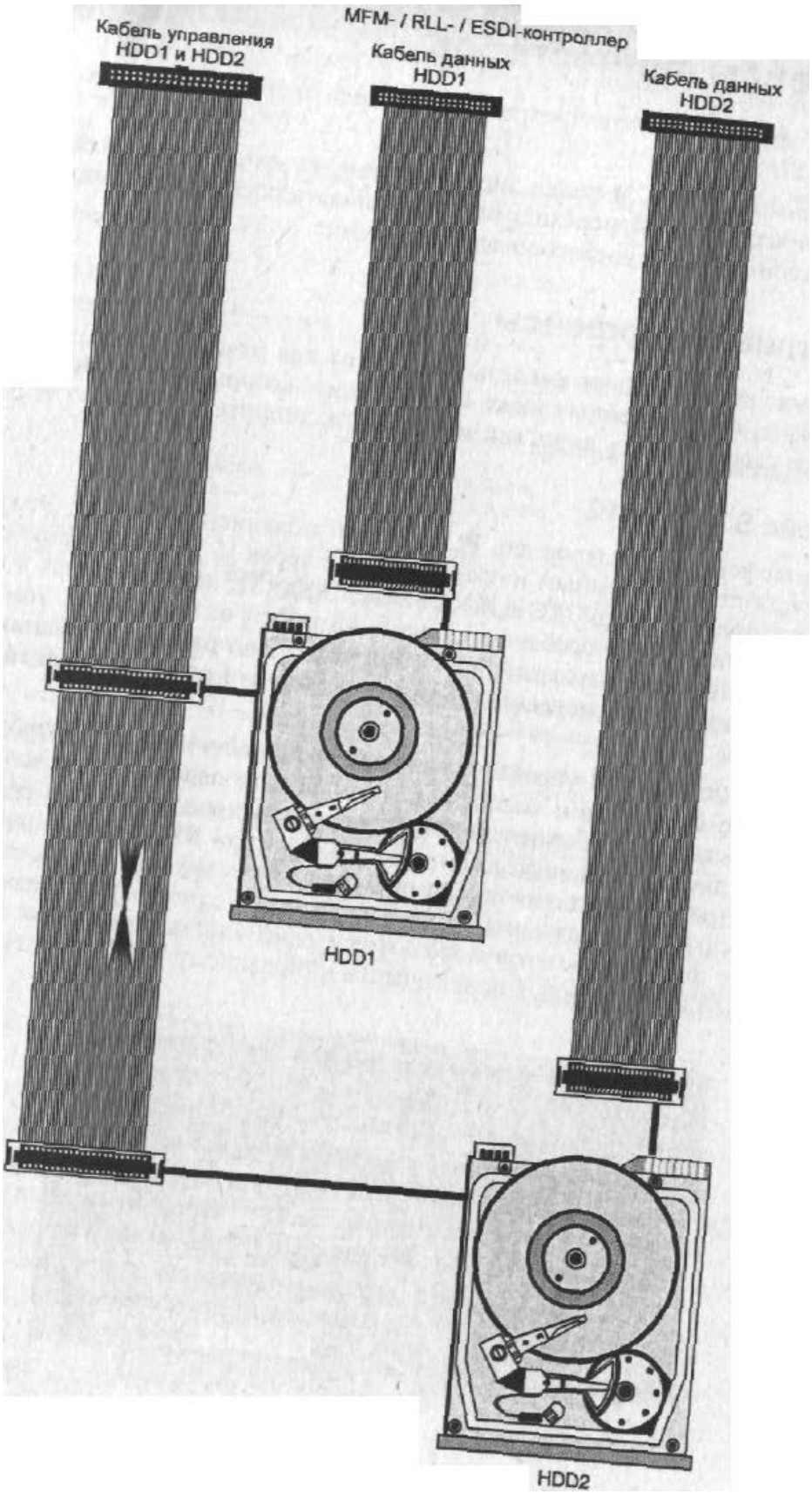


Рис. 11.15. *Соединение двух винчестеров MFM/RLL/ESDI*

MFM-винчестеры, получившие название от метода кодирования, использовались в качестве стандарта для PC типа XT и AT 286. Самыми известными из них являются два винчестера фирмы Seagate: ST225 объемом 21,4 Мбайт и временем обращения 65 мс и ST251 (42,8 Мбайт, 28 мс). В обоих случаях речь идет о винчестерах 5,25" половинной высоты (2,6").

Преимущество метода кодирования RLL по сравнению с MFM заключается в том, что данные кодируются с троекратной плотностью, в результате чего емкость диска повышается примерно на 50%, тем более что количество секторов на дорожке увеличено с 17 до 26. При одинаковом строении механических узлов RLL HDD Seagate ST238R имеет объем 38 Мбайт, а MFM HDD Seagate ST225 — 21 Мбайт. Благодаря тому, что применяются кабели одинакового типа, можно было подсоединить винчестер MFM к контроллеру RLL. Скорость передачи данных по сравнению с методом MFM также существенно возросла. Ее значение достигло 900 Кбайт/с (7,5 Мбайт/с).

ESDI

Для удовлетворения возросших потребностей в больших объемах памяти и скорости обмена данными был разработан интерфейс, который получил название *ESDI (Enhanced Small Device Interface).*

ESDI-винчестеры, в отличие от MFM и RLL, имели на дорожке до 53 секторов и принадлежали к первым винчестерам, которые достигли емкости 100 Мбайт. Приводы ESDI имели двойную высоту, что являлось основным отличительным признаком винчестеров этого типа. Однако ESDI-контроллер по внешнему виду вряд ли можно отличить от MFM- или RLL-контроллера. ESDI-контроллер, так же как и MFM-или RLL-контроллер, подключается к винчестеру 34-жильным кабелем управления и 20-жильным кабелем данных. В остальном же контроллер ESDI несовместим с RLL иМРМ.

IDE

Предложенный в 1986 г. компаниями Compaq и Western Digital интерфейс *WE (Integrated Drive Electronics)* очень быстро завоевал популярность среди производителей и пользователей PC. В отличие от рассмотренных ранее, этот контроллер интегрирован на плате винчестера, в результате чего стоимость дисковой системы упала, а стоимость винчестера увеличилась незначительно. Интегрирован-

ный контроллер позволил подключать винчестер непосредственно к слоту на материнской плате, представляющему собой усеченный слот шины ISA, или к плате адаптера. Ранее на плате адаптера был интегрирован контроллер FDD, а также располагались параллельные и/или последовательные интерфейсы и игровой порт (рис. 11,16). На современных материнских платах все эти компоненты интегрированы непосредственно в Chipset.

Первые промышленные устройства на базе IDE были выпущены в 1986 г. и получили широкое распространение. Основные причины такой популярности нового интерфейса — это невысокая цена устройств, простота их установки и эксплуатации.

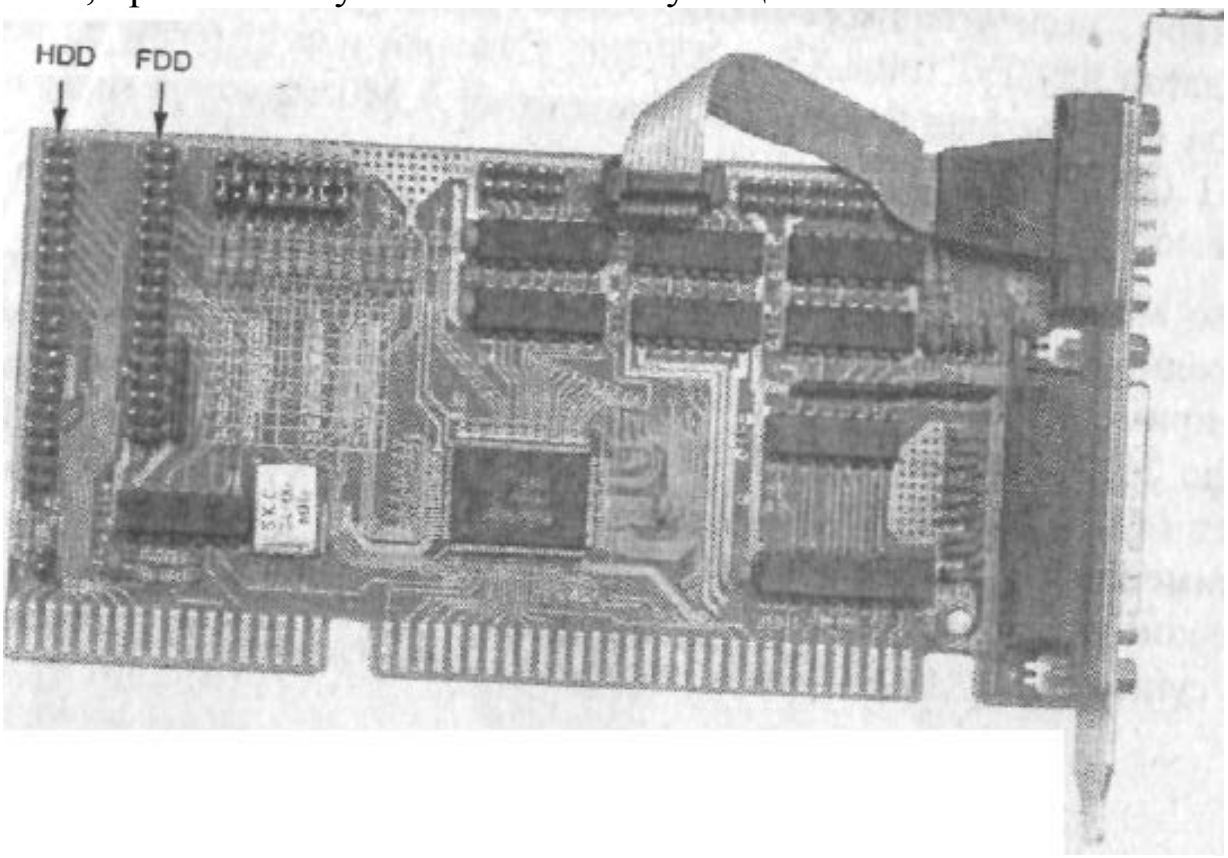


Рис. 11.1в. Комбинированный контроллер IDE

ATA-1

Существуют три основных разновидности интерфейса IDE, рассчитанные на взаимодействие с различными шинами ввода/вывода:

- AT Attachement (ATA) IDE (16-разрядная шина ISA);
- XT IDE (8-разрядная шина ISA);
- MCA IDE (16-разрядная шина MCA).

Стандарт ATA был принят в марте 1989 г. Он имел следующие возможности:

- поддерживал только два винчестера;
- поддерживал режимы PIO0, PIO1 и PIO2;
- поддерживал режимы Smgleword DMA0, DMA1, DMA2 и Mutiword DMA0;
- обеспечивал скорость обмена данными с диском 2—3 Мбайт/с;
- к контроллеру IDE можно было подключать только винчестеры;
- емкость диска IDE не превышала 504 Мбайт.

Почему емкость диска IDE не может превышать 504 Мбайт? Как было отмечено ранее, емкость винчестера определяется произведением количества цилиндров (С), количества головок (Н), количества секторов (S) и емкости одного сектора (512 байт), т. е. С x Н x S x 5I2.

Ограничение емкости винчестеров с интерфейсом IDE является результатом совместного использования стандарта IDE и программного интерфейса BIOS (Intl3). Дело в том, что интерфейсы IDE и Intl3 используют различное количество разрядов для задания числа головок, цилиндров и секторов, поэтому для того, чтобы IDE и BIOS могли работать вместе, из двух максимальных значений приходится брать меньшее (табл. 11.7).

Таблица 11.7. *Характеристики HDD в BIOS и стандарте IDE*

Характеристики жесткого диска	IDE (ATA)		BIOS	
	Разрядность	Количество	Разрядность	Количество
Цилиндров	16	65536	10	1024
Головок	4	16	6	255
Секторов	8	256	6	63

Таким образом: С x Н x S x 512 = 1024 x 16 x 63 x 512 = 528 482 304 байт ~ 504 Мбайт.

Некоторым усовершенствованием стандарта ATA стал протокол Fast ATA, разработанный компаниями Seagate Technology при поддержке Quantum. Отличие данного протокола от протокола ATA заключается в поддержке режимов PIO4 и Multiword DMAl. Данный протокол не является стандартным и поддерживается не всеми винчестерами.

Кабель

IDE-контроллер в версиях ATA и XT подключается к винчестеру 40-жильным кабелем. Неправильное подключение разъема кабеля обычно не ведет к повреждению сопрягаемых компонентов. В этом случае жесткий диск просто не инициализируется.

Примечание

В редких случаях (например, при подключении к винчестеру Seagate ST9051A) неверное подсоединение контроллера может привести к его выходу из строя. При подключении кабеля к плате лучше проверить, подходит ли цветная маркированная жила на контакт номер 1 разъема.

Подключение второго винчестера к IDE-контроллеру не вызывает затруднений: оба жестких диска подключаются к контроллеру 40-жильным кабелем параллельно друг другу.

Внимание!

Физического подключения второго винчестера к контроллеру не достаточно: дополнительный диск должен быть сконфигурирован соответствующим образом с помощью установок в CMOS Setup и джамперов, расположенных на плате винчестера.

При покупке PC с IDE-контроллером проверьте, имеются ли на 40-жильном интерфейсном кабеле три разъема, чтобы впоследствии можно было подключить второй винчестер и, кроме того, достаточна ли длина этого кабеля. Максимальная длина кабеля не должна превышать 46 см. В табл. 11.8 приведено назначение контактов разъема контроллера жесткого диска.

Таблица 11.8. Назначение контактов разъема IDE-контроллера

Контакт	Категория	Сигнал	Назначение
1	Выход	Reset	Сброс
2	-	GND	Корпус
3	Вход/выход	HD7	Линия данных 7
4	Вход/выход	HD8	Линия данных 8
5	Вход/выход	HD6	Линия данных 6
6	Вход/выход	HD9	Линия данных 9
7	Вход/выход	HD5	Линия данных 5
8	Вход/выход	НОЮ	Линия данных 10

9	Вход/выход	HD4	Линия данных 4
10	Вход/выход	HD11	Линия данных 11
1Г	Вход/выход	HD3	Линия данных 3
12	Вход/выход	DH12	Линия данных 12
13	Вход/выход	HD2	Линия данных 2
14	Вход/выход	HD13	Линия данных 13
15	Вход/выход	HD1	Линия данных 1
16	Вход/выход	HD14	Линия данных 14
17	Вход/выход	HDO	Линия данных 0
18	Вход/выход	HD15	Линия данных 15
19	-	GND	Корпус
20	-	KEY	Ключ разъема (отсутствует)
21	-	Reserved	Зарезервирован
22	-	GND	Корпус
23	Выход	IOW	Строб записи
24	-	GND	Корпус
25	Выход	IOR	Строб чтения
26	-	GND	Корпус
27	Вход	IOCHRD	Готовность канала ввода/вывода
28	Выход	ALE	Строб адреса
29	-	Reserved	Зарезервирован
30	-	GND	Корпус
31	Вход	IRQ14	Запрос на прерывание
32	Вход	HIO16	Признак обращения к 16-разрядному
33	Выход	HA1	Линия адреса 1
34	Вход/выход	Reserved	Зарезервирован
35	Выход	HAO	Линия адреса 0
36	Выход	HA2	Линия адреса 2
37	Выход	CSO	Выбор диска 1
38	Выход	S1	Выбор диска 2
39	Вход/выход	ACTIV	Подтверждение выбора диска
40	-	GND	Корпус

Режимы передачи данных

Для передачи данных между винчестером и памятью PC используются два основных режима:

- режим программного ввода/вывода *(Programmed Input/Output, PIO);* - режим прямого доступа к памяти *(Direct Memory Access, DMA).*

Режим PIO

В режиме PIO каждый байт информации с жесткого диска снача-

ла считывается центральным процессором и только потом записывается в оперативную память. В зависимости от длительности цикла считывания и количества секторов, передаваемых за одно обращение к диску, различают режимы PIO0 (PIO Mode 0), PIO1, PIO2, PIO3, PIO4, PIO5. Характеристики режимов PIO приведены в табл. 11.9.

Например, в режиме PIO0 за одно обращение к диску обычно передается содержимое одного сектора (512 байт), а в режиме PIO4 — 16 (или больше), за счет чего достигается высокая скорость передачи данных.

Таблица 11.9. *Характеристики режимов PIO*

Режим PIO	Длительность цикла чтение/запись, нс	Скорость передачи данных, Мбайт/с	Стандарт
ModeO	600	3.3	ATA
Model	330	5.2	ATA
Mode 2	240	8.3	ATA
ModeS	180	11.1	ATA-2
Mode 4	120	16.6	ATA-2
Mode 5	100	20,0	ATA-2

Если появились сбои в работе PC после установки нового винчестера, можно попробовать понизить скорость работы жесткого диска, принудительно установив в CMOS Setup более низкий режим PIO.

Режим DMA

Режимы PIO используются в однозадачных операционных системах, когда процессор компьютера производит считывание или запись данных в буферную память накопителя на жестких дисках стандартов IDE или EIDE, а затем эти данные передаются в оперативную память. В многозадачных операционных системах целесообразно использовать режимы прямого доступа к оперативной памяти *(Direct Memory Access, DMA).* Ввод/вывод данных в этом режиме осуществляется в оперативную память PC без участия CPU. Этот процесс происходит под управлением контроллера накопителя на жестких дисках в паузах между обращениями CPU к оперативной памяти, что несколько снижает скорость передачи данных,

но экономит процессорное время. Для реализации режимов DMA, в отличие от PIO, необходимы как специальные контроллеры, так и драйверы.

Режимы DMA подразделяются на однословные *(Singleword)* и многословные *(Multiword)* в зависимости от количества слов, передаваемых за один цикл работы с системной шиной (табл. 11.10).

Таблица 11.10. Характеристики режимов DMA

Режим	Длительность одного цикла передачи, нс	Скорость передачи данных, Мбайт с
Singleword		
0	960	2,1
1	480	4,2
2	240	8,3
Multiword		
0	480	4,2
1	150	13,3
2	120	16,6
3	100	20,0
4	80	33,3
5		66
6		100

Функция Bus Mastering

С появлением процессоров Pentium контроллеры EIDE обеспечивают функцию прямого управления шиной PCI (Bus Mastering). Дело в том, что в многозадачных операционных системах слишком расточительно использовать CPU для ввода/вывода данных, поэтому контроллеры внешних устройств (EIDE в частности) стали оборудоваться как бы собственными процессорами ввода/вывода. В этом случае CPU программирует контроллер EIDE, указывая ему, откуда он должен взять данные и в какую область памяти их поместить. После получения этих указаний контроллер захватывает управление шиной PCI и выполняет операции по считыванию данных с накопителей информации (например, с винчестера, приводов CD-ROM, CD-R, CD-RW) непосредственно в RAM с помощью контроллера DMA.

Однако выигрыш в производительности PC при использовании функции Bus Mastering будет заметен лишь при одновременной ра-

боте нескольких приложений.

Функцию Bus Mastering поддерживают практически все современные Chipset. В Chipset корпорации Intel технология Bus Mastering IDE реализована в контроллере PIIXN *(см. главу 8).*

Для реализации этой технологии необходимо выполнение следующих требований к аппаратному и программному обеспечению:

- Chipset должен поддерживать функцию Bus Mastering *(см. главу 8);* - винчестер и привод CD-ROM должны поддерживать режимы DMA;

(Примечание)

Информацию об этом можно найти в документации на соответствующее устройство. Подавляющее большинство современных винчестеров и приводов CD-ROM поддерживают этот режим.

- компьютер должен работать под управлением многозадачной операционной системы типа Microsoft Windows 95/98 и Windows NT 4.0;

- необходимо наличие соответствующего драйвера и соответствующей системы BIOS.

(Примечание ^

Режим Ultra DMA/33 не является обязательным, но желательным.

Современные операционные системы, начиная с Windows 95 OSR2 и Windows NT 4.0 Service Pack 3, поставляются с драйвером Bus Master IDE. Кроме того, корпорация Intel распространяет соответствующие драйверы для других операционных систем и версий Windows 95/98 через Интернет **(http://www.bmdrivers.com, http://www.driverslKi.com).**

Если вы обнаружили неприятные эффекты, например "зависание" компьютера при попытке сохранить файл, невозможность проигрывания аудиодисков, в этом случае следует удалить драйвер Bus Master.

ATA-2

Увеличение тактовой частоты процессоров и размеров используемых программ автоматически требует и повышения скорости передачи данных. Однако при использовании HDD с интерфейсом ATA максимальная скорость передачи данных для моделей последних разработок в среде DOS составляет 3—5,5 Мбайт/с (IDE на ло-

кальной шине). При использовании программных комплексов автоматизированного проектирования и приложений Windows для удовлетворительной работы этого явно недостаточно. Кроме того, емкость АТА - винчестеров ограничена значением 504 Мбайт.

Относительная простота устройств с интерфейсом АТА и указанные выше ограничения побудили ведущих производителей в 1993 г. начать усовершенствование интерфейса АТА. На его основе был разработан новый интерфейс АТА-2, утвержденный в качестве стандартного ANSI (Американским национальным институтом стандартов); иногда АТА-2 называют EIDE *(Enhanced IDE).*

В отличие от АТА интерфейс стандарта АТА-2;

- поддерживал дополнительно режимы PIO3 и PIO4;
- поддерживал дополнительно режимы Mutiword DMA1 и DMA2
- к контроллеру IDE стало возможно подключать не только винчестеры;
- емкость диска IDE превысила 504 Мбайт.

Логическая адресация блоков

Существуют два способа преодоления ограничения емкости винчестера.

Первый способ заключается в пересчете реальных значений адресов CHS (цилиндр-головка-сектор) в фиктивные, удовлетворяющие ограничениям BIOS (см. табл. 11.7). Контроллер IDE и BIOS используют в этом случае разные способы для адресации данных на диске. Например, если диск содержит 1500 цилиндров и имеет 16 головок, то в результате пересчета BIOS будет воспринимать его как устройство, имеющее 750 цилиндров и 32 головки.

Превышение емкости винчестеров более 504 Мбайт стало возможно благодаря применению метода логической адресации блоков *(Logical Block Addressing, LBA),* который используется в технологии АТА-2. Для поддержки LBA необходима соответствующая BIOS, поддерживающая интерфейс АТА-2. В этом случае все секторы нумеруются подряд, начиная с сектора (0,0,1), которому присваивается логический адрес 0, т. е. адрес CHS преобразуется в 28-битное число, используемое для нумерации секторов. Поскольку размер каждого сектора равен 512 байт, то в соответствии с данными, представленными в табл. 11.7, максимальная емкость винчестера может составлять

C x H x S = 65 536 x 16 x 256 x 512 ≈ 128 Гбайт

К сожалению, для операционной системы необходимы пересчитанные значения секторов, поэтому BIOS сначала определяет общее количество секторов, а затем пересчитывает их. Однако в BIOS существуют некоторые ограничения (см. табл. 11.7), поэтому максимальная общая емкость диска будет равна

C X H X a = 1024 X 256 X 63 x 512 ≈ 7,88 Гбайт

Для работы с дисками емкостью более 504 Мбайт требуется поддержка со стороны винчестера, BIOS и операционной системы. Например, большинство 32-разрядных операционных систем (таких как Windows 95/98, OS/2) поддерживает работу с большими дисками.

При использовании технологии ATA-2 повышается скорость обмена с диском, допускается применение более скоростных дисков и обеспечивается возможность установки в компьютере до четырех устройств IDE. Контроллер ATA-2 имеет два канала *(primary*— первичный и *secondary*— вторичный), к каждому из которых можно подключить до двух устройств (всего четыре).

Кроме того, ATA-2 позволяет подключать не только винчестеры, но и другие устройства (приводы CD-ROM, стримеры), поддерживающие спецификацию ATAPI *(ATAttachment Packet Interface).*

Стандарт ATAPI получил широкую поддержку среди производителей устройств CD-ROM и разработчиков операционных систем, что еще более расширило сферу распространения интерфейса ATA-2

В новых ATA-2-устройствах предусмотрен режим экономии электроэнергии, что соответствует требованиям Environmental Protection Agensy's Energy Star (Агентство защиты окружающей среды и сохранения энергии). Этот режим поддерживается многими накопителями последних разработок, а для накопителей ATA-2 он является стандартным — двигатель винчестера сам останавливается при отсутствии обращений к винчестеру в течение временного интервала, определяемого пользователем системы.

Все винчестеры, выпускаемые с интерфейсом ATA-2, обеспечивают работу в режиме стандартного ATA - интерфейса, и наоборот, компьютеры, оснащенные ATA-2, могут работать с обычными винчестерами ATA.

Если к одному кабелю подключены винчестер и накопитель CD-ROM, то в случае обращения CPU к CD-ROM во время записи дан-

ных на винчестер CPU будет ожидать завершения операций с винчестером, прежде чем он получит доступ к CD-ROM. Поэтому нецелесообразно подключать к одному кабелю IDE привод CD-ROM и винчестер. При наличии в системе двух винчестеров их также желательно подключить к разным кабелям.

ATA-3

В отличие от ATA-2, стандарт ATA-3, хотя и не вводит новые режимы, предназначенные для ускорения передачи данных, но включает технологию S.M.A.R.T. (Self-Monitoring, Analysis and Reporting Technology, технология самонаблюдения, анализа и сообщений).

ATA-4 (UltraATA/33)

Интерфейс Ultra ATA/33 (называемый также Ultra DMA/33 и ATA-33), предложенный компанией Quantum, обеспечил передачу данных в режиме Multiword DMA со скоростью 33 Мбайт/с. В отличие от режима DMA2, в режиме Ultra ATA/33 передача данных осуществляется по переднему и заднему фронтам тактового сигнала, что позволяет в два раза увеличить скорость передачи без увеличения тактовой частоты импульсов (рис. 11.17).

Кроме того, в Ultra ATA/33 осуществляется контроль передаваемых данных с помощью процедуры CRC (Cyclic Rendancy Check, контроль с использованием циклического избыточного кода).

Ultra ATA/33 обеспечивает совместимость устройств и систем ранних стандартов. В системе может одновременно работать винчестер стандарта Ultra ATA/33 и других стандартов.

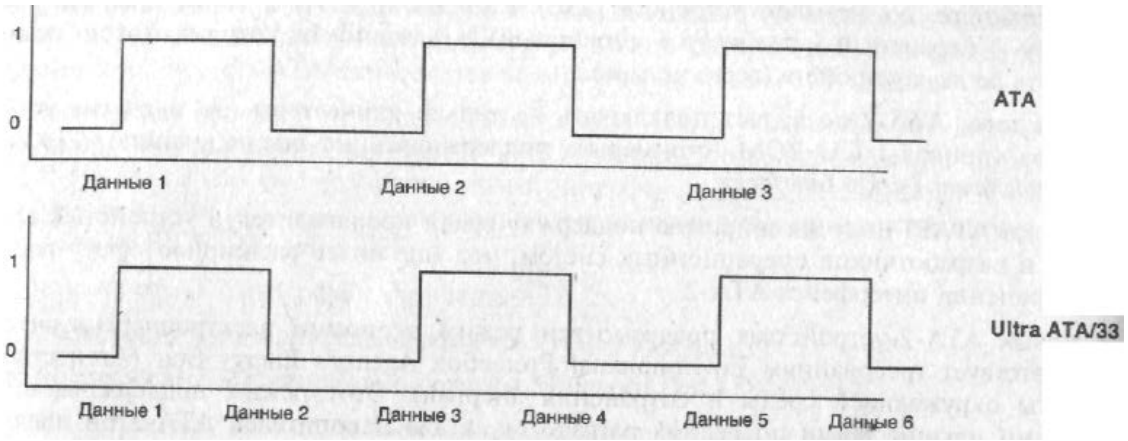


Рис.11.17.Передача данных согласно протоколам ATA и UltraATA/33

Для реализации всех возможностей стандарта Ultra ДТА/33 необходимо, чтобы его поддерживали Chipset и BIOS материнской пла-

ты, а также были установлены соответствующие драйверы.

ATA-5 (UltraATA/66)

Протокол Ultra ATA/66 по сравнению с Ultra ATA/33 удваивает скорость передачи данных до 66 Мбайт/с за счет увеличения частоты тактового сигнала. Для обеспечения целостности данных предусмотрен новый 80-жильный кабель, который подключается к стандартному 40-контактному разъему (рис. 11.18). В новом кабеле все сигнальные линии разделены линиями земли, которые играют роль экрана.

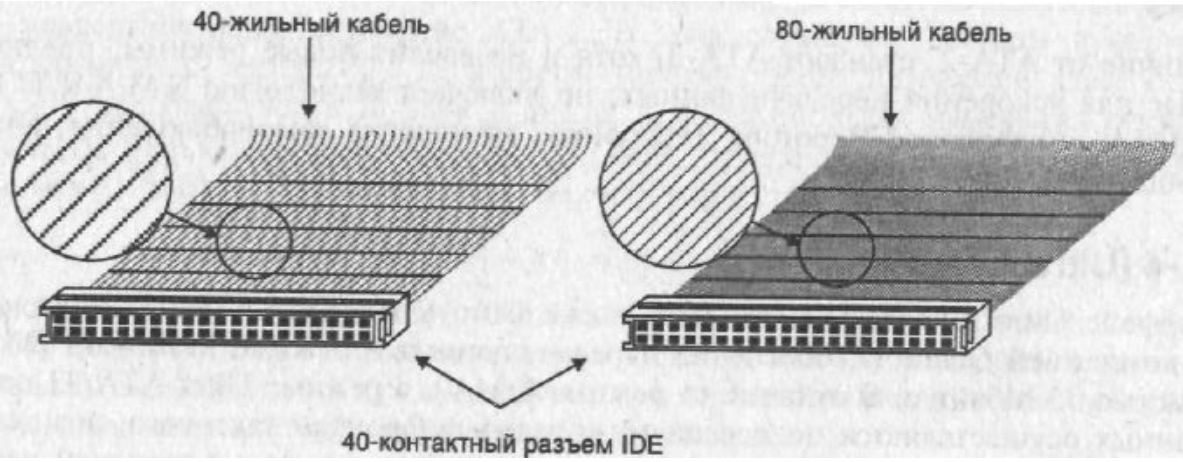


Рис. 11.18. 80-жильный кабель IDE

ATA-6 (Ultra ATA/100)

Последующим развитием интерфейса Ultra ATA/66 является протокол Ultra ATA/100, обеспечивающий передачу данных со скоростью 100 Мбайт/с. Ultra ATA/100 поддерживает все предыдущие протоколы.

По-видимому, ATA-6 стал последним стандартом параллельной передачи данных и вскоре мы простимся с широким шлейфом для подключения HDD.

Serial ATA (SATA)

Дальнейшее увеличение скорости передачи данных через параллельный интерфейс ATA вызывало технические сложности. Кроме того, производителей PC не устраивал широкий 40-жильный (или 80 жильный) кабель, который препятствует циркуляции воздуха внутри корпуса и ограничен длиной в 46 см.

Поэтому в 1999 г. была создана рабочая группа Serial ATA Work-

ing Group, целью которой было создание последовательного интерфейса ATA — Serial ATA (SATA). Интерфейс был представлен в 2001 г. и продемонстрировал скорость передачи данных — 150 Мбайт/с.

Широкий кабель данных заменен на два узких, длина которых может быть больше одного метра (рис. 11.19).

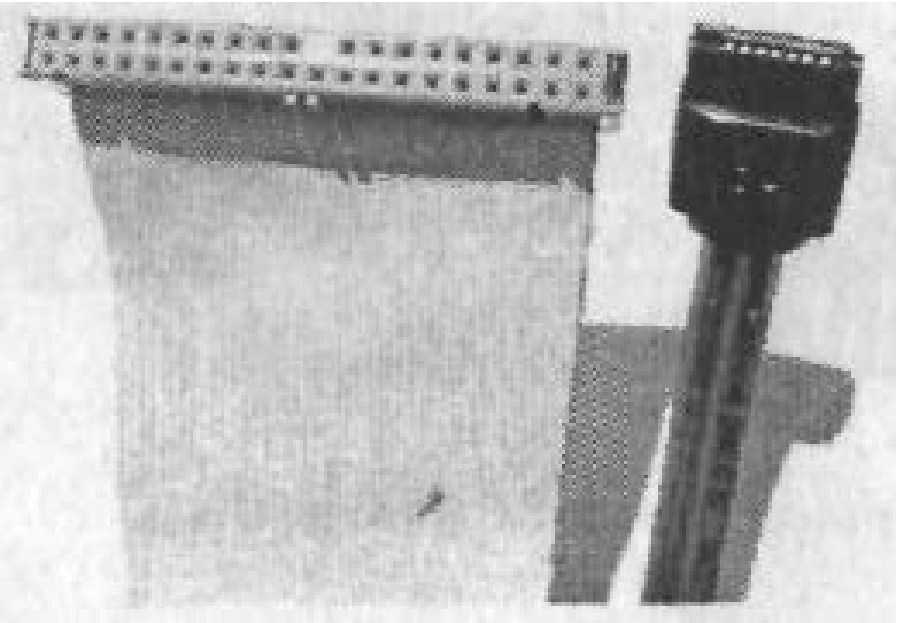


Рис. 11.19. "Стандартный" кабель данных HDD (слева) и кабель данных Serial ATA (справа)

Кроме того, для подключения нескольких устройств (HDD, приводы CD-ROM, DVD-ROM и др.) будет использована не топология типа "звезда" (когда каждое устройство необходимо идентифицировать как Master или Slave), а топология point-to-point, когда каждое устройство будет напрямую подключено к хост-адаптеру (наподобие SCSI-устройств).

Ожидается увеличение скорости передачи через интерфейс SATA 300 Мбит/с в 2004 г. и 600 Мбит/с в 2007 г.

SCSI

SCSI (Small Computer System Interface, системный интерфейс малых компьютеров) это более универсальный и эффективный интерфейс, чем IDE. Однако его аппаратная реализация значительно дороже, чем реализация интерфейса IDE. Интерфейс SCSI имеет явные преимущества при работе с видео, а также при использовании привода CD-ROM в многозадачной операционной среде или в

качестве сетевого накопителя.

Связь между SCSI-устройством и шиной ввода/вывода (таких, как ISA, PCI, VLB) осуществляется через внешнюю шину с помощью Host-адаптера (рис. 11.20). Устройства, подключенные к SCSI-шине, взаимодействуют друг с другом не напрямую, а через встроенные SCSI-контроллеры.

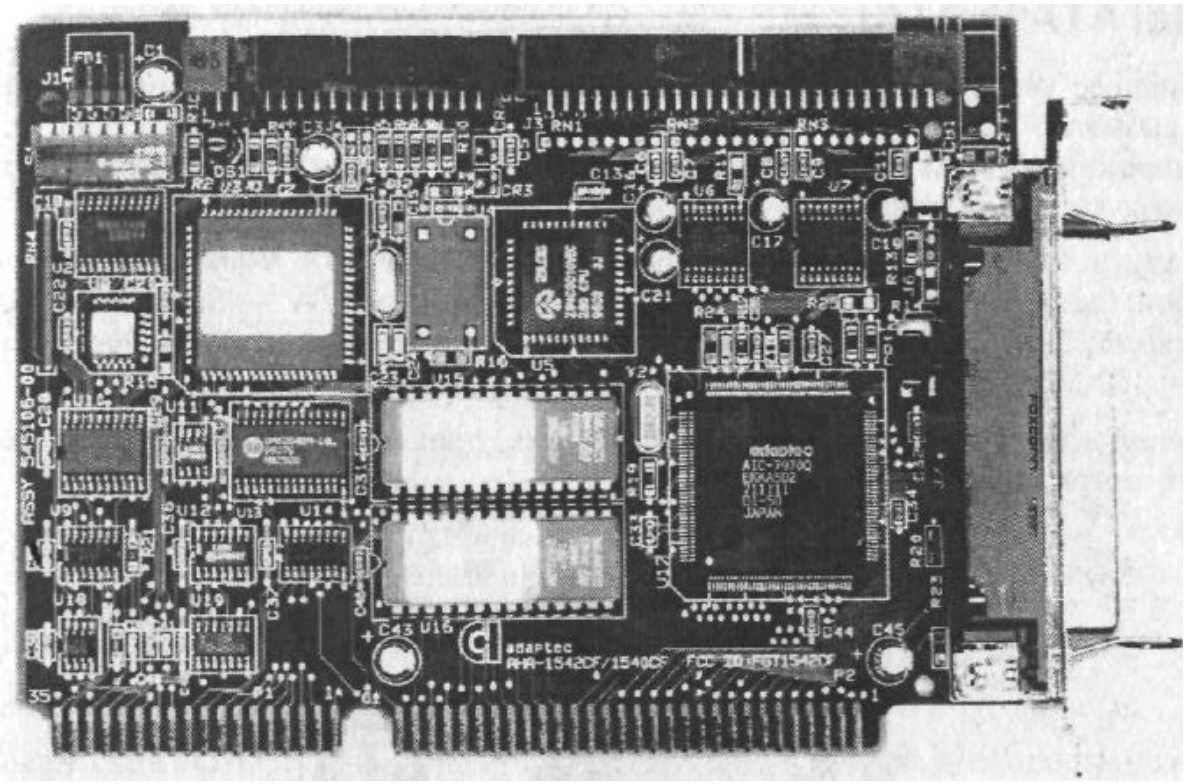


Рис. 11.20. Host-адаптер SCSI AHA-154X

В табл. 11.11 показано назначение контактов разъема контроллера Adaptec 152x. Другие изготовители, например Future Domain, используют иное расположение контактов, но это не означает, что отдельные SCSI-устройства работают только со специальными контроллерами. Например, у вас могут возникнуть проблемы при использовании винчестера, отформатированного с помощью контроллера SCSI фирмы Seagate. При этом необходимо заново отформатировать его с помощью контроллера фирмы Adaptec.

Таблица 11.11. *Назначение контактов разъема контроллера Adaptec 152x*

Контакт	Сигнал	Назначение
26	DB(0)	Линия данных 0
27	DB(1)	Линия данных 1
28	DB(2)	Линия данных 2
29	DB(3)	Линия данных 3
30	DB(4)	Линия данных 4
31	DB(5)	Линия данных 5
32	DB(6)	Линия данных 6
33	DB(7)	Линия данных 7
34	DB(P)	Бит контроля четности шины данных
35	GND	Корпус
36	GND	Корпус
37	GND	Корпус
38	Term Power	Питание
39	GND	Корпус
40	GND	Корпус
41	ATN	Сбой при обмене данными
42	GND	Корпус
43	BSY	Шина занята
44	ACK	Подтверждение приема данных в режиме обмена с квитированием
45	RST	Сброс
46	MSG	Сообщение
47	SEL	Выбор
48	C/D	Команда/данные
49	REQ	Запрос данных в режиме обмена с квитированием
50	I/O	Ввод/вывод

Сигнал ATN формируется для указания на возникшие сбои при обмене данными.

(Примечание ^

Контакты с 1 по 25 замкнуты на корпус, контакт 13 не используется.

Подключение

На корпусе SCSI-устройства, как правило, имеются входной и

выходной разъемы. К выходному разъему должно подключаться следующее SCSI-устройство. Если к этому разъему такое устройство не подключено, то необходимо подключить внешний модуль нагрузки — *терминатор,* который входит в комплект SCSI-устройств. На многих винчестерах с интерфейсом SCSI в целях экономии места имеется только один разъем. В этом случае устанавливаются так называемые проходные модули нагрузки.

Шина SCSI всегда должна быть нагружена с обоих концов. Если Host-адаптер установлен в середине цепочки подключенных к шине устройств, то на конечных устройствах должны быть установлены терминаторы. Если Host-адаптер расположен в начале цепочки, то в нем должны быть установлены нагрузочные резисторы.

Для конфигурации SCSI-устройств необходимо каждому устройству присвоить идентификационный номер (ID), который устанавливается с помощью джамперов, кнопок или переключателя.

"Интеллектуальные" SCSI-контроллеры отличаются большим числом возможных установок. Контроллер фирмы Adaptec позволяет устанавливать идентификатор SCSI, номер линии прерывания, канал DMA и т. д. В случае сомнений следует принять стандартные установки. В документации, поставляемой с хорошими SCSI-контроллерами, имеется раздел, посвященный устранению возможных конфликтов, возникающих при установке этих карт в PC. В этом случае у вас есть хорошая возможность попробовать свои силы в переключении джамперов. Запоминайте (и записывайте) исходное состояние каждый раз перед установкой джампера в новое положение или при другом изменении конфигурации.

Драйверы

В процессе производства отдельных компонентов фирма Adaptec (лидер в производстве SCSI-контроллеров) разработала соответствующие драйверы. В настоящее время широкое распространение получил универсальный драйвер ASPI *(Advanced SCSI Programming Interface),* который поддерживает различные периферийные устройства и операционные системы, такие как OS/2, UNIX, Novell и т. п.

Фирмы Futura Domain и NCR разработали еше один драйвер — CAM *(Common Access Method* ~ метод общего доступа).

В *главе 31* приведен перечень ошибок, наиболее часто встречающихся при работе с SCSI-устройствами.

Достижимые скорости передачи данных для интерфейса SCSI и других ранее рассмотренных интерфейсов приведены в табл. 11.12.

Таблица 11.12. *Производительность различных интерфейсов*

Название интерфейса	Скорость передачи данных, Мбайт/с
ESDI	1,9
ATA	8,3
Fast ATA	11.1
ATA-2	16,6
Ultra DMA/33	33
Ultra DMA/66	66
Ultra DMA/1 00	100
Serial ATA	150
SCSI-1	5
Fast SCSI-II	10
FastWidwSCSI-II	20
Ultra SCSI-II	20
Ultra Wide SCSI-II	40
Ultra SCSI-III	80
Ultra160/mSCSI	160
Ultra320 SCSI	320

Интерфейс SCSI имеет некоторые преимущества перед параллельным интерфейсом ATA.

- Возможность подключения до 15 устройств (например, Ultra SCSI-III).
- Возможность подключать внутренние и внешние устройства.
- Высокая скорость передачи данных (в последних стандартах).
- Длина кабеля SCSI может достигать 3—6 м.

Однако стоимость винчестеров SCSI существенно выше (примерно в 1,5 раза при той же емкости), чем стоимость винчестеров ATA. Кроме того, IDE-винчестер можно подключить к любой материнской плате, в то время как для подключения винчестера SCSI необходим специальный контроллер.

Таким образом, для домашнего компьютера целесообразнее использовать винчестеры ATA. Кроме того, появление нового интерфейс SATA приблизило систему EIDE к системам SCSI.

Для профессиональных систем, например, для мощного сервера со многими винчестерами лучше подойдет SCSI.

Пример подключения цепочки SCSI устройств.

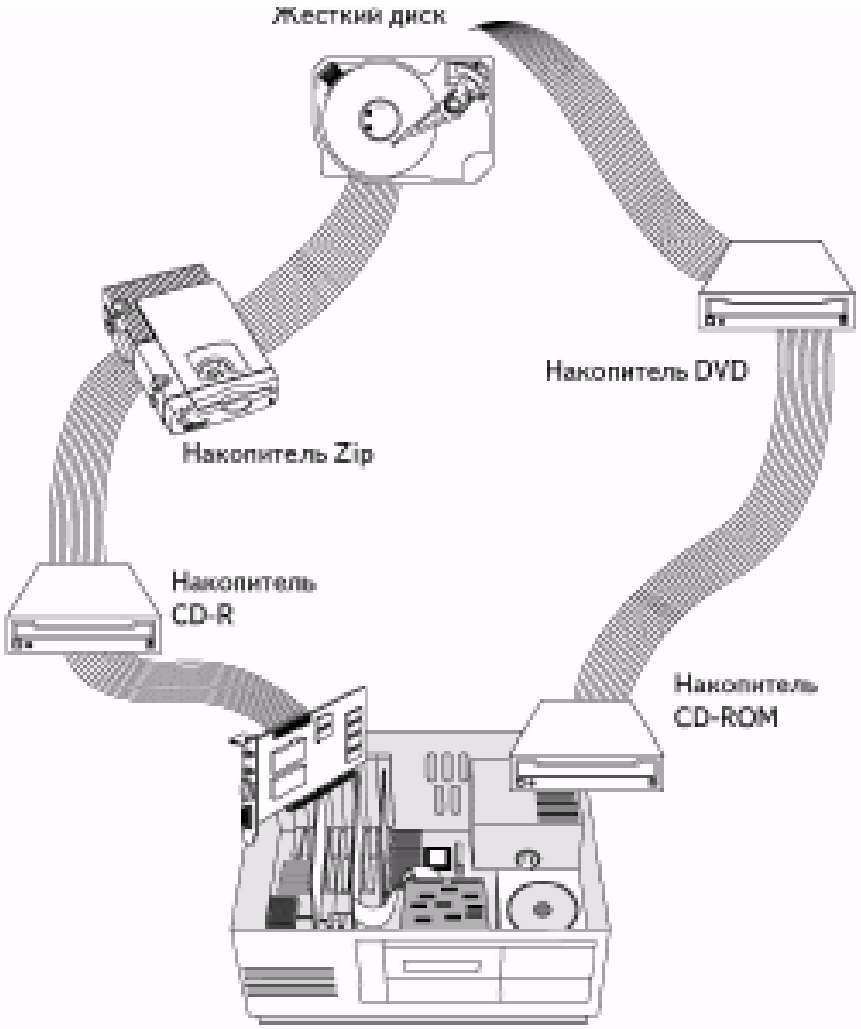
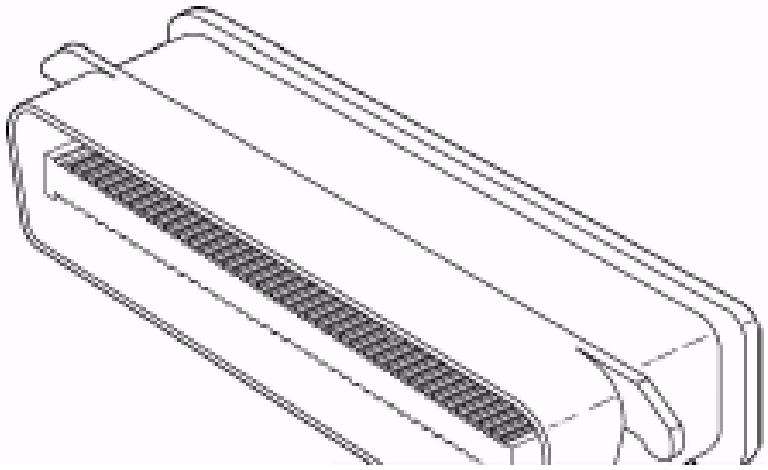


Рис. 8.10. Цепочка SCSI-устройств: к первому и последнему устройству должны быть подключены нагрузочные резисторы



Модуль нагрузки для внешнего SCSI-устройства.

Программа выполнения работы.

1. Подготовить протокол работы, содержащий название работы, цель работы.
2. Получить задание преподавателя и согласно этому заданию выписать важнейшие характеристики НЖМД.
3. Пользуясь полученными результатами работы, изучить устройство НЖМД его разметку.
4. На представленных преподавателем накопителях определить основные элементы, их назначение.
5. Научиться подключать накопители к системной плате.

Приборы и оборудование.

1. Персональный компьютер.
2. Устройства НЖМД.
3. Системная плата.
4. Шлейфы (40 и 80 - жильные кабели для подключения дисководов).

Порядок выполнения работы.

1. Ознакомиться с рекомендованной литературой.
2. Заполнить протокол лабораторной работы.
3. Изучить устройство НЖМД.
4. Защитить выполненную лабораторную работу.

Контрольные вопросы.

Часть1.Устройство НЖМД.

1. Назначение НЖМД.
2. Отличия между IDE и SCSI накопителями.
3. Суть метода зонно-секционной записи *(Zone Bil Recording).*
4. Для чего проводится температурная калибровка?
5. Назначение позиции *Landing Zone* или сокращенно *L-Zone.*
6. Для чего проводится автоматическая парковка головок?
7. Для чего проводятся свипирования *(sweep)* диска?
8. Сколько дорожек пишется на одном цилиндре в НЖМД?

9. Назначение красного провода на шлейфе.
10. Что называется средним временем доступа?
11. Что называется средним временем поиска, или временем позиционирования головки на дорожке?
12. Что называется временем ожидания, а усредненное ее значение — средним временем ожидания?
13. Где находится кэш-память винчестера. Может ли эта кэш-память существенно влиять на скорость работы винчестера?
14. Подключить НЖМД к системной плате.
15. Режимы передачи данных.
16. Нарисовать структуру разбиения НЖМД на дорожки, сектора, цилиндры, кластеры.

Часть2. Форматирование НЖМД.

1.Логическая структура НЖМД.
2. Что такое разделы?
3. Где находится *главный загрузочный сектор* или *главная загрузочная запись (Master Boot Record, MBR).* Что там записано? Для чего?
3. Назначение первичного раздела DOS.
4. Назначение расширенного раздела DOS.
5. Назначение раздела Не-DOS.
6. Размер кластера? От чего зависит размер кластера?
7. Назначение FDISK.
8. Назначение FORMAT.
9. Нарисуйте логическую структуру НЖМД.
10. Нарисуйте структуру файловой системы FAT.
11. Что происходит при форматировании высокого уровня?
12. Что находится в системной области?
13. Назначение таблицы разделов (PT).
14. Назначение MBP (ГЗЗ).
15. Назначение VBS (загрузочного сектора тома).
16. Назначение таблицы размещения файлов.
17. Что такое FAT1 и FAT2.? Где они пишутся и для чего?
18. Назначение корневого каталога.
19. Где хранится информация об именах и координатах начальных записей файлов, записанных на диске?
20. Где находится программа, которая инициирует выбор и за-

грузку операционной системы в память компьютера? Как она называется?

21. Что находится в области данных?
22. Нужно ли форматировать каждый раздел отдельно?
23. Способы создания системного диска.
24. Можно ли сделать системными диски C:, D:, E:.
25. Форматирование низкого уровня.

Лабораторная работа № 6

Приводы CD-ROM, DVD-ROM

Цель работы: Познакомиться с устройством и принципами работы приводов CD-ROM, DVD-ROM.

Краткие теоретические сведения.

Теоретические сведения приведены ниже по тексту и в файле №11 «Скотт Мюллер» на рабочем столе ПК (см. «Устройства оптического хранения данных», стр.563) .

Приводы CD-ROM

CD *(Compact Disks* - компакт-диски), использовавшиеся для аудиоаппаратуры были модифицированы для применения в PC и в настоящее время уже уверенно вошли в стандартную комплектацию современных компьютеров.

Установка привода CD-ROM в компьютер еще не означает, что можно без ограничений работать с мультимедиа.

К мультимедиа относится гораздо больше устройств, чем только круглый блестящий диск (CD-ROM). Необходимы звуковая карта, быстродействующий процессор, акустическая система, соответствующее программное обеспечение и т. п.

Сосредотачиваясь на мультимедиа, часто забывают, что CD являются прекрасным средством для хранения программных дистрибутивов (Software Distributions). CD является достаточно емким и, прежде всего, компактным носителем. Если взять соотношение между емкостью носителя и его стоимостью, то в этом отношении CD всегда лучше винчестера.

Успех аппаратных средств на рынке зависит от имеющихся программ и почти все крупные разработчики перешли на использование CD-ROM (Compact *Disk-Read Only Memory).*

Принцип действия

Прежде чем рассмотреть работу приводов CD-ROM, приведем не-

большой список их достоинств и недостатков.

- По сравнению с винчестерами CD значительно надежнее в транспортировке.

- Компакт-диск имеет достаточно большую емкость (объем данных, располагаемых на CD, достигает 500—700 Мбайт).

- CD практически не изнашивается (при соответствующей эксплуатации).

- Основной недостаток относится к методам обработки информации. Устройство CD-ROM предназначено только для чтения данных с компакт-диска. Приводы CD-ROM (рис. 12.1) работают не так, как все описанные выше электромагнитные накопители информации. При записи компакт-диск обрабатывается лазерным лучом (без механического контакта), выжигающим тот участок, который хранит логическую единицу, и оставляет нетронутым тот участок, который хранит логический ноль. В результате чего на поверхности CD образуются маленькие углубления, — так называемые питы *(Pits).*

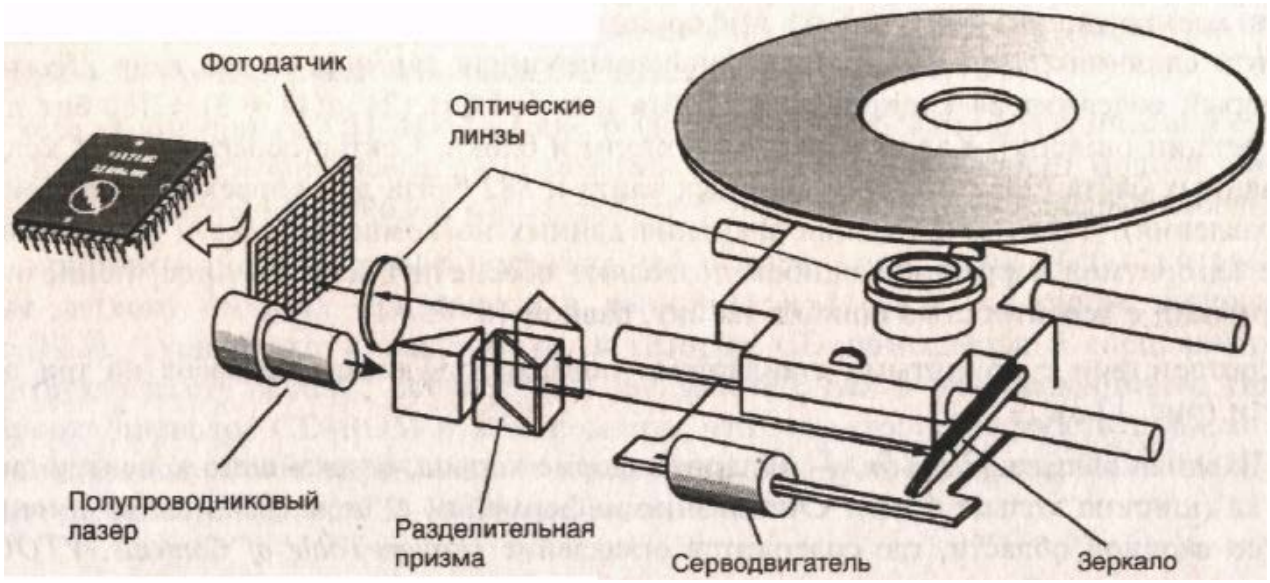


Рис. 12.1. Конструкция оптико-механического блока привода CD-ROM

Первые приводы CD-ROM применялись как внешние устройства. Современные же модели почти всех производителей выполняются как внутренние компоненты PC и имеют размеры дисковода 5,25" (рис". 12.2).

Рис. 12.2. Внешний и внутренний приводы CD-ROM

Приводы CD-ROM обычно управляются посредством IDE-интерфейса, SCSI-интерфейса или звуковой карты. Эти приводы не надо объявлять в CMOS Setup.

Технология производства накопителей CD-ROM развивается уже более десяти лет. За этот немалый для компьютерных технологий срок сменилось несколько поколений накопителей CD-ROM. Рассмотрим основы технологии CD-ROM. Толщина компакт-диска составляет 1,2 мм, а диаметр — 120 мм. Диск изготавливается из поликарбоната, который покрыт с одной стороны тонким металлическим отражающим слоем (алюминия, реже золота) и защитной пленкой специального прозрачного лака. Информация на диске записана в виде чередований углублений в поверхности металлического слоя. Двоичный ноль представляется на диске как в виде углубления, так и в виде основной поверхности, а двоичная единица — в виде границы между ними.

При кодировании 1 байт (8 бит) информации на диске записывается 14 бит плюс 3 бита слияния *(merge bit).* Базовая информационная единица — это кадр *(Frame),* который содержит 24 кодированных байта или 588 бит (24 x (14 + 3) + 180 бит для коррекции ошибок). Кадры образуют секторы и блоки. Сектор содержит 3234 кодированных байта (2352 информационных байта и 882 байта для коррекции ошибок и управления). Такая организация хранения данных на компакт-диске и использование алгоритмов коррекции ошибок позволяют обеспечить качественное чтение информации с вероятностью ошибки на бит, равной 10^{-10}.

В соответствии с принятыми стандартами поверхность диска разделена на три области (рис. 12.3).

- Входная область *(Lead In)* — область в форме кольца, ближайшего к центру диска (ширина кольца 4 мм). Считывание информации с диска

начинается именно со входной области, где содержатся оглавление *(VolumeTable of Contents, VTOC),* адреса записей, число заголовков, суммарное время записи (объем), название диска *(Dick Label).*

- Область данных.

- Выходная область *(Lead Out)* имеет метку конца диска.

Основным отличием структуры каталога компакт-диска от структуры каталога дискеты (или структуры каталога DOS) является то, что на CD в системной области записаны адреса файлов, что позволяет осуществлять прямое позиционирование. Следовательно, для доступа к данным, хранящимся на CD, необходимо преобразование форматов. Для этих целей фирмой Microsoft был выпущен специальный драйвер (MSCDEX.EXE).

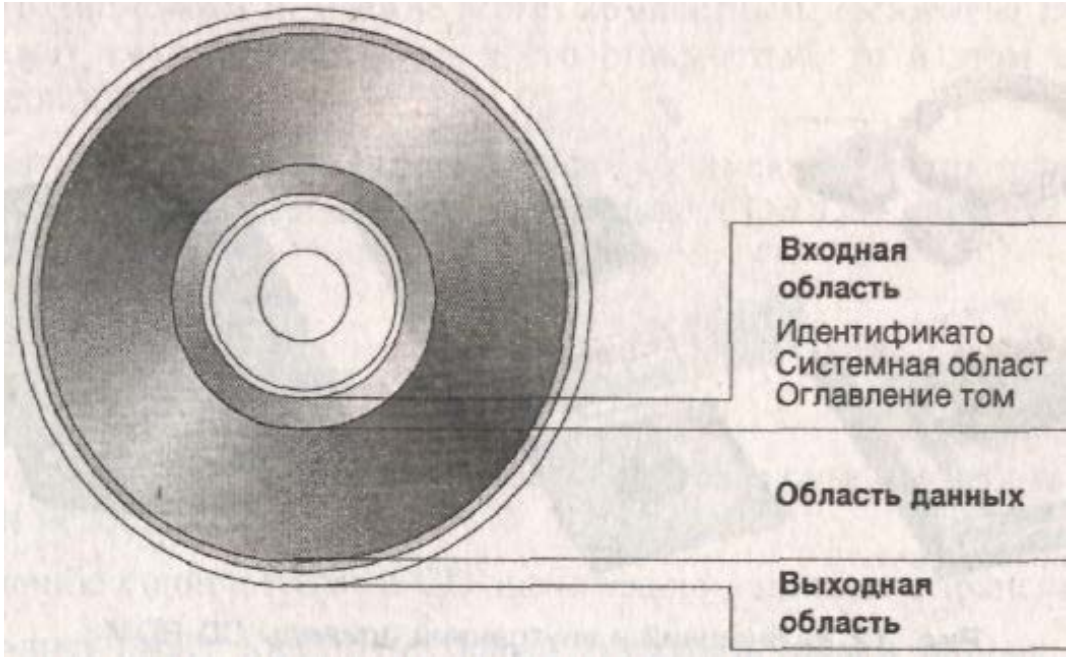


Рис. 12.3. Организация данных на диске

Таким образом, для использования приводов CD-ROM в системе имеются два драйвера, информация о которых содержится в системных файлах AUTOEXEC.BAT и CONFIG.SYS. Первый драйвер — это MSCDEX.EXE, поставляемый в качестве стандартного для подобных систем в составе DOS 6.O. Второй драйвер специализированный и поставляется вместе с конкретным приводом CD-ROM. Более тонкие подробности программной установки CD приведены в *главе 17.*

Для того чтобы привод CD-ROM можно было использовать для прослушивания еще и аудиокомпакт-дисков, необходима звуковая карта. В зависимости от модели привода для подключения звуковой карты тре-

буется двух- или четырехжильный кабель.

Для установки диска в привод положите его в выдвижной лоток (Tray), который после легкого нажатия приводится в движение и въезжает в корпус привода (рис. 12.4). Существуют и накопители, в которых CD помещается в специальную защитную кассету *(Caddy)*, вставляемую при работе с ней в окно накопителя. При установке приводов CD-ROM нужно помнить, что это устройство работает только в горизонтальном или в вертикальном положении. Ни в коем случае, как и HDD, нельзя размешать привод CD-ROM под углом.

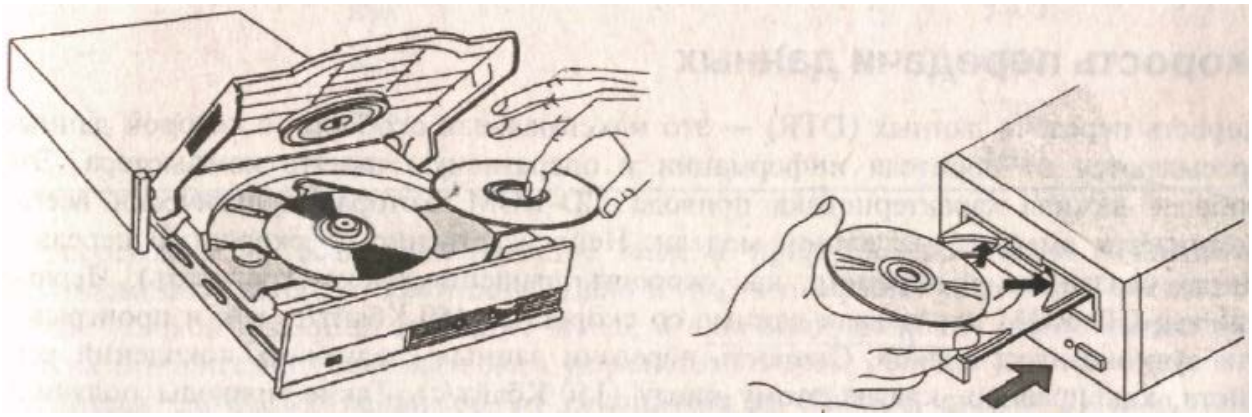


Рис. 12.4. Установка компакт-диска в привод CD-ROM

Эксплуатационные характеристики

Выбор привода CD-ROM зависит от того, какие задачи предполагается решать с его помощью. А именно, какие требования предъявляются со стороны этих задач к характеристикам привода. Условно можно выделить несколько основных групп задач.

- Установка и обновление программного обеспечения
- Поиск информации в базах данных, архивах, справочниках, энциклопедиях и т. д.
- Запуск и работа с программными продуктами
- Запуск и работа с игровыми, развлекательными и образовательными программами
- Просмотр видеофильмов, видеоклипов и фотоизображений
- Использование привода в качестве разделяемого ресурса LAN
- Прослушивание музыкальных CD

Применительно к указанным задачам можно рассматривать характеристики конкретного привода CD-ROM и оценивать его пригодность для их решения. К основным характеристикам приводов CD-ROM относятся следующие:

- скорость передачи данных *(Data Transfer Rate, DTK);*

- среднее время доступа *(Access Time, AT);*
- объем буферной памяти *(Buffer Memory);*
- коэффициент ошибок *(Error Rate);*
- средняя наработка на отказ *(Mean Time Between Failure, MTBF);*
- тип интерфейса;
- перечень поддерживаемых форматов CD;
- параметры трактов воспроизведения;
- конструкция привода;
- комплект поставки программного обеспечения.

Далее рассмотрим более подробно перечисленные характеристики.

Скорость передачи данных

Скорость передачи данных (DTR) — это максимальная скорость, с которой данные пересылаются от носителя информации в оперативную память компьютера. Это наиболее важная характеристика привода CD-ROM, которая практически всегда упоминается вместе с названием модели. Непосредственно со скоростью передачи данных связан такой параметр, как скорость вращения диска (кратность). Первые приводы CD-ROM передавали данные со скоростью 150 Кбайт/с, как и проигрыватели аудиокомпакт-дисков. Скорость передачи данных следующих поколений устройств, как правило, кратна этому числу (150 Кбайт/с). Такие приводы получили название накопителей с двух-, трех-, четырехкратной и т. д. скоростью. Причем, скорость передачи данных приводов с х-кратной скоростью зависит от типа читаемой информации. Например, если считывается информация со звукового диска, то скорость передачи составляет 150 Кбайт/с *(Normal speed),* а если считываются файлы данных, то скорость передачи данных может быть равна 300, 450, 600 Кбайт/с и т. д. Иногда для характеристики накопителей на CD-ROM используют такой показатель, как скорость постоянной передачи данных *(Sustained Data Transfer, SDT).*

Соотношение скорости передачи данных приводов CD-ROM и кратности представлено в табл. 12.1.

Таблица 12.1. *Связь скорости передачи данных и кратности скорости работы привода CD-ROM*

Кратность скорости работы привода CD-ROM	Скорость передачи данных, Кбайт/с
1x	150
2x	300

3x	450
4x	600
6x	900
8x	1200
10x	1500
12x	1800
16x	2400
20x	3000
24x	3600
28x	4200
32x	4800
34x	5100
36x	5400
40x	6000
50x	7500
60x	9000

С переходом на быстродействующие модели приводов наметилась тенденция к "размыванию" понятия "кратность". Дело в том, что термин "кратность" соответствует не угловой скорости вращения диска, а линейной скорости перемещения питов диска относительно считывающего устройства. В этом состоит важное отличие накопителя CD-ROM, например, от накопителя на жестких дисках. Если одной из главных целей конструкторов жестких дисков было повышение средней производительности накопителей, то дисководы CD-ROM изначально проектировались для нужд аудиотехники, где требовалось, прежде всего, постоянство скорости передачи данных, независимо от того, с какой области диска в данный момент производится считывание — с внешней или внутренней. До недавнего времени в приводах CD-ROM, в отличие от накопителей на магнитных дисках, использовался метод считывания информации с постоянной линейной скоростью *(Constant Linear Velocity, CLV*), при котором угловая скорость вращения диска является величиной переменной, зависящей от места считывания информации

(уменьшается по мере продвижения от центра к краю диска).

Для преодоления серьезных технических проблем, возникающих при скоростях передачи информации 2400 Кбайт/с (кратность 16) и более, производители CD-ROM начали выпускать накопители с частично-постоянной угловой скоростью вращения диска *(Partial Constant Angular Velocity, PCAV).* При использовании метода PCAV (иногда встречается обозначение CLV-CAV) паспортное значение скорости передачи информации достигается только при считывании данных из области на внешнем крае диска, а в области, расположенной близко к центру, этот параметр может быть меньше указанного почти в два раза В настоящее время разные компании применяют различный подход к определению скорости производимых дисководов CD-ROM. Например, два устройства с кратностью 12х, которые формально являются идентичными, в действительности могут существенно различаться по скорости передачи данных. Так, в дисководе CDR-8I30 фирмы Hitachi, официально объявленном как 12-скоростной, максимальная скорость передачи данных достигает 2400 Кбайт/с, что соответствует кратности скорости 16х, причем этот параметр остается неизменным при считывании данных со значительной части поверхности диска. А в 12-скоростном дисководе .CR_-584B фирмы Panasonic максимальная скорость передачи данных составляет 1944 Кбайт/с, что незначительно превышает среднюю величину, указанную в паспорте (1800 Кбайт/с)Г

Вот почему выбрать накопитель CD-ROM на основе паспортных данных бывает трудно. Многие пользователи решают проблему путем опроса знакомых. Хорошим подспорьем служат публикуемые в периодических изданиях по компьютерной тематике результаты тестов устройств CD-ROM. За последние год-два на отечественном рынке накопителей CD-ROM произошли значительные перемены, связанные с появлением высокоскоростных устройств. Дисководы CD-ROM со скоростью передачи данных ниже 12-кратной уже сняты с производства ведущими фирмами. Хотя 12-скоростные устройства еще встречаются в продаже, разница их цены и цены более производительных накопителей слишком мала, чтобы оправдать их приобретение.

Высокая скорость передачи данных привода CD-ROM необходима, прежде всего, для синхронизации изображения и звука. При недостаточной скорости передачи возможны пропуск кадров видеоизображения (дрожание изображения) и искажение звука. Как известно из опубликованных результатов тестирования, приводы CD-ROM с двукратной скоростью передачи данных не могут с удовлетворительным качеством воспроизводить видеоизображение с частотой 30 кадров/с. Приводы,

например, с шестикратной скоростью обеспечивают поток данных, достаточный для воспроизведения видеоинформации с частотой от 25 до 47 кадров/с.

Официально представленный в конце 1997 г. привод CD-ROM с 32-кратной скоростью передачи данных рассматривается многими аналитиками как последний этап в развитии традиционной технологии производства таких устройств. Однако за счет внедрения новых технологий, а именно увеличения емкости кэш-памяти, использования двигателей с более низким коэффициентом детонации и прецизионных систем автоматического управления в настоящее время скорость передачи данных удалось повысить до 60x.

Качество считывания

Качество считывания характеризуется *коэффициентом ошибок (Error Rate)* и представляет собой оценку вероятности искажения информационного бита при его считывании. Данный параметр отражает способность устройства CD-ROM корректировать ошибки чтения/записи. Паспортные значения этого коэффициента составляют 10^{-10} —10^{-12}. Когда считываются данные с загрязненного или поцарапанного участка диска, регистрируются группы ошибочных битов. Если ошибку не удается устранить за счет избыточности помехоустойчивого кода (применяемого при чтении/записи), то скорость считывания данных понижается и происходит многократный повтор чтения. Если механизм коррекции ошибок не в состоянии устранить сбой, то на мониторе компьютера появляется сообщение Sector not found (Сектор не найден). В случае устранения сбоя привод переключается на максимальную скорость считывания данных.

Среднее время доступа

Среднее время доступа (Access Time, AT)— это время (в миллисекундах), которое требуется приводу для того, чтобы найти на носителе нужные данные. Очевидно, что при работе на внутренних участках диска время доступа будет меньше, чем при считывании информации с внешних участков. Поэтому в паспорте накопителя приводится среднее время доступа, определяемое как среднее значение при выполнении нескольких считываний данных с различных (выбранных случайным образом) участков диска. По мере совершенствования приводов CD-ROM среднее время доступа уменьшается, но все же этот параметр значительно отличается от аналогичного для накопителей на жестких дисках (100—200 мс для CD-ROM и 8—12 мс для жестких дисков). Столь существенная разница объясняется принципиальными различиями конст-

рукций: в накопителях на жестких дисках используется несколько магнитных головок, и диапазон их механического перемещения меньше, чем диапазон перемещения оптической головки привода CD-ROM. Среднее время доступа приводов CD-ROM представлено в табл. 12.2.

Таблица 12.2. *Среднее время доступа к данным приводов CD-ROM*

Кратность скорости привода	**Время доступа, мс**
1x	400
2x	300
3x	200
4x-6x	150
8x-20x	100
24x-34x	80
36x-60x	75

Объем буферной памяти

Объем буферной памяти (Buffer Memory, BM) ~ это емкость оперативного запоминающего устройства привода CD-ROM, используемого для повышения скорости доступа к данным, записанным на носителе. Буферная память (или кэш-память) представляет собой устанавливаемые на плате накопителя микросхемы для хранения считанных данных. Благодаря буферной памяти данные в компьютер могут передаваться с постоянной скоростью. Например, данные обычно размещены в различных областях диска, а поскольку накопители на CD-ROM имеют относительно большое время доступа, это может привести к задержке поступления данных в компьютер. Такие задержки практически незаметны при работе с текстовыми файлами, но при выводе видеоизображений или звукового сопровождения возникающие паузы недопустимы. Если для управления приводом CD-ROM используются специальные программы-драйверы, то в буферную память может быть заранее записано оглавление диска. В этом случае обращение к фрагменту запрашиваемых данных происходит значительно быстрее.

Оптимальный объем буферной памяти определяется многими факторами. Принято считать, что для приводов CD-ROM с двукратной скоростью объем буферной памяти должен составлять не менее 64 Кбайт, а для накопителей с кратностью 4x- и выше — не менее 256 Кбайт. Со-

временные устройства имеют буферную память объемом 256—1024 Кбайт.

Частично компенсировать недостаточный объем буферной памяти позволяют специальные программы буферизации или кэширования дисков, использующие для этого RAM компьютера. Примером такой программы является драйвер SMARTDRV операционной системы MS-DOS 6.2.

Кроме объема буферной памяти на производительность накопителя CD-ROM оказывает влияние тип буфера накопителя. Различают три типа буферов накопителей CD-ROM: статический, динамический и с опережающим чтением.

Статический буфер принимает и накапливает все блоки данных, поступающих от устройства, пока их не потребует процессор компьютера. Динамический буфер накапливает только те блоки данных, которые предположительно могут быть затребованы повторно. Динамический буфер используется при работе с небольшими по размеру файлами, произвольно расположенными на диске, что характерно для баз данных. Буфер с опережающим чтением учитывает характер передаваемых данных, что позволяет подготовить нужные данные заблаговременно. Его использование наиболее эффективно при работе с большими по размеру файлами, например, аудио- и видеоданными. К сожалению, тип буферной памяти редко указывается в паспорте накопителя.

Средняя наработка на отказ

Средняя наработка на отказ *(Mean Time Between Failure, MTBF)* — это среднее время (в часах) безотказной работы привода CD-ROM. MTBF определяет надежность накопителя как технического устройства.

Для первых моделей приводов CD-ROM средняя наработка на отказ составляла около 30 тыс. часов, или 3,5 года круглосуточной работы. Этот показатель современных моделей составляет 50 - 125 тыс. часов, что почти на порядок превышает срок морального старения накопителя.

Параметры аудиотракта

Поскольку приводы CD-ROM используются и для проигрывания аудиодисков формата CD-DA *(Compact Disk-Digital Audio),* то они характеризуются и параметрами, описывающими качественные показатели тракта воспроизведения звука:

- полосой воспроизводимых частот;
- динамическим диапазоном;
- отношением сигнал/шум;

- коэффициентом нелинейных искажений;
- сопротивлением на выходе;
- э.д.с. сигналов на выходе;
- переходным затуханием между каналами и др.

По этим характеристикам можно судить о том, способен ли привод CD-ROM заменить пользователю проигрыватель звуковых компакт-дисков.

Стандарты CD

Прежде чем рассматривать форматы компакт-дисков для накопителей CD-ROM, остановимся на одной особенности, о которой вы, наверное, уже слышали. Для большинства CD вся хранимая на них информация заносится за один технологический цикл, или сеанс *(Single Session).* Указатель того, где хранится информация, содержится в VTOC. Сравнительно недавно появилась технология, позволяющая дописывать информацию на специальные многосеансовые CD *(Multi Session CD).* При этом в начале дописываемого блока также содержится VTOC. Обычный привод CD-ROM сможет прочесть, к сожалению, только первую запись, поскольку не поддерживает новые форматы Multi Session. Такие многосеансовые записи определены в форматах Kodak Photo-CD и CD-ROM XA. Для чтения CD, записанных в соответствии с этими форматами, необходимы совместимые с ними приводы. Эти приводы должны "уметь" считывать несколько таблиц VTOC, располагаемых на дисках Multi Session.

Photo-CD

Photo-CD появились осенью 1992 г. Это направление начала развивать фирма Kodak с целью решения проблемы хранения на CD обычных фотографий, которые могут быть отображены с высоким качеством. Информация об изображении подготавливалась путем сканирования фотографий с высоким разрешением. Затем она с помощью специальных алгоритмов сжималась и переносилась на CD-ROM. При помощи соответствующего читающего устройства можно просматривать картинки с высокой скоростью на мониторе PC и использовать их для дальнейшей обработки. чтобы обычный привод CD-ROM мог прочитать информацию с диска в формате Pnoto-CD, необходим специальный драйвер.

CD-ROM XA

Дальнейшим развитием обычных приводов CD-ROM является привод типа XA *(extended Architecture).* Стандарт CD-ROM XA разработан

фирмами Philips, Sony и Microsoft для получения такой дополнительной возможности, как чередование *(Interleaving).* Стандарт XA предусматривает возможность создания специального идентификатора, указывающего тип хранимых данных: графика, .текст или звук. Графические данные могут включать в себя стандартныё графические изображения, анимацию или видеоизображения реального времени. Более того, эти блоки могут чередоваться, т.е., например, за видеофрагментом может следовать музыкальное(звуковое сопровождение, затем следующий видеофрагмент и т. д. Устройство последовательно считывает эти блоки, сохраняет их в буфере, а затем посылает на компьютер для синхронизации. Таким образом, данные считываются с диска фрагментами, а затем синхронизируются, в нашем случае, для одновременного воспроизведения.

Отметим, что накопители стандарта CD-ROM XA также поддерживают диски Multi Session.

ISO 9660

Это наиболее распространенный в мире стандарт на логическую организацию записанных на CD-ROM данных. Согласно ISO 9660, все пространство компакт-диска делится на три части.

- Область входа *(Lead In),* в которой находится оглавление *(Volume Table Of Contents, VTOC),* адреса всех записей, число дорожек и суммарное время записи.

- Область данных, в которой находится собственно записанная информация, физически занимает место в виде кольца шириной 33 мм.

- Область выхода *(Lead Out),* в которой расположена специальная метка, означающая конец записи.

Стандарт ISO_9660 не решил всех проблем, связанных с совместимостью. До принятия стандарта High Sierra оставался открытым вопрос о том, какую еще вспомогательную информацию, облегчающую поиск данных, записывать на диск, и способы форматирования блоков данных.

High Sierra

Стандарт получил имя по названию отеля на озере Тахо (Калифорния), где представителями ведущих фирм — производителей приводов CD-ROM и компакт-дисков в 1985 г. было принято соглашение о единстве интерпретации и практической реализации стандарта ISO 9660. В результате была принята спецификация *HSG (High Sierra Group)* которая носила рекомендательный характер. Данная спецификация опреде-

ляла файловую структуру CD. Она также послужила основой для принятого несколько позже международного стандарта ISO 9660 для цифровых CD. Благодаря этому стало возможным чтение данных с дисков, записанных в формате ISO 9660, на всех приводах, что, в свою очередь, привело к массовому тиражированию программ на CD. Кроме того, появление этого стандарта позволило создать компакт-диски, ориентированные на различные операционные системы: DOS, UNIX и т. д.

CD-I

Компакт-диски типа *CD-I (Compact Disk-Interactive)* разрабатывались для широкого потребительского рынка с целью записи на них музыки, видео, игр, различного рода энциклопедий и т. д. Этот тип дисков определен как стандартный для записи мультимедийной информации. Устройства для проигрывания таких дисков могут быть подключены к обычному бытовому телевизору, а сам диск позволяет сохранять 90 минут "живого" видео с текстом, данными, стереозвуком, графикой и анимацией. Аудиокомпакт-диски можно читать (проигрывать) на дисководах для CD-I. Воспроизведение на PC видео с диска CD-I возможно только в случае применения аппаратного либо программного декодер MPEG.

CD-E/CD-R

Стандарт *CD-E (Compact Disk-Eraseable),* называемый также CD-R *(Compact Disk-\ Rewritable),* является стандартом многократной записи на CD. Диск типа CD-E позволяет хранить данные более 10 лет, выдерживает около 10000 циклов обращений и 1000-кратную перезапись. Диск CD-E имеет более низкий уровень оптического отражения, чем стандартные CD-ROM. Стандарт CD-E совместим с CD-ROM и CD-R. Другими словами, новыми приводами CD-E будут читаться существующие диски. Технология CD-E основана на изменении фазы отраженного луча лазера при чтении диска. Эти диски не могут быть перезаписаны современными приводами CD-R. Кроме того, они могут не читаться многими старыми приводами CD-ROM по причине того, что коэффициент отражения CD-R значительно ниже серебряных CD-ROM и CD-R. Для чтения дисков CD-R привод обязательно должен иметь качественную схему автоматической регулировки усиления.

Диски CD-E используют файловую систему с однократной записью (CD-UDF), которая может не восприниматься (диски не будут читаться)

некоторыми операционными системами даже в случае совместимости аппаратных средств.

Системные ресурсы приводов CD-ROM

Как и другим периферийным устройствам, CD-ROM необходимо присвоить соответствующие базовые адреса и прерывания IRQ, чтобы процессор и операционная система могли к ним обращаться. Здесь список установок этих параметров не приводится, т. к. в зависимости от модели возможны различные конфигурации. Для системы прерываний важно, чтобы для привода использовались свободные IRQ с номером выше 7 (звуковая карта чаще всего связана с IRQ 7). Базовые адреса обычно расположены в области от 300h до 340h. Если привод должен работать с каналом DMA, то следует обратить внимание на то, чтобы он не конфликтовал с другими устройствами. Как правило, для CD используют канал DMA1.

Накопители CD-R и CD-RW

Терминами CD-*R (CD-Recordable* — записываемый CD) и *CD-RW (CD-Re Writable* -перезаписываемый CD) обозначаются как устройства, так и сами диски для однократной и многократной записи соответственно.

Принцип записи на CD

Для однократной записи используются "чистые" диски, представляющие собой обычный компакт-диск, отражающий слой которого выполнен, как правило, из золотой или серебряной пленки, а между ним и поликарбонатной основой расположен регистрирующий слой из органического материала (рис. 12.5), темнеющего при нагревании. Длина волны лазерного луча (как и при чтении) составляет 780 нм, а его интенсивность более чем в 10 раз выше, чем обычного привода CD-ROM.

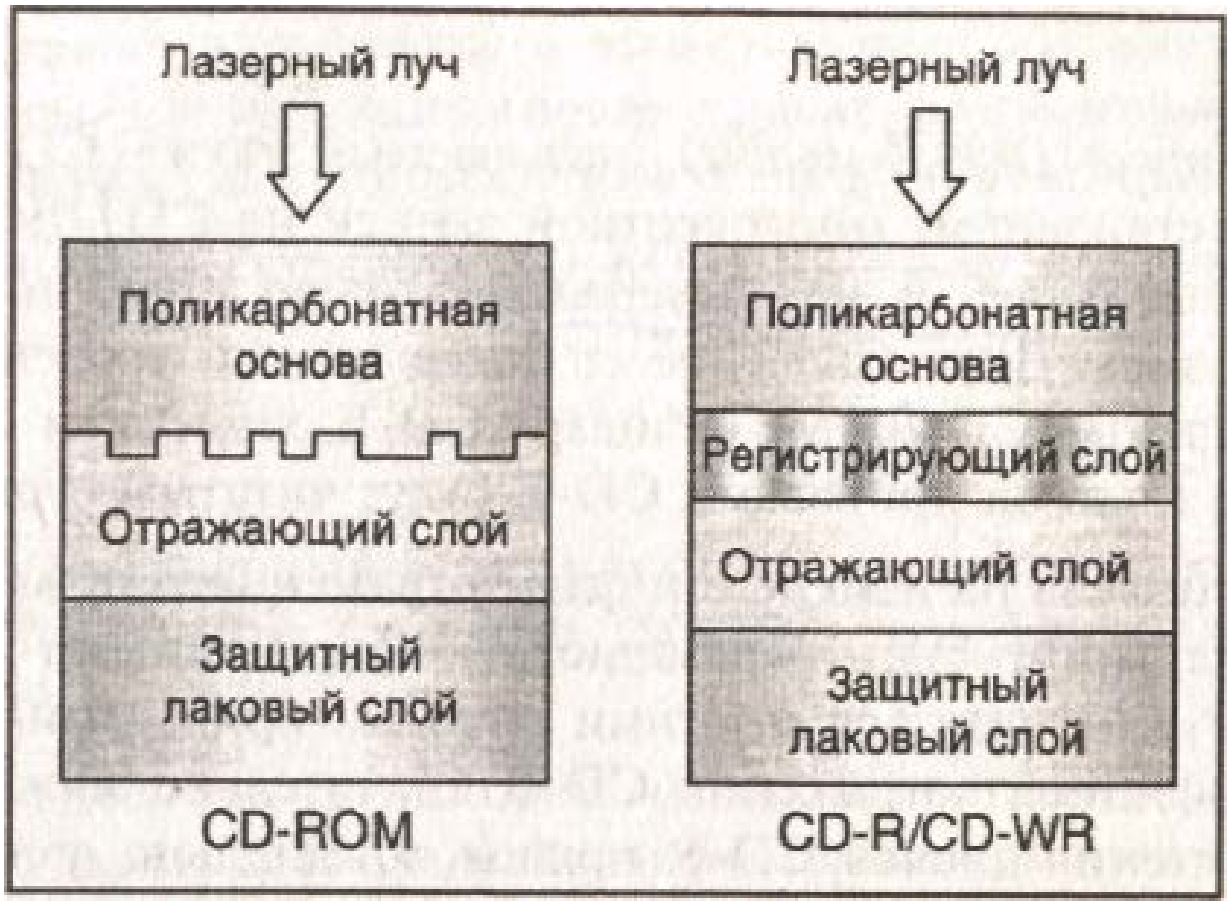


Рис. 12.5. Устройство дисков CD-ROM и CD-R/CD-RW

В процессе записи лазерный луч нагревает отдельные участки регистрирующего слоя, которые темнеют и рассеивают свет, образуя участки, подобные питам. Однако отражающая способность зеркального слоя и четкость питов у дисков CD-R ниже, чем у CD-ROM, изготовленных промышленным способом (методом штамповки). Поэтому некоторые модели приводов CD-ROM могут не читать эти диски.

В перезаписываемых дисках регистрирующий слой выполнен из материала, изменяющего под воздействием луча свое фазовое состояние с аморфного на кристаллическое и обратно, в результате чего меняется прозрачность слоя. При нагреве лазерным лучом свыше критической температуры материал регистрирующего слоя переходит в аморфное состояние и остается в нем после остывания, а при нагреве до температуры значительно ниже критической восстанавливает свое первоначальное (кристаллическое) состояние. Существующие диски выдерживают от нескольких тысяч до десятков тысяч циклов перезаписи. Однако их отражающая способность значительно ниже штампованных и CD-R. Поэтому для чтения CD-RW необходим специальный привод с автоматической регулировкой усиления фотоприемника, хотя некоторые модели приводов CD-ROM читают их не хуже обычных дисков. Приводы способные читать CD-RW, маркируются как Multiread.

Диски CD-R можно использовать для записи в приводах CD-RW, но не наоборот: вам не удастся записать на приводе CD-R диск CD-RW.

Конструкция

В перезаписываемых дисках регистрирующий слой выполнен из органических соединений, известных под названиями *цианин (Cyanine)* и *фталоцианин (Phtalocyanine).* Цианин имеет голубой (Cyan) цвет и характеризуется средней стойкостью к облучению светом и перепадам температуры. Фталоцианин имеет золотистый цвет и более стоек ко внешним воздействиям.

В качестве отражающих материалов используется золото и серебро, реже — алюминий и его сплавы. Соответственно рабочая поверхность диска с отражающим слоем из серебра или аллюминия имеют цвет своего регистрирующего слоя, а отражающий слой из золота изменяет цвет с голубого на зеленоватый. Органический слой дисков CD-RW обычно имеет серо-коричневый цвет.

Поскольку отражающий слой обычно выполняется из золота и серебра, менее подверженных окислению, чем алюминий в большинстве штампованных дисков, диски CD-R/RW тускнеют медленнее обычных. Однако материал регистрирующего слоя CD-R/RW более чувствителен к свету и так же подвержен окислению и разложению. Кроме того, регистрирующая пленка находится в полужидком состоянии и потому чувствительна к ударам и деформациям диска. Примерная оценка долговечности среднего CD-R — около двух-трех и 6олее лет при аккуратном обращении и около года при интенсивном использовании в сочетании с неаккуратным обращением (удары, перегибы, воздействие тепла, влажности, яркого света и т. п.).

Информационная структура

На CD-R организуется та же информационная структура, что и на штампованных дисках: оглавление (VTOC) и набор дорожек различных типов.

Перезаписываемый диск может иметь такую же структуру дорожек и файловую систему, что и CD-R, либо на нем может быть организована специальная файловая система *UDF (Universal Disk Format*— универсальный дисковый формат), позволяющая пользоваться им, как обычным сменным диском *(см. главу 13), т.* е. создавать файлы и уничтожать их. Эта система основана на международном стандарте ISO-13346, определяющем методы обмена данными.

Система UDF облегчает создание дисков, которые могут использо-

ваться при работе с несколькими операционными системами, Когда в этих ОС будет обеспечена поддержка UDF (с помощью новых драйверов или расширений), они смогут распознавать любой диск (в том числе и DVD). Фактически UDF абстрагирует такие специфические особенности операционных систем, как соглашения об именах файлов, расширенные атрибуты файлов, побайтовая структура *(Byte Ordering).* Конечно, исполняемые программы будут работать только под управлением какой-то одной ОС, однако данные можно переносить с одной платформы на другую. В отличие от CD, изготовленных методом штамповки, CD-R и CD-WR изготовляются со вспомогательной разметкой *(Pregroove),* которая одновременно служит для разбивки диска на кадры (блоки) и размещения дополнительной информации о диске: кодов, рекомендуемых значений скорости вращения и мощности записывающего лазера. Разметка используется для нахождения служебных и пользовательских областей диска, а также для облегчения слежения за информационной дорожкой в процессе записи. При считывании слежение производится, как обычно, по записанной информационной дорожке.

Кроме этого, диск содержит две служебные области: *PCA (Power Calibration Area* -область калибровки мощности) и *PMA (Program Memorv Area* - область памяти программы), расположенные внутри входной области *(Lead In).* PCA используется для выбора оптимальной мощности лазера перед каждой записью, а PMA — для временного хранения VTOC в случае записи одной сессии (одного сеанса записи) за несколько приемов. Структура из Lead In—Program Area—Lead Out называется *сессией,* а процесс записи Lead In и Lead Out вокруг области данных — *закрытием сессии*

PCA и PMA являются таблицами фиксированной длины, что ограничивает как общее количество сеансов записи, так и этапов формирования незакрытых сессий. Минимальной единицей информации, записываемой на CD-R за один прием, является дорожка (трек). Минимальная длина дорожки 300 блоков (600 Кбайт, 4 с). В начале каждой дорожки формируется служебный зазор *(Pre-gap),* содержащий ее параметры, размером 150 блоков (300 Кбайт, 2 с) для однотипных дорожек и 225 блоков (450 Кбайт, 3 с) для дорожек разных типов.

Одна или несколько дорожек образуют программную область *(Program Area),* которая может формироваться за несколько сеансов, причем адреса и параметры дорожек (VTOC) сохраняются в PMA. Для того чтобы обычные приводы CD-ROM, не воспринимающие PMA, могли читать записанные дорожки, в начале и конце программной области

должны быть зоны Lead In (9 Мбайт, 1 мин) и Lead Out (4,5 Мбайт, 30 с), причем в Lead In должно содержаться оглавление.

В процессе записи первой сессии около 22,5 Мбайт общей емкости диска расходуется на служебную информацию, а при записи каждой следующей -- 13,5 Мбайт. Таким образом, чем больше сессий на диске, тем меньше доступное пространство для данных.

При закрытии сессии в ее входной области (Lead In) записывается информация о размере оставшейся свободной области диска за пределами выходной области (Lead Out) текущей сессии. Это позволяет дописывать на диск новые сессии. Однако, чтобы диск нормально считывался на всех приводах CD-ROM, он должен быть закрыт полностью: в этом случае указатель на свободную область не создается, и диск становится недоступным для последующей записи.

Перед началом записи необходимо сформировать полный список файлов, входящих в сессию. При этом запись может осуществляться "на лету" *(on the fly)* или с предварительным построением образа диска *(image).*

В первом случае до включения записывающего лазера формируется только оглавление диска, а сами записываемые файлы открываются и считываются непосредственно в процессе записи. В случае считывания файлов с медленных устройств (CD-ROM, магнитооптика, медленные винчестеры) или при записи множества мелких файлов темп их открытия может оказаться недостаточным для обеспечения непрерывного потока данных, что может привести к аварийному прерыванию записи. В этом режиме желательно иметь как минимум двукратный запас по средней скорости поступления исходных данных.

Во втором случае перед записью во временном файле формируется образ диска, и затем последовательно данные переносятся на диск. В этом режиме, если нет других снижающих быстродействие причин, практически не требуется запаса по быстродействию.

Режимы записи

Запись дисков CD-R и CD-WR выполняется при помощи специальных программ (Easy CD, CD Creator, CD Publisher, Direct CD, WinOnCD и т. п.), поддерживающих различные режимы записи. Режимы записи, в свою очередь, связаны с физическими логическим (файловой системой) форматами, в которых записывается диск. Существуют три основных режима записи:

- Track-at-Once
- Disc-at-Once

- Packet Writing

Track-at-Once

В режиме *Track-at-Once (TAO* — одна дорожка за один прием) записывающий лазер выключается после записи каждой дорожки и снова включается, если надо записать еще одну, даже когда несколько дорожек записываются подряд в одной за один сеанс записи. Дорожки, записанные в режиме TAO, разделяются промежутками *(gaps)* — сериями специальных блоков *run-in, run-out* и *link,* предназначенных для связывания дорожек между собой. Стандартный промежуток между дорожками содержит 150 таких блоков (2 с). Все современные приводы CD-R поддерживают этот режим.

Некоторые новые модели приводов CD-R позволяют вручную установить размер промежутка между дорожками в режиме TAO (режим Variable-Gap Track-at-Once). Эту возможность также должно поддерживать программное обеспечение. Обычно значение этого параметра можно установить в диапазоне от 0,03 до 8 с. В режиме TAO записывают многосессионные диски формата CD-ROM, допускающие последующую дозапись данных. Сессия может быть записана как полностью, за один прием, с формированием VTOC, файловой системы и зон Lead In/Lead Out (запись с закрытием сессии), так и в несколько приемов, с сохранением временных VTOC в PMA (запись, при которой сессия остается открытой).

Disc-at-Once

В режиме записи *Disc-at-Once (DAO* - весь диск за один прием) одна или более дорожек записываются без выключения лазера, и диск закрывается. Диск, записанный за один прием, является наиболее универсальным и считывается любым приводом CD-ROM с любым файловым диспетчером, однако после записи невозможно дописывать новые данные.

Для записи в режиме DAO требуется чистый диск. Этот режим необходим при изготовлении мастер-диска, чтобы можно было тиражировать диски путем штамповки, поскольку устройства изготовления матриц обычно воспринимают промежутки между дорожками как ошибку. Режим DAO поддерживается не всеми записывающими приводами.

Packet Writing

Запись одной дорожки представляет собой единый процесс, который не может быть прерван, иначе диск будет испорчен. Для обеспечения равномерности поступления записываемой информации на лазер все

приводы CD-RW имеют буфер, отсутствие данных в котором приводит к аварийному прерыванию записи. Перерывы в поступлении данных в буфер могут быть вызваны запуском параллельных процессов (например, программы хранителя экрана — Screen saver), работой системы виртуальной памяти, зависанием программы или операционной системы. К сбою записи приводят также механические толчки привода. Поэтому организовать бесперебойную работу привода CD-R/CD-WR — задача непростая, требующая много времени и внимания.

Чтобы снизить вероятность неудачной записи, был разработан метод Packet Writing — новый метод записи данных на CD-R/CD-RW небольшими порциями, основанный на стандартной спецификации UDF. В этом режиме записывающий лазер быстро включается и отключается в промежутках между блоками, записывая

7 связующих блоков (2 run-out, 4 run-in и 1 link) вместо обычных 150.

При записи в режиме Packet Writing не требуется непрерывный поток данных: когда данные в буфере закончатся, лазер отключится, а при появлении данных запись продолжится с того места, где была прервана. Таким образом, с помощью метода пакетной записи одна сессия обычного диска CD-R может быть записана в несколько приемов.

Благодаря применению этой технологии исключается порча диска за счет неравномерного поступления данных. Однако этот способ записи не спасает от сбоев из-за толчков привода, зависания системы или отключения питания во время записи.

В режиме Packet Writing информацию можно записывать двумя способами: пакетами фиксированной *(Fixed-length)* или переменной *(Variable-length)* длины.

Пакеты фиксированной длины больше подходят дискам CD-RW для поддержки выборочного стирания *(Random erase).* Недостаток такого метода заключается в том, что при использовании пакетов размером 32 Кбайт (как требует стандарт) расточительно расходуется доступное пространство на диске. Стандартная емкость дисков CD-RW, отформатированных под пакеты фиксированной длины, составляет около 500 Мбайт.

При использовании пакетов переменной длины *(Variable-length packets)* экономится место на диске, т. к. размер пакета может изменяться в зависимости от объема записываемых данных. Это полезно при записи на стандартные диски CD-R, поскольку они являются "одноразовыми", и нет необходимости отслеживать наличие свободного

пространства.

Не все приводы CD-R поддерживают этот режим и не все современные приводы CD-ROM могут читать диски, записанные в этом режиме. В некоторых случаях может потребоваться драйвер UDF.

Предварительное форматирование

Помимо сессионного метода, для записи CD-RW может применяться предварительное форматирование — разбивка диска на секторы, подобно магнитным дискам. После форматирования диск CD-RW может использоваться так же, как обычный сменный диск: стандартные файловые операции (копирование, удаление и переименование) будут преобразовываться драйвером привода в операции перезаписи секторов диска. Благодаря этому для работы с дисками CD-RW не требуется другого программного обеспечения, кроме драйвера привода с поддержкой файловой системы UDF (например, Adaptec Direct CD) и программы начальной разметки.

Маркировка

На всех дисках указывается максимальное время записи (обычно 74 мин). Точное количество доступных для записи блоков зависит от модели диска; его можно узнать, запросив свойства диска в записывающей программе.

На большинстве дисков указана их максимальная вместимость в мегабайтах данных (обычно 650 Мбайт при размере блока 2048 байт). На дисках некоторых производителей (например, фирмы Maxell) вместимость в рекламных целях указывается в миллионах байт (680), что означает те же 650 Мбайт. Отдельные диски маркируются цифрой 780, что обозначает емкость диска в звуковых секторах (74 мин по 176 Кбайт).

На диске или коробке сообщается также максимально допустимая скорость записи (1x—16x). Регистрирующий слой, как правило, рассчитан на конкретную скорость записи. При записи на повышенных скоростях информационные метки могут "смазаться", поэтому диск будет плохо читаться либо полностью станет негодным для использования.

Устройства для записи CD выпускают многие известные фирмы. В нашей стране наибольшее распространение получили накопители CD-RW (рис. 12.6) производства фирм Yamaha, HP, Sony, Philips, Teac, Mitsumi, Panasonic. Как и приводы CD-ROM, приводы CD-R и CD-WR могут быть внутренними или внешними с интерфейсами E1DE/ATAPI или SCSI. Они различаются скоростью чтения и записи. Недорогие мо-

дели могут обеспечивать скорость чтения до 48х и записи до 16х.

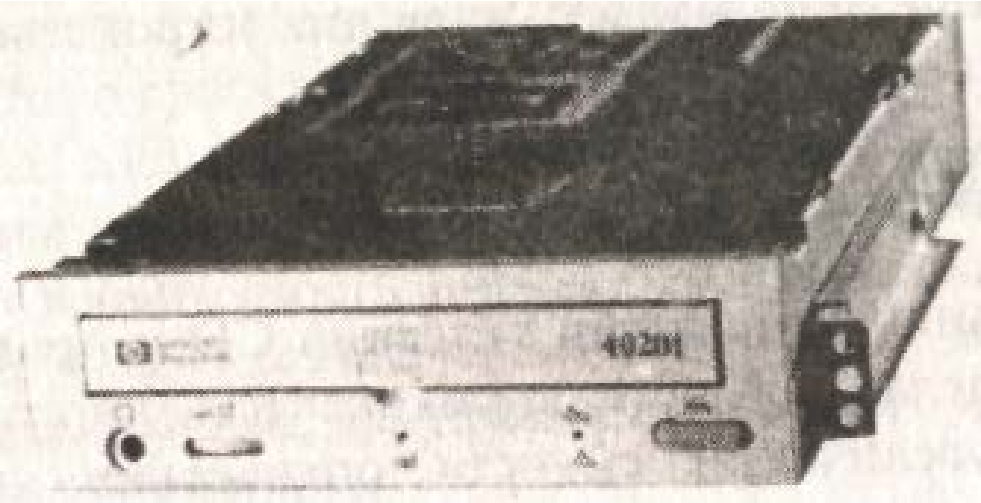


Рис. 12.6. Внешний вид накопителя CD-R

В заключение дадим несколько рекомендаций, полезных при записи CD-R/CD-WR.

- Предварительно дефрагментируйте жесткий диск, а также оптимизируйте систему всеми известными способами. Хорошо использовать отдельный раздел для записываемых файлов.

- При записи множества мелких файлов сначала создайте образ диска, а потом запишите его на CD (лучше всегда перед записью создавать образ).

- Перед записью используйте тест-режим (эмуляция процесса записи с выключенным лазером) для проверки скорости. Применение тест-режима не обязательно. Он нужен только при первых попытках записи (после установки привода или изменения конфигурации PC). Процесс тестирования занимает столько же времени, сколько и обычная запись (74 мин на однократной скорости). Кстати, успешное завершение теста не гарантирует успешной записи.

- В окне свойств привода в Windows 95/98 снимите флажок **Автоматическое распознавание диска** (CD-ROM Auto Insert Notification) на вкладке **Настройка** (Setting) диалогового окна **Свойства: CD-ROM** (Properties: CD-ROM), которое можно вызвать командой меню **Панель управления | Система | Устройства | Устройство чтения компакт-дисков | Свойства** (Control Panel | System | Devices j CD-ROM | Properties), а в Windows NT - внесите изменение в реестр: HKEY_LOCAL_MACHINE | SYSTEM | CurrentControlSet | Services | Cdrom | Au-tonin=0). Это можно делать не всегда. Например, для работы с Direct CD эту опцию необходимо включить. При несоблюдении этого возможны ошибки при записи VTOC, т. к. система после записи

VTOC опознает диск и попытается считать его содержимое, что нарушит процесс записи. Причем этого не произойдет в режиме тестирования, поскольку VTOC реально не записывается. В режиме Track-at-Once ошибка может появиться в конце, а в режиме Disk-at-Once — в начале записи.

- Закройте все приложения, выгрузите из памяти резидентные программы, отключите энергосберегающие функции всех устройств PC. Иными словами, постарайтесь сделать так, чтобы в процессе записи ни одна программа самопроизвольно не запускалась и не прерывался поток данных.

- Используйте драйверы последних версий для контроллеров и устройств.

- Привод CD-R с интерфейсом IDE/ATAPI и жесткий диск подключайте к разным каналам контроллера.

- Привод CD-R имеет смысл принудительно охлаждать в процессе записи, тогда количество испорченных дисков (любого изготовителя) значительно снизится. По этой причине лучше использовать внешние устройства.

Накопители DVD

По мере совершенствования технологии создания CD и приводов, а также создания научно-технического задела в области высококачественного цифрового видео возникла потребность в увеличении емкости оптических носителей информации. К началу 1995 г. несколько конкурирующих фирм-производителей предложили свои стандарты компакт-дисков увеличенной емкости, в частности, был предложен формат SD *(Super Density).* Чтобы избежать многообразия (а часто и несовместимости) стандартов, в сентябре 1995 г. группой из 10 компаний: Hitachi, JVC, Matsushita, Mitsubishi, Philips, Pioneer, Sony, Thomson, Time Warner и Toshiba был предложен новый универсальный формат записи данных на DVD-диск *(Digital Versatile Disk).* Этот формат получил активную поддержку среди ведущих мировых электронных компаний, т. к. DVD удовлетворяет требованиям к воспроизведению видеоизображений, а также требованиям к хранению данных.

В мае 1997 г. на базе этого консорциума был создан DVD-форум — открытая для вступления организация, насчитывающая сегодня более 200 членов. Основные задачи этой организации — развитие и продви-

жение формата DVD, выработка согласованных спецификаций, а также лицензирование деятельности предприятий в области DVD-технологии. В рамках форума действуют специальные рабочие группы по различным аспектам DVD-технологии. На ряд спецификаций приняты международные стандарты

Уровень качества изображения, хранимого в формате DVD, очень близок к уровню профессиональных студийных видеозаписей.

С применением сжатия по стандарту MPEG-2 на DVD-диске удалось разместить полнометражный видеофильм (длительностью до 135 мин) с 6 каналами высококачественного, сравнимого со студийным, звукового сопровождения и четырьмя каналами субтитров.

В необработанном виде цифровые видеоданные имеют огромный объем: полнометражный фильм займет 40 DVD - дисков. каждый из которых по 4,7 Гбайт. Однако цифровое видео обладает избыточностью, т. е. имеется множество одинаковых или похожих элементов, которые можно идентифицировать и удалить. Этот процесс называется кодированием (encoding) В результате кодирования можно удалить более 97% данных видеоизображения без какого-либо заметного ухудшения его качества. Для этого и используется стандарт цифрового кодирования MPEG-2 — кодирования с изменяемой степенью сжатия. Кодирование в формате MPEG-2 представляет собой процесс сжатия видеоданных за счет удаления избыточной информации. При этом используются два основных алгоритма компрессии. Избыточность информации видеоданных подразделяется на два вида: *пространственную* и *временную.* Например, если автомобиль двигается по шоссе, то шоссе является фоном, который одинаков на протяжении нескольких кадров. Соответственно, все минимальные элементы изображения, которые не изменились в следующем кадре, можно хранить в одном экземпляре кадра, восстанавливая их в каждом последующем кадре, на основе информации из предыдущего. Этот вид называется *временной избыточностью.* При компрессии информации об этих элементах используется метод межкадрового кодирования *(inter-frame coding).* При этом внутри одного кадра или в пределах макроблока кадра *(macroblock)* могут содержаться одинаковые элементы. Таким образом, удалив часть из них, восстановить их можно на основе информации о соседних элементах внутри этого кадра или макроблока. Такой вид избыточности называется *пространственным,* а метод их кодирования — *внутрикадровым кодированием (infra-frame coding).* Поскольку между соседними кадрами, как правило, не происходит резких изменений, поэтому межкадровое сжатие весьма эффективно.

Чем выше качество цифрового звука, тем больше данных необходи-

мо для его представления. Для того чтобы уместить эти данные на DVD-диске, применяется также кодирование.

В студийных условиях обычно используется звук стандарта Dolby ProLogic Surround Sound, матричная звуковая схема, с помощью которой четырехканальный звук кодируется для обычной стереопары. Четыре канала разбиваются на центральный, передний левый, передний правый и тыловой (в то время как обычно для тылового канала используются два динамика). Стандарт Dolby ProLogic обеспечивает лучшее восприятие звука, чем обычное стереозвучание, но аудиофилы все равно недовольны создаваемым звучанием (нет ощущения, что звук исходит с расстояния) и тем, что звук распределяется неверно (например, перемещается, когда должен исходить из одной точки). С появлением формата DVD таких проблем возникать не должно. Высокое качество звучания обеспечивается за счет кодирования по стандартам Dolby Digital Surround Sound (AC-3) или MPEG-2 Sound. AC-3 обеспечивает шесть каналов, а MPEG-2 до восьми каналов звука, причем каждый канал полностью раздельный (использование 16-, 20- или 24-разрядной линейной импульсно-кодовой модуляции с частотой дискретизации 48 или 96 кГц, что обеспечивает запись звука в полосе частот шириной 22 или 44 кГц соответственно; при этом считывание звуковой информации производится со скоростью 384 Кбайт/с). Все эксперты сходятся во мнении, что звук AC-3 и MPEG-2 вполне сравним с кинотеатральным звучанием.

Для обеспечения совместимости со старыми стереосистемами DVD-проигрыватели имеют встроенные кодировщики для возможности трансляции AC-3 и MPEG-2 звука в Dolby ProLogic с целью воспроизведения на стандартной аппаратуре. После принятия соглашения о применении единого стандарта DVD появились новые проблемы, связанные с интересами разных киностудий. Они потребовали дополнительных гарантий того, что кинофильмы, предназначенные для одного рынка, будут недоступны для других. В результате весь мир был поделен на шесть зон, в которых будут применяться различные региональные коды и диски. На рис. 12.7 приведены пиктограммы DVD-дисков, показывающие, для каких зон (регионов) предназначен данный диск.

Рис. 12.7. Пиктограммы DVD-дисков для определения зоны их предназначения

Такое искусственное деление мира служит еще одним источником неприятностей для пользователей и сдерживает распространение дисков и приводов DVD. Так, однажды кто-то выяснит, что аппаратура, приобретенная им, например, в США (зона 1) или в странах бывшего СССР (зона 5), не сможет воспроизвести DVD-диск, предназначенный для стран Европы. Однако не все так печально. Во-первых, практически все современные DVD-приводы позволяют 5 раз сменить зону и, во-вторых, существуют так называемые "прошивки Region free", с помощью которых можно изменить программу инициализации привода, содержащуюся в микросхеме флэш-памяти, и сделать его многозоновым *(Region free).* Соответствующие "прошивки" можно найти в Интернете на сайте **www.firmware.fr.st** Но мы вам не рекомендуем этого делать: во-первых, это незаконно и, во-вторых, если вы используете не ту прошивку, результат может быть плачевным.

Параметры элементов рабочей поверхности дисков, записанных в различных форматах, приведены на рис. 12.8.

В соответствии с первоначально принятым стандартом, DVD-диск является односторонним и может содержать до 4,7 Гбайт информации. Так же, как CD, диск формата DVD имеет диаметр 120 мм. В накопителе нового стандарта рабочая длина волны излучения лазера снижена с 0,78 мкм до 0,63—0,65 мкм (видимый диапазон волн), что обеспечило возможность уменьшения размеров штрихов записи практически в два раза, а расстояние между дорожками записи — с 1,6 до 0,74 мкм.

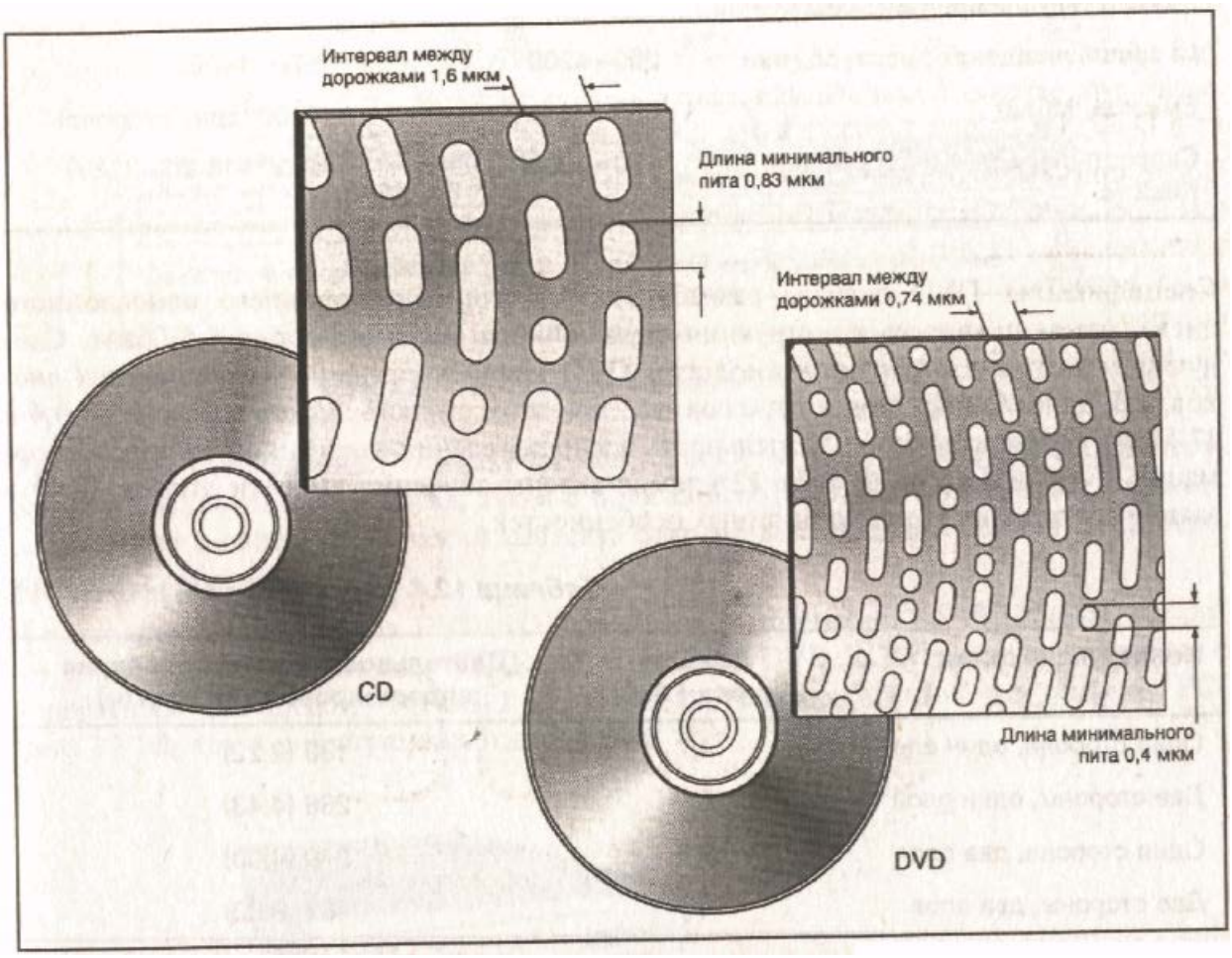


Рис. 12.8. Элементы рабочей поверхности дисков форматов CD и DVD

Каждый двухслойный DVD-диск состоит из двух дисков толщиной по 0,6 мм, плотно соединенных друг с другом. Сравнительные характеристики стандартов CD и DVD приведены в табл. 12.3.

Таблица 12.3. *Основные характеристики стандартов CD-ROM и DVD*

Параметры	CD-ROM	DVD
Диаметр диска, мм	120	120
Толщина диска, мм	1,2	1,2
Структура диска	Единая	Два диска по 0,6 мм скреплены
Длина волны лазера, нм	780 (инфракрасный)	650 и 635 (красный)
Расстояние между дорожками, мкм	1,6	0,74
Размер углубления (пит), мкм	0,83	0,4

Скорость вращения диска, об./мин	200-4200	570-1400
Емкость, Мбайт	680	4700 (одна сторона)
Скорость передачи информации, Кбайт/с	150-9000(1x-60x)	8300-10 800 (CAV)

Спецификация DVD сначала разрабатывалась для одностороннего однослойного диска, затем появилась конструкция двухслойного диска емкостью 8,5 Гбайт. Следующим шагом в развитии технологии DVD явилось создание двухсторонних дисков, как однослойных, так и двухслойных, при этом емкость дисков доведена до 9,4 и 17 Гбайт соответственно, а длительность воспроизведения записанной на них информации — 4,5 и 8 часов. В табл. 12.4 представлены значения емкости дисков DVD в зависимости от их конструкционных особенностей.

Таблица 12.4. *Характеристики дисков DVD*

Конструкция диска	Емкость диска, Гбайт	Длительность воспроизведения видеоинформации, мин (ч)
Одна сторона, один слой	4,7	133 (2,22)
Две стороны, один слой	9,4	266 (4,43)
Одна сторона, два слоя	8,5	240 (4,00)
Две стороны, два слоя	17	481 (8,02)

В накопителях стандарта DVD используется более узкий луч лазера, чем в приводах CD-ROM, поэтому толщина защитного слоя диска была снижена в два раза (до 0,6 мм). С учетом того, что общая толщина диска должна остаться неизменной (1,2 мм), под предохранительный слой был помещен укрепляющий слой. На укрепляющем слое также стали записывать информацию, что привело к появлению двухслойных дисков DVD. Когда лазерным лучом считывается информация, записанная на первом слое, расположенном в глубине диска, луч беспрепятственно проходит через полупрозрачную пленку, образующую второй слой. По окончании считывания информации с первого слоя меняется по команде контроллера фокусировка луча лазера. Луч фокусируется в плоскости второго (наружного) полупрозрачного слоя для дальнейшего считывания данных.

Для доступа к данным на второй стороне двухстороннего диска его приходится переворачивать вручную. Несмотря на то, что этот проме-

жуточный формат стал частью спецификации, он вряд ли будет применяться на практике. Предпочтительными являются приводы DVD, оснащенные двумя независимыми считывающими системами. Возможные варианты DVD-дисков представлены на рис. 12.9.

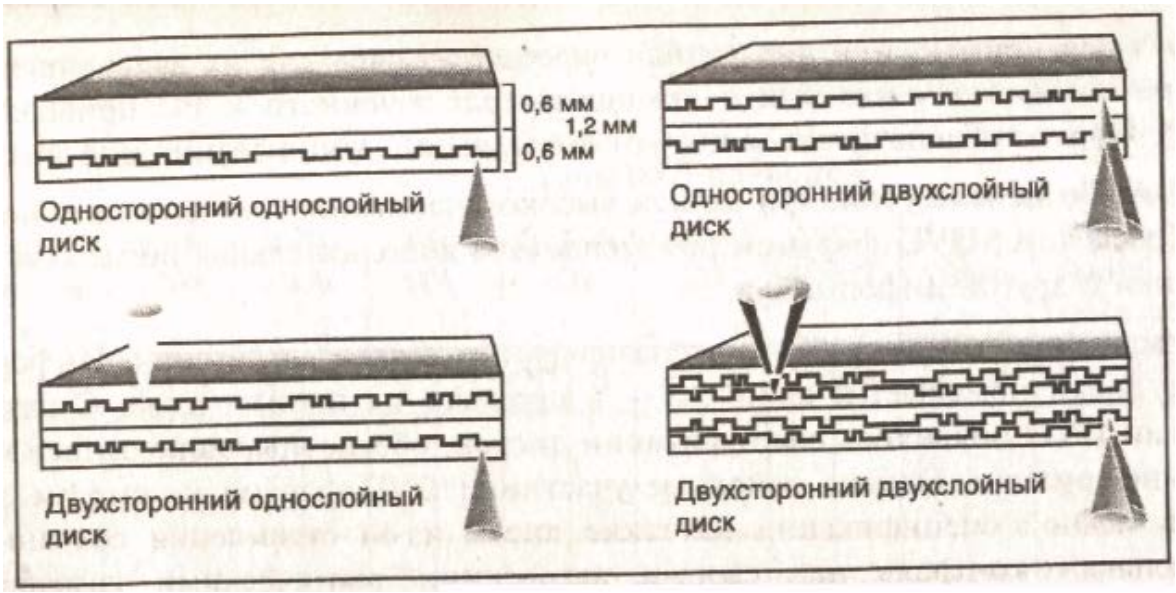


Рис. 12.9. Возможные варианты DVD-дисков

Так же, как с появлением компакт-дисков произошла революция в области качественного воспроизведения звука, так и с появлением DVD-дисков повысится качество домашнего видео. Фактически качество современных видеоизображений приближается к студийному.

В настоящее время привод DVD-ROM ненамного (примерно на 10—15 USD) дороже стандартного накопителя CD-ROM. Приводы DVD-ROM поставляются как с аппаратным декодером MPEG-2 в виде карты расширения для шины PCI (рис. 12.10), так и с программном декодером.

Рис. 12.10. DVD-ROM с аппаратным декодером MPEG-2

Форматы DVD

Технология DVD первоначально опиралась на три основных формата DVD: - DVD-ROM применяется для записи данных, в том числе мультимедийных, используемых в компьютерных технологиях

- DVD-Video применяется при записи видеоматериалов для их дальнейшего просмотра на видеотехнике или с помощью подключенного к PC привода DVD-ROM. Формат обеспечивает защиту от нелегального копирования информации;

- DVD-Audio используется при записи высококачественного многоканального звука. Кроме того, DVD-форумом рекомендована дополнительная поддержка видео, графики и другой информации.

Эти форматы описывали диски, предназначенные только для чтения. Информация на такие диски помещается один раз — в процессе их производства. С развитием технологии DVD появились спецификации дисков, обеспечивающие запись и перезапись информации. Однако основные участники DVD-форума не смогли договориться о единой спецификации на такие диски из-за стремления сохранить самостоятельный контроль над своими авторскими техническими разработками. В результате появилось несколько (7!) конкурирующих форматов записи и перезаписи DVD-дисков, а именно:

- Для однократной записи:
• DVD-R (G)
• DVD-R (A)
- Для многократной перезаписи:
• DVD-RAM
• DVD-RW
• DVD+RW (не поддержан DVD-форумом)
• DVD+R
- Для видеозаписи:
. DVD-VR

Совместимость

Таблица 12.5. Совместимость существующих приводов и дисков различных форматов DVD

	Типы DVD-приводов

Форматы DVD-дисков	DVD-ROM		DVD-RAM		DVD-RW		DVD-R(G)		DVD-R(A)		DVD+RW/R		DVD-Video		DVD-Audio		DVD-player (универ)	
	Ч	З	Ч	З	Ч	З	Ч	З	Ч	З	Ч	З	Ч	З	Ч	З	Ч	З
DVD-ROM	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-
DVD-R (G)	+	-	+	-	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
DVD-R (A)	+	-	+	-	+	-	+	-	+	+	+	-	-	-	+	-	+	-
DVD-RAM	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-
DVD-RW	+	-	+	-	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
DVD+RW	+	-	-	-	+	-	+	+	+	-	+	+	+	-	+	-	+	-
DVD+R	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	+	+	-	+	-	+	-
DVD-Video	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-
DVD-Audio	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-	+	-
DVD-AudioV	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-

Более точно ответить на вопрос о совместимости конкретной модели с конкретным форматом можно, только попробовав проиграть тот или иной DVD-диск. Для того чтобы хоть как-то облегчить жизнь, различными энтузиастами составляются списки совместимых и несовместимых с определенными стандартами приводов. Наиболее полный из таких списков для стационарных DVD-проигрывателей можно найти на сайте **www.vcdhelp.com.** Как правило, если привод DVD-ROM может читать диски DVD+RW, то он сможет прочесть диски DVD-RW и DVD-R.

Чтобы помочь пользователям разобраться в массе дисков и приводов разных форматов, DVD-форум ввел логотип DVD multi. Привод, получивший такой логотип, должен читать и записывать диски форматов DVD-R, DVD-RW и DVD-ROM.

Файловая система MicroUDF

Большим достижением в обеспечении совместимости в технологии DVD стала принятая в 2000 г. единая файловая система MicroUDF. Файловая система MicroUDF -это адаптированная для применения в DVD версия файловой системы UDF. Эта файловая система постепенно идет на смену устаревшей ISO 9660, созданной в свое время для использования в компакт-дисках. На переходный период (пока не выйдут из обращения компьютерные устройства и диски, работающие в формате ISO 9660) будет использоваться файловая система UDF Bridge, которая является некоторой комбинацией MicroUDF и ISO 9660. Для записи Audio/Video DVD-дисков используется только MicroUDF. Это позволя-

ет бытовым DVD-видеопроигрывателям распознавать и находить нужные файлы в специальном каталоге. Благодаря этому разработчики могут размещать на одном диске как видеоинформацию, для просмотра которой необходим как обычный видеопроигрыватель, так и компьютерные данные, для чтения которых требуется привод DVD-ROM.

Возможности файловой системы MicroUDF следующие:

- независимость от используемой программно-аппаратной платформы (в этом смысле UDF — оптимальный выбор в архивных системах);

- большая емкость. Весь диск может быть представлен в виде единственного тома;

- Оптимальная скорость передачи. Скорость чтения и записи данных в формате UDF может быть выше, чем производительность многих "родных" файловых систем, когда передаются файлы большого размера (например, при выполнении мультимедийных задач);

- максимально возможные размеры файла;

- использование шрифтового формата UNICODE, что обеспечивает эффективную интернациональную поддержку;

- поддержка расширенных файловых атрибутов, что используется в некоторых "родных" операционных системах;

- поддержка длинных имен файлов с расширением ограничений операционной системы. Максимальная длина имени файла может составлять 255 символов; - взаимозаменяемость DVD-дисков в бытовой электронике и на PC. При использовании файловой системы. MicroUDF на одном DVD-диске можно одновременно хранить видеофильмы, аудиозаписи, оцифрованные фотографии и обычные файлы. Этим обеспечивается меж платформе иная совместимость, т. е. DVD-диск становится единым носителем для Macintosh, DOS/Windows, OS/2, UNIX.

Форматы только для чтения

DVD-ROM

Диски формата DVD-ROM *(Digital Versatile Disc Read Only Memory)* предназначены для использования в компьютерной технике. Информация заносится на диск единственный раз — при его производстве.

Прогресс устройств DVD во многом повторяет путь, пройденный CD, и направлен главным образом на улучшение скоростных характеристик и введение функции записи. Устройства DVD-ROM первого по-

коления использовали режим CLV и считывали диск со скоростью 1,38 Мбайт/с (в традиционном обозначении для DVD это 1x). Устройства второго поколения могли читать DVD с вдвое большей скоростью — 2x (2,8 Мбайт/с). Современные DVD-ROM — устройства третьего поколения — используют режим CAV и обеспечивают максимальную скорость чтения 4x—8x (5,5— 10,8 Мбайт/с) и более. Современные приводы DVD-ROM поддерживают чтение практически всех форматов, включая CD-ROM и CD-Audio.

DVD-Video

DVD-Video предназначен для хранения и воспроизведения видеоданных. Как и DVD-ROM, DVD-Video определяет возможность только чтения информации — воспроизведение записей с помощью видеопроигрывателей. Спецификация основана на формате DVD-ROM, но предусматривает специальный способ размещения данных, предотвращающий возможность побитового копирования дисков. Видеоматериалы в закодированном виде размещаются на диске в процессе его производства. Воспроизведение DVD-Video возможно как на бытовых видеопроигрывателях, так и на DVD-приводах для PC. При использовании компьютерного оборудования декодирование информации осуществляется либо аппаратно, с помощью дополнительного MPEG-2-декодера, либо программно. Спецификация обеспечивает запись на диск высококачественного видео (до 2 часов в формате MPEG-2), а также многоканальное звуковое сопровождение на 8 языках, выбор экранного формата, титры на 32 языках, интерактивное управление посредством экранного меню, до 9 ракурсов просмотра, защиту от нелегального копирования, разграничение просмотра видеопродукции по регионам, ограничение доступа детей к видеоматериалам.

DVD-Audio

Новое поколение музыкального формата после CD-Audio. Спецификацией формата определены высококачественный многоканальный звук, поддержка широкого диапазона качества звука (квантование 16, 20, 24 бит при частоте дискретизации от 44,1 до 192 кГц), воспроизведение DVD-проигрывателя ми дисков CD-Audio, поддержка дополнительной информации (включая видео, текст, меню, заставки, удобную навигационную систему), связь с осуществляющими информационную поддержку Web-сайтами, расширение возможностей при появлении новых технологий. Существуют две версии формата DVD-Audio: просто DVD-Audio — только для звука и DVD-AudioV — для звука с дополнительной информацией. Выработаны специальные меры защиты

дисков от пиратского копирования.

Форматы для записи

Форматы DVD для однократной записи

DVD-R

DVD-R *(Digital Versatile Disc Recordable)* — это самый первый формат записываемого DVD, который появился на рынке. Разработчиком формата является компания Pioneer, она же и начала продвижение этого формата на рынок. Несмотря на это, DVD-R входит в семейство форматов, официально поддерживаемых DVD-форумом. Физически DVD-R-диск это 80 или 120 мм оптический диск толщиной 1,2 мм. Как и обычные DVD-ROM-диски, односторонние DVD-R склеены из нескольких частей: 0,6-миллиметре вы и прозрачный защитный слой, слой со светоотражающим материалом, на который и производиться запись, склеивающий слой и такой же (0,6-миллиметровый) защитный слой. Двухсторонние диски имеют два светоотражающих слоя, разделенных склеивающим слоем. Отражающий слой меняет свои характеристики под воздействием луча лазера повышенной мощности.

Технология записи на DVD-R аналогична используемой в CD-R и базируется на необратимом изменении пол воздействием лазера спектральных характеристик информационного слоя, покрытого специальным органическим составом. По большому счету DVD-R не несет в себе ничего нового, технически — это тот же CD-R, только с более тонкими треками и другим форматом хранения данных на диске. Как и CD-R, DVD-R формат однократной записи — диск записывается раз и навсегда. Специалисты компании Pioneer утверждают, что созданные ими "чистые" диски (болванки) DVD-R способны хранить записанную на них информацию в течение 100 лет.

При создании DVD-R самое пристальное внимание было уделено совместимости с существующими приводами DVD-ROM. И это себя оправдало, до сих пор DVD-R остается самым совместимым форматом — записанные с его помощью диски читаются практически всеми (около 85% когда-либо выпущенных устройств DVD-ROM и всеми современными) моделями DVD-ROM, как для PC, так и стационарными DVD-проигрывателями. На сегодня это лучший, с точки зрения совместимости, формат записи DVD.

Первый привод, поддерживающий запись DVD-R, выпущен фирмой Pioneer в октябре 1997 г. Этот привод поддерживал спецификацию DVD-R 1.0, что означало запись с помощью лазера 635 нм на диски ем-

костью 3,95 Гбайт.

Следующим этапом стала спецификации версии 1.9, которая предусматривала поддержку записи дисков емкостью 4,7 Гбайт. Первый привод, поддерживающий эту спецификацию, появился в мае 1999 г. и стоил 5400 USD. Производителем привода была Pioneer.

Вскоре после этого появилась спецификация 2.0. В ней добавилась возможность защиты записанных дисков от копирования: в служебную область диска записывается идентификационная информация. Степень защиты, конечно же, ниже, чем оригинальных DVD-дисков. По сравнению с версией 1.9, физические параметры записи в версии 2.0 не изменились.

С целью завоевания новых рынков и защиты от нелегального копирования, начиная с спецификации 2.0 формат разделили на DVD-R For Authoring и DVD-R For General. Принципиальное различие между ними — это длина волны используемого лазера. В DVD-R(A) используется тот же самый 635-нанометровый лазер, что и в первых DVD-R дисках. В DVD-R(G) используется 650-нанометровый лазер. Это делает невозможным запись дисков одного формата на приводе другого формата. Хотя, конечно же, читать диски, записанные другим форматом, можно.

DVD-R(A) — это профессиональный стандарт, который является развитием предыдущих вариаций формата DVD-R, естественно, приводы этого стандарта совместимы с приводами DVD-R (но не наоборот). Например, болванки, выпущенные в соответствии с требованиями версий 1.0 и 1.9 спецификаций, могут записываться на DVD-R(A)- приводах. Из других существенных отличий, появившихся в этом DVD-R(A), — это поддержка специального формата *Cuffing Master Format* (CMF), что позволяет использовать DVD-R(A)-диски в качестве мастер-диска для дальнейшего тиражирования, вместо традиционно использовавшейся для этого DVL-ленты. Это достигается возможностью использовать часть зоны Lead In для хранения DDP-заголовка *(Disk Description Protocol).* Впрочем, несмотря на CMF, возможность хранить защищенную информацию на DVD-R(A) так и не появилась.

DVD-R(G) — это пользовательский формат. Именно этот формат обычно имеется в виду, когда говорят о DVD-R. Приводы, работающие в этом формате, могут записывать данные только на специальные болванки DVD-R General, предназначенные для лазера с длиной волны 650 нм. Приводы DVD-R(G) могут читать DVD-R-диски, изготовленные в соответствии со спецификациями 1.0 и 1.9, но не могут на них записывать. Не поддерживается формат CMF, поэтому DVD-R(G) диски не могут использоваться в качестве мастер-дисков. С другой стороны,

для домашнего использования это совсем не критично. Преимущество DVD-R(G) по сравнению с DVD-R(A) всего одно — моделей приводов, поддерживающих формат DVD-R (что то же самое, что DVD-R(G)) достаточно много, и цены на них неуклонно падают. Односторонние DVD-R(G)-диски выпускаются емкостью 4,7 Гбайт, а двухсторонние — 9,4 Гбайт (по 4,7 Гбайт на сторону).

DVD-VR

Формат DVD-VR основан на формате DVD-RAM и поддержан DVD-форумом. Формат позволяет записать в реальном времени до 2 ч высококачественной видеоинформации в формате MPEG-2 на односторонний диск DVD-RAM емкостью 4,7 Гбайт и обеспечивает такие возможности, как редактирование уже записанных видеоматериалов, запись различных типов статических изображений. Устройства на базе этого формата выпускают такие компании, как Panasonic, Toshiba, Samsung, Hitachi.

Форматы DVD для многократной записи

Все известные спецификации перезаписываемых DVD-дисков используют технологию многократной записи, основанную на физическом принципе смены фазового состояния (кристаллическое/аморфное) информационного слоя под воздействием лазера с длиной волны 650 (635) нм *(phase-change recording).* Считывание информации осуществляется путем определения оптических характеристик информационного слоя в различных его фазовых состояниях при отражении лучей лазера (того же, что и при записи). Каждый из форматов имеет свои достоинства и недостатки, что определило их области применения. Наиболее распространенным на сегодня является формат DVD-RAM в силу более низкой стоимости работающих с ним приводов и дисков.

Материал для многократной записи

В качестве рабочего используется материал AV1ST, созданный компанией TDK в 1995 г. Характеристики этого материала практически идеально удовлетворяют требованиям технологии перезаписи DVD-дисков.

- Высокая отражающая способность — до 25—35%, чего вполне достаточно для совместимости DVD-дисков при воспроизведении.

- Легкость смены фазового состояния как при высоких, так и при низких скоростях записи, что особенно важно при работе с различными приложениями. Приложения, работающие с перезаписываемыми компакт-дисками (например CD-E), осуществляют запись при угловой ско-

рости вращения диска менее 3 м/с. Работа с данными в формате DVD-RAM требует более высокой скорости вращения диска — от 3 до 6 м/с. При работе с видеоинформацией, подвергнутой компрессии, скорость вращения диска в режиме записи должна превышать 6 м/с.

- Отличное соотношение сигнал/шум и характеристики изменения фазы позволили компании TDK получить пит сверхмалых для записываемых DVD-дисков размеров.

- Материал AVIST выдерживает как минимум 1000 циклов перезаписи даже на скоростях менее 3 Мбайт/с. При более высоких скоростях записи количество циклов перезаписи возрастает.

DVD-RAM

DVD-RAM *(Digital Versatile Disc Random Access Memory)* ~ перезаписываемый формат, разработанный компаниями Panasonic, Hitachi, Toshiba. Формат одобрен DVD-форумом в июле 1997 г. Оборудование и диски этого формата тестировались в течение 3-х месяцев в более чем 20 компьютерных компаниях-производителях всего мира. Свыше 160 участников форума проголосовало за принятие спецификации. На сегодня это самый распространенный DVD-формат в компьютерной индустрии.

Приводы DVD-RAM читают диски DVD-ROM. В свою очередь, диски DVD-RAM могут быть прочитаны только приводами DVD-ROM так называемого третьего поколения, выпускаемыми с середины 1999 г. Также диски DVD-RAM могут использоваться для записи и воспроизведения потокового видео на оборудовании, поддерживающем спецификацию DVD-VR.

Этот формат вобрал в себя не только технологии, традиционно используемые в оптических дисках. Некоторые решения, используемые в DVD-RAM, пришли в него из магнитооптики. Принцип записи DVD-RAM — это технология изменения фазового состояния поверхности диска при нагреве ее лазером. Главной особенностью DVD-RAM-дисков являются заранее, еще при производстве, выдавленные на диске метки, означающие начало секторов. На логическом уровне главная особенность DVD-RAM в том, что диск можно отформатировать во вполне привычные файловые системы, такие как FATI6 или FAT32.

DVD-RAM-диски могут быть как одно- так и двухсторонними. Первоначально емкость DVD-RAM-дисков составляла 2,58 Гбайт, но впоследствии была увеличена до 4,7 Гбайт. Еще позже появились двухсторонние DVD-RAM-диски, суммарная емкость которых составляла уже

9,4 Гбайт.

Еще одно принципиальное отличие дисков DVD-RAM от всех остальных — эти диски выпускаются в двух модификациях: в картридже и без него. Диски в картридже в основном предназначены для бытовой видеоаппаратуры, где необходимо исключить влияние внешних факторов при интенсивном ручном использовании. Картриджи в свою очередь могут быть двух видов — открываемые и цельные. Картридж представляет из себя коробку размером 124,6 x 135,5 x 8,0 мм внешне похожую на используемые в МО-дисках.

Односторонние диски DVD-RAM продаются как с картриджем, так и без него. Двухсторонние 9,4-гигабайтные диски продаются только в картриджах, причем за частую картриджи запаяны, так что открыть их, не сломав, невозможно. Если извлечь диск DVD-RAM из картриджа, то его можно вставить в обычный привод DVD-ROM. Впрочем, не факт, что он будет прочитан. Совсем другое дело, если на приводе стоит логотип DVD multi. Как мы уже отмечали, привод с таким логотипом должен читать диски DVD-R, DVD-RW и DVD-RAM. Но это не означает, что такой привод обязательно должен иметь механизм для загрузки картриджа. По утверждению производителей, DVD-RAM-диск может быть перезаписан не менее 100 000 раз, и запись должна сохраняться на диске неизменной не менее 30 лет. В настоящее время DVD-RAM представляет собой относительно недорогую систему резервного копирования достаточно большой емкости.

DVD-RW

Встречаются другие названия этого формата; DVD-R/W и реже DVD-ER. После создания записываемых DVD-R-дисков логичным шагом стало создание перезаписываемых дисков. Так появился DVD-RW *(Digital Versatile Disc Rewritable).* Разработчиком этого формата снова стала компания Pioneer, соответственно, он построен на тех же принципах, что и DVD-R(G). Используется лазер с такой же длиной волны 650 нм, диски имеют одинаковый формат. Единственное отличие в покрытии. Так же как и в обычных дисках, в CD-RW в качестве отражающего слоя используются материалы, которые могут многократно менять свои свойства (отражающую способность) под воздействием лазерного луча разной мощности. DVD-RW — односторонний 80- или 120-миллиметровый оптический диск толщиной 1,2 мм. Емкость дисков составляет 4,7 Гбайт. По утверждению производителей этих дисков, они могут перезаписываться не менее 1000 раз.

Первоначально появилась спецификация версии 1.0. Для предот-

вращения копирования защищенных дисков эти болванки имели заранее записанную область Lead In. Оборотным эффектом этого стали проблемы с проигрыванием таких дисков на стационарных проигрывателях некоторых моделей.

Для решения проблем с совместимостью была разработана спецификация версии 1.1, в соответствии с которой DVD-RW-диски также должны иметь заранее записанную область Lead In для предотвращения копирования защищенного материала, но на этот раз эта область записывалась стандартными средствами, а не заранее на заводе-изготовителе (методом выдавливания). Благодаря этому DVD-проигрыватели более уверенно читают такие диски. Большинство современных дисков DVD-RW выполнены в соответствии с требованиями именно спецификации версии 1.1. Для защиты содержимого DVD-RW-дисков был разработан вариант B спецификации версии 1.1. Обычно такие диски называют дисками DVD-RW типа B. От обычных они отличаются тем, что в служебной зоне диска записан уникальный 64-разрядный номер (disk ID). На основе этого номера содержимое диска кодируется по алгоритму 56-bit C2 *(Cryptomeria).* При проигрывании такого диска считывается ID-номер, а затем раскодируется содержимое диска. При копировании такого диска копируется только содержимое, а не уникальный disk ID, поэтому воспроизвести скопированное будет нельзя. При создании дисков DVD-RW самое пристальное внимание уделялось совместимости формата с существующими DVD-проигрывателями и приводами. Однако совместимости, сравнимой с той, что удалось достигнуть на дисках DVD-R, не получилось. Причина этого та же, что и в случае с дисками CD-RW, которые не читаются в приводах устаревших моделей, поскольку отражающая способность материала, используемого в перезаписываемых дисках, меньше, чем у DVD-R, и намного меньше, чем у оригинальных.

Первый DVD-RW-проигрыватель представлен компанией Pioneer в декабре 1999 г. Это было бытовое устройство для проигрывания и копирования DVD-дисков. Стоило оно около 2500 USD при цене болванки 30 USD. Существовало несколько режимов записи, которые давали разное качество картинки. В зависимости от выбранного режима процесс копирования диска занимал от 1 до 6 ч. Чтобы не допустить "пиратского копирования", для записи дисков DVD-RW использовался новый формат записи, названный DVD-VR (Video Recording). В результате записанные диски не могли быть просмотрены на стандартном DVD-проигрывателе. Даже если физические характеристики проигрывателя позволяли считать данные с диска DVD-RW, то декодировать их никак

не получалось.

Такая политика не способствовала популярности устройств этого формата, поэтому вскоре появилась его новая версия. В ней предусматривалась возможность записи дисков DVD-R(G) по формату DVD-Video. Это позволило проигрывать записанные диски на обычных DVD-проигрывателях.

Первый DVD-RW-привод для PC — DVR-A03 — был выпущен компанией Pioneer в начале 2001 г. по цене около 1000 USD.

DVD+R

Кроме официально поддержанных DVD-форумом, некоторые члены консорциума — Dell, Hewlett-Packard, Mitsubishi, Philips, Ricoh, Sony, Yamaha — разработали свой собственный формат. Несмотря на то что большинство этих фирм входят в DVD-форум, сам консорциум не имеет над ними никакой власти. Поэтому отсутствие официальной поддержки со стороны DVD-форума не мешает существовать и развиваться DVD+RW *(Digital Versatile Disc Rewritable).*

Первоначально на свет появилась спецификация формата DVD+RW версии 1.0. Она появилась еще в 1997 г. и предусматривала запись на диски емкостью 2,8 Гбайт 650-нанометровым лазером. Первая версия стандарта не была совместима с DVD-Video, поэтому в конце 1999г. ее полностью вытеснила новая спецификация на формат записи потокового видео (DVD+RW Video Format), которая предусматривала запись 4,7 Гбайт на одну сторону. Устройства и диски, работающие в этом формате, полностью совместимы с оборудованием, работающим в формате DVD-Video. Это значит, что диски DVD+RW, содержащие видеоматериалы, могут быть воспроизведены на выпущенной ранее бытовой аппаратуре DVD.

Для записи используется та же технология, что и в дисках CD-RW, поэтому принципы, на которых основаны диски DVD+RW, идентичны тем, что применяются в DVD-RW. Разница заключается лишь в используемом формате записи. Так, например, диски DVD+RW поддерживают запись в несколько приемов. Благодаря более точному позиционированию лазерной головки и высокой степени контроля за ее перемещением в процессе записи привод DVD+RW позволяет перезаписывать любую часть содержимого диска поверх, не стирая ранее записанные данные. Это же позволяет осуществить и уникальную коррекцию ошибок при записи: плохо записанный сектор перезаписывается заново. Кроме этого, DVD+RW имеет более совершенную, по сравнению с DVD-RW,

систему контроля ошибок. Еще одним свойством приводов DVD+RW является поддержка дисков CD-R и CD-RW. Эта поддержка оговорена в стандарте в качестве обязательного элемента.

DVD+R

Формат DVD+R появился только в середине 2002 г. DVD+R основан на тех же принципах, что и DVD+RW за исключением того, что для отражающего слоя применяется материал, подобный используемому в CD-R. Поэтому у дисков DVD+R отражающая способность записываемого слоя оказалась выше, чем у DVD+RW. Следовательно, эти диски должны более уверенно читаться стационарными проигрывателями и приводами DVD-ROM. Из недостатков DVD+R перед DVD+RW можно отметить, что в стандарте не предусмотрена коррекция ошибок, основанная на перезаписи сбойного сектора.

К сожалению, добиться полной преемственности стандартов не удалось: режим лазера, необходимый для записи на диски DVD+R, не предусмотрен в приводах DVD+RW устаревших моделей.

Основные характеристики DVD-дисков последних модификаций и DVD-приводов различных форматов приведены соответственно в табл. 12.6 и 12.7

Таблица 12.6. *Основные характеристики DVD-дисков последних модификаций*

Параметр	Формат				
	DVD-ROM	DVD-RAM	DVD-RW	DVD+ RW/R	DVD-R
Емкость одной стороны, Гбайт	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7
Длина волны лазера	650	650	650	650	650 (G) 635 (A)
Отражательная способность, %	18-30 (двухслойного)	15-25 (2,6)		18-25/ 20-30	
Способ записи	Оттиск с матрицы при производстве	Смена фазового состояния	Смена фазового состояния	Смена фазового состояния	Смена цвета красителя

Межтрековое расстояние, мкм	0,74	0,615		0,74	0,74
Способ контроля вращения*	CAV	ZCLV/ CAV в пределах зоны	CLV	CLV (для видео) или CAV(для данных)	CLV
Скорость записи данных, Мбайт/с	до 8,31 (чтение)	2,77		1,4-3,25	2,77
Файловая система	Micro UDF и/или ISO 9660	UDF/UDF Bridge	UDF/UDF Bridge	UDF/UDF Bridge	UDF Bridge (G) UDF (A)

- CLV *(Constant Linear Velocity)* — постоянная линейная скорость; CAV *(Constant Angular Velocity)*— постоянная угловая скорость; ZCLV *(Zone Constant Linear Velocity)*— зонная постоянная линейная скорость.
-

Таблица 12.7. *Основные характеристики некоторых моделей DVD-приводов*

Модель	Фирма-изготовитель	Поддерживаемые форматы	Скорость чтения DVD/CD-дисков	Интерфейс
DVR-S101	Pioneer	DVD-R(A)		SCSI-2
DVR-S201	Pioneer	DVD-R(A)		SCSI-2
A03(B21)	Pioneer (Compaq)	DVD-R (2x) DVD-RW (1x) CD-R (8x) CD-RW (4x)	4x (читает DVD-диски любых форматов)	IDE
A04 (B22)	Pioneer (Compaq)	DVD-R (2x) DVD-RW (1x) CD-R (8x) CD-RW (4x)	6x	IDE (UDMA-33)
GF-2000	Hitachi	DVD-RAM (2x)	6x/24x	IDE

TSDW200B S1200	Toshiba	DVD-RAM (2x)	6x/24x	IDE
LF-D311	Panasonic	DVD-RAM (1x) DVD-R(1x)	(читает DVD-диски любых форматов)	IDE
DVDRW208	Philips	DVD+RW (2,4x) CD-R (12x) CD-RW (10x)	8x/32x	IDE
DVDRW228	Philips	DVD+RW (2,4x) DVD+R (2,4x) CD-R(12x) CD-RW (10x)	8x/32x	IDE
DVD100J	HP	DVD+RW (2,4x) DVD+R (2,4x) CD-R(12x) CD-RW (10x)	8x/32x	IDE
MP5120	Ricon	DVD+RW(2,4x) DVD+R (2,4x) CD-R(12x) CD-RW (10x)	8x/32x	IDE
MP5125	Ricon	DVD+RW(2,4x) DVD+R (2,4x) DVD+R (2,4x) CD-R(12x) CD-RW (10x)	8x/32x	IDE
DRU110	Sony	DVD+RW(2,4x) DVD+R (2,4x) CD-R (12x) CD-RW (10x)	8x/32x	IDE
DRU 120	Sony	DVD+RW (2,4x) DVD+R (2,4x) DVD+R (2,4x) CD-R(12x) CD-RW (10x)	8x/32x	IDE

Направления развития технологии DVD

Наличие разных стандартов и спецификаций не говорит о том, что DVD-технология стоит на месте. Усилия различных компаний сегодня направлены на внедрение технологии так называемого "голубого лазера" — лазера с меньшей длиной волны. Это позволит увеличить плотность записи на дисках с вытекающим отсюда улучшением и других

характеристик.

Компания Calimetrics Inc. предложила технологию ML (multilevel), позволяющую в три раза повысить емкость стандартного DVD/CD. При этом нет необходимости совершать какие-либо доработки в механизме и оптике существующих приводов. Для внедрения новой технологии достаточно воспользоваться набором микросхем, разработанных этой компанией. Суть технологии заключается в возможности использовать в качестве информационной характеристики глубину литов (до 8 уровней) при работе с дисками. Отметим, что аналогичную технологию, но для CD-дисков, разрабатывает компания TDK в сотрудничестве с другими фирмами.

Правила эксплуатации CD

Компакт-диск представляет собой металлизированный пластмассовый диск диаметром 110 мм и толщиной 1,2 мм. На верхнюю сторону наносится светоотражающий алюминиевый слой, который покрыт защитным лаком для предотвращения повреждений. Подобно долгоиграющим пластинкам (и в отличие от жестких дисков) питы располагаются не на концентрических окружностях, а идут по спирали. Причем эта спираль начинается от центра носителя. Ширина питов составляет 0,6 мкм, а расстояние между дорожками — 1,6 мкм, за счет чего и обеспечивается большая емкость этого носителя информации.

Несмотря на то, что компакт-диски являются достаточно надежными и прочными, при их эксплуатации необходимо соблюдать правила эксплуатации:

- никогда не держите CD открытым, а укладывайте его в специальный защитный футляр;

- не касайтесь поверхности диска пальцами, берите его за края.

Хотя у приводов CD-ROM есть механизм корректировки ошибок, но в случае повреждений поверхности, которые на аудиодисках приводят к "выпадению" нескольких миллисекунд звука, для информационных дисков делают дефектным весь диск. Кроме того, механизмы коррекции ошибок не всегда справляются со своими задачами.

Чтобы предотвратить скопление пыли внутри привода, следует уделять внимание тому, чтобы сам привод был по возможности лучше экранирован от проникновения в него частиц пыли и дыма.

Программа выполнения работы.

1. Подготовить протокол работы, содержащий название работы, цель работы.
2. Получить задание преподавателя и согласно этому заданию выписать важнейшие характеристики CD-ROM, DVD-ROM.
3. Пользуясь полученными результатами работы, изучить устройство приводов CD-ROM, DVD-ROM, их разметку.
4. На представленных преподавателем приводах CD-ROM, DVD-ROM определить основные элементы, их назначение.
5. Научиться подключать приводы CD-ROM, DVD-ROM к системной плате.

Приборы и оборудование.

1. Персональный компьютер.
2. Приводы CD-ROM, DVD-ROM.
3. Системная плата.
4. Шлейфы (40 и 80 - жильные кабели для подключения дисководов).

Порядок выполнения работы.

1. Ознакомиться с рекомендованной литературой.
2. Заполнить протокол лабораторной работы.
3. Изучить устройство приводов CD-ROM, DVD-ROM.
4. Защитить выполненную лабораторную работу.

Контрольные вопросы.

1. Назначение приводов CD-ROM, DVD-ROM.
2. Отличия между приводами CD-ROM и DVD-ROM.
3. Назначение оптических систем в приводе CD-ROM.
4. Назначение разделительной призмы в приводе CD-ROM.
5. Как осуществляется оптическая наводка читающей головки на записанную дорожку?
6. Нарисовать логическую структуру записи на диск.
7. Что находится во входной области?
8. Что такое VTOC? Где оно находится?
9. Где содержатся оглавление, адреса записей, число заголовков, суммарное время записи, название диска, метка конца диска,

область данных?

10. Основное отличие структуры каталога компакт-диска от структуры каталога дискеты?
11. Назначение красного провода на шлейфе.
12. Что называется средним временем доступа?
13. Что такое CD-R и CD-RW.
14. Режим - Track-at-Once.
15. Режим - Disc-at-Once.
16. Режим- Packet Writing.
17. Что такое CLV. Назначение.
18. Что такое CAV. Назначение.
19. Форматы DVD-ROM, DVD-Video, DVD-Audio.
20. Форматы DVD-R, DVD-RAM, DVD-RW, DVD+RW/R, DVD-VR.
21. Подключить привод CD-ROM к системной плате.

Лабораторная работа № 7.

Диагностическая программа – «Эверест».

Цель работы: Научиться работать с диагностической программой «Эверест». Овладеть методикой диагностирования ПЭВМ с помощью программы «Эверест».

Краткие теоретические сведения.

Lavalys EVEREST Corporate Edition sets a new standard in automated network management by providing full range of solutions for administrators and helpdesk staff. Its extensive feature set includes security alerts and customized reports covering hardware information, software and operating system security information, diagnostics, network audit, change management and network monitoring. EVEREST is an indispensable application for all business network environments that uses the latest technologies to lower IT operational and purchasing costs.

Lavalys EVEREST is designed to run on 32 and 64-bit Microsoft Windows operating systems, and it fully supports Microsoft Windows 95, 98, Me, NT 4.0 SP6, 2000, XP and 2003. EVEREST has exceptionally low system resource requirements (minimum 486 processor with 32 MB RAM).

Тестовая программа – «Эверест» - это информационная и диагностическая программа. Она предоставляет информацию о вашем аппаратном и программном обеспечении (включая недокументированную), которая вам может понадобиться. «Эверест» похожа на многие другие подобные программы для Windows.

Программа выполнения работы.

1. Подготовить протокол работы, содержащий название работы, цель работы.
2. Получить задание преподавателя и согласно этому заданию выполнить диагностирование ПЭВМ.
3. Пользуясь полученными результатами работы, оценить качество работы диагностической программы «Эверест».

Приборы и оборудование.

1. Персональный компьютер.
2. Диагностическая программа – «Эверест».

Порядок выполнения работы.

1. Ознакомиться с рекомендованной литературой.
2. Заполнить протокол лабораторной работы.
3. Запустить диагностическую программу – «Эверест», придерживаясь рекомендуемого протокола.

Например:

- На табло выбрать «Отчет» (мастер отчетов) – Enter,
- Мастер отчетов – далее,
- Профили отчетов:
  - только суммарные данные о системе - далее,
- Формат отчета:
  - простой текст – готово.

4. Записать реквизиты ПЭВМ, а из «Отчета» выписать результаты ее диагностирования:

- № ПЭВМ, тип корпуса ПЭВМ,
- версию программы «Эверест»,
- информацию о компьютере:
  - тип,
  - О.С.,
  - имя.
- информацию о системной плате:
  - тип Ц.П., его характеристики,
  - тип системной платы, ее характеристики,
  - шины, их характеристики,
  - чипсет, его характеристики,
  - память, ее характеристики,
  - BIOS, ее характеристики,
  - порты, их характеристики,
- информацию о дисплее:
  - тип видеоадаптера, его характеристики,
  - монитор, его характеристики,
- информацию о мультимедиа,

- информацию о накопителях,
- информацию о разделах,
- информацию об УВВ (клавиатура, мышь),
- информацию о периферийных устройствах,
- информацию о сети.

5. Пользуясь полученными результатами работы, оценить: качество работы диагностической программы «Эверест»:
- полноту и достоверность полученной информации,
- удобство работы с диагностической программой «Эверест»,
- недостатки данной программы.

6. Защитить выполненную лабораторную работу.

Контрольные вопросы.

1. Какие проверки осуществляют «Calibration tests»?
2. Какие проверки осуществляют «Grid tests»?
3. Какие проверки осуществляют «Color tests»?
4. Какие проверки осуществляют «Reading tests»?
5. Какие проверки осуществляет «Тест стабильности системы»?
6. Предназначение «EVEREST CPUID».

Лабораторная работа № 8.

Диагностическая программа – «САНДРА».

Цель работы: Научиться работать с диагностической программой «Sandra». Овладеть методикой диагностирования ПЭВМ с помощью программы «Sandra».

Краткие теоретические сведения.

SiSoftware Sandra (сокращение от System ANalyser, Diagnostic and Reporting Assistant) - это информационная и диагностическая программа. Она предоставляет информацию о вашем аппаратном и программном обеспечении (включая недокументированную), которая вам может понадобиться. Sandra похожа на многие другие подобные программы для Windows.

В мире существуют десятки миллионов PC совместимых компьютеров, и все это из-за огромной популярности стандарта IBM PC. Предполагается, что все они являются 100 % совместимыми. Однако, в настоящее время, поскольку IBM более не устанавливает стандарты, не имеется по-настоящему IBM совместимого компьютера; этот термин сегодня означает лишь наиболее популярную конфигурацию, то есть процессор, графическую плату, звуковую карту, принтер, и т.д., которая широко используется - следовательно, поддерживаемую большинством производителей программного обеспечения. Для полностью PC совместимого компьютера это могло бы означать, что если программа работает у кого-то (например. Microsoft) - то она должна работать и у вас.

Теперь о Windows! Windows принесла нам ключ ко всему этому - ваша программа работает на каждой машине, если вы придерживаетесь операционных запросов системы (API). (Другие операционные системы подобно Windows NT, OS/2, UNIX, Linux, и т.д. работают также или даже работали намного раньше Windows; я буду придерживаться системы Windows, так как Sandra адаптирована для работы именно в этой среде) Так или иначе большинство современных программ работает в среде Windows и в среде DOS они работать не смогли бы.

С развитием программы Sandra, ситуация не сильно улучшилась... Да, стало проще определять системные характеристики (при условии установки правильных драйверов) но не всегда – в драйверах также содержатся ошибки и очень часто они предоставляют неточную информацию. В среде Windows все еще достаточно ошибок и дыр в

защите, так или иначе, но большую часть процедуры обнаружения оборудования вам придется проводить вручную. Конечно, Windows более «умная» среда, нежели DOS, но и она частично использует его. В Windows 9X/Me DOS все еще необходим, например для виртуального и защищенного режима, ring 0 и ring 3, VxDs и других вещей. В среде Windows NT/2000/XP/2003 — другие проблемы… Ну вот еще остался Windows CE…

Программа выполнения работы.

1. Подготовить протокол работы, содержащий название работы, цель работы.
2. Получить задание преподавателя и согласно этому заданию выполнить диагностирование ПЭВМ.
3. Пользуясь полученными результатами работы, оценить качество работы диагностической программы «Sandra».

Приборы и оборудование.

1. Персональный компьютер.
2. Диагностическая программа – «Sandra».

Порядок выполнения работы.

1. Ознакомиться с рекомендованной литературой.
2. Заполнить протокол лабораторной работы.
3. Запустить диагностическую программу – «Sandra», придерживаясь рекомендуемого протокола.

<u>Например:</u>

- На табло выбрать «Мастер создания отчетов» – Enter,
- «Введение» - далее,
- «Конфигурация»
  - Выбрать параметры и составить отчет – далее,
- «Информационные модули»,
  - пометить «Сводная информация» - далее,
- «Бенчмаркинговые модули»,
  - не помечать – далее,

- «Просмотровые модули»,
    - не помечать – далее,
- «Тестовые модули»,
    - не помечать – далее,
- «Комментарии»,
    - далее,
- «Доставка»,
    - сохранить на диск - далее,
- «Тип файла»,
    - стандартный - далее,
- «Сохранить на диск»,
    - системный отчет - далее,
- Просмотреть отчет.

4. Записать реквизиты ПЭВМ, результаты ее диагностирования:
- № ПЭВМ, тип корпуса ПЭВМ,
- версию программы «Sandra»,
- информацию о компьютере:
    - тип,
    -О.С.,
    -имя.
- информацию о системной плате:
    - тип Ц.П., его характеристики,
    - тип системной платы, ее характеристики,
    - шины, их характеристики,
    - чипсет, его характеристики,
    - память, ее характеристики,
    - BIOS, ее характеристики,
    - порты, их характеристики,
- информацию о дисплее:
    - тип видеоадаптера, его характеристики,
    - монитор, его характеристики,
- информацию о мультимедиа,
- информацию о накопителях,
- информацию о разделах,
- информацию об УВВ (клавиатура, мышь),
- информацию о периферийных устройствах,
- информацию о сети.

5. Пользуясь полученными результатами работы, оценить: качество работы диагностической программы «Sandra»:

- полноту и достоверность полученной информации,
- удобство работы с диагностической программой «Sandra»,
- недостатки данной программы.

6. Сравнить работу программ «Sandra» и «Everest».
7. Защитить выполненную лабораторную работу.

Контрольные вопросы.

1. Какие проверки осуществляют «Бенчмаркинговые модули»?
2. Назначение «Тестовых модулей»?
3. Назначение «Просмотровых модулей»?
4. Назначение «Специальных модулей»?
5. Назначение «Информационых модулей»?
6. Сравнить работу программ «Sandra» и «Everest».

Лабораторная работа № 9.

ЗВУКОВАЯ ПЛАТА.

Цель работы: Познакомиться с устройством звуковых плат и принципами их работы.

Краткие теоретические сведения.

Теоретические сведения приведены в файле №11 «Скотт Мюллер» на рабочем столе ПК (см. гл.20, стр.791 «Аудиоаппаратура»).

Звуковая плата

...Это сегодня нам кажется, что звук на компьютере был всегда — ведь даже простенький офисный ПК сегодня снабжен всем необходимым! За исключением разве что колонок: музыку в офисах и в прочих серьезных местах не слишком почитают.

Но первые десять лет своего существования персональный компьютер обходился без звука — не считая мерзкого пищания встроенного динамика, который и «озвучивал» большую часть тогдашних игрушек.

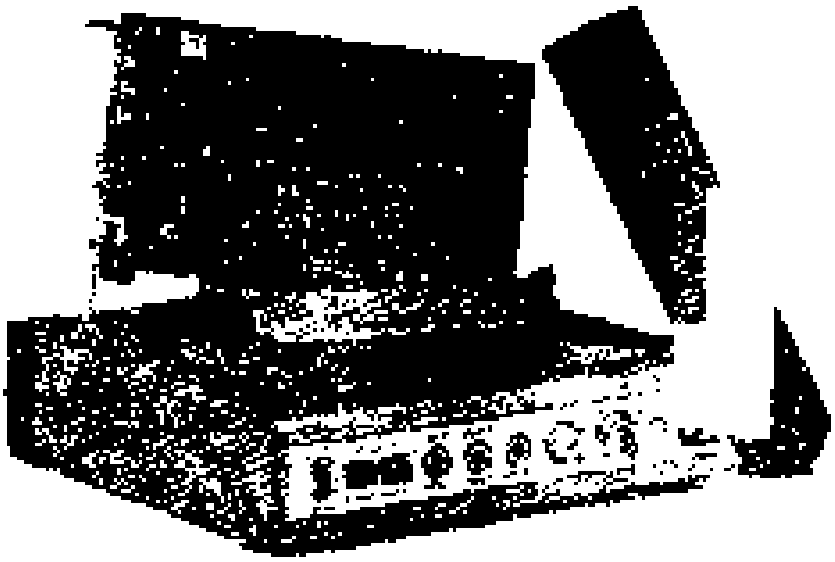


Рис.1. Звуковая плата

Затем на горизонте появилась компания Creative — и в два счета доказала скептикам, что их компьютер может звучать на уровне хорошего музыкального центра. То, что необходимая оснастка для компьютера стоила в несколько раз дороже, мало кого смутило — деньги в карман «звуковиков» потекли рекой. Вплоть до конца 90-х годов звуковые платы совершенствовались, улучшали качество звучания... А попутно обрастали все новыми и новыми возможностями. Первоначально они относились лишь к синтезу звука — потом, когда мода на MIDI окончательно сошла на нет, производители перекинулись на поддержку многоканальности, встроенных эффектов...

...А потом на свет появились первые системные платы со встроенным звуком — и стало ясно, что рынок отдельных плат доживает последние дни. Выяснилось, что большинству пользователей совсем не важно, кто именно поет из их колонок голосом Баскова или кричит монстром в игрушках — отдельная и дорогая плата или просто маленький чип на системной плате! Тем более, что в обоих случаях мы получаем примерно один и тот же набор функций.

Разумеется, если речь идет о звуковой подсистеме старого образца (кодек AC 97), то тут вопросов не возникает — такая встроенная акустика удовлетворит лишь самых невзыскательных пользователей. Однако сегодня, когда на большинстве системных плат уже установлена звуковая подсистема типа HDI (High Definition Audio) с поддержкой восьмиканального звука и аппаратной обработкой объемных эффектов — и в этом случае об отдельном «саунд бластере» в большинстве случаев можно просто забыть. И вполне возможно, что в следующем издании этой книжки отдельной главы, посвященной «звуковушкам», уже не будет...

Хотя не стоит быть слишком уж пессимистичным: новые модные «саунд бластеры» появляются на свет ежегодно, и компания Creative ничуть не жалуется на плохой спрос: пухлые коробки с новинками расхватываются не хуже шмоток на рождественских распродажах.

И остается лишь понять, нужна ли звуковая плата именно вам — точнее, ВАШЕМУ компьютеру. И если нужна, то какая? Определитесь, к какой группе вы себя относите, а уж потом — делайте выводы и потрошите кошелек!

Вариант первый. Вы — «пользователь стандартный», не слиш-

ком притязательный. То-есть в идеале вы, конечно, не против качественного звука, изредка запускаете на компьютере AudioCD или DVD, раз в месяц отправляете свое сознание плавать по миру новой модной «стрелялки»... Не более. Что ж, при наличии новой системной платы вам беспокоиться не о чем: возможностей встроенного звука вам хватит вполне, а сэкономленные деньги потратьте на хорошую акустику.

Кстати — не поленитесь уточнить, каким именно звуковым кодеком оборудована ваша системная плата. Вариантов здесь немного: как правило, роль встроенного звука выполняет либо микросхема от Creative (Sound Blaster Live), либо более дешевый кодек Realtek ALC850. Понятно, что первый вариант предпочтительнее — в этом случае соблазн выложить 100 с лишним долларов за звуковую плату следующего поколения будет минимальным.

Вариант второй. Вы — игроман, живущий в мире модных «мочилок» или интеллектуальных стратегий. Жанр игры практически не важен — все современные игрушки предъявляют повышенные требования к качеству трехмерного звука. Правда, львиную долю из них поддерживают и встроенные кодеки звуковой платы — но лишь на программном уровне. А это значит, что основной труд по просчету эффектов ложится на многострадальный процессор, лишая нас толики столь дефицитной производительности. Так что вам прямая дорога в объятия компании Creative, львиную долю доходов которой как раз и обеспечивают такие, как вы! Смело берите с прилавка крутую новинку с «креативным» лейблом на макушке (к примеру, Sound BlasterX-Fi) за 100-150 долл. (а в придачу к ней — еще и многоканальную акустику за ту же сумму) — и добро пожаловать в объятия Матрицы! Ведь в области объемного звука Creative — признанный лидер, а ее карты поддерживаются всеми без исключения игрушками. Собственно, на поддержку игровых спецэффектов и уходит львиная часть мощности звуковой платы (а та же Sound Blaster X-Fi, по данным Creative, не уступает в производительности процессору Pentium 4. Да и стоит практически столько же). Это не значит, что ни на что другое платы от Creative не годятся — наоборот, они обеспечивают неплохое качество и при работе с музыкой, и при просмотре фильмов. Тем более, что в дополнение к звуковой плате вы получаете энное количество разъемов — например, столь необходимый для владельцев цифровых

камер FireWire (IEEE 1394). Но все же отдавайте себе отчет, что большую часть своих талантов штата от Creative проявит именно в игрушках — и покупается она прежде всего для них.

Вариант третий. Вы меломан. Ваши стены заставлены стойками с компактами, а винчестеры под завязку забиты тоннами MP3-файлов... Трехмерные игровые эффекты вас мало волнуют, а вот качество звука, напротив, жизненно важно! Конечно, идеалом для вас была бы стойка с аппаратурой стоимостью в десятки тысяч долларов — но пока что приходится обходиться обычной персоналкой. Не расстраивайтесь — и из нее можно выжать неплохое звучание, если обзавестись полупрофессиональной звуковой платой от таких компаний, как Terratec или M-Audio: в области воспроизведения музыки равных им практически нет. Только не стоит кидаться на самые дорогие модели — плата за 150 долл. вам вполне подойдет. Главное условие — поддержка воспроизведения DVD-Audio (этим пока могут похвастаться немногие встроенные кодеки). И не забудьте прикупить качественные колонки со встроенным усилителем — достаточно двух, ведь для музыки объемный звук не нужен.

Вариант четвертый. Вы — профессиональный музыкант (или считаете себя таковым). В таком случае к повышенным требованиям к качеству кодека прибавляется минимальное время задержки сигнала (стандарт ASIO 2.0), а также наличие большого количества каналов для подключения внешних источников звука. Крайне важен низкий уровень шумов (от минус 120 дБ), наличие полноценных цифровых входов-выходов для соединения компьютера с профессиональной аппаратурой. Не помешает и большая разрядность карты — от 24 бит — и встроенный процессор эффектов. А вот поддержка нескольких колонок или «объемного» звучания чаще всего просто отсутствует — серьезным людям игрушки ни к чему... Словом, вот признаки, которые отличают дорогие платы от Terratec или Apex стоимостью (приготовьтесь!) от 250 до 700 долл.

Вариант пятый. Вы любите не только послушать музыку, но и сами не чужды творчества (не композиторского, упаси Бог! - нам бы чего-нибудь попроще).А значит, вас наверняка заинтересует возможность превращения вашего компьютера в караоке-центр —

ведь в Сети можно найти десятки тысяч файлов в формате mid (только мелодия) и mid (мелодия + текст песни)! Качай, подключай микрофон — и изображай из себя хоть Фредди Меркьюри, хоть Николая Баскова. И если живет в вашем сердце такое желание — постарайтесь обзавестись платой, «подогнанной» именно под воспроизведение «синтезированного» звука. Напомним — при MIDI - синтезе в файле содержится не собственно музыка, а лишь команды процессору звуковой платы: «сыграй мне такую-то ноту на таком-то инструменте». Первые звуковые платы лезли из кожи вон, пытаясь изобразить звук скрипки или гитары (звучало это просто кошмарно!). Потом поумнели — и обзавелись библиотеками с образцами звучания реальных инструментов (их называют «банками»). Чем больше и качественнее банк — тем реалистичнее звучит музыка. Первоначально звуковые банки грузились в собственную память карты — но лет десять назад для этого приспособили оперативную память компьютера.

К встроенным звуковым кодекам системной платы звуковые банки обычно не прилагаются — и правильно, ведь в быту, кроме караоке, MIDI-синтез уже практически нигде не используется! А для карт той же Creative создано громадное количество банков, которые нетрудно найти в Сети. К тому же эти платы снабжены аппаратным модулем спецэффектов, которые могут на лету превратить ваш голос в пищание мышки или громовые раскаты Гласа Богов... Так что для домашней караоке-студии платы Creative станут едва ли не лучшим выбором.

Какой бы вариант вы ни выбрали, не помешает узнать о том, чем отличаются друг от друга звуковые платы различных категорий.

Количество поддерживаемых колонок. Первоначально все платы с поддержкой «трехмерного» звука ориентировались на обычную систему из двух колонок. Однако уже в 1999 году фирма Creative предложила четырехколоночную систему для создания полноценного «звукового окружения» — пара колонок «переднего плана», пара — «заднего». Соответственно, и выходов для колонок на звуковой карте должно быть два: свой разъем для каждой пары колонок. При этой же схеме к четырем колонкам может быть подключена дополнительная, пятая — сабвуфер, усилитель низких ча-

стот. А сегодня стандартной считается поддержка восьмиканального звука (7.1).

Для чего нам нужен объемный звук? Только для двух вещей: современные игрушки (а все они не просто рассчитаны на многоколоночную систему, но и требуют от платы поддержки громадного количества пространственных спецэффектов) и DVD-фильмы, звуковая дорожка которых изначально «разложена» на нужное количество каналов по стандарту Dolby Digital EX. Сочетание цифрового вывода звука (полное отсутствие искажений и помех) с использованием 8-канальной аудиосистемы «домашнего театра» (5 основных каналов + 2 канала для создания эффекта объемности звука + низкочастотный динамик-сабвуфер) позволяет получить звук небывалой реалистичности.

А вот если вы чаще слушаете на компьютере музыку, чем запускаете модные «стрелялки», не мучайтесь: количество каналов на качестве звучания не скажется никак. И каким бы качеством ни обладали колонки компьютерных комплектов «домашнего театра», они по-прежнему уступают обычной стереосистеме...

Максимальная разрядность и частота записи и воспроизведения звука. Вплоть до 1999 года большинство звуковых плат поддерживало запись и воспроизведение звука с частотой оцифровки до 44 кГц и разрядностью до 16 бит — эти характеристики соответствуют параметрам звука на обычном AudioCD. Однако - сегодня требования к платам значительно повысились — и связано это, прежде всего, с приходом в звуковой мир новых типов носителей. Так, частота оцифровки звука на DVD-дисках составляет 48 и 96 кГц, а разрядность — 24 бит. У новых аудионосителей (DVD-Audio) частота дискретизации может доходить до 192 кГц — поэтому, если вы когда-нибудь собираетесь работать с этим форматом, выбирайте плату стандарта «192/24».

Максимальные значения этих двух параметров важны не только для воспроизведения, но и для записи звука. Правда, частота оцифровки при записи звука даже у последних моделей звуковых карт не превышает 96 кГц.

Может возникнуть вопрос — зачем так много? Известно, что человеческое ухо с трудом воспринимает даже сигнал с частотой 18—20 кГц... Однако не забудем, что мы имеем дело со звуком оцифрованным — и его частота определяет уже совсем иные показа-

тели. Еще в середине XX века американский математик Клод Шеннон и, независимо, советский ученый В. А. Котельников (скончавшийся в 2005 г. на 97-м году жизни) доказали теорему, в соответствии с которой для качественной передачи звука частота его «дискретизации» при оцифровке должна быть вдвое большей, чем максимальная частота звучания оригинала. Значит, частота дискретизации в 44,1 кГц обеспечивает качественную передачу звука с частотой до 22 кГц.

Важно учитывать и другое: при оцифровке звука сигнал подвергается значительному искажению и упрощению, что особенно ярко проявляется в полосе частот, вплотную прилегающей к «пограничной» зоне. А это значит, что чем выше частота дискретизации, тем дальше отстоит от границы нужный нам «слышимый» диапазон. И тем добротнее он будет записан и воспроизведен.

Поддержка стандартов объемного звучания. В многочисленных аббревиатурах, которые сегодня украшают коробки со звуковой аппаратурой, нетрудно запутаться — Dolby Digital, AC-3, Dolby EX, DTS, THX... Попробуем избавить читателей от головной боли.

Dolby Digital (DD) — стандарты, созданные компанией Dolby Laboratories (в свою очередь, основанной в середине прошлого столетия физиком Рэем Долби). Формат DD, впервые представленный в 1992 году, предполагает вывод шестиканального звука (5.1) — и именно в этом формате записаны звуковые дорожки большинства фильмов на DVD. Термин же AC-3 обозначает систему компрессии звука, применяемую в этой системе.

Dolby EX—усовершенствованная модель DD, представленная в 2001 году. От оригинальной Dolby Digital отличается поддержкой двух дополнительных колонок (7.1). На сегодня Dolby EX считается одной из самых интересных технологий трехмерного звучания, однако, записанных с ее использованием фильмов пока немного.

DTS — конкурирующий с Dolby Digital стандарт, созданный студией Стивена Спилберга. Также поддерживает вывод звука на шесть колонок (5.1), однако обеспечивает звучание лучшего качества.

THX. Вопреки расхожему мнению, это не новый «продвинутый» стандарт объемного звучания, а всего-навсего сертификат одноименной компании, созданной знаменитым режиссером Джорджем Лукасом. Аппаратура, удостоенная значка THX, позволяет до-

биться идеального (по мнению компании) звучания в любом помещении, так что наличие THX-сертификата лишним тоже не будет.

Наряду с «киношными» стандартами трехмерного звучания существуют еще и «игровые»:

A3D, разработанный компанией Aureal. Стандарты A3D и A3D2 первыми реализовали технологию «трехмерного» звучания на обычной двухколоночной системе, в отличие от Creative, изначально делавшей упор на четыре колонки. Популярность стандарта A3D и сегодня достаточно велика, несмотря на кончину самой фирмы Aureal, бренные останки которой приобрела в вечное пользование... все та же Creative! Сегодня первая версия A3D превратилась в «отраслевой стандарт» и поддерживается многими независимыми производителями звуковых карт. Более совершенная модификация A3D 2.0 поддерживается только чипсетом Vortex 2, карты на основе которого, вследствие банкротства Aureal, сегодня практически исчезли с рынка.

EAX(EnvironmentalAudio eXtensions) — стандарт, разработанный лидером мультимедиа-технологий Creative Labs на основе упоминавшегося выше DS3D. Первоначально не пользовался особой популярностью из-за ориентации на «квадро» - четырехколоночные системы, однако после ухода с рынка Aureal пользователи волей-неволей вынуждены делать ставку на оставшегося лидера. Сегодня первую модификацию EAX, как и A3D 1.0, поддерживает большинство звуковых карт и чипов, а вот более совершенные версии EAX 2.0 и EAX 3.0 остаются в монопольном владении Creative и поддерживаются только картами семейства Sound Blaster Live! и Audigy. Последние версии EAX умеют работать с десятками видов эха, отраженных звуков, моделировать искажения звука при «столкновении» с различными препятствиями и прохождении сквозь них...

Соотношение «сигнал-шум». Это соотношение показывает, насколько уровень помех в звуковой карте слабее собственно звукового сигнала.

Минус 95 дБ и выше — уровень музыкального центра высокою качества (профессиональные карты ориентированы на соотношение «сигнал-шум» 100—120 дБ). Увы, для большинства встроенных звуковых карт эта величина практически недостижима: «внутренности» компьютера, «наполненные» разнообразными сигналами,

«блуждающими токами» и тому подобной живностью — мощнейший генератор шумов. И вот тут-то «отдельные» звуковые платы и демонстрируют себя во всей красе — шумят они в любом случае значительно меньше своих «встроенных» собратьев. Естественно, чем «благороднее» происхождение карты и чем выше ее стоимость, тем меньше она шумит — трудно ожидать, что 20-долларовая карта от Yamaha проявит себя так же достойно, как новая модель Creative Sound Blaster X-Fi.

Кстати, соотношение «сигнал-шум» нужно учитывать не только при ВОСПРОИЗВЕДЕНИИ звука, но и при его ЗАПИСИ, оцифровке. В большинстве случаев (за исключением тех, что будут оговорены ниже) звук по-прежнему вводится в компьютер через аналоговый вход, — например, микрофонный. И часто бывает так, что «малошумная» при воспроизведении звуковая карта при записи звука ведет себя совершенно непотребным образом, засыпая «песком» все причудливые изгибы мелодии.

Поддержка стандарта ASIO. Поддержка этого стандарта жизненно необходима музыкантам, создающим свои произведения на компьютере с использованием «виртуальных инструментов» — ASIO позволяет значительно снизить задержки, неизбежные при долгом и извилистом пути сигнала от MIDI-клавиатуры до программы-секвенсора (например, Cubase VST). В свое время под держка ASIO включалась лишь в профессиональные карты стоимостью в несколько сот долларов, однако появившаяся в конце 2002 года карта Creative Audigy впервые смогла реализовать ее на «любительском» уровне.

Виды и количество разъемов. Современная звуковая плата служит не только для ввода-вывода звука: количество всевозможных разъемов на ней превышает все разумные пределы! Даже самая простая встроенная «звуковушка» сегодня просто обязана иметь на борту следуюшее:

-Аналоговые разъемы. На недорогих платах вы найдете всего один разъем для подключения колонок (стерео аудиовыход), но в большинстве случаев, как мы уже говорили, под вторую пару колонок можно задействовать соседний разъем для подключения микрофона или дополнительный аудиовход. Таким образом, мы получаем как минимум три одинаковые «дырочки» («линейный» вход

колонки, микрофон). Их общее число может быть увеличено до пяти на картах классом повыше - отдельный разъем получает каждая пара колонок и появляется дополнительный выход на 15 - штырьковый MIDI-порт, напоминающий обычный разъем COM-порта предназначен для подключения всего двух видов устройств - игрового манипулятора (джойстика) или внешней MIDI-клавиатуры. Сегодня его наличие уже не обязательно: все эти устройства можно успешно подключить по USB.

-Цифровые входы и выходы (оптические, коаксиальные S/PDIF), с помощью которых можно подключить звуковую карту к внешним усилителям, передавая на них не искаженный аналоговым преобразованием звук по цифровому каналу. Таким образом, например при воспроизведении DVD-дисков мы можем выбрать, будет ли разбрасывать звук по каналам сам компьютер или внешний аппаратный декодер - в первом случае колонки подключаются напрямую через аналоговый вход, а во втором - через декодер, подключенный к звуковой карте по цифровому каналу. Возможен и цифровой ввод звука в компьютер с профессиональной звуковоспроизводящей аппаратуры (например, с проигрывателей минидисков).

-Наличие хотя бы одного выхода S/PDIF полезно в том случае, если у вас имеется высококлассный музыкальный центр с аналогичным цифровым входом или полноценная система «домашнего театра». А вот вход вам вряд ли понадобится — до тех пор, пока вы не решитесь заняться музыкой на профессиональном уровне.

-На некоторых новых аудиоплатах (например, семейства Sound BlasterAudigy) появился и новый порт — цифрового интерфейса FireWlre (IEEE 1394).

Как видим, на звуковых картах дорогих домашних и полупрофессиональных модификаций может быть чуть ли не десяток различных разъемов и входов. Частенько они уже не умещаются на одной-единственной плате, и тогда производителям приходится переносить часть разъемов на вторую, дополнительную планку — а то и на внешний блок. Самые дорогие звуковые платы сегодня в обязательном порядке комплектуются коробочкой, на которую вынесены все необходимые разъемы и регуляторы (Рис.1).

Форматы цифрового звука: сравнительная таблица

Формат	Разряд-ность (бит)	Частота (кГц)	Количество каналов	Величина потока данных с диска, кбит/с
MP3	16	<48	2	32-320
CD	16	44,1	2	1411,2
Dolby Digital 5. 1	16...24	48	6	448
DTS	20...24	48,96	6	768
DVD-audio	24	96(192)	6(2)	6912 (4608)

Функции современных аудиоплат: справочник по значимости

Функция	192 кГц	96 кГц	ASIO	Циф-ровой вход	Циф-ровой выход	DD, Dolby EX, THX	EAX A3D	Высокое отношение «сигнал-шум»
DVD-видео Воспроизведение	—	+	—	—	+ (*)	+	—	+ (**)
DVD-аудио Воспроизведение	+	+	—	—	+ (*)	+	—	+ (**)
CD, MP3 Воспроизведение	_	_	_	_	+ (*)	—	—	+ (**)
Запись звука	—	+	+	+	—	—	—	+ (**)
Игры	—	—	—	—	+ (*)	—	+	+

Значимость параметра:

+ Важно

— Не важно

Примечания:

(*) — Только при подключении к внешнему декодеру (цифровому ресиверу) по цифровому каналу.

(**) — При подключении по аналоговому каналу.

Программа выполнения работы.

1. Подготовить протокол работы, содержащий название работы, цель работы.

2. Получить задание преподавателя и согласно этому заданию выполнить работу.

3. Пользуясь полученными результатами работы, составить список наиболее распространенных стандартов объемного звучания.

4. На представленных преподавателем звуковых платах определить основные элементы и их назначение.

Приборы и оборудование.

1. Персональный компьютер.
2. Набор звуковых плат.

Порядок выполнения работы.

1. Ознакомиться с рекомендованной литературой.
2. Заполнить протокол лабораторной работы.
3. Пользуясь полученными результатами работы, изучить устройство звуковых плат.
4. Защитить выполненную лабораторную работу.

Контрольные вопросы.

1. Назначение звуковых плат.
2. Что такое встроенная звуковая плата?
3. Какой кодек, встроенной звуковой платы, для вас предпочтительнее и почему:
   а) на базе микросхемы от Creative (Sound Blaster Live),
   б) на базе Realtek ALC850
   в) кодек AC 97.
4. Какому пользователю подойдет встроенная звуковая плата?
   а) «пользователь стандартный»,
   б) «игроман»,
   в) «меломан»,
   г) «профессиональный музыкант»,

д) «домашняя караоке-студия».

5. Какому пользователю подойдет плата Creative?
   а) «пользователь стандартный»,
   б) «игроман»,
   в) «меломан»,
   г) «профессиональный музыкант»,
   д) «домашняя караоке-студия».
6. Какому пользователю подойдет Sound BlasterX-Fi, а в придачу к ней — еще и многоканальная акустика?
   а) «пользователь стандартный»,
   б) «игроман»,
   в) «меломан»,
   г) «профессиональный музыкант»,
   д) «домашняя караоке-студия».
7. Какому пользователю подойдет полупрофессиональная звуковая плата от таких компаний, как Terratec или M-Audio?
   а) «пользователь стандартный»,
   б) «игроман»,
   в) «меломан»,
   г) «профессиональный музыкант»,
   д) «домашняя караоке-студия».
8. Какому пользователю подойдет плата от Terratec или Apex?
   а) «пользователь стандартный»,
   б) «игроман»,
   в) «меломан»,
   г) «профессиональный музыкант»,
   д) «домашняя караоке-студия».
9. Какой формат цифрового звука на системной плате вас удовлетворит?
   - 8 разрядный,
   - 16 разрядный,
   - 20 разрядный,
   - 24 разрядный.

   Почему?

Лабораторная работа № 10

Манипуляторы.

Цель работы: Познакомиться с оптико-механическими и другими устройствами ввода и принципами их работы.

Краткие теоретические сведения.

Теоретические сведения приведены ниже по тексту и в файле №11 «Скотт Мюллер» на рабочем столе ПК (см. «Устройства ввода», стр.716) .

Оптико-механические и другие устройства ввода

Мышь

Наряду с клавиатурой мышь является важнейшим средством ввода. С начала триумфального шествия графических оболочек мышь стала необходимой для эффективной работы на PC с соответствующим программным обеспечением. С помощью мыши нельзя вводить в PC серии команд. Однако именно это и явилось отправной точкой для развития удобного графического интерфейса пользователя

Немного истории

В 1968 г на осенней объединенной компьютерной конференции (Fall Joint Computer Conference) был представлен **первый в мире манипулятор мышь** ("мышь") "Отцом" мыши явился американский ученый Даг Энгельбарт, который руково дил лабораторией Augmentation Research Centre (ARC) в исследовательском институте Stanford Research Institute (SRI) Стэнфордского университета Лаборатория занималась программным обеспечением для корпоративной деятельности.

Первый экземпляр манипулятора мышь был изготовлен инженером Биллом Инглишем (Bill English) а программы для него написал Джефф Рулифсон (Jeff Rulifson) Частично работы по созданию мыши спонсировались Национальным космическим агентством (NASA) По его заказу были проведены сравнительные испытания различных устройств, и хотя мышь продемонстрировала абсолютное превосходство но — такова ирония судьбы — в силу своей ведомственной специфики NASA потеряло к этому манипулятору интерес ведь он не мог работать в

невесомости

"Отец" мыши — американский ученый Даг Энгельбарт

Первая мышь

Назначение графических оболочек — это возможность инициации многих команд без длинного ввода их с клавиатуры. Выбор, щелчок (или двойной щелчок) на объекте в виде пиктограммы, символа или пункта меню делает клавиатуру (почти) ненужной. Естественно, что ее нельзя полностью заменить в приложениях, требующих ввода данных с клавиатуры, например, в программах обработки текста. Применение только мыши также зачастую не является самым быстрым путем к достижению желаемого результата, т. к. с помощью стандартных комбинаций клавиш (горячие клавиши) многие функции можно выполнить быстрее.

Крупнейшими производителями мышей являются компании Microsoft, Mitsumi, A4 Tech, Logitech и KEY Systems (торговая марка мышей Genius).

Существует множество моделей мышей. Мыши различаются по способу подключения.

- Мыши, подключаемые к COM-порту *(Serial Mouse* — последовательные мыши).

- Мыши, подключаемые к порту PS/2 (PS/2 мыши, или *Bus Mouse).*

- Мыши, подключаемые к порту USB.

Мыши взаимодействуют с портом либо посредством кабеля (проводные или "хвостатые" мыши), либо через дополнительное устройство, принимающее радиосигналы (или инфракрасные сигналы) от мыши (беспроводные или "бесхвостые" мыши).

По принципу действия мыши подразделяются на:

- оптико-механические;

- оптические.

Кроме того, по способу подключения к компьютеру мыши можно подразделить на:

- проводные;
- беспроводные (радиопередающие, инфракрасные).

Для нормальной работы с мышью необходима не только сама мышь как инструмент. Для оптимального функционирования мышь должна передвигаться по плоской поверхности. Обычно применяются специальные коврики, так называемые *MousePad.* Указатель мыши на экране движется синхронно с движением мыши по коврику (рис. 20.1). Если двигать мышь налево, указатель на мониторе перемещается налево, если двигать мышь по кругу, то указатель также движется по кругу.

Устройством ввода для мыши являются находящиеся на ней кнопки. Большинство мышей имеют по две кнопки, а специальные модели имеют три и более кнопок. Мыши только с одной кнопкой применяются для компьютеров типа Apple. К разговору о 3-кнопочных мышах мы вернемся далее.

Функциональное назначение кнопок мыши различно и зависит от выполняемого приложения. Общим правилом является то, что при указании на объект, например, пиктограмму, объект становится управляемым. В этом случае при щелчке левой кнопкой мыши объект помечается (выделяется). Если теперь, не отпуская левой кнопки, перемещать мышь, то объект будет перемещаться на экране. При двойном щелчке левой кнопкой мыши на этом объекте он активизируется.

Для большинства программных продуктов имеется возможность переопределять функции левой и правой кнопки мыши, что облегчает работу левшей. В Windows 95/98, например, эту установку можно изменить, с выбрав переключатель **Для левшей** (Lefthanded), на вкладке **Кнопки мыши** (Buttons) окна **Свойства: Мышь** (Properties: Mouse), которое можно вызвать **Пуск** (Start) | **Настройка** (Settings) | **Панель управления** (Control Panel) | **Мышь** (Mouse).

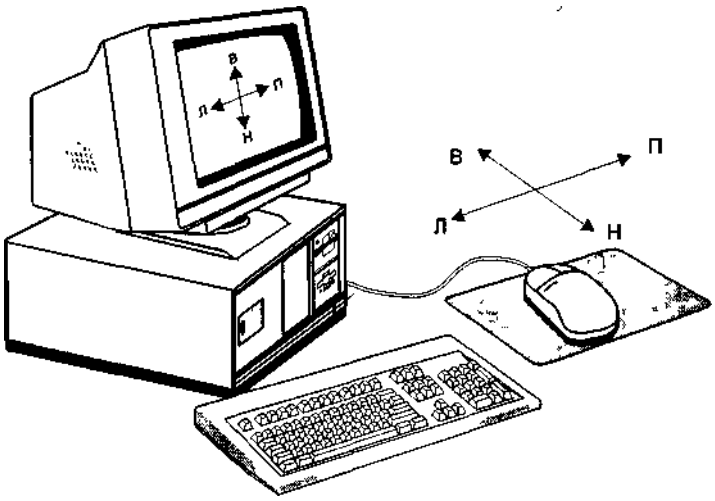


Рис. 20.1. Синхронность движения мыши и ее указателя на экране

Кроме кнопок, многие современные мыши оборудованы специальными устройствами для быстрой прокрутки (скроллинга) изображения на экране монитора. На корпусе мыши устанавливаются рычажок, кнопка-качелька и устройства для скроллинга колеса (рис. 20.2). Наиболее удобным и простым является скроллинг с

помощью колес, правда такие мыши наиболее дорогие.

Рис. 20.2. Мыши со скроллингом

Примечание

При покупке мыши обращайте внимание не только на ее внешний вид, тип конструкции, разрешение и способ передачи сигнала, а прежде всего на то, комфортно ли она располагается в вашей руке и удобно ли ее перемещать.

Основные характеристики мыши

Разрешение

Качество мыши в значительной степени зависит от ее конструкции, поскольку она, как и все механические устройства, подвергается изнашиванию. Но наряду с этим качество мыши зависит от ее разрешения. Разрешение мыши измеряется в dpi *(dot per inch* — количество точек на дюйм). Хотя более правильно было бы измерять его в cpi *(count per inch* — число отсчетов на дюйм), т. к. электронная схема мыши пересчитывает в импульсы расстояние, которое прошла мышь. Если мышь имеет разрешение 1500dpi и вы передвигаете ее на 1 дюйм вправо, то привод мыши получает через микроконтроллер информацию о смещении на 1500 единиц вправо Драйвер мыши рассчитывает эту информацию и усредняет ее в зависимости от графического разрешения монитора для позиционирования курсора на экране. При этом не имеет значения, двигалась мышь быстро или медленно.

Баллистический эффект

Зависимость точности позиционирования мыши от скорости ее перемещения определяется так называемым баллистическим эффектом. Этот эффект можно варьировать. При коротких перемещениях мыши уменьшается баллистический эффект скорости, что ведет к увеличению точности позиционирования указателя мыши, если вы, например, работаете в графической программе с мелкими деталями. Во время движений, при которых мышь проходит относительно большое расстояние, например, при перемещении между окнами редактирования и линейкой инструментов, курсор соответственно будет двигаться быстрее.

Нормальное разрешение мыши лежит в диапазоне от 200 до 900 dpi Мышь с разрешением более 1000 dpi позволяет очень точно вести и позиционировать курсор, при этом точность, естественно, зависит от выбранного разрешения экрана монитора.

Принцип работы оптико-механической мыши

Можно без больших проблем и риска открыть мышь. Время от времени это даже необходимо делать, т. к. мышь нуждается в определенном уходе и, прежде всего, в чистке.

На нижней стороне мыши находится отверстие, которое открывается поворотом пластмассовой крышки. При снятии этой крышки вы увидите круглый шарик диаметром 1,5—2 см (рис. 20.3). После удаления этой крышки шарик можно вытащить из гнезда и почистить

Обычно шарик изготовлен из металла и покрыт резиновым слоем. Если удалить шарик, то можно увидеть два маленьких валика и ролик, которые контактировали *с* шариком. Подпружиненный ролик служит для прижима шарика к двум валикам, оси которых расположены в одной плоскости под углом 90° друг относительно друга, и предназначенным для регистрации механических передвижений мыши. Эти пластмассовые валики на конце осей связаны с диском, имеющим растровые отверстия.

Рис. 20.3. Мышь со снятой крышкой

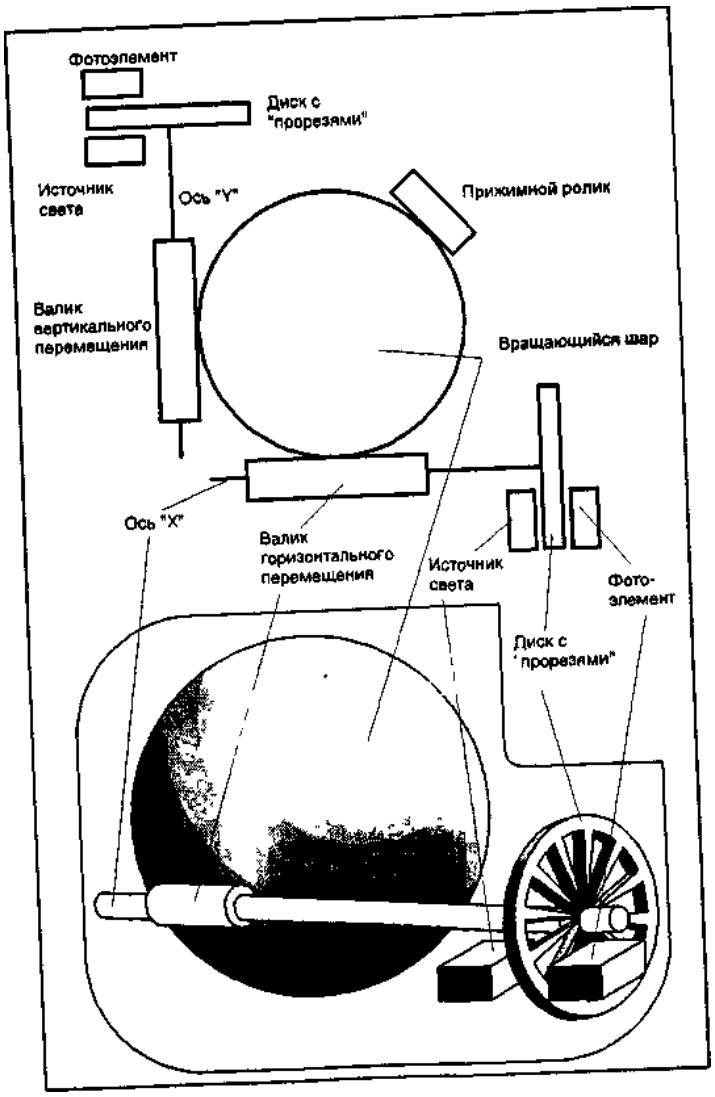


Рис. 20.4. Устройство оптико-механической мыши

В уже устаревших и в настоящее время практически не применяющихся механических мышах эти диски представляли собой механические контакты, преобразующие перемещение мыши в электрические импульсы. Подобный принцип действия предрасположен к ошибкам позиционирования и износу контактов, поэтому мыши, основанные на нем, были со временем вытеснены более надежными и точными оптико-механическими мышами (рис. 20.4), принцип действия которых состоит в следующем. При перемещении мыши по коврику "тяжелый" шарик приходит в движение и вращает соприкасающиеся с ним валики. Ось вращения одного из валиков вертикальна, а другого — горизонтальна. На этих осях установлены диски с растровыми отверстиями, которые вращаются между фотодатчиками. От количества растровых отверстий зависит разрешающая способность мыши. Обычно их около 40, что обеспечивает разрешение порядка 400 dpi. Фотодатчик состоит из источника света и фоточувствительного элемента (фотодиод, фоторезистор или фототранзистор). Этот фотосенсор безукоризненно определяет, где находится источник света: перед отверстием или за пластмассовой перегородкой диска. Поскольку таких растровых дисков два, то порядок, освещения фоточувствительных элементов определяет направление перемещения мыши, а количество формируемых импульсов — расстояние.

Импульсы при помощи микроконтроллера превращаются в совместимые с PC данные"' и передаются через интерфейс RS-232C на материнскую плату.

Драйвер мыши

Как и клавиатура, последовательная мышь должна быть связана с операционной системой PC. Без соответствующего драйвера PC не будет получать информацию. Только мыши с шинным интерфейсом *(Bus Mouse),* которые подключаются к собственной карте расширения, или мыши, подключаемые к порту PS/2, обходятся без соответствующего программного обеспечения.

В качестве стандарта в мире PC выступает так называемая Microsoft-совместимая мышь *(MS-Mouse).* С помощью драйверов для этой мыши можно управлять, как правило, всеми совместимыми мышами.

Если появилось сомнение в совместимости вашей мыши с MS-Mouse, то найдите на корпусе мыши переключатель, который обозначен как MS или PC, и установите свою мышь в режим совместимости с MS-Mouse.

У мышей старых моделей такой переключатель отсутствует. Однако если ваша мышь все еще не работает в режиме Microsoft, то попробуйте в течение какого-то времени держать нажатой ее левую кнопку. Для некоторых моделей это вызывает переключение в режим MS-Mouse.

Обратите внимание на то, чтобы ваша мышь по возможности функционировала в режиме Microsoft. Для этого имеются две причины.

- Экзотические драйверы, которые обычно поставляются с мышью, часто не гарантируют 100%-ной совместимости с аппаратным и программным обеспечением и занимают большой объем памяти. Драйвер мыши является резидентной программой, т. к. мышь должна быть доступна всегда. Поэтому такие драйверы лучше не использовать.
- Мышь должна быть согласована с программным обеспечением, а большинство приложений разрабатывается под стандарт MS-Mouse. Мышь, которая будет "хромать" в приложениях Windows, т. к. она не является 100%-совместимой, будет очень раздражать.

Если вы работаете в операционной системе MS-DOS, то для автоматической инициализации драйвер мыши должен быть прописан в одном из стартовых файлов: AUTOEXEC.BAT или CONFIG.SYS. Предположим, что соответствующий файл, называемый MOUSE.EXE или MOUSE.SYS, находится в каталоге WINDOWS на диске C:. Тогда в стартовый файл AUTOEXEC.BAT нужно включить следующую команду:

C:\WINDOWS\MOUSE

Подключение драйвера в CONFIG.SYS обычно осуществляется не с помощью команды INSTALL, которую, конечно, тоже можно использовать для подключения варианта драйвера MOUSE.EXE, что невозможно в старых версиях операционной системы, а при помощи командной строки

DEVICE=C:\WINDOWS\MOUSE.SYS

Ограничимся рассмотрением этих основных моментов. Более конкретные ука-

зания - можно найти в руководстве по DOS или в документации на мышь.

Естественно, что специальные мыши требуют особый драйвер. При покупке специальных мышей, представленных на рис. 20.5, обратите внимание на то, чтобы с ними поставлялся соответствующий драйвер.

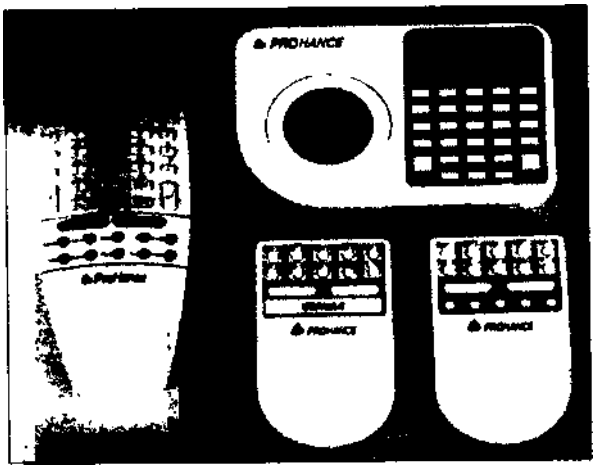


Рис. 20.5. Мышь или клавиатура?

Если вы работаете в операционной системе Windows 95/98/2000/NT/XP, то прописывать драйвер в стартовых файлах не требуется.

Помимо драйвера для работы мыши, имеющей более 2 стандартных кнопок (у современных манипуляторов их 4—6 плюс одно или два колеса прокрутки, рис. 20.6)

требуется специальное программное обеспечение или специальный драйвер (рис. 20 7), позволяющие:

- калибровать мышь;
- изменять частоту опроса мыши;
- настраивать колеса прокрутки: изменять направление (вверх или вниз) и тип (постранично или по несколько строк за один раз) прокрутки окна;
- автоматически позиционировать курсор в диалоговых окнах операционной системы или приложений на кнопках по умолчанию;
- задавать скорость перемещения курсора и двойного щелчка кнопками мыши,
- программировать дополнительные или все кнопки мыши (назначать кнопкам запуск каких-либо часто используемых приложений или выполнение часто повторяющихся действий, например операций копирования и вставки).

Рис. 20.6. 4-кнопочная мышь Maxxtro Optical Mouse MUSPORT

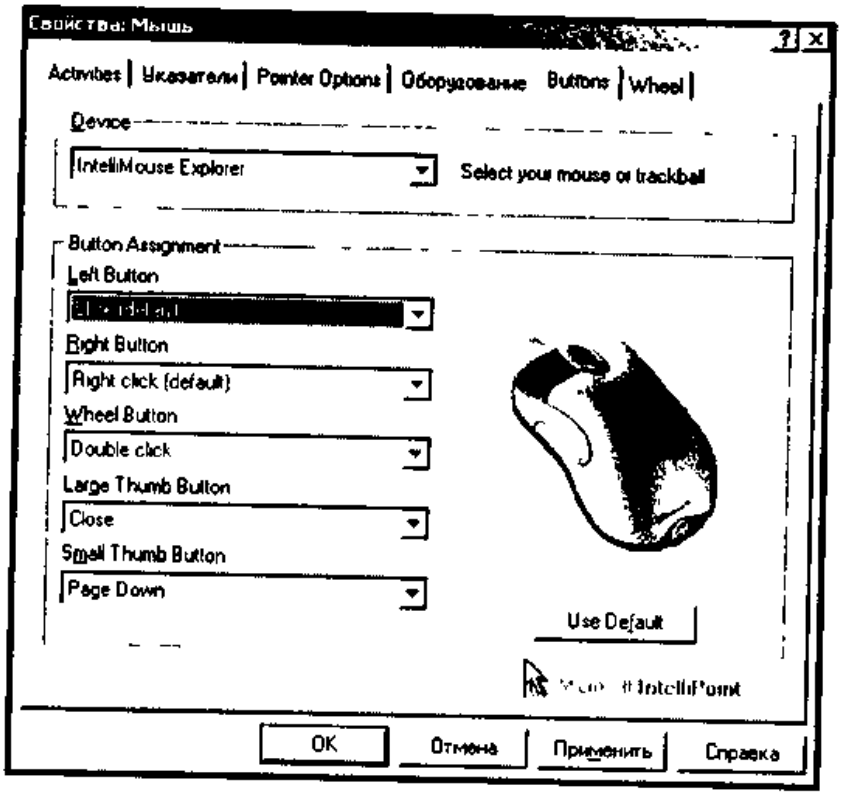


Рис. 20.7. Диалоговое окно драйвера мыши Microsoft Intellimouse Explorer

Хотелось бы рассказать о нетрадиционном подходе к манипулятору "мышь" одной корейской компании. В настоящее время уже никого не удивишь комбинированными устройствами, такими как, например, модем, звуковая карта и TV-тюнер на одной плате; принтер, сканер, телефон и факс в одном корпусе и т п Следуя наметившейся тенденции "комбайнирования" устройств для PC, корейская компания Eltotelecom попыталась объединить в одном корпусе казалось бы несовместимые друг с другом устройства: мышь и телефон. В результате получился продукт под названием Speakerphone Mouse (рис. 20.8).

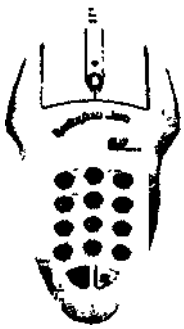


Рис. 20.8. Мышь с телефоном Speakerphone Mouse производства корейской фирмы Eltotelecom

Это обычная 2-кнопочная мышь с телефонной клавиатурой на корпусе и вмонтированными в передней части микрофоном и громкоговорителем В комплект поставки, помимо самой мыши и гарнитуры, входит блок-коммутатор Такое устройство является сердцем системы. К нему подключаются мышь и гарнитура, а само

устройство — к стандартному порту PS/2 компьютера и к телефонной линии

Мышь, подключаемая к карте расширения

Мышь *Bus Mouse* была первой мышью, выпущенной компанией Microsoft для IBM PC В комплект поставки мыши входила 8-разрядная карта расширения, к которой подключалась мышь при помощи стандартного 9-контактного разъема

Мышь, подключаемая через последовательный порт

До появления материнских плат стандарта ATX мышей этого семейства можно было считать самыми распространенными в мире PC. Их название *Serial* (последовательные) имеет отношение к виду и способу передачи данных. Информация о перемещении и состоянии клавиш мыши передается в PC через последовательный порт *(см. главу 5)* согласно интерфейсу RS-232C, что означает биполярные сигналы ±12 В по отдельным линиям RXD и TXD. Для такой мыши нужен COM-порт и соответствуюшее прерывание (IRQ) — обычно это порт COM1 с прерыванием IRQ 4 или порт COM2 с прерыванием IRQ 3.

Мышь PS/2

Во второй половине 1980-х гг. компания IBM выпустила серию PC под названием PS/2, которые имели специальный разъем для подключения мыши.

Кабель мыши PS/2 заканчивается разъемом mini-DIN. Первоначально мыши PS/2 использовались для компьютеров типа laptop (позднее notebook). С появлением форм-фактора ATX мыши PS/2 получили широкое распространение и в настольных системах.

Примечание)

Имейте в виду, что мышь PS/2 невозможно подключить к COM-порту, поскольку она работает по синхронному последовательному интерфейсу, напоминающему интерфейс клавиатуры, т. е имеет питание 5 В, использует уровни TTL и двунаправленный обмен по одной и той же шине

Однако существуют мыши, которые можно подключать как к порту PS/2, так и к порту COM Подобные мыши называются *комбинированными.*

Мышь, использующая системную шину

Поскольку мышь *Bus Mouse* использует системную шину, обычно в комплект ее поставки входит 8-разрядная карта расширения, к которой подключается мышь при помощи стандартного 9-контактного разъема. Прежде чем приобретать такую мышь, имейте в виду следующие обстоятельства:

- Bus Mouse позволяет не занимать последовательный порт, что обычно освобождает два интерфейса RS-232C для подключения других периферийных устройств;
- для Bus Mouse нет необходимости конфигурировать адрес порта ввода/вывода и номер прерывания, т. к. сигнал от мыши поступает непосредственно через шину и не связан с COM-портами и прерываниями. Bus Mouse является хорошей альтернативой для систем, подверженных многочисленным кон-

фликтам прерываний периферийных устройств, или для пользователя, который не хочет заниматься конфигурацией IRQ, базовых адресов и т. д.;

- из-за наличия дополнительной карты подключения такие мыши всегда стоят дороже абсолютно идентичных по типу последовательных *(Serial)* мышей;

- свободные последовательные порты, которые сохраняются благодаря использованию Bus Mouse, появляются ценой уменьшения свободных слотов расширения на материнской плате Поэтому следует использовать Bus Mouse, если ее подключение не является проблемой для установки карты сканера, видеокарты, звуковой карты и др.

Большинство компьютеров типа laptop и notebook (а также некоторые другие модели PC) имеют встроенные порты для Bus Mouse. Если вы имеете подобный компьютер, то, конечно же, используйте Bus Mouse

Для любителей попаять в табл. 20.1 приведены назначения выводов 9-контактного разъема для Bus Mouse (рис. 20.9).

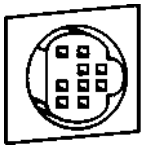


Рис. 20.9. Гнездо для подключения мыши PS/2

Таблица 20.1. *Назначение выводов 9-контактного разъема для Bus Mouse*

Контакт	Сигнал	Значение
1	VCC	+5 В
2	XA	Позиция X
3	XB	Позиция X
4	YA	Позиция Y
5	YB	Позиция Y
6	LB	Левая кнопка мыши
7	MB	Средняя кнопка мыши
8	RB	Правая кнопка мыши
9	GND	Корпус

Оптическая мышь

Принцип работы оптической мыши немного отличается от принципа работы оптико-механической мыши. Он основан на отражении сфокусированного луча света от специального коврика, содержащего решетку темных линий. При движении мыши луч света попадает на темную линию, и отраженный луч теряет часть энергии. Сенсор фиксирует этот факт и посылает компьютеру соответствующий сигнал. Такие мыши были довольно сложны в использовании, они требовали точной ориентации манипулятора по коврику. Также повреждение коврика или его потеря приводили к неработоспособности мыши. Это привело практически к полному исчезновению первых оптических мышей из продажи.

Современная технология, 'реализованная в оптических мышах, делает их на-

много более надежными и удобными. Более того, для работы такой мыши вообще не требуется никакого коврика.

Технология современных оптических мышей была разработана компанией Agilent Technologies в конце 1999 г., однако первой воплотила ее в жизнь фирма Microsoft, создав мышь под названием IntelliMouse (рис. 20.10). Свою технологию Microsoft назвала IntelliEye (интеллектуальный глаз).

Рис. 20.10. Оптическая мышь Microsoft IntelliMouse Explorer

Для сканирования поверхности используется миниатюрная видеокамера (CMOS-датчик), которая работает со скоростью 1500 снимков в секунду. Поскольку камера мало что "увидит" в темноте, для подсветки поверхности используется небольшой светодиод красного свечения (рис. 20.И). Световые лучи отражаются от поверхности, попадают на датчик и превращаются в электрический сигнал. Сигнал с датчика (последовательность электронных снимков) передается на цифровой сигнальный процессор *(Digital Signal Processor* — DSP), который выполняет его анализ. Процессор мощностью около 18 инструкций в секунду (могут применяться процессоры как большей, так и меньшей мощности) сравнивает каждый следующий снимок с предыдущим и на основе их различий определяет направление и расстояние, на которое

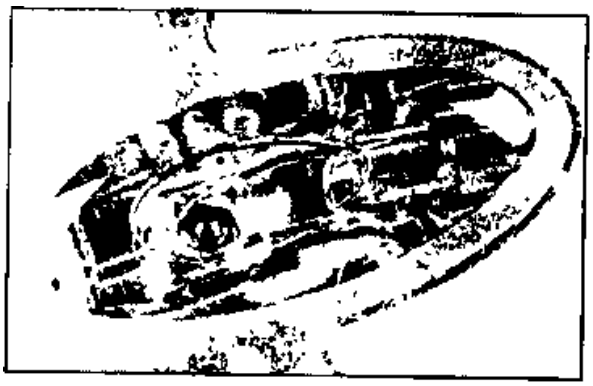


Рис. 20.11. Увеличенное изображение механизма оптической мыши.

переместился датчик относительно сканируемой поверхности. Таким образом, принцип работы заключается в анализе последовательности изображений (рис. 20.12). Полученные данные в виде новых координат датчика процессор передает CPU, который в соответствии с полученной информацией передвигает курсор на экране монитора. Благодаря высокой частоте опроса датчика обеспечивается стабильное, плавное и точное передвижение курсора на экране монитора.

Рис. 20.12. Последовательность изображений поверхности снятая видеокамерой, оптической мыши

Отметим, что такие оптические мыши работают практически на любой поверхности, кроме стеклянных, зеркальных, металлических и выполненных из бархата.

Оптическая мышь имеет явные преимущества перед обычной.

- Отсутствуют движущиеся части в плоскости соприкосновения с поверхностью, что уменьшает износ и понижает шанс поломки механики, ответственной за передвижение курсора.
- Грязь не забивается во внутреннюю плоскость устройства и не мешает работе сенсоров.
- Увеличенное разрешение мыши приводит к лучшей работе; особенно это критично в графических приложениях и программах, где требуется точное введение данных при помощи мыши.
- Мышь не требует специальной поверхности, коврика.
- Теоретически не нужно проводить гигиеническую протирку коврика, шарика и мыши.

Наверное, единственный недостаток этой технологии заключается в том, что при слишком быстром перемещении оптической мыши процессор DSP не успевает обработать данные. В результате чего курсор мыши либо застывает на месте, либо пропадает с экрана и появляется совершенно не там, где бы вы ожидали его появление. Устранить этот недостаток можно за счет использования более мощного процессора и повышения частоты опроса камеры.

Инфракрасная мышь

Крестными отцами инфракрасной мыши стали телевизоры с дистанционным управлением. Рядом или на компьютере установлен приемник инфракрасного излучения, который кабелем соединяется с PC. Движение мыши регистрируется при помощи уже известной механики и преобразуется в инфракрасный сигнал, который затем передается на приемник.

Преимущество свободного передвижения несколько снижается имеющимся при этом недостатком. Для безупречной передачи инфракрасного сигнала всегда должен быть установлен "зрительный" контакт между приемником и передатчиком. Нельзя загораживать излучатель такой мыши книгами, теплопоглощающими или другими материалами, т. к. при малой мощности сигнала мышь будет не в состоянии передать сигнал на PC.

Инфракрасные мыши оборудуются аккумулятором или обычной батарейкой.

Помните, что эти аккумуляторы не подзаряжаются, как аккумуляторные батареи на материнской плате. Поэтому мы рекомендуем использовать долгоживущие литиевые батареи.

Радиомышь

Более интересной альтернативой является передача информации от мыши посредством радиосигнала. При этом необходимость в зрительном контакте между приемником и передатчиком отпадает. Мыши (рис. 20.13) передают данные с помощью радиоволн в диапазоне 27 МГц (более поздние модели, особенно поставляемые в составе беспроводных наборов периферии, — уже 2400 МГц) на небольшой приемник, который подключен к разъему COM, PS/2 или USB (обычно приемник можно подключать как к порту PS/2, так и к USB. Для этого в комплект поставки включают переходник USB—PS/2, см. рис. 20.13).

Рис. 20.13. Радиомышь Cordless Optical MouseMan фирмы Logitech с приемником и переходником USB—PS/2

Расстояние от приемника до мыши может составлять от 0,5 до 2 м. В корпусе мыши установлены батареи питания, чаще — Ni-MH-аккумуляторы. В последнем случае в комплект поставки входит зарядное устройство — отдельное или совмещенное с приемником (рис. 20.14). На корпусе радиомыши установлен индикатор разряда батарей. Выполнен он либо в виде отдельного светодиода, либо в виде подсветки одной из кнопок. При разряде батарей он ярко вспыхивает. У оптических радиомышей для экономии заряда батарей имеется специальный экономичный режим, называемый еще режимом "спячки", в который переходит оптическая система манипулятора (полностью выключается) при длительном бездействии мыши. Снова включить мышь можно только путем нажатия одной из кнопок или вращением колеса прокрутки.

Рис. 20.14. Приемник с зарядным устройством для оптической радиомыши фирмы Maxxtro

Основным недостатком радиомышей является низкая помехоустойчивость, особенно когда вблизи работает какое-либо устройство в том же диапазоне частот. Для устранения этого недостатка на корпусе мыши иногда устанавливается DIP-переключатель диапазонов.

Еще один недостаток — максимальная дальность устойчивой работы радиомыши, как правило, бывает ниже заявленной производителем. Более того, наметилась интересная тенденция: с расширением функциональных возможностей этих устройств радиус их действия неуклонно уменьшается, и в настоящее время беспроводные манипуляторы постепенно превращаются из устройств дистанционного управления в обычные манипуляторы, но освобожденные от проводов.

Подключение мыши

Большинство мышей, подключаемых через последовательный порт, поставляется с 9-контактным Sub-D-разъемом (табл. 20.2). В комплект поставки мыши иногда входят переходники для подключения мыши к 25-контактному разъему последовательного порта (табл. 20.3, 20.4), который еше не так давно устанавливался на корпусе PC.

Другой вариант — это 6-контактный миниатюрный разъем (табл. 20.5) для PS/2-совместимой мыши (mini-DIN).

В последние годы появились мыши, подключаемые к разъему USB.

Таблица 20.2. *Назначение выводов 9-контактного разъема мыши*

№ контакта	Сигнал	Назначение
1	CD	Обнаружение несущей
2	RXD	Получение данных
3	TXD	Передача данных
4	DTR	Готовность терминала
5	SG	Земля
6	DSR	Готовность информации
7	RTS	Запрос на передачу
8	CIS	Сброс для передачи
9	Rl	Указатель вызова

Таблица 20.3. *Соответствие выводов переходника с 9-контактного RS-232C на 25-контактный RS-232C*

9-контактный	25-контактный	9-контактный	25-контактный
1	8	6	6
2	3	7	4
3	2	8	5
4	20	9	22
5	7		

Таблица 20.4. *Соответствие выводов переходника с 6-контактного разъема PS/2 на 9-контактный RS-232C*

Контакт PS/2	Контакт RS-232C
1	1
2	Не занят
3	Связан с контактом 5
4	Связан с контактами 7 и 9
5	6
6	Не занят

Таблица 20.5. *Назначение выводов 6-контактного разъема мыши*

№ контакта	Назначение
1	Данные
2	Определяется производителем
3	Земля
4	+5 В
5	Такт
6	Определяется производителем

Трэкбол

Трэкбол *(Trackball)* можно сравнить с мышью, которая лежит на "спине" шариком вверх (рис. 20 15).

Рис. 20.15. Трэкбол компании A4Tech

Принцип действия трэкбола такой же, как и мыши. Обычно трэкбол использует оптико-механический принцип регистрации положения шарика. Также идентичен и способ передачи данных. Большинство трэкболов управляются через последовательный порт, причем назначение выводов аналогично с разъемом мыши. Существуют два основных отличия трэкбола от мыши:

- трэкбол обладает достаточно тяжелым корпусом, за счет которого он неподвижен при работе;
- площадка для движения, необходимая мыши, трэкболу не нужна Позиция курсора рассчитывается исключительно по вращению более массивного шари-

ка, приводимого в движение пальцами рук или ладонью.

При покупке трэкбола обратите внимание на наличие поставляемого с ним соответствующего драйвера. В зависимости от производителя трэкбол может иметь ряд дополнительных возможностей, например программируемость кнопок

Для пользователей, чей рабочий стол заставлен кофейными чашками и другими принадлежностями, трэкбол является надежной и приемлемой альтернативой мыши. Обратите внимание на тяжелый корпус и на, соответственно, большой по размеру шарик

Специально для обладателей PC типа notebook и laptop имеются встроенные или подключаемые трэкболы (рис. 20.16). Наиболее удобными являются встро

Рис. 20.16. Портативный трэкбол как расширение notebook

енные трэкболы, которые впервые были использованы в notebook фирмы Apple (рис 20.17).

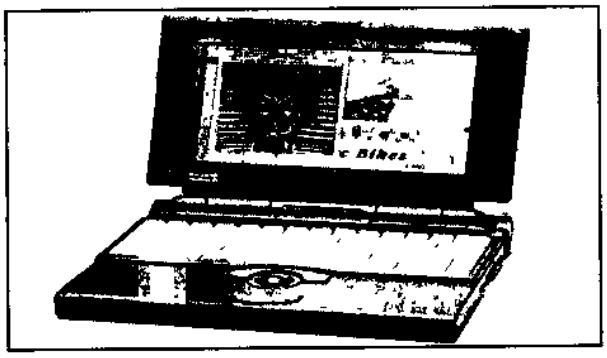


Рис. 20.17. Notebook фирмы Apple со встроенным трэкболом

Кроме того, трекболы иногда встраивают в некоторые клавиатуры, предназначенные для настольного PC.

Джойстик

Устройством ввода, которое заняло прочную позицию, прежде всего, в области компьютерных игр, является джойстик (от *Joystic* — рукоятка, рычажный указатель) (рис. 20.18). Если вы самостоятельно не пользовались им, то, возможно, видели на других компьютерах (Commodore, Sinclair и им подобных моделях) в игровых залах.

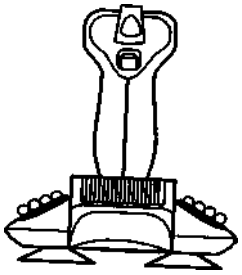


Рис. 20.18. Джойстик

Цифровые джойстики, как правило, применяются в игровых приставках и игровых компьютерах. Для PC в качестве устройства ввода (управления) в основном применяются аналоговые джойстики. При покупке джойстика обратите на это внимание. Их можно легко отличить по типу разъема. -Цифровой джойстик оснащен 9-контактным Sub-D-разъемом (гнездо), аналоговый джойстик можно узнать по 15-контактному 2-рядному разъему (вилка), который подключается к игровому порту. Использование цифрового джойстика требует установки в компьютер специальной карты или применения переходника с 9-контактного на 15-контактный разъем. Аналоговый джойстик имеет существенное преимущество перед цифровым. Цифровой джойстик реагирует, в основном, на положение управляющей ручки (влево, вправо, вверх, вниз) и статус кнопки "огонь". Аналоговые джойстики регистрируют минимальные движения ручки управления, что, разумеется, обеспечивает более точное управление игрой. Точность управления можно увеличить, используя обработку таких сообщений, как поворот ручки управления на пол-оборота направо и налево, наискосок вниз или вверх. Подобная точность управления крайне важна для летных имитаторов или для игр, в которых подвижные объекты должны точно позиционироваться. При установке джойстика следует обратить внимание на возможность конфликта адресов ввода/вывода. Большинство мультикарт оснащены игровым портом для подключения джойстика. В табл. 20.6 приведено назначение выводов игрового порта. Соответствующие разъемы для подключения джойстика можно найти и на большинстве звуковых карт. Если порты конфликтуют, то, естественно, один из двух портов необходимо деактивизировать при помощи джампера. Общее описание положения такого джампера здесь не приводится, т. к. схемы разных карт отличаются друг от друга.

Таблица 20.6. *Назначение выводов игрового порта*

Вывод	Сигнал	Вывод	Сигнал
1	+5В	09	+5 В
2	Кнопка 4	10	Кнопка 6
3	Позиция 0	11	Позиция 2
4	Корпус	12	Корпус
5	Корпус	13	Позиция 3
6	Позиция 1	14	Кнопка 7
7	Кнопка 5	15	+5 В
8	+5В		

(Примечание)

При покупке джойстика обратите также внимание на прочность его кон-

струкции. Опытные игроки знают, что шатающийся джойстик омрачает игру.

Световое перо

Так как световые перья применяются довольно редко, то ограничимся рассмотрением способа их действия и области применения.

Представьте себе световое перо в виде шариковой ручки, в которую вместо пишущего шарика вмонтирован фотоэлемент. Кроме того, в стержне находится электронная составная часть, которая оценивает сигналы. В зависимости от исполнения световое перо оснащается одной или более кнопками, которые выполняют функции, схожие с функциями кнопок мыши. Световое перо функционирует только совместно с монитором. При прикосновении стержнем к поверхности экрана электронное излучение регистрируется фотосенсором светового пера. Так как экран монитора состоит из множества точек (пикселов), то полученный сигнал можно передать на графическую карту, которая вычислит координаты электронного луча по времени его регистрации.

Таким образом, теоретически световое перо может заменить мышь, но это является сомнительной альтернативой, т. к. если для управления крупными объектами световое перо еще надежно в применении, то при выборе мелких объектов оно не удобно. Другая область применения светового пера — его совместное использование с дигитайзером *(Digitizer),* о котором рассказывается далее в этой главе. В данном случае световое перо выполняет "пишущую" функцию (рис. 20.19). Этот способ ввода информации поддерживается различным программным обеспечением. Например, программа Windows for Pen Computing использует эту технику для того, чтобы превращать рукописный текст в цифровой код. Специальные приложения для дигитайзеров (например, Wacom) работают со световым пером для импортирования "нарисованных пером" рисунков и эскизов в формат векторной графики. Профессиональные световые перья обладают возможностью определять силу нажатия пера, толщину линии и т. д.

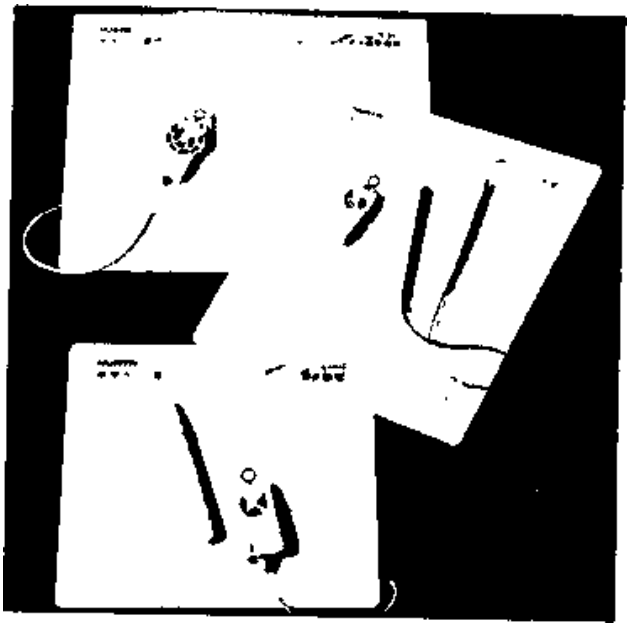


Рис. 20.19. Графический планшет с курсором и световым пером

Дигитайзер

Дигитайзер *(Digitizer)* (со световым пером) практически является стандартным устройством для профессиональных графических работ, т. к. он позволяет с помощью соответствующих программ преобразовывать в векторный формат изображение, полученное в результате передвижения руки оператора.

Первоначально дигитайзер был разработан только для систем автоматизированного проектирования *(CAD, computer-aided design),* потому что в этом случае необходимо определять и задавать точное значение координат большого количества точек. Выполнить это требование при использовании обычных устройств ввода (таких как клавиатура) трудно, а при использовании мыши практически невозможно. Дигитайзер состоит из двух элементов — графического планшета и устройства указания (указателя), в качестве которого могут выступать курсор или перо (рис 20.20). Принцип действия дигитайзера основан на регистрации местоположения устройства указания с помощью интегрированной в планшет сетки, состоящей из печатных проводников.

В зависимости от механизма определения местоположения устройства указания дигитайзеры подразделяются на *электростатические* и *электромагнитные.* В электростатических дигитайзерах определение местоположения курсора осуществляется путем регистрации локального изменения электрического потенциала сетки под курсором.

В электромагнитных дигитайзерах курсор является передатчиком электромагнитных волн, а сетка — приемником.

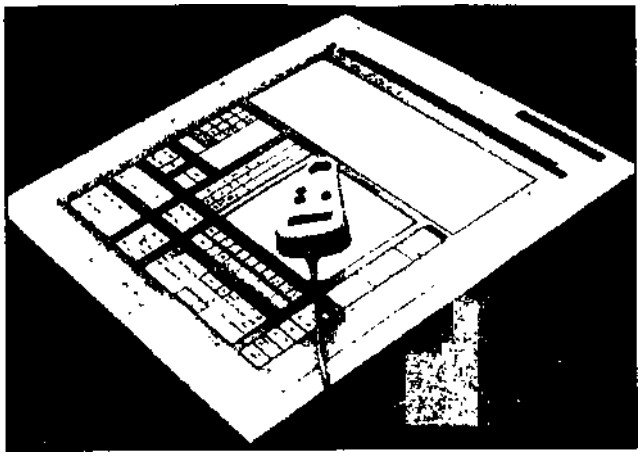


Рис. 20.20. Дигитайзер для приложений CAD с планшетом и курсором

Основные характеристики дигитайзера — это разрешение *(Resolution)* и погрешность *(Accuracy).* Разрешение характеризует шаг считывания информации в ячейке сетки и измеряется количеством линий на I мм (линий/мм) или линий на I дюйм *(Ipi).* Независимо от механизма регистрации местоположения курсора, всегда существует погрешность в определении его координат, которая возникает вследствие погрешностей регистрирующей сетки, влияния температуры, помех и др. и составляет 0,1 — 0,7 мм. В среднем погрешность электромагнитных дигитайзеров меньше чем электростатических.

Графический планшет

Графические планшеты бывают на твердой (планшетные дигитайзеры) и гибкой ("гибкие" дигитайзеры) основе. Последние можно свернуть в трубочку, как кусок линолеума.

Размер рабочего поля планшета составляет до 1520 мм. Часто в документации на дигитайзер размер рабочего поля задается как формат бумаги (например, А4, А3).

Курсор, перо

В качестве устройства указания в дигитайзерах может использоваться курсор или перо (рис. 20.21).

Среди пользователей приложений САПР (CAD) наиболее популярен курсор. Он может быть 4-, 8-, 12- или 16-кнопочным. Одним из лучших в мире признан 4-кнопочный курсор фирмы CalComp.

Перья имеют одну, две или три кнопки. Существуют перья, чувствительные к нажиму, имеющие от 256 до 1024 градаций степени нажима. От нажима зависит либо толщина линии, либо оттенок цвета. Перо имитирует кисть при рисовании акварелью, масляными красками, темперой и т. п. Для реализации художественных возможностей дигитайзера необходимо специальное программное обеспечение (например, Adobe Photoshop, Fractal Designer).

Питание

Напряжение питания для дигитайзера подается со встроенного или внешнего блока питания; для некоторых моделей — от последовательного порта.

Курсоры и перья бывают как с проводной связью, так и без нее. Беспроводные указатели более удобны в эксплуатации, но при их использовании необходимо периодически менять питающие батарейки.

В табл. 20.7 приведены основные характеристики некоторых современных ди-

гитайзеров.

Таблица 20.7. *Основные характеристики дигитайзеров*

Характеристика	Hyper Pen 6000 A6+	Hyper Pen 12000U	Intous 6x8	GTCO CalComp 2024
Производитель	Aiptek inc. X	Aiptek inc.	Wacom	CalComp
Рабочая поверхность, мм	114x152	304x228	152x203	508x610
Разрешение, линий/мм	120	120	100	150
Точность позиционирования, мм	0,42	0,42	Н/Д	0,127
Манипулятор	Беспроводное перо с 2 кнопками, беспроводная мышь с 3 кнопками	Беспроводное перо с 2 кнопками, беспроводная мышь с 3 кнопками	Беспроводное перо с 2 кнопками	4-, 16-кнопочный курсор с проводом
Чувствительность | пера, уровни I давления	512	512	1024	Н/Д
Интерфейс	RS-232	USB	RS-232	RS-232

Беспроводная периферия

В последнее время в области устройств ввода наметилась следующая тенденция: на рынке все больше и больше появляется беспроводной периферии различных производителей, причем от отдельных мышей и клавиатур (как правило, производства фирм Cherry, Logitech, Microsoft) постепенно переходят к наборам, включающим в себя и клавиатуру, и мышь. Полезность такого подхода очевидна: во-первых, теперь все компоненты набора имеют' общие дизайн и программное обеспечение; во-вторых, при этом удается обойтись всего одним приемником, а значит, уменьшить количество проводов на рабочем столе и около него. Однако у такого подхода есть и недостатки: если при "раздельном питании" вы можете выбрать периферийные устройства по своему вкусу и усмотрению, то в случае покупки набора вам, возможно, придется использовать не самую удачную мышь ради входящей в набор клавиатуры или наоборот. Причем, если подобрать беспроводную мышь несложно (на рынке их представлено достаточно много), то отдельных беспроводных клавиатур не так уж и много, да и продаются они чаще всего в составе наборов.

Состав практически всех выпускаемых в настоящее время беспроводных наборов одинаков (рис. 20.22): приемник подключается к компьютеру к порту USB или PS/2 обычным кабелем, а клавиатура и мышь взаимодействуют с ним по радиоканалу (-ам) в частотном диапазоне 2400—2500 МГц. Основное различие таких наборов (не учитывая пользовательские характеристики) заключается в гибкости настройки используемого радиоканала. Дело в том, что, в отличие от инфракрасных лучей, радиоволны излучаются ненаправленно. Таким образом, если поблизости окажутся несколько одинаковых устройств, возможны конфликты. Например, мышь начнет управлять курсором совсем на другом компьютере. Для того чтобы этого не происходило, предусматривается возможность выборы частоты радиоканала (как правило резервируются от 2—3 до 20 каналов с различной частотой). Это позволяет в непосредственной близости друг от друга без проблем работать нескольким беспроводным наборам. Кроме того, у каждого комплекта есть свой идентификационный номер (ID-номер), который также можно выбрать из нескольких зарезервированных значений. В этом случае два устройства с разными ID-номерами могут работать на одной частоте, не мешая друг другу.

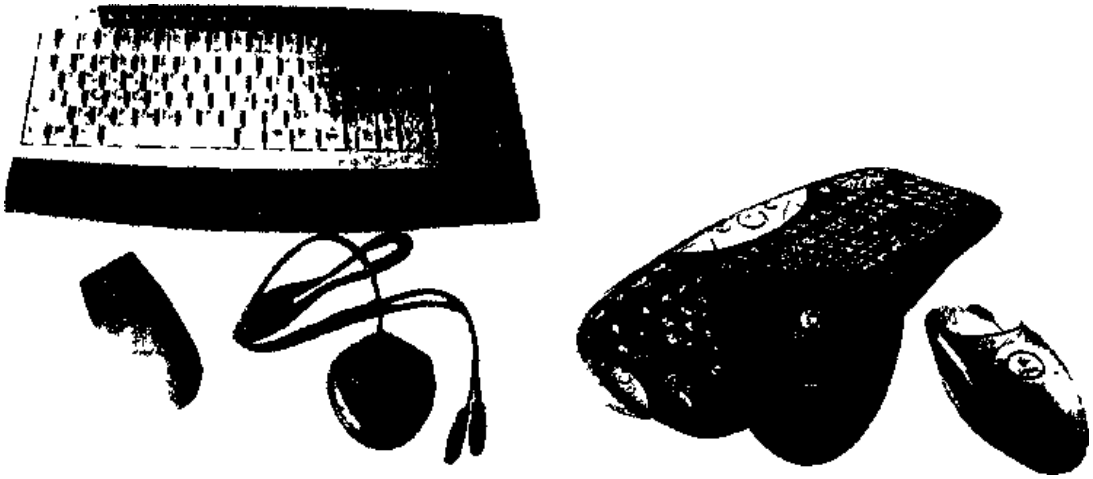


Рис. 20.22. Беспроводные наборы CyBo@rd Plus фирмы Cherry (слева) и Cordless Desktop Optical фирмы Logitech (справа)

Все эти настройки выполняются при помощи DIP-переключателей на мыши, клавиатуре и приемнике. Разумеется, все устройства из одного набора должны быть настроены на один диапазон и иметь одинаковый ID-номер.

Радиус действия беспроводных наборов, в отличие от подобных изделий, распространяемых раздельно, значительно больше и составляет 4—6 м.

Программа выполнения работы.

1. Подготовить протокол работы, содержащий название работы, цель работы.
2. Получить задание преподавателя и согласно этому заданию выписать важнейшие характеристики оптико-механических и других устройств ввода.
3. Пользуясь полученными результатами работы, изучить устройства ввода и принципы их работы.
4. На представленных преподавателем устройствах ввода определить основные элементы, их назначение.
5. Научиться подключать устройства ввода к ПК.

Приборы и оборудование.

1. Персональный компьютер.
2. Устройства ввода.
3. Системная плата.

Порядок выполнения работы.

1. Ознакомиться с рекомендованной литературой.
2. Заполнить протокол лабораторной работы.
3. Изучить устройства ввода.
4. Защитить выполненную лабораторную работу.

Контрольные вопросы.

1. Какие способы подключения мышей вы знаете?
2. На какие группы можно разделить мышей по принципу действия?
3. На какие группы можно разделить мышей по способу подключения к ПК?
4. В чем проявляется баллистический эффект мыши?
5. Достоинства и недостатки оптико-механических мышей.
6. Достоинства и недостатки современных оптических мышей.
7. Чем отличались первые оптические мыши от современных оптических мышей?
8. Достоинства и недостатки инфракрасных мышей.
9. Достоинства и недостатки радиомышей.

10. Что такое Glidepoint? Где оно используется?
11. Что такое Trackball? Где он используется?
12. Что такое Speakerphone Mouse?
13. Что такое Джойстик? Для чего он используется?
14. Что такое Световое перо? Для чего оно используется?
15. Что такое Дигитайзер? Для чего он используется?
16. Можно ли использовать Дигитайзер совместно со Световым пером?
17. Назначение Курсора при использовании Дигитайзера?
18. Радиус действия беспроводной периферии?

Лабораторная работа № 11

Клавиатуры

Цель работы: Познакомиться с разновидностями клавиатур и принципами их работы.

Краткие теоретические сведения.

Теоретические сведения приведены ниже по тексту и в файле №11 «Скотт Мюллер» на рабочем столе ПК (см. «Глава 17», стр. 692) .

В настоящее время клавиатура *(Keyboard)* является основным устройством ввода информации в PC, несмотря на сильную конкуренцию со стороны мыши. Ее главенствующее положение навряд ли изменится до тех пор, пока не будет создана надежная и недорогая система распознавания человеческой речи.

Принцип действия

Клавиатура является одним из важнейших устройств, определяющим условия комфортабельной работы на PC. Главным элементом в клавиатуре являются клавиши. При покупке клавиатуры следует тщательно опробовать их работу, чтобы определить, удовлетворяет ли "механика" клавиатуры вашим индивидуальным требованиям.

Принцип действия клавиатуры представлен на рис. 19.1. Независимо от того, как механически реализован процесс нажатия клавиш, сигнал при нажатии клавиши регистрируется внутренним контроллером клавиатуры (например, 8049) и передается в виде так называемого *скэн-кода* на материнскую плату. Скэн-код — это однобайтовое число, младшие 7 бит которого представляют идентификационный номер, присвоенный каждой клавише. На материнской плате PC для подключения клавиатуры также используется специальный контроллер. Для PC типа AT обычно применяется микросхема универсального периферийного интерфейса *(Universal Peripheral Interface, UPI)* 8042, иначе называемого *контроллером интерфейса клавиатуры.*

Когда скэн-код поступает в контроллер интерфейса клавиатуры (8042), то инициализируется аппаратное прерывание (IRQ 1), процес-

сор прекращает свою работу и выполняет процедуру, анализирующую скэн-код. Данное прерывание обслуживается специальной программой, входящей в состав ROM BIOS. При поступлении скэн-кода от клавиш <Alt>, <Ctrl> или <Shift>, <CapsLock> изменение статуса записывается в RAM. Во всех остальных случаях скэн-код трансформируется в код символа (так называемые коды ASCII или расширенные коды). При этом обрабатывающая процедура сначала определяет установку клавиш и переключателей, чтобы правильно получить вводимый код ("a" или "A"). Затем введенный код помещается в буфер клавиатуры, представляющий собой область памяти, способную запомнить до 15 вводимых символов, пока прикладная программа не может их обработать. Буфер организован по принципу *FIFO* (First in First Out, "первый вошел — первый вышел").

Рис. 19.1. Принцип действия клавиатуры

<u>Примечание</u>

Каждая клавиша генерирует два типа скэн-кодов: *код* нажатия, когда клавиша нажимается и *код освобождения,* когда клавиша отпускается. Для PC класса AT используется одна и та же цепочка битов для кодов нажатия и кодов освобождения, но коды освобож-

дения состоят из двух байтов, первый из которых всегда равен OFOH. Для PC XT-генерации код освобождения на 128 больше кода нажатия (старший бит *7* равен 1). Например, 7-битный скэн-код клавиши <B> равен 48 или 110000 в двоичной системе счисления Когда клавишу нажимают, на контроллер клавиатуры поступает код 10110000, а когда отпускают –код 00110000.

Контроллер интерфейса клавиатуры, находящийся на материнской плате, может не только принимать, но и передавать данные, чтобы сообщить клавиатуре различные параметры, например, частоту повтора нажатой клавиши и др.

Контроллер 8049 отвечает не только за генерирование скэн-кодов, но и необходим для выполнения функций самоконтроля и проверки нажатых клавиш в процессе загрузки системы. Процесс самоконтроля отображается однократным миганием трех LED-индикаторов клавиатуры (Num Lock, Caps Lock и Scroll Lock) во время выполнения программы POST (Power On Self Test). Таким образом, неисправность клавиатуры выявляется уже на стадии загрузки PC.

Скэн-коды

В табл. 19.1 — 19.5 представлены скэн-коды, которые соответствуют наиболее распространенной в настоящее время клавиатуре MFI1 (многофункциональной клавиатуре) со 102 клавишами. Если вы являетесь обычным пользователем, то можете лишь поверхностно ознакомиться с содержанием приведенных таблиц. Для системного программиста эти коды играют важную роль.

Таблица. 19.1. Шестнадцатеричные *скэн-коды функциональных клавиш*

Клавиша	Скэн-код	Клавиша	Скэн-код
<Esc>	01	<F7>	41
<F1>	3B	<F8>	42
<F2>	3C	<F9>	43
<F3>	3D	<F10>	44
<F4>	3E	<F11>	57
<F5>	3F	<F12>	58
<F6>	40		

Таблица 19.2. *Шестнадцатеричные скэн-коды специальных клавиш*

Клавиша	Скэн-код	Клавиша	Скэн-код
<Tab>	0F	<Alt> правый	E038
<Caps Lock>	3A	<Backspace>	0E

<Shift> левый	2A	<Enter>	1C
<Ctrl> левый	1D	<Shift> правый	36
<Alt> левый	38	<Ctrl> правый	E01D
<Space>	39		

Таблица 19.3. *Шестнадцатеричные скэн-коды клавиш ввода данных*

Клавиша	Скэн-код	Клавиша	Скэн-код
<1>	02	<6>	07
<2>	03	<7>	08
<3>	04	<8>	09
<4>	05	<9>	0A
<5>	06	<0>	0B
Клавиша	Скэн-код	Клавиша	Скэн-код
<->	0C	<G>	22
<=>	0D	<H>	23
<Q>	10	<J>	24
<W>	11	<K>	25
<E>	12	<L>	26
<R>	13	<;>	27
<T>	14	<'>	28
<Y>	15	<Z>	2C
<U>	16	<X>	2D
<I>	17	<C>	2E
<O>	18	<V>	2F
<P>	19	<B>	30
<[>	1A	<N>	31
<]>	1B	<M>	32
<A>	1E	<,>	33
<S>	1F	<.>	34
<D>	20	</>	35
<F>	21		

Таблица 19.4. *Шестнадцатеричные скэн-коды клавиш управления курсором*

Клавиша	Скэн-код	Клавиша	Скэн-код
<Ins>	52	<PageDown>	51
<Home>	47	<Del>	53
<PageUp>	49	<End>	4F
< ↑ >	48	< ↓ >	50
<←>	4B	<→>	4D

Таблица 19.5. Шестнадцатеричные скэн-коды клавиш

цифрового блока

Клавиша	Скэн-код	Клавиша	Скэн-код
<Num Lock>	45	<6>,<→>	4D
</>	35	<+>	4E
<*>	37	<1>,<End>	4F
<->	4A	<2>,<↓>	50
<7>,<Home>	47	<3>,<PageDown>	51
<8>,<↑>	48	<0>,<Ins>	52
<9>,<PageUp>	49	<.>,<Del>	53
<4>,<←>	4B	<Enter>	1C
<5>	4C		

Соответствие скэн-кодов клавишам клавиатуры можно узнать с помощью программы ndiags, входящей в пакет Norton Utilities.

Конструктивные исполнения

Клавиатуры различаются не только по внешнему виду, но и по конструктивному исполнению.

Клавиатуры с пластмассовыми штырями

Для изготовления дешевых клавиатур используется пластмасса и резина. Под каждой клавишей находится пластмассовый штырь, направленный вертикально, нижний конец которого выполнен в виде штемпеля (клейма), изготовленного из смеси резины с металлом. Ниже этого резинового штемпеля находится пластина с направляющими и контактными площадками, которая стационарно привинчена к корпусу панели. При нажатии клавиши штемпель соприкасается с этими контактными площадками, благодаря чему замыкается цепь, что интерпретируется контроллером клавиатуры.

Нажатие клавиши на такой клавиатуре часто вызывает ощущение исключительной мягкости. Если не смотреть на экран, то неизвестно, нажата клавиша или нет. Другой недостаток этих клавиатур — вибрация, которая вызывает эффект многократного размыкания контакта клавиши, если она нажимается неправильно. Таким образом, легко может получиться так, что при нажатии клавиши соответствующий символ отображается на экране несколько раз. Для устройства, на котором печатают "вслепую" или с высокой скоростью, это крайне нежелательный побочный эффект.

Клавиатура со щелчком

Описанные выше явления отсутствуют в клавиатуре со щелчком. При нажатии клавиши на такой клавиатуре механическое сопротивление клавиши тем больше, чем глубже она нажимается. Для преодоления этого сопротивления нужно затратить определенную силу, после чего клавиша идет очень легко. Таким образом обеспечивается однозначный контакт.

Нажатие и отпускание клавиши сопровождается щелчком, отсюда и название. Клавиатуры со щелчком предпочтительнее клавиатур без щелчка, потому что в этом случае можно быть уверенным в обеспечении относительно "чистого" нажатия на клавишу.

В табл. 19.6 приведены типичные данные для клавиатур со щелчком и без него.

Таблица 19.6. *Характеристики различных клавиатур*

Характеристика	Клавиатура со щелчком	Клавиатура без щелчка
Срок службы, млн. нажатий	30	30
Рабочий ход клавиши, мм	3,75 ± 0,25	3,75 ± 0,25
Свободный ход клавиши, мм	1,25 ±0,25	2,5 ± 0,25
Максимальная сила нажатия, г	55 ±10	70 ±10
Точка срабатывания, мм	2,75	2,5
Сила возврата (минимальная), г	15	20

Микропереключатели и герконы

Клавиатуры с микропереключателями имеют характеристики, аналогичные клавиатурам со щелчком. Но микропереключатели характеризуются большей прочностью и большим сроком службы.

Еще лучше функционируют клавиатуры с герконами (герметическими контактами), которые представляют собой переключатели с пружинными контактами (в виде пластин) из ферромагнитного материала, помещенными в герметизированный стеклянный баллон. Контакты приходят в соприкосновение (или размыкаются) под действием магнитного поля электромагнита, установленного снаружи баллона. Герконы иногда называют *RET-переключателями.*

Сенсорная клавиатура

Принцип действия сенсорной клавиатуры основан на усилении разности потенциалов, приложенной к чувствительному элементу. Коли-

чество этих элементов соответствует количеству клавиш. В качестве чувствительных элементов используются токопроводящие контактные площадки в виде, например, одного или двух прямоугольников, разделенных небольшим зазором. В момент касания пальцем контактных площадок статический потенциал усиливается специальной схемой, на выходе которой формируется сигнал, аналогичный формируемому при нажатии клавиши обычной механической клавиатуры. Сенсорные клавиатуры самые долговечные, поскольку в них отсутствуют какие-либо механические элементы (вместо традиционных клавиш используются чувствительные элементы), и информация о нажатии той или иной "клавиши" (касании чувствительного элемента) формируется только электроникой. Однако за счет этого электронная схема сенсорных клавиатур сложнее. Практически неважно, какие материалы используются для корпуса клавиатуры и клавиш. Это может быть как пластмасса, так и металл. Цвет и другие аспекты с функциональной точки зрения не так важны, как используемая механика клавиатуры. При покупке клавиатуры попробуйте, как она печатает. Каждый человек имеет свое собственное восприятие. Одни пользователи печатают быстро, другие медленно. Одни предпочитают клавиатуру со щелчком, а других щелчки нервируют. У одного клавиши нажимаются слишком туго, у другого наоборот. Полагайтесь только на собственное восприятие.

Внимание!

При работе на PC все напитки держите подальше! Если не можете отказаться во время работы от кофе, то следите, чтобы при "аварии" жидкость не попала на клавиатуру. Сигаретный пепел также может туда попасть. Почти для всех клавиатур имеется пластмассовая съемная крышка, которая защищает клавиатуру при выключенном PC.

Подключение клавиатуры

Раньше для подключения клавиатуры использовался спиралевидный кабель длиной около 1 м, имеющий 5-контактный DIN-разъем (рис. 19.2), вероятно, уже известный вам из техники Hi-Fi.

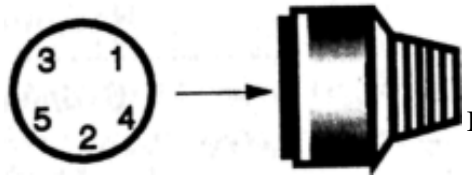


Рис. 19.2. 5-контактный DIN-разъем для подключения клавиатуры.

Так как данные от клавиатуры к PC (и обратно) передаются последовательно, то, естественно, необходимы

канал передачи данных и тактовый канал (табл. 19.7). Рабочее напряжение питания клавиатуры +5 В. Канал RESET (сброс) предназначен для передачи сигнала на перезагрузку PC, но обычно он не используется.

Таблица 19.7. *Сигналы 5-контактного разъема клавиатуры*

Номер контакта	Сигнал	Назначение
1	Тактовая частота	Выход
2	Линия данных	Вход/выход
3	Сброс	—
4	Корпус	Вход
5	+5 В	Вход

К сожалению, большинство кабелей клавиатуры короткие. Если корпус типа Mini-Tower располагается рядом с рабочим местом, а клавиатура находится на столе, то требуется вытащить спиральный кабель почти до конца. Во избежание обрыва кабеля его следует удлинить.

С появлением корпусов материнских плат стандарта ATX на материнской плате стали устанавливать 6-контактное гнездо для подключения клавиатуры, которое раньше применялось у компьютеров типа laptop и notebook. Соответственно на кабеле клавиатуры имеется 6-контактный разъем. Эти разъемы называются разъемами Mini DIN или разъемами PS/2 (рис. 19.3). Назначение контактов такого разъема представлено в табл. 19.8.

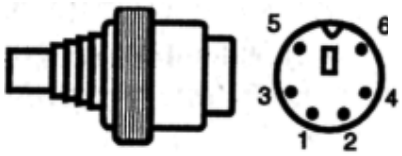


Рис. 19.3. 6-контактный Mini DIN-разъем для подключения клавиатуры

Таблица 19.8. *Сигналы 6-контактного разъема клавиатуры*

Номер кон-	Сигнал	Назначение
1	Линия данных	Вход/выход
2	Не подключен	Резерв
3	Корпус	Вход
4	+5 В	Вход
5	Тактовая частота	Выход
6	Не подключен	Резерв

Если разъем клавиатуры и гнездо на материнской плате не соответ-

ствуют друг другу, то необходим соответствующий переходник. При этом можно воспользоваться данными табл. 19.9.

Обратите внимание на то, чтобы нумерация контактов соответствовала данным, указанным в табл. 19.7, 19.8.

Таблица 19.8. *Сигналы 6-контактного разъема клавиатуры*

Сигнал	6-контактный	5-контактный
Данные	1	2
Резерв	2	3
Корпус	3	4
+5 В	4	5
Синхро-	5	1
Резерв	6	—
Экран	Экран	Экран

Драйвер клавиатуры

Для того чтобы на экране отображался символ, набранный на клавиатуре и, прежде всего, если вы вводите с помощью англоязычной клавиатуры русские буквы и специальные символы, необходим драйвер клавиатуры, который обычно является составной частью любой операционной системы. Драйвер клавиатуры операционной системы MS-DOS называется KEYB.COM. После установки операционной системы DOS он находится, как правило, в каталоге DOS.

Вы можете инициализировать этот драйвер в любое время, набрав в ответ на приглашение DOS командную строку

Keyb Ru

Дополнительный параметр RU означает русский язык и обозначает соответствующий набор символов, которые должна использовать операционная система. Целесообразнее поместить эту командную строку в файл AUTOEXEC.BAT. В этом случае драйвер каждый раз будет загружаться автоматически. Если загружать драйвер клавиатуры через стартовый файл CONFIG.SYS, нужно записать в этот файл командную строку

Install=Keyb.Com Ru

При установке операционной среды Windows 95/98 драйвер клавиатуры автоматически записывается в стартовом файле AUTOEXEC.BAT. Соответствующая строка имеет вид

keyb ru,,C:\WINDOWS\COMMAND\keybrd3.sys

Стандартное расположение клавиш

Далее мы рассмотрим назначение различных областей клавиатуры MFII *(Multifunction),* являющейся в настоящее время стандартом (рис. 19.4).

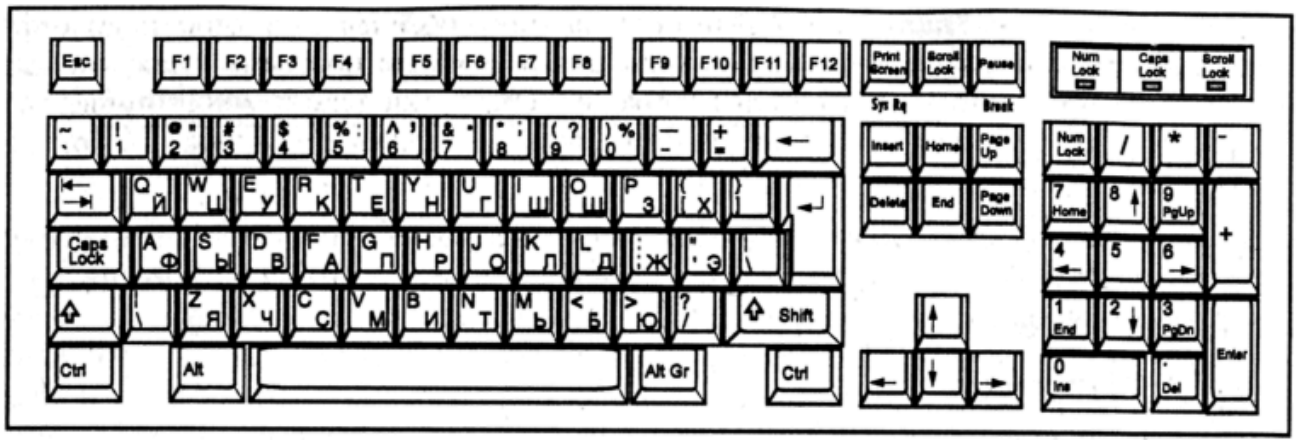
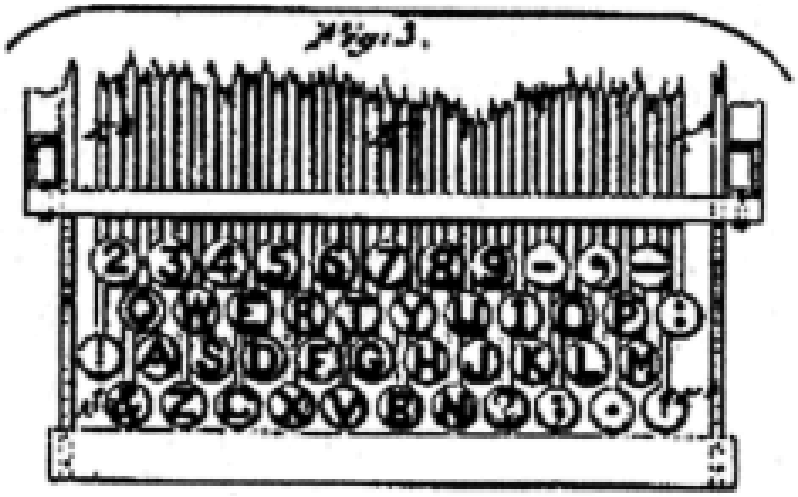


Рис. 19.4. Расположение клавиш клавиатуры типа MFII

Немного истории

Первая печатная машинка была создана в Милуоки (Висконсин) в 1868г. местным издателем и политическим деятелем Кристофером Латам Шольцем (Christopher Latham Sholes). В первых печатных машинках клавиши в клавиатуре были расположены в алфавитном порядке.

Первая печатная машинка Шольца была настолько неуклюжа, что часто заедала при высокой скорости печати, особенно тогда, когда машинистка нажимала соседние клавиши. Шольц совместно с Амосом Денсмором и Джеймсом Денсмором проанализировали частоту повторения использования клавиш, и на основании этого ими была предложена раскладка клавиатуры, получившая название QWERTY (по названию первых шести клавиш), которая сто с лишним лет спустя перекочевала в мир PC. В 1878 г. Шольц получил патент на раскладку клавиатуры QWERTY. Раскладка клавиатуры не является оптимальной с точки зрения печати, однако все попытки создать лучшие раскладки потерпели неудачу ввиду широкого распространения раскладки QWERTY.



Функциональные и некоторые специальные клавиши

В клавиатуре MFIIфункциональные клавиши, как и некоторые специальные, находятся в самом верхнем ряду клавиатуры (рис. 19.5).

Рис. 19.5. Клавиши верхнего ряда клавиатуры

Функциональные клавиши при работе программного обеспечения выполняют определенные функции, которые не одинаковы для различных программ. Нажатие клавиши <F4> при выполнении одной программы обработки текста может привести к сохранению документа, а при выполнении другой — к удалению строки, в которой находится курсор.

Все же в большинстве программ соблюдается некоторый стандарт использования функциональных клавиш. С помощью клавиши <F1> практически во всех приложениях можно вызвать окно помощи *(Help).*

<Esc>

Обычно клавиша <Esc> имеет одно и то же значение для всех программ. Нажатие <Esc> почти всегда означает выход из текущего меню или конец выполнения программы.

Характерной особенностью трех клавиш <Print Screen>, <Scroll Lock> и <Pause> является то, что они либо совсем не зависят, либо зависят только условно от выполняющегося приложения, зато имеют постоянное значение для управления системой.

<Print Screen>

Клавиша < Print Screen> отсутствует на клавиатуре типа XT. На клавиатуре AT на месте клавиши <Print Screen> находилась клавиша <Sys Rq> (запрос системы). С помощью <Print Screen> можно скопировать содержимое экрана монитора на подключенный принтер. Правда, изображение имеет низкое качество, а на лазерном принтере выводится на печать обычно после установки опции **Manual Feed.** Используйте эту возможность только в экстренных случаях (например, таким образом можно распечатать окна CMOS Setup).

В приложениях Windows дело с клавишей <Print Screen> обстоит лучше. Нажимая ее, вы копируете весь экран в Clipboard (буфер обмена). После этого изображение экрана из буфера обмена можно вновь прочитать в практически любой графической программе Windows, используя пункт меню **Edit | Paste** или комбинацию клавиш <Ctrl>+<V>.

Работая в Windows, целесообразнее применять комбинацию клавиш <Alt> + <Print Screen> В этом случае в Clipboard копируется только активное окно. Это может быть окно приложения или диалоговое окно.

Примечание

Большинство рисунков и фрагментов экранов в этой книге сделаны таким способом.

<Scroll Lock>

Клавиша <Scroll Lock> (прокрутка) функционирует как переключатель. Название Scroll состоит из двух английских слов Screen (экран) и Roll (ролик, вал). Клавиша <Scroll Lock> позволяет включить или выключить функцию прокрутки экрана.

При нажатии этой клавиши загорается или гаснет соответствующий индикатор (LED), расположенный рядом с ней. Функция этой клавиши состоит в том, что она влияет на управление курсором. При отжатой клавише <Scroll Lock> курсор перемещается по вертикали, изменяя свое положение. При нажатой клавише курсор зафиксирован, и текст перемещается относительно курсора. Эту функцию можно использовать только в определенных программах (например, Word для DOS). В приложениях Windows нажатие этой клавиши, как правило, игнорируется.

<Pause>

Нажимая клавишу <Pause>, вы останавливаете работу всей системы. PC только тогда продолжит работу, когда вы нажмете любую другую

клавишу. Таким образом можно, например, остановить бесконечно движущийся экран или во время процесса загрузки приостановить систему, чтобы посмотреть, какое сообщение выдала на экране видеокарта.

Нажатие клавиш <Ctrl>+<Pause> обычно ведет (прежде всего в приложениях DOS) к аварийному выходу из программы.

Алфавитно-цифровая область

Эта область, вероятно, напоминает о пишущей машинке, и объяснение большинства клавиш излишне. Так как здесь находятся буквы от A до Z и цифры от 0 до 9, то эта область обычно называется алфавитно-цифровой областью клавиатуры (рис. 19.6). Здесь проявляются основные различия расположения клавиш на клавиатурах разных стран. Например, в итальянской клавиатуре отсутствуют немецкие умляуты, т. к. в итальянском языке эти знаки просто не используются.

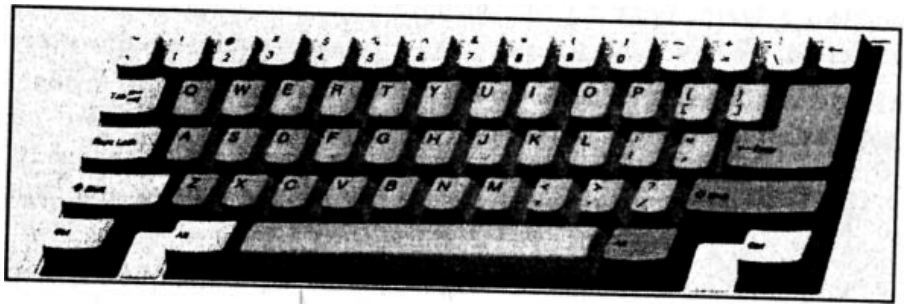


Рис. 19.6. Алфавитно-цифровая область клавиатуры и специальные клавиши

Первыми пятью буквенными клавишами слева вверху на американской клавиатуре являются <Q>, <W>, <E>, <R>, <T>, <Y>. Поэтому часто подобную топологию клавиатуры называют клавиатурой типа QWERTY.

Специальные клавиши

<Tab>

Клавиша <Tab> (табуляция) перемещает курсор вправо на заданную величину отступа. В большинстве приложений DOS значение табуляции равно восьми позициям. Для графических приложений значение табуляций чаще всего равно 1,25 см или 2,54 см (Г).

Комбинация клавиш <Shift>+<Tab> обеспечивает табуляцию влево. Это является эффективным средством перемещения курсора при работе с таблицами и обработке текста.

<Shift>

Клавиша <Shift> служит для перевода клавиатуры в режим ввода прописных букв алфавита. Левая и правая клавиши <Shift> выполняют, как правило, одну и ту же функциональную нагрузку, но генерируют различные скэн-коды.

<Caps Lock>

Клавиша <Caps Lock> переводит клавиатуру в режим постоянного ввода прописных букв. Когда клавиатура находится в этом режиме, то при нажатой клавише <Shift> можно вводить строчные буквы. Как и в печатной машинке, <Caps Lock> служит переключателем. Для возврата в режим ввода строчных букв необходимо вновь нажать эту клавишу. Состояние клавиши <Caps Lock> указывает индикатор справа вверху на клавиатуре.

<Backspace>, <Del>

Клавиша <Backspace> служит для стирания символа слева от курсора. Клавиша <Del> стирает символ в позиции курсора.

<Ctrl>

Сокращение Ctrl означает "контроль, управление".

Левая и правая клавиши <Ctrl> отсутствуют на клавиатуре обычной пишущей машинки. На клавиатуре PC эти клавиши обеспечивают выполнение одних и тех же функций и используются в сочетании с другими клавишами.

В приложениях Windows очень часто применяют комбинации клавиш алфавитно-цифровой области с клавишей <Ctrl> для определения так называемых горячих клавиш *(Shortcuts).* Так, комбинация клавиш <Ctrl>+<S> обеспечивает сохранение документа (соответствует выбору пункта меню File | Save), <Ctrl>+<C> соответствует Edit | Copy, а <Ctrl>+<V> - Edit | Paste.

<Alt> левый

Аналогичное можно сказать и о клавише <Alt>, название которой является сокращением от слова *Alternative* (альтернатива).

В приложениях Windows и некоторых программах DOS нажатие на клавишу <Alt> позволяет попасть в строку меню программы и в дальнейшем управлять меню с помощью клавиш управления курсором. Это является вспомогательным средством управления программами без мыши, используя только клавиатуру. Например, комбинация клавиш <Alt>+<F>+<X> обычно заканчивает выполнение активного приложения и соответствует команде File | Exit.

Другая функция этой клавиши — генерация символов на экране

монитора. Нажатие <Alt> и клавиш из цифрового блока генерирует соответствующий символ на экране монитора. Правда, никому не приходит в голову вводить символ "F" через комбинацию <Alt>+<70>. Но комбинации клавиш с <Alt> окажут помощь в том случае, если размещение символов на клавиатуре не совпадает с драйвером клавиатуры. Например, "°" (градус) можно генерировать очень просто через комбинацию <Alt>+<0176>. Простым нажатием клавиши этот символ ввести нельзя, т. к. на клавиатуре он отсутствует. Для использования этой функции клавиши <Alt> вам понадобится список кодов ASCII, который можно найти в любом хорошем справочнике по DOS.

Внимание!

При этом был включен режим ввода цифр, т. е. горел индикатор Num Lock (см. описание цифрового блока).

<Alt> правый

На некоторые клавиши алфавитно-цифрового блока нанесены сразу три символа (например "8", "*", ";")• Первый символ генерируется при непосредственном нажатии на клавишу, второй — комбинацией этой клавиши с клавишей <Shift>, а третий — комбинацией *с* клавишей <Alt> правый. (На некоторых клавиатурах эта клавиша обозначается <AltGr>. Сокращение Gr означает "графика".)

На клавиатуре XT, где клавиши <AltGr> нет, соответствующие символы генерируются комбинацией клавиш <Ctrl>+<Alt>+<клавиша алфавитно-цифрового блока>.

<Enter>

Самой важной клавишей является клавиша <Enter>, выполняющая сразу несколько функций. В операционной системе она служит для завершения ввода командной строки, т. е. передачи ее системе для обработки; в программе обработки текста она предназначена для окончания ввода строки. Эта клавиша на некоторых американо-английских клавиатурах также обозначается <CR> *(Carriage Return* — возврат каретки), т. к. при обработке текста она выполняет такую же функцию, как и в механической пишущей машинке. В результате нажатия на клавишу <CR> в пишущей машинке осуществляется возврат каретки и перемещение валика с бумагой в новое положение, в PC курсор перемещается в первую позицию следующей строки.

Блок управления курсором

Как уже говорит само название блока, здесь находится 10 клавиш, служащих для управления курсором (рис. 19.7).

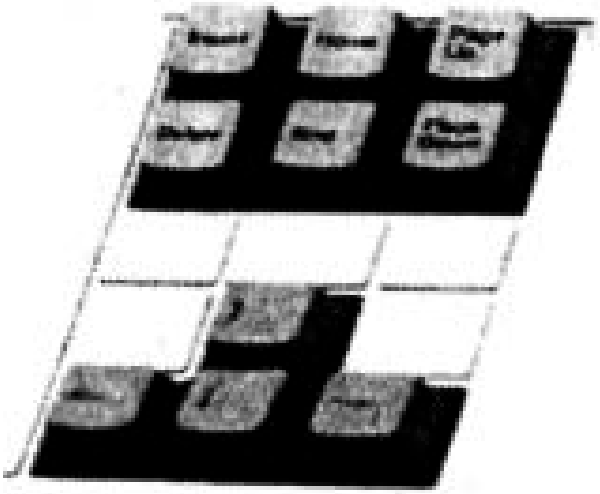


Рис. 19.7. Клавиши блока управления курсором

<Insert>

Клавиша <Insert> определяет режим ввода. Она служит обычно для переключения режима вставки или замены, в Windows при обработке текста или в комбинации с клавишей <Ctrl> также служит для перевода объектов из пассивного состояния в активное.

<Delete>

С помощью клавиши <Delete> (удаление) можно удалить отмеченные объекты, среди которых может быть отдельный символ, выделенный блок текста или активный графический объект. В ряде приложений объект копируется в некоторую область, из которой он может быть восстановлен и использован в другом месте.

<Home>, <End>

Эти клавиши служат для управления перемещением курсора на экране или в файле. В зависимости от программы курсор движется к началу или к концу строки (например, в Word для Windows), к верхней или нижней строке экрана, реже — к началу или к концу файла (например, в Ventura Publisher).

<Page Up>, <Page Down>

Клавиши <Page Up> (страница вверх) и <Page Down> (страница вниз) перемещают курсор на страницу вверх или на страницу вниз. В данном случае речь может идти о текущей странице экрана либо о пе-

реходе к очередной странице, например, при обработке текста от страницы 1 к странице 2 и т. д.

Указатели направления перемещения курсора

Описание клавиш курсора с четырьмя стрелками излишне. Курсор перемещается соответственно на одну позицию вверх, вниз, направо или налево.

Цифровой блок

На клавиатуре типа XT данный блок отсутствует. Он был создан для того, чтобы облегчить машинисткам ввод бесконечных колонок цифр. Для этой цели в блоке имеются клавиши с цифрами от 0 до 9, клавиши для четырех основных арифметических операций и клавиша О для ввода десятичных значений (рис. 19.8). Чтобы эту часть клавиатуры могли использовать не только машинистки, почти все клавиши имеют двойное значение. Переключение осуществляется с помощью клавиши <Num Lock>

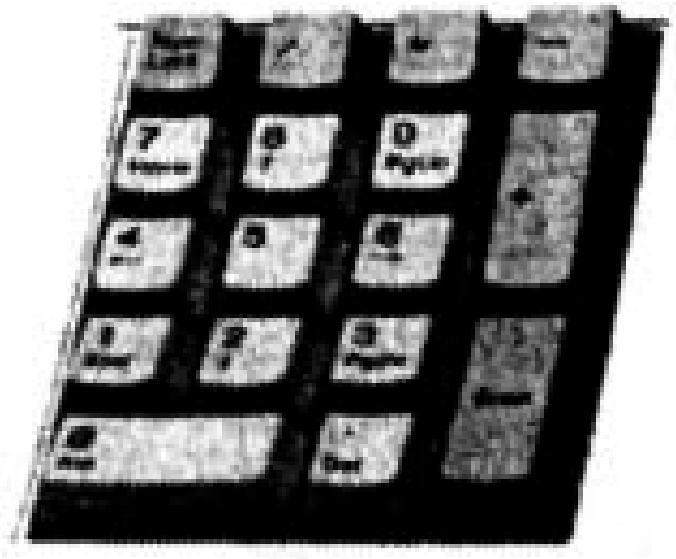


Рис. 19.8. Цифровой блок

При нажатии <Num Lock> загорается соответствующий индикатор LED, и клавиши выполняют функцию ввода чисел. При повторном нажатии <Num Lock> клавиши выполняют ту же функцию, что и клавиши блока управления курсором.

Расположение клавиш на различных клавиатурах

Клавиатура MFII

Расположение клавиш на стандартной клавиатуре MFII подробно

рассмотрено в предыдущем разделе.

Клавиатура Windows

Фирмы — производители устройств ввода среагировали на широкое распространение операционной системы Windows 95, разработав специальную клавиатуру, которая, в отличие от стандартной, имеет три дополнительные клавиши (рис. 19.9).

Рис. 19.9. Клавиатура для работы в Windows

Нажатие одной из клавиш, на которой нанесен логотип Windows, аналогично нажатию с помощью мыши на кнопку Пуск (Start), расположенную в нижнем левом углу панели управления Windows. Клавиш, выполняющих данную функцию, две. Расположены они слева и справа от клавиши <Space> (пробел). Нажатие другой клавиши (с изображением стрелки, направленной на некоторый текстовый блок) аналогично нажатию правой кнопки мыши, которое обычно сопровождается появлением всплывающего контекстного меню. Кроме перечисленных клавиш на клавиатуре могут находиться и другие дополнительные клавиши, запускающие, например, Web-браузер <WWW> или меняющие режим работы системы: <Power Off> (выключает систему), <Sleep> (переводит систему в состояние "сна"), <Wake Up> ("пробуждает" систему) и др.

Некоторые клавиатуры (см. рис. 19.9) имеют встроенный *трекбол* (trackball). *О трекболе см. главу 20.*

Эргономическая клавиатура

Некоторые производители предлагают для клавиатур так называемые эргономические приспособления, например приставку для ладони

из искусственной кожи, которая должна обеспечить лучшее положение руки при работе. Это несколько облегчает многочасовую работу, но оправданы ли затраты на приобретение подобных приспособлений — это пока вопрос спорный.

Так называемая клавиатура *Butterfly* (бабочка) предлагает гораздо более эффективные эргономические свойства (рис. 19.10). Клавиши исходя из воображаемой средней линии клавиатуры расположены V-образно. Таким образом, клавиатура практически делится на две половины. Для работы десятью пальцами такое расположение несомненно обеспечивает эргономически наиболее благоприятное положение пальцев.

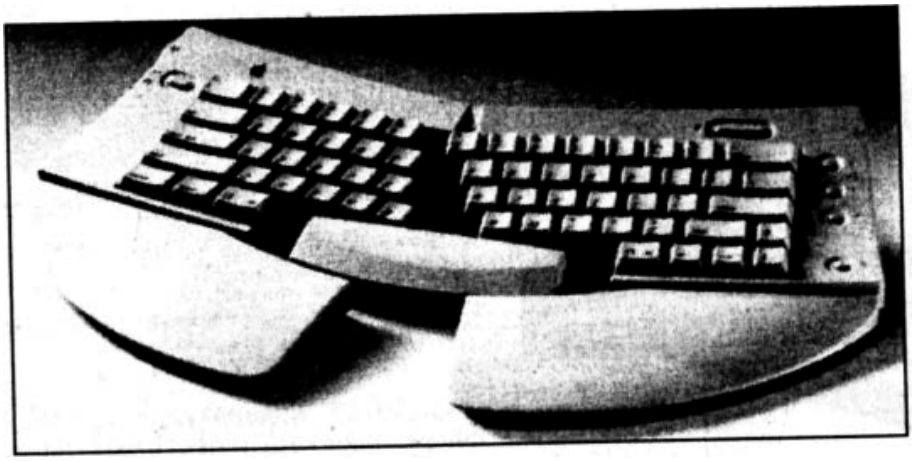


Рис. 19.10. Клавиатура Butterfly

Другие производители идут дальше, снабжая клавиатуру шарнирами, так что клавиатура практически раскрывается от середины, как книга. За счет этого индивидуально можно установить наиболее оптимальный угол для положения рук. Тогда как в области PC такие разработки, видимо, несколько затянулись, подобные клавиатуры в "параллельном компьютерном мире", прежде всего в компьютерах Apple, уже широко применяются.

Промышленная клавиатура

В том случае, если использование обычной клавиатуры невыгодно вследствие уменьшения ее срока службы из-за специфических условий работы (например, на производстве), применяют так называемые промышленные клавиатуры. Обычно на производстве используют сенсорные клавиатуры, клавиши которых покрыты сенсорной фольгой. Подобное покрытие препятствует проникновению канцелярских скрепок, сигаретного пепла, металлической стружки и т. п. внутрь клавиатуры. Для постоянного использования такие клавиатуры менее пригодны, но зато они имеют хорошую защиту.

Далее следовало бы назвать полностью программируемые клавиатуры, что возможно в некоторой степени и для стандартных клавиатур. Такие клавиатуры не имеют стационарных надписей на клавишах. Но специальное программное обеспечение позволяет самостоятельно определить расположение символов на клавиатуре. Вопрос, насколько этот метод целесообразен для обиходного применения, пока еще остается открытым, хотя несомненно программирование отдельных клавиш сулит некоторое преимущество.

Клавиатура со считывающим устройством штрихового кода

Использование таких клавиатур целесообразно для PC, которые применяются в качестве кассовых аппаратов, например IPS POS. Вместо отдельного устройства считывания штрихового кода соответствующий модуль объединен с клавиатурой. К клавиатуре либо прилагается считывающий карандаш, с помощью которого сканируется штриховой код, или клавиатура сразу же снабжена соответствующей щелью для считывания (рис. 19.11).

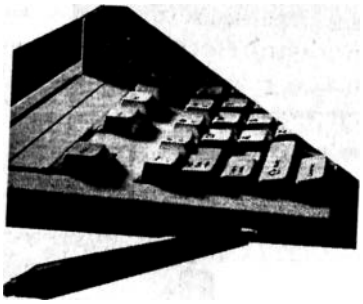


Рис. 19.11. Клавиатура с устройством считывания карт и световым пером

Аналогично работают клавиатуры, в которые включена система считывания для магнитных карт. Таким образом, без дополнительных внешних устройств можно считывать чековые карты или другие магнитные карты, а в некоторых специальных клавиатурах их также можно описывать. Такие клавиатуры удобно использовать в крупных магазинах и на складах.

Клавиатура для слепых

Этот очень редко используемый тип клавиатур представляет собой специальное устройство для рабочих мест, на которых работают слепые. Клавиши клавиатуры покрыты специальным слоем, на котором расположены осязаемые точки, соответствующие алфавиту для слепых.

Часто такие клавиатуры оборудованы и устройством вывода, представляющим собой планку в нижней части клавиатуры, разделенную на квадраты. Внутри квадрата находится 6 плавающих точек, покрытых слоем резины. При выводе информации в каждом таком квадрате активизируются определенные точки, которые "выдавливаются" вверх, нажимая на резиновый слой. Это позволяет слепому идентифицировать выводимую информацию.

Программа выполнения работы.

1. Подготовить протокол работы, содержащий название работы, цель работы.
2. Получить задание преподавателя и согласно этому заданию выписать важнейшие характеристики клавиатуры.
3. Пользуясь полученными результатами работы, изучить устройство клавиатуры и принципы её работы.
4. На представленных преподавателем клавиатурах определить основные элементы, их назначение.
5. Научиться подключать клавиатуру к ПК.

Приборы и оборудование.

1. Персональный компьютер.
2. Клавиатуры.
3. Системная плата.

Порядок выполнения работы.

1. Ознакомиться с рекомендованной литературой.
2. Заполнить протокол лабораторной работы.
3. Изучить клавиатуры.
4. Защитить выполненную лабораторную работу.

Контрольные вопросы.

1. Принцип действия клавиатуры.
2. Что такое скэн-код?
3. Какие типы скэн-кодов вы знаете?
4. Как переводится - *Keyboard* ?
5. Какая микросхема отвечает за функции самоконтроля?
6. Какая микросхема отвечает за генерирование скэн-кодов?
7. Правда ли, что контроллер интерфейса клавиатуры находится на системной плате?
8. Что находится в микросхеме 8049?
9. Какому символу соответствует скэн-код – 0D?
10. Что можно узнать с помощью программы ndiags, входящей в

пакет Norton Utilities?

11. Какие разъемы для подключения клавиатуры характерны для системных плат AT, а какие - для ATX?
12. Назначение клавиши «Print Screen»?
13. Назначение клавиш <Backspace>, <Del> ?
14. Назначение комбинации клавиш <Shift>+<Tab>?
15. Назначение комбинации клавиш <Ctrl>+<S> ?
16. Назначение комбинации клавиш <Ctrl>+<C> ?
17. Что предлагает клавиатура *Butterfly* (бабочка) ?
18. Где целесообразно использование клавиатур со считывающим устройством штрихового кода ?
19. Назначение клавиатуры для слепых. Её особенности.

Лабораторная работа № 12

Мониторы

Цель работы: Познакомиться с разновидностями мониторов и принципами их работы.

Краткие теоретические сведения.

Теоретические сведения приведены ниже по тексту и в файле №11 «Скотт Мюллер» на рабочем столе ПК (см. «Глава 15», стр.621) .

Устройства отображения информации

Важнейшим устройством отображения компьютерной информации является монитор. Так же как имеется большое число видеостандартов, так и типы мониторов, существующие в настоящее время, отличаются большим разнообразием.

Помимо мониторов, в PC могут использоваться и другие устройства отображения информации, ориентированные на решение мультимедийных или презентационных задач:

- проекционные устройства, подключаемые к PC;
- устройства формирования объемных (стереоскопических) изображений.

Мониторы

Прежде чем перейти к разговору о принципах работы современных мониторов и рассмотрению их характеристик, кратко перечислим основные типы мониторов, используемых совместно с PC. С точки зрения принципа действия все мониторы для PC можно разделить на две большие группы.

- Мониторы на основе электронно-лучевой трубки (ЭЛТ), называемой также *кинескопом.*
- Плоскопанельные мониторы, выполненные, как правило, на основе

жидких кристаллов, т. е. иначе жидкокристаллические (ЖК) или иначе LCD-мониторы (Liquid Crystal Display).

Мониторы на основе ЭЛТ

Наиболее распространенными устройствами отображения информации являются мониторы на основе ЭЛТ. Принцип действия таких мониторов мало отличается от принципа действия обычного телевизора и заключается в том, что испускаемый электронной пушкой пучок электронов, попадая на экран, покрытый люминофором, вызывает его свечение. На пути пучка электронов обычно находятся дополнительные электроды: модулятор, регулирующий интенсивность пучка электронов и связанную с ней яркость изображения, фокусирующий электрод, определяющий размер светового пятна, а также размещенные на горловине ЭЛТ катушки отклоняющей системы, позволяющие изменять направление пучка.

Заметим, что любое текстовое или графическое изображение на экране монитора компьютера (так же как и телевизора) состоит из множества дискретных точек люминофора, представляющих собой минимальный элемент изображения (растра), называемых *пикселами.* Такие мониторы называются *растровыми.* Электронный луч в этом случае периодически сканирует весь экран, образуя на нем близко расположенные строки развертки. По мере движения луча по строкам видеосигнал, подаваемый на модулятор, изменяет яркость светового пятна и образует видимое на экране изображение. Разрешающая способность монитора определяется числом элементов изображения, которые он способен воспроизводить по горизонтали и вертикали, например, 640x480 или 1024x768 пикселов.

Если в телевизоре видеосигнал, управляющий яркостью (интенсивностью электронного пучка), является аналоговым, т. е. непрерывным по времени и уровню, то в мониторах PC может использоваться как аналоговый, так и цифровой видеосигнал. В зависимости от этого мониторы на основе ЭЛТ

принято разделять на *аналоговые* и *цифровые.* Исторически первыми устройствами отображения информации — мониторами для PC — были именно цифровые мониторы (TTL).

Цифровые (TTL) мониторы

Управление цифровыми мониторами осуществляется двоичными сигналами, которые имеют только два значения: логическую единицу — "1" и логический ноль — "О" ("да" и "нет"). Уровню логической единицы соответствует напряжение около 5 В, уровню логического нуля — не более 0,4 В. Поскольку такие же уровни логической "1" (2,4—5 В) и логического "О" (0—0,4 В) используются в широко распространенной стандартной серии микросхем на основе транзисторно-транзисторной логики, или TTL *(Transistor Transistor Logic*— транзисторно-транзисторная логика), цифровые мониторы часто называют TTL-мониторами. Первые TTL-мониторы были монохромными, более поздние модели — цветными.

Монохромные цифровые мониторы

К этой группе относятся монохромные мониторы, сигналы управления которыми формируются графическими картами стандартов MDA *(Monochrome Display Adapter)* или Hercules, изредка — EGA *(Enhanced Graphics Adapter).* Уже из самого названия "монохромный" ясно, что точка на экране может быть только светлой или темной. В лучшем случае точки могут различаться еще и своей яркостью.

Монитор Hercules формирует изображение только в виде светлых и темных точек с разрешением 720x350; растр на его экране появляется только при подключении к PC. Это происходит потому, что блок развертки монитора генерирует сигналы для отклоняющей системы только при наличии внешних синхроимпульсов от видеоадаптера. Поскольку ЭЛТ монохромного монитора имеет только одну электронную пушку, она меньше цветных ЭЛТ, благодаря чему мониторы Hercules компактнее и легче других мониторов. Кроме того, монохромный монитор работает с более низким анодным напряжением, чем цветной (15 кВ против 21—25 кВ), поэтому потребляемая им мощность значительно ниже (30 Вт вместо 80—90 Вт у цветных). Эти значения приводятся на обратной стороне корпуса монитора.

TTL-мониторы можно отличить от аналоговых также по количеству контактов на разъеме для подключения к PC: все они имеют двухрядный 9-контактный штекер типа D (вилка), тогда как аналоговые (VGA и выше) — трехрядный 15-контактный.

Внимание!

При одинаковом разъеме монохромные и цветные TTL-мониторы имеют различное назначение контактов.

Цветные (RGB) цифровые мониторы

Поскольку кинескоп цветного монитора имеет не одну, а три электронные пушки для красного *(Red),* зеленого *(Green)* и синего *(Blue)* цветов с раздельным управлением, его также называют *RGB-монитором.* Заметим, что современные аналоговые мониторы также являются RGB-мониторами, поскольку термин "RGB-монитор" обозначает только тот факт, что сигналы основных цветов подаются на монитор независимо, по трем отдельным проводам, при этом характер сигнала (цифровой или аналоговый) значения не имеет. Данный термин был введен для того, чтобы отличать такие мониторы от более ранних моделей цветных мониторов, управление которыми, подобно телевизору, осуществлялось композитным видеосигналом, несущим информацию о яркости и цветности и передававшимся по одному проводу. В частности, такой композитный видеосигнал может формировать видеоадаптер CGA *(Color Graphic Adapter),* для чего на нем имеется специальный коаксиальный разъем типа RCA, также известный под названием "тюльпан".

Цифровые RGB-мониторы предназначены для подключения к видеокартам стандарта CGA и EGA. Размер палитры (максимально возможное количество отображаемых цветов) каждого из мониторов определяется количеством двоичных сигналов, используемых для управления электронными пушками.

Видеосигнал на монитор CGA подается по четырем проводам: трем основным (R, G, B) и одному дополнительному (Intensity, или I). Сигнал I изменяет интенсивность электронных пучков, излучаемых всеми тремя пушками одновременно. В этом случае говорят о цветовой модели IRGB, позволяющей отобразить $2^4 = 16$ цветов. На монитор EGA видеосигнал подается уже по шести проводам: сигналы трех основных (R, G, B) и трех дополнительных (r, g, b) цветов, позволяющие индивидуально регулировать интенсивность электронного пучка каждой пушки. Такая модель называется RrGgBg. Она позволяет отобразить $2^6 = 64$ оттенка цвета, однако ее возможности использованы в видеосистеме EGA лишь частично — из-за ограниченного объема видеопамяти для кодирования цвета пиксела используется не более 4 бит, поэтому одновременно можно отобразить только 16 цветов. Помимо цветного, цифровые RGB-мониторы поддерживают и монохромный режим работы с отображением до 16 градаций серого (в этом случае сигналы трех цветов имеют одинаковую интенсивность). Цифровые RGB-мониторы (в частности, CGA) по сравнению с мониторами Hercules имеют меньшее разрешение. Назначение контактов разъемов мониторов CGA и EGA приведено в табл. 14.1 и 14.2 соответственно.

Таблица 14.1. *Назначение контактов разъема CGA*

Номер контакта	Сигнал
1	Корпус
2	Корпус
3	Красный
4	Зеленый

5	Синий
6	Интенсивность
7	Спецификация изготовителя
8	Строчный синхросигнал
9	Кадровый синхросигнал

Таблица 14.2. *Назначение контактов разъема EGA*

Номер контакта	Сигнал
1	Корпус
2	Интенсивность (красный)
3	Красный
4	Зеленый
5	Синий
6	Интенсивность (зеленый)
7	Интенсивность (синий)
8	Строчный синхросигнал
9	Кадровый синхросигнал

В настоящее время цифровые мониторы являются большой редкостью, поскольку по современным меркам качество формируемого ими изображения, а также их эргономические свойства не выдерживают никакой критики. Можно смело утверждать, что они вредны для здоровья в целом и для зрения — в особенности.

Аналоговые мониторы

В данном случае речь пойдет о мониторах, которые работают с видеокартами стандарта VGA *(Video Graphics Array)* и выше. Они способны поддерживать разрешение 640x480 пикселов и более высокое.

Главная причина перехода к аналоговому видеосигналу состоит в ограниченности палитры цифрового монитора. При использовании двоичных видеосигналов расширение палитры возможно только за счет увеличения количества цветов, однако это тупиковый путь: если количество проводов в кабеле еще можно увеличить, то количество управляющих электродов (модуляторов) электронной пушки увеличить нельзя

ЕСЛИ, к примеру, задаться целью получить режим True Color (24 бита на пиксел) на цифровом мониторе, то придется сконструировать ЭЛТ с тремя электронными пушками, каждая из которых должна иметь 8 (!) модуляторов. Совершенно очевидно, что это нереально.

В результате разработчики стали использовать не цифровой (двоичный), а аналоговый видеосигнал, который может принимать любое значение в диапазоне от 0 до 0,7В. Поскольку этих значений бесконечно много, то палитра аналогового монитора неограничена. Другое дело, что видеоадаптер может обеспечить только конечное количество градаций уровня видеосигнала, что в

итоге ограничивает палитру всей видеосистемы в целом.

Аналоговые мониторы так же, как и цифровые, бывают цветными и монохромными, при этом цветной монитор может работать в монохромном режиме. Наиболее распространены, естественно, цветные мониторы, однако и монохромные аналоговые мониторы пользуются спросом, поскольку имеют ряд преимуществ по сравнению с цветными: меньшие габариты и энергопотребление, более низкую стоимость, лучшую резкость изображения (в них отсутствует зернистая структура люминофора, свойственная цветным мониторам).

Максимальное количество градаций серого, которое может отображать видеосистема с монохромным монитором, определяется видеоадаптером (точнее, разрядностью его цифроаналогового преобразователя и объемом видеопамяти). При использовании стандартного видеоадаптера VGA можно получить 64 оттенка серого, при использовании более современных адаптеров SVGA — 256.

Видеосигнал на аналоговый монитор подается через 15-контактный трехрядный D-образный разъем (стандартный разъем VGA, табл. 14.3). Поскольку полоса частот видеосигнала аналогового монитора значительно шире, чем у цифрового, для передачи RGB-сигналов используются витые пары (1—6, 2—7, 3—8). Наличие специальных битов идентификации позволяет видеоадаптеру автоматически определить, какой монитор подключен: цветной или монохромный. В последнем случае для передачи видеосигнала задействуется только одна пара контактов 2—7.

Таблица 14.3. *Назначение контактов разъема VGA*

Номер контакта	Сигнал	Номер контакта	Сигнал
1	Красный	9	Ключ (контакт отсутствует)
2	Зеленый	10	Нулевой (синхроимпульсы)
3	Синий	11	Бит идентификации 0
4	Бит идентификации 2	12	Бит идентификации 1
5	Земля (общий провод)	13	Строчные синхроимпульсы
6	Нулевой (красный)	14	Кадровые синхроимпульсы
7	Нулевой (зеленый)	15	Не используется
8	Нулевой (синий)		

Мультичастотные мониторы

В книге мы уже достаточно часто использовали термин *синхронизация.* Синхронизация означает не что иное, как временное согласование двух или более элементов. Она необходима также для согласования работы видеоадаптера и монитора. С этой точки зрения видеоадаптер формирует два сигнала синхронизации: строчной частоты (сигнал синхронизации по горизонтали, или строкам; измеряется в килогерцах) и кадровой частоты (сигнал синхронизации по вертикали, или кадрам; измеряется η герцах). В различных режи-

мах и, соответственно, при различных разрешениях частоты этих сигналов могут различаться.

Все современные мониторы в первом приближении можно разделить на три большие группы:

- с фиксированной частотой;
- с несколькими фиксированными частотами;
- многочастотные (их также называют мультичастотными).

Мониторы с фиксированной частотой воспринимают синхросигналы какой-либо одной частоты, например, для кадровой развертки 60 Гц, для строчной — 31,5 кГц. Мониторы с несколькими фиксированными частотами менее критичны к значениям частот синхроимпульсов и могут работать с набором из двух или более сочетаний частот кадровых и строчных синхроимпульсов. Мультичастотные мониторы, называемые иногда Multisync (по названию мониторов, выпускаемых фирмой NEC), обладают способностью настраиваться на произвольные значения частот синхросигналов из некоторого заданного диапазона, например, 30—64 кГц для строчной и 50— 100 Гц для кадровой развертки.

(Примечание

Хотя название "мультисинхронизация" является защищенным товарным знаком фирмы NEC, оно применяется в обиходном разговоре для характеристики мониторов данного типа. Поэтому этот термин можно встретить и при упоминании мониторов других изготовителей. Часто их также называют *многочастотными* мониторами.

Принцип работы мониторов

Чтобы разобраться, как работает монитор PC, неплохо бы вспомнить физику.

Формирование растра

Для формирования растра (рис. 14.1) в мониторе используются специальные сигналы. В цикле сканирования луч движется по зигзагообразной траектории от левого верхнего угла до правого нижнего. Прямой ход луча по горизонтали синхронизируется сигналом строчной (горизонтальной — *H. Sync)* развертки, а по вертикали — кадровой (вертикальной — *V. Sync)* развертки. Перевод луча из крайней правой точки строки в крайнюю левую точку следующей строки (обратный ход луча по горизонтали) и из крайней правой позиции последней строки экрана в крайнюю левую позицию первой строки (обратный ход луча по вертикали) происходит с помощью специальных сигналов обратного хода.

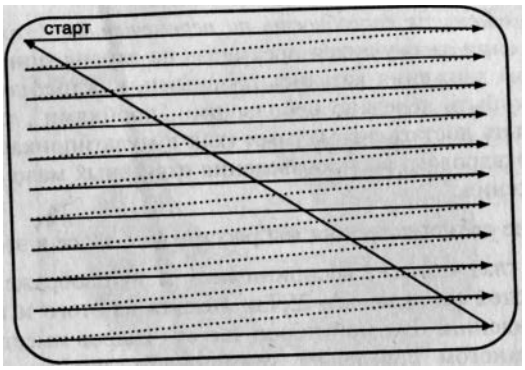


Рис. 14.1. Формирование растра на экране монитора

Таким образом, наиболее важными для монитора являются следующие параметры: *частота вертикальной* (кадровой) развертки, *частота горизонтальной* (строчной) развертки, а при работе с высокими разрешениями важна также *ширина полосы пропускания видеотракта.*

Описанный выше способ формирования изображения применяется и в телевизорах. Здесь частота обновления изображения (частота кадров) составляет 25 Гц. С первого взгляда кажется, что это очень низкая частота. Однако в телевидении для сокращения полосы частот спектра телевизионного сигнала применяется *чересстрочная развертка,* т. е. полный растр получается за два приема. Сначала за время, равное 1/50 с, передаются (воспроизводятся) только нечетные строки: 1, 3, 5 и т. д. Эта часть растра называется полем нечетных строк или нечетным полукадром. Затем развертывающий электронный луч быстро переводится от нижнего края экрана вверх и попадает в начало второй (четной) строки. Далее луч прорисовывает все четные строки: 2, 4, 6 и т. д. Так формируется поле четных строк или четный полукадр. Если наложить оба полукадра друг на друга, то получится полный кадр изображения.

Данный способ формирования изображения как в мониторах, так и в телевизорах оказался возможным благодаря двум свойствам, а точнее недостаткам, нашего зрения, перечисленным далее.

- *Инерционность восприятия световых раздражений,* т. е. возникновение и прекращение фотохимических реакций в сетчатке глаза после начала и окончания воздействия импульса света происходит не мгновенно, а с задержкой, характеризующей эту инерционность. Для обычно встречающихся условий наблюдения время возникновения зрительного ощущения составляет около 0,1 с. Время сохранения светового возбуждения составляет 0,4—1,0 с после окончания действия светового раздражителя. На эту способность зрения вы уже, наверное, обращали внимание. Например, если в темном помещении включить и затем через некоторое время выключить свет, то, спустя еще какой-то промежуток времени вы будете различать предметы в этом помещении. Благодаря такому свойству зрения оказалось возможным производить поэлементную развертку изображения от строки к строке и от одного полукадра к другому (при чересстрочном способе формирования изображения), т. е. изображение представляется в виде быстро сменяющейся после-

довательности строк и кадров.

- *Ограниченная разрешающая способность по перемещениям.* Это свойство учитывается при отображении движущихся предметов на экране монитора или телевизора. Для того чтобы движения казались плавными, каждое изменение положения предметов должно быть передано небольшими "порциями", т. е. различия в картинках должны быть достаточно малыми (как в мультипликации). Движение передается путем покадрового воспроизведения отдельных мало отличающихся друг от друга фаз движения.

Остальные важнейшие свойства зрения мы рассмотрим далее в этой главе. Как уже отмечалось, глаз человека воспринимает смену изображений как непрерывное движение с частотой не ниже 20—25 Гц. Исходя из этого и выбиралась частота смены полей в телевидении. Для мониторов частота кадров имеет важнейшее значение, поскольку во многом определяет устойчивость изображения по вертикали (отсутствие мерцаний) и, как следствие, утомляемость глаз. Поэтому частоту кадров монитора PC, наряду с использованием построчного способа формирования изображения, стараются по возможности повышать: чем выше частота кадров, тем устойчивее изображение, следовательно, тем менее утомляет работа за таким монитором. У хороших мониторов кадровая частота поддерживается на уровне 70—80 Гц и более. Однако повышение этой частоты требует увеличения частоты строчной развертки, т. к. уменьшается время, отводимое на формирование каждой точки изображения. Частота строк в килогерцах определяется произведением частоты вертикальной развертки на количество строк, выводимых в одном кадре (разрешающая способность по вертикали).

Полоса частот видеосигнала, измеряемая в мегагерцах, определяет самые высокие частоты видеосигнала или, что то же самое, размер наиболее мелких деталей изображения. Приблизительно эта величина может быть получена как произведение количества точек в строке (разрешающая способность по горизонтали) и частоты строчной развертки. В большинстве мониторов необходимая полоса пропускания видеосигнала обеспечивается с запасом, поэтому практически во всех случаях этот параметр можно не учитывать.

Формирование цветного изображения

Принцип формирования растра у цветного монитора такой же, как и у монохромного. Однако в основу способа формирования цветного изображения положены другие важнейшие свойства цветового зрения.

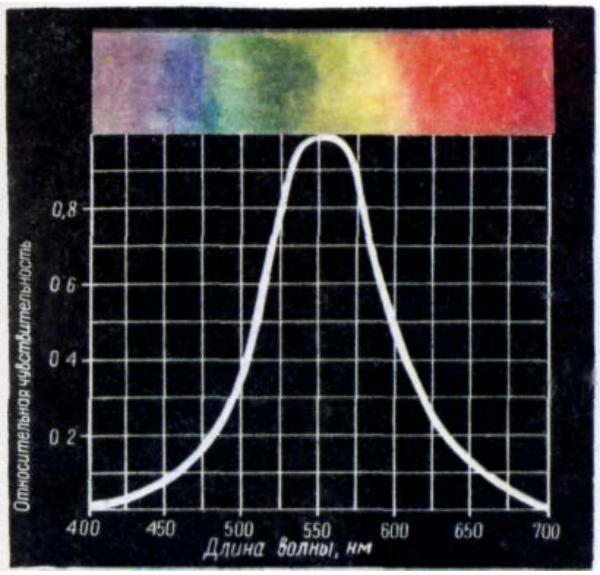
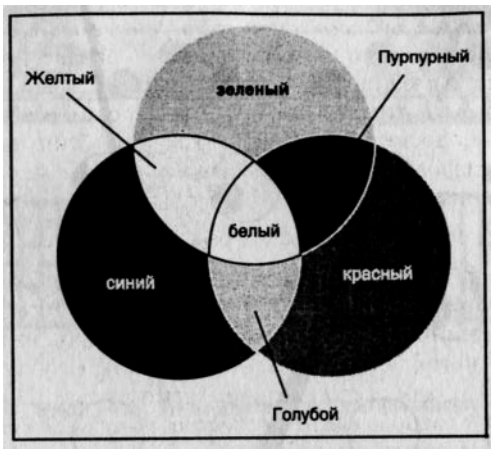


Рис. . Кривая относительной спектральной чувствительности глаза

- *Трехкомпонентность* цветового восприятия. Это означает, что все цвета могут быть получены путем сложения (смешения) трех световых потоков, например красного, синего и зеленого, что позволило в цветных телевизорах и мониторах использовать метод аддитивного смешения цветов. Данный метод можно проиллюстрировать путем одновременной непрерывной проекции на экран изображений трех основных цветов при условии перекрывания ими одной и той же поверхности экрана (рис. 14.2). В соответствии с теорией трехкомпонентного цветовосприятия, используя смешение трех основных цветов, оказалось возможным получить требуемую гамму цветовых оттенков. При смешении в определенной пропорции основных цветов — красного, синего и зеленого — получаются цвета, приведенные на рис. 14.2. Отметим, что цветовой оттенок результирующей смеси всегда зависит только от соотношения интенсивностей смешиваемых цветов.



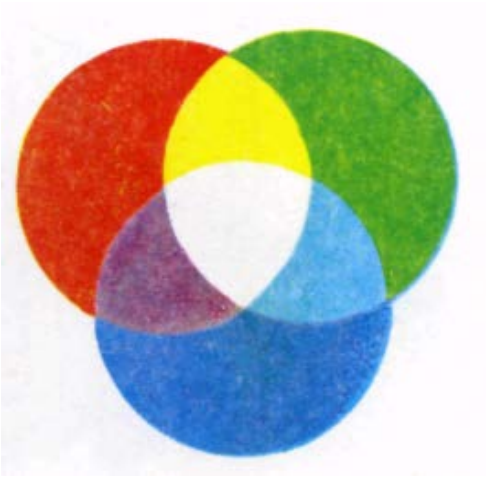


Рис. 14.2. Модель аддитивного смешения цветов

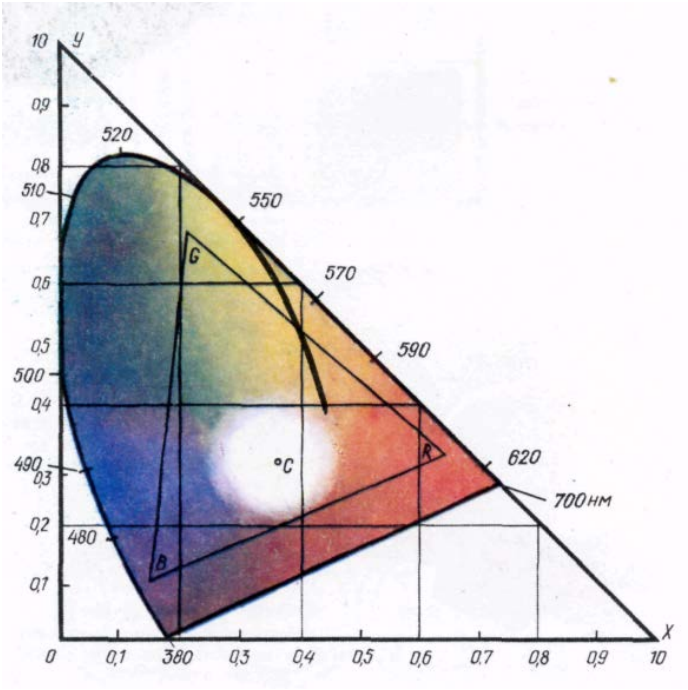


Рис. Диаграмма цветности (локус)

- *Пространственное усреднение цвета.* Если на цветном изображении имеются близко расположенные цветные детали, то с большого расстояния мы не различаем цвета отдельных деталей. Вся группа будет окрашена в один цвет в соответствии с законами смешения цветов. Это свойство зрения позволяет в электронно-лучевой трубке монитора формировать цвет одного элемента изображения из трех цветов расположенных рядом люминофорных зерен.

В соответствии с особенностями человеческого зрения, в ЭЛТ цветного монитора имеются три электронные пушки с отдельными схемами управления, а на внутреннюю поверхность экрана нанесен люминофор трех основных цветов: красный, синий и зеленый (рис. 14.3, 14.4). Чтобы каждая пушка "стреляла" только по своим пятнам люминофора, в каждом цветном кинескопе имеется специальная цветоделительная маска.

Рис. 14.3. Схема размещения пикселов на экране монитора

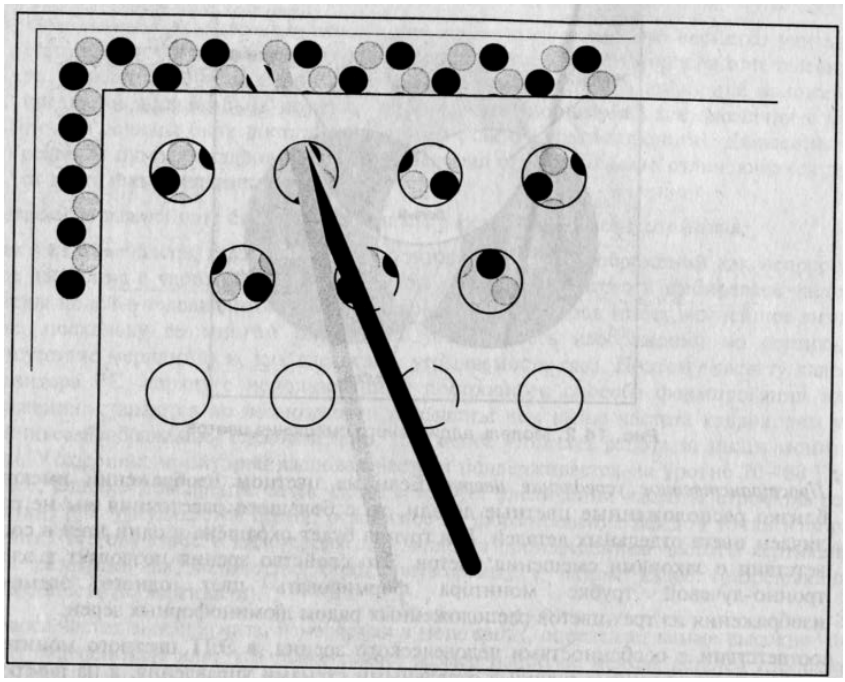


Рис. 14.4. Полная модель образования цветов на экране монитора

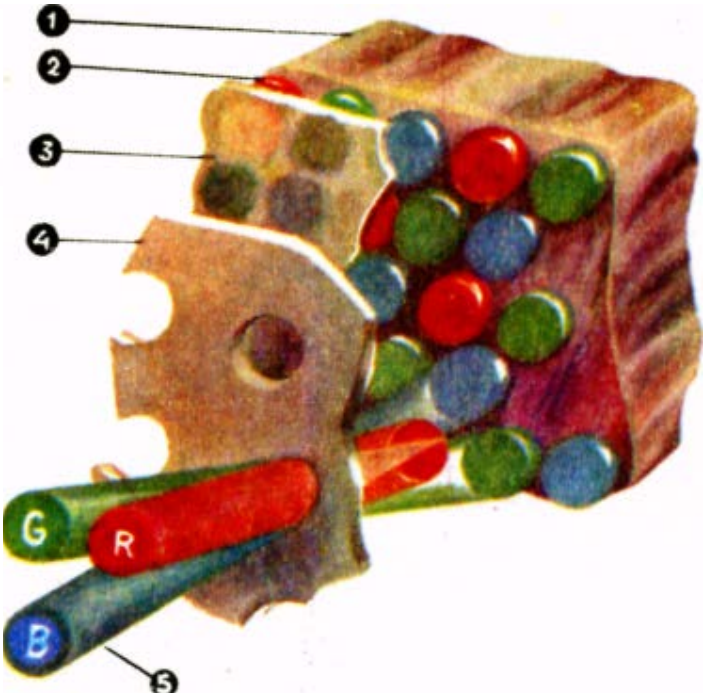


Рис. Устройство экрана кинескопа с дельтаобразным расположением электронных пушек:

1— стеклянное дно кинескопа; 2 — мозаичный слой люминофора; 3 — алюминиевая пленка; 4 - теневая маска; 5 — электронные лучи

В зависимости от расположения электронных пушек и конструкции цветоделительной маски различают ЭЛТ четырех типов, используемых в современных мониторах: - ЭЛТ *с теневой маской (Shadow mask)* и дельтаобразным расположением электронных пушек — наиболее распространенные ЭЛТ (рис. 14.5, *а);*

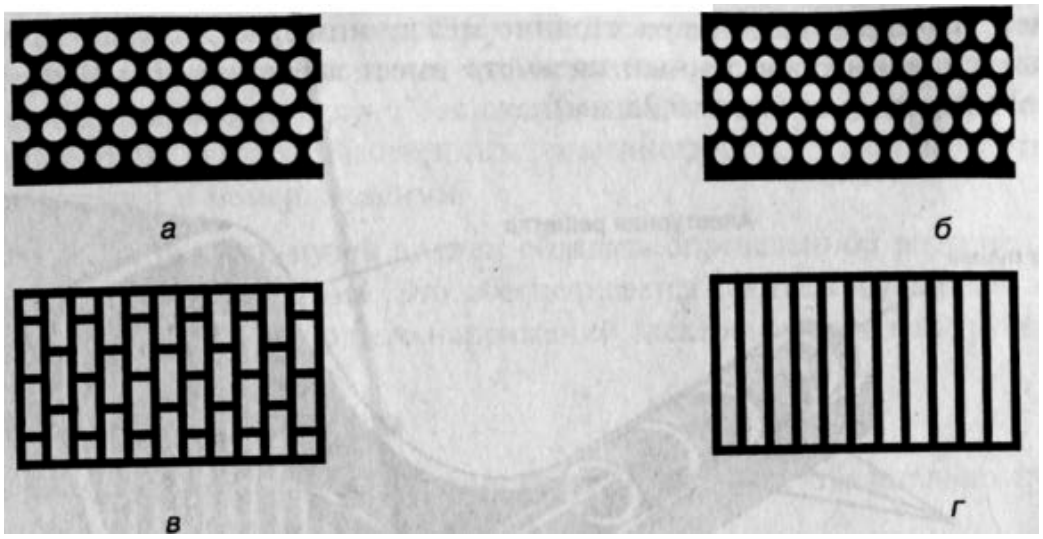
- ЭЛТ с *улучшенной теневой маской (EDP — Enhanced Dot Pitch)* и планарным расположением электронных пушек, обеспечивающие повышенное разрешение (такими ЭЛТ оснащены мониторы фирмы Hitachi) (рис. 14.5, б);

- ЭЛТ со *щелевой маской (Slot mask)* — этот тип ЭЛТ, широко используемый в телевизорах, применяется в мониторах фирмы NEC и носит название Cromaclear (рис. 14.5, *в);*

- ЭЛТ с *апертурной решеткой (Aperture grill, AG),* к которым относятся ЭЛТ типа Trinitron фирмы Sony, DiamondTron фирмы Mitsubishi и SonicTron фирмы ViewSonic (рис. 14.5, *г).*

Теневая маска представляет собой металлическую пластину из специального материала — инвара — с системой отверстий, соответствующих триадам точек люминофора, нанесенным на внутреннюю поверхность кинескопа (рис. 14.6). Очень низкий коэффициент линейного расширения инвара обеспечивает стабильность формы теневой маски при ее разогреве за счет электронной бомбардировки.

Рис. 14.5. Типы цветоделительной маски



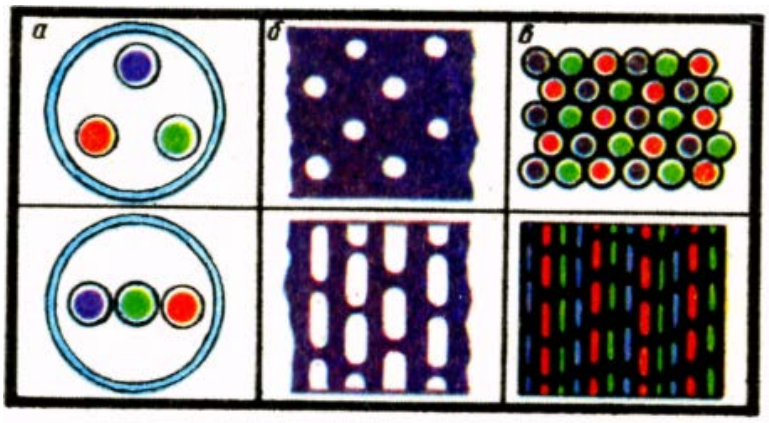


Рис. . Кинескопы с дельтаобразным и планарным расположением электронных пушек:

а — расположение катодов; б — структура теневой маски; в — структура экрана

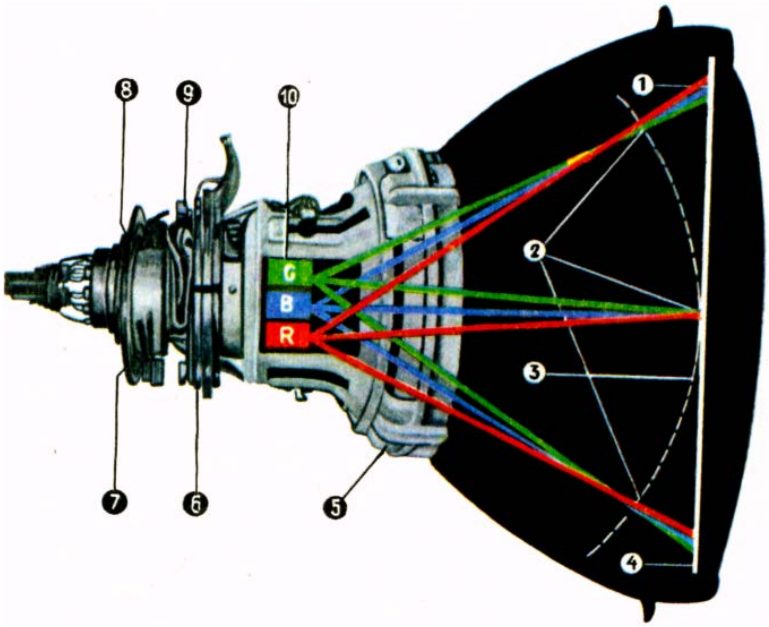


Рис. 2.9. Трехлучевой масочный кинескоп с дельтаобразным расположением электронных пушек:

1 — расходящиеся пучки; 2 — точки сходимости; 3 — сфера, на которой обеспечивается сходимость; 4 — плоскость маски; 5 — отклоняющая система; 6 — электромагнит динамического сведения; 7 — регулировочный диск магнита «синего» луча; 8 — магнит чистоты цвета; 9 — магнит статического сведения; *10*—электронные пушки

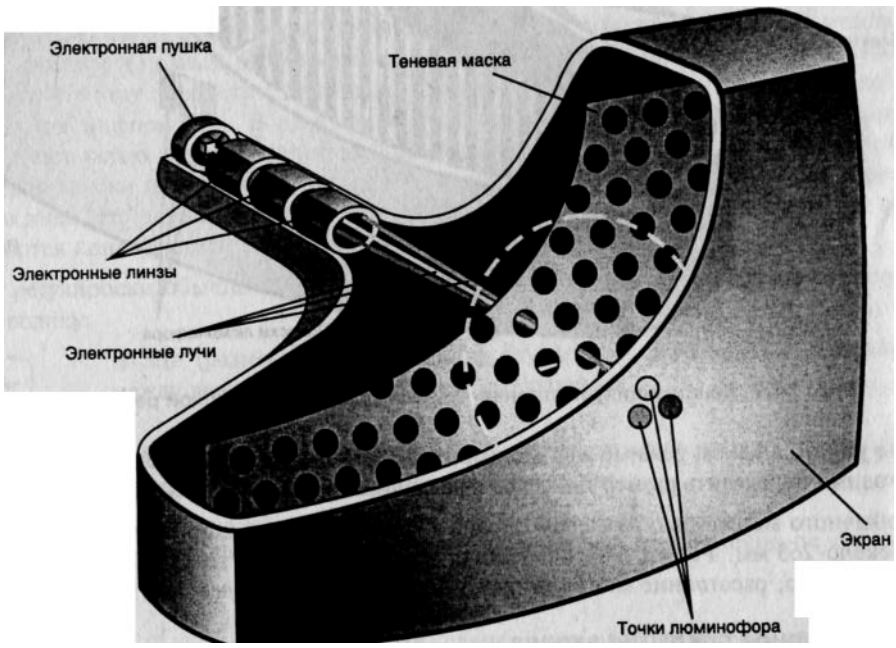


Рис. 14.6. Конструкция электронно-лучевой трубки с теневой маской

Апертурная решетка образована системой щелей, выполняющих ту же функцию, что и отверстия в теневой маске (рис. 14.7).

Размер точек люминофора, необходимый для обеспечения требуемого разрешения, зависит от размеров экрана. Чем больше нужно разместить точек и чем меньше экран, тем плотнее приходится располагать точки.

При прочих равных условиях четкость изображения на мониторе тем выше, чем меньше размер точки люминофора *(Dot Pitch)* на внутренней поверхности экрана.

Размер точек, а точнее, среднее расстояние между ними, называется *зерном.* У различных моделей мониторов данный параметр имеет значение от 0,21 до 0,41 мм (у хороших мониторов — не более 0,28 мм).

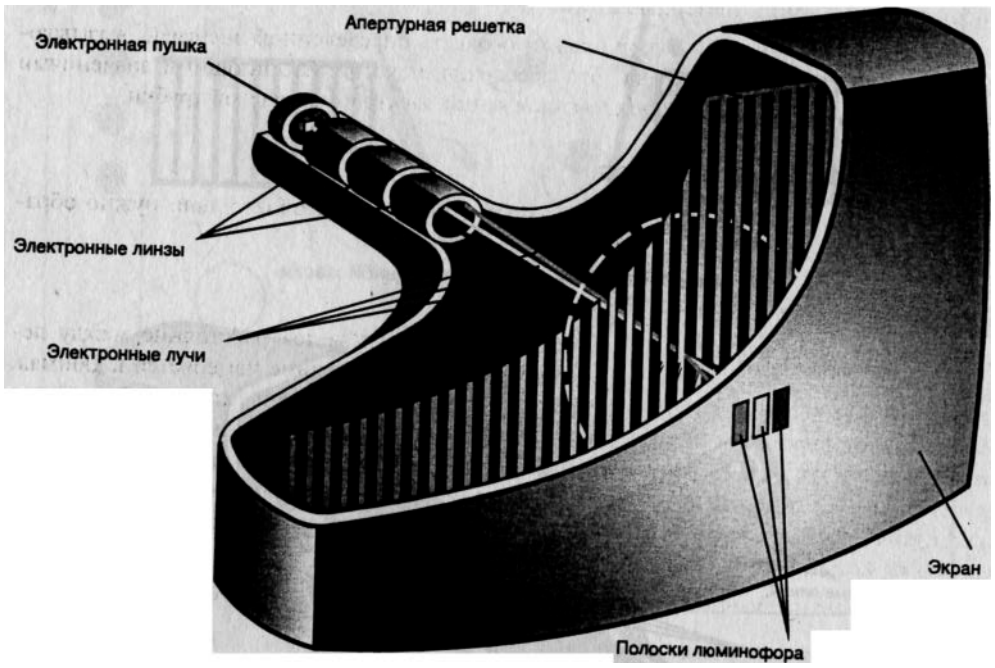


Рис. 14.7. Конструкция электронно-лучевой трубки с апертурной решеткой

Чтобы узнать, в каком режиме ваш монитор еще может разделять отдельные пикселы, необходимо определить размер пикселов в различных режимах работы монитора. Для обычного монитора с размером экрана 14" по диагонали ширина экрана составляет около 265 мм. Режим 640x480 требует отображения 640 точек на одну линию. Следовательно, расстояние между точками должно быть не более 0,41 мм (265/640).

Люминофорное покрытие экрана

Качество люминофора определяется составом и свойствами химических элементов, из которых его получают. В дешевых химических соединениях используются частицы, которые хотя и высвечиваются при попадании на них электронного пучка, но имеют короткий период послесвечения.

Высвеченные пикселы экрана должны продолжать светиться в течение времени, которое необходимо электронному лучу, чтобы просканировать весь экран и вернуться снова для активизации данного пиксела при прорисовке уже следующего кадра. Следовательно, минимальное время послесвечения должно быть не меньше периода смены кадров изображения — 20 мс. При невыполнении этого требования появляется мерцание изображения. При использовании высококачественных и дорогих материалов такой эффект не наблюдается. Каждая точка светится ровно столько, сколько необходимо лучу для сканирования всего экрана. Изображения на экранах, покрытых высококачественным люминофором, кажутся контрастными, абсолютно чистыми и немерцающими.

Вместе с тем, электронный пучок должен обладать определенной энергией, вызывающей послесвечение точек экрана. Это обеспечивается соответствующими значениями анодного (высокого) и ускоряющего напряжений элек-

тронно-лучевой трубки.

Характеристики мониторов

В этом разделе рассмотрим те характеристики, на которые обязательно нужно обращать внимание при покупке монитора.

Диагональ экрана монитора

Диагональю экрана монитора, как и телевизора, называется расстояние между левым нижним и правым верхним углом экрана. Это расстояние измеряется в дюймах. Не пугайте этот параметр с диагональю рабочей области экрана, доступной для отображения информации. В отличие от телевизоров многочисленные производители ; под диагональю экрана понимают геометрический размер диагонали электроннолучевой трубки и не учитывают размеры черного поля, расположенного по периметру экрана. Это черное поле не входит в рабочую область экрана. Размеры его определяются конструкцией электронно-лучевой трубки.

Все регулировки обычно обозначены английскими терминами и имеют следующую символику:

H-Size (размер по горизонтали) служит для регулировки расстояния между левым и правым краями изображения

V-Size (размер по вертикали) служит для регулировки расстояния между верхним и нижним краями изображения

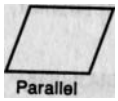
H-Shift (сдвиг по горизонтали) сдвигает все изображение по горизонтали

V-Shift (сдвиг по вертикали) сдвигает все изображение по вертикали

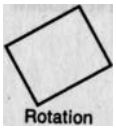
Sidepin — служит для выравнивания вертикальных линий растра (коррекции подушкообразных искажений)

Balance — служит для выравнивания вертикальных линий растра (коррекции искажений типа "полумесяц")

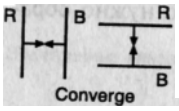
Keystone — служит для выравнивания вертикальных линий растра (коррекции трапецеидальных искажений)



Parallel — служит для выравнивания вертикальных линий растра (коррекции искажений типа "параллелограмм")



Rotation — вращает растр относительно центра экрана



Converge (сведение) — регулировки для статического (по всей плоскости растра) сведения красного (R) и синего (B) лучей (линий). Эта регулировка имеется у мониторов с диагональю экрана 17" и более.

В плане регулировки геометрических размеров изображения на экране электроннолучевой трубки очень удобны мониторы с цифровым управлением, у которых выполненная один раз юстировка изображения запоминается цифровым способом. При юстировке на непрогретом мониторе по краям экрана должна оставаться темная полоса шириной около 5 мм. Это необходимо, поскольку в процессе длительной работы монитора и его нагрева изображение может расширяться и порой выходит за края рабочего поля электронно-лучевой трубки.

В настоящее время в качестве стандарта для PC выделились мониторы с диагональю 17", что примерно соответствует 40—43 см диагонали видимой области. Для профессиональной работы, особенно с настольными издательскими системами и САПР, лучше использовать монитор размером 19" или 21".

Размер зерна экрана (Dot Pitch)

Качество изображения в значительной степени зависит от типа используемой цветоделительной маски. Важнейшей характеристикой маски является расстояние между ближайшими отверстиями, предназначенными для луча одного цвета. Очевидно, что это расстояние определяется размером зерен люминофора, образующих триаду (в идеале эти размеры совпадают). Например, для теневой маски этот параметр называется *шаг точки (Dot Pitch).* Для апертурной решетки используют понятие *шаг полосы (Strip Pitch).* Расстояние между отверстиями маски измеряется в миллиметрах.

Примечание

Очень часто в обиходе для любого типа ЭЛТ используют один термин — Dot Pitch — не совсем правильная, но устоявшаяся практика, поэтому, используя данный термин, следует помнить, что для различных ЭЛТ данный параметр определяется по-разному (рис. 14.8).

Чем меньше расстояние между отверстиями в теневой маске и чем больше этих отверстий, тем выше качество изображения. Проведем аналогию с матричными принтерами: печатное изображение у 24-игольчатого принтера значительно лучше, чем у 9-игольчатого, т. к. в первом случае на одном и том же знакоместе иголки ударяют на значительно меньшем расстоянии друг

от друга.

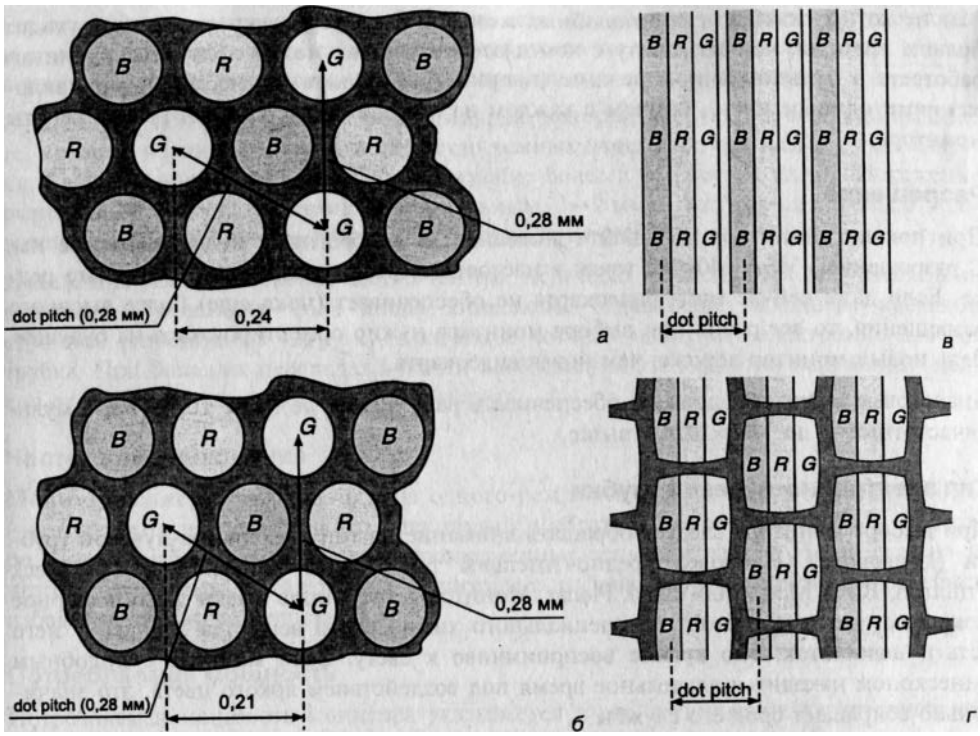


Рис. 14.8. Трактовка параметра Dot Pitch для ЭЛТ различных типов

Расстояние между отверстиями теневой маски часто отождествляют с зерном экрана монитора. В принципе, это вполне оправданно, поскольку оба параметра должны быть равны. Однако это условие выполняется не всегда, а в зависимости от технологии и качества производства электронно-лучевой трубки. Кроме того, расстояние между отверстиями теневой маски не является наглядной характеристикой качества экрана монитора, а зерно можно увидеть непосредственно с помощью увеличительного стекла Поэтому здесь и далее при обсуждении качества монитора будем иметь в виду размер зерна экрана, оговаривая случаи, когда будем говорить о параметрах маски. Все мониторы с зерном более 0,28 мм относятся к категории дешевых и грубых Лучшие мониторы имеют зерно 0,24 мм, а у самого качественного известного нам монитора (и, естественно, самого дорогого) эта величина равна 0,21 мм.

Возможности установки параметров

Следующим показателем качества монитора является уже упомянутая выше возмож ность запоминания однажды установленных регулировок геометрических парамет ров изображения для соответствующих значений частот разверток и разрешений. Очевидно, что монитор, который всегда восстанавливает предварительно установ ленные значения параметров настройки, предпочтительнее того, который необходи мо каждый раз регулировать заново.

Мы не хотим сказать, что у подобных мониторов на установку параметров уходит больше времени, чем на работу с компьютером, но так может получиться, если вы работаете в мультизадачном режиме (например, в

Windows) с несколькими приложениями одновременно, причем в каждом из них используется свой режим работы монитора.

Разрешение

При покупке монитора обращайте внимание на разрешение, поддерживаемое им. С разрешением VGA 640x480 точек в настоящее время работают относительно редко. Если даже сейчас ваша видеокарта не обеспечивает (пока еще) более высокого разрешения, то все равно при выборе монитора нужно ориентироваться на будущее. Ведь новый монитор дороже, чем новая видеокарта.

Аналоговые мониторы должны обеспечивать разрешение не ниже 1024x768, а мультичастотные — до 1280x1024 и выше.

Тип электронно-лучевой трубки

При выборе монитора следует обращать внимание на тип электронно-лучевой трубки (кинескопа). Наиболее предпочтительны такие типы кинескопов, как Black Trinitron, Black Matrix или Black Planar. Мониторы этих типов имеют люминофорное покрытие, которое состоит из специального химического вещества. Однако у него есть и недостаток: оно крайне восприимчиво к свету. Если монитор с подобным кинескопом находится длительное время под воздействием яркого цвета, это значительно сокращает срок его службы.

(Примечание

Качество экрана монитора является решающим фактором для сохранности зрения пользователя PC, поэтому при покупке выбирайте монитор не только с позиции толщины вашего кошелька. Дешевый монитор хорош для кармана, но не для зрения. Наши собственные наблюдения позволяют сделать вывод, что интенсивная работа в течение многих часов является очень сильной нагрузкой на глаза.

Другим недостатком является большое различие между представлением уровней светлого и темного. Данные кинескопы исключительно контрастны, но это не является показателем качества ЭЛТ. Помните о том, что кинескоп — это источник искусственного света, с которым нужно работать длительное время.

Возьмите за правило делать регулярные паузы при работе с монитором, чтобы давать отдых глазам.

Искажения

Монитор, у которого круг рисуется прямоугольником, конечно же, никуда не годится. Плох и монитор, у которого прямоугольник изображается с углами, меньшими 90°. Однако все современные мониторы практически лишены этих недостатков. Вы обращаете внимание на эти подушкообразные ис-

кажения прежде всего при вытягивании изображения на экране далеко вверх, вниз, вправо или влево.

Геометрические искажения легко выявить, если вывести регулировки контрастности и яркости на максимум, а также можно проверить по тестовой таблице (как и в телевизорах), которую имеют многочисленные программы для видеокарт.

Существуют искажения еще одного типа, на которые следует обращать внимание: те, которые возникают при резких светло-темных переходах, так называемые *тянучки.* Если у монитора 14" подобное искажение более 5 мм, то это плохо. Искажение размером не более 3 мм является нормальным, 1—2 мм — это хорошо. Только у совершенных мониторов "тянучки" практически отсутствуют.

Искажения изображения на светло-темных переходах объясняются значительными перепадами мощности тока анода кинескопа, отдаваемой выходным каскадом строчной развертки на нагрузку, в качестве которой выступает электронно-лучевая трубка. При больших перепадах яркости изображения степень этих искажений зависит от мощности строчного трансформатора.

Частота переключения

Монитор должен переключаться из одного режима в режим с другим разрешением (прежде всего, из графического в текстовый и обратно) без особых проблем и быстро. Иногда наблюдаются яркие кратковременные вспышки растра. Не следует из-за этого беспокоиться, хотя хорошие мониторы с цифровым управлением должны быть избавлены от такого недостатка.

Потребляемая мощность

Потребляемая мощность монитора указывается в его технических характеристиках или, возможно, на стандартном шильдике с обратной стороны корпуса монитора.

У мониторов 14" потребляемая мощность не должна превышать 60 Вт. Чем больше потребляемый монитором ток, тем выше его нагрев. Хотя еще есть мониторы, потребляющие 60—80 Вт, они должны заменяться более экономичными. Мониторы с мощностью более 80 Вт в холодное время могут заменить дополнительный обогреватель — это их лучшее применение.

Все приведенные выше значения соответствуют мониторам с диагональю 14". Большие по размерам мониторы имеют, соответственно, большую потребляемую мощность.

Антибликовое покрытие

Все мониторы должны иметь антибликовое покрытие. При напылении поверхность экрана обрабатывается при помощи воздушного пистолета, в котором находятся песочные частицы. Такой метод характерен для дешевых мониторов. Его недостатком является то, что графика и картинки на таком экране не могут быть резкими, изображение становится смазанным и рых-

лым.

Лучший способ покрытия кинескопа — нанесение специального антибликового слоя: на поверхность экрана электронно-лучевой трубки наносится химическое вещество, обеспечивающее эффект, в результате которого свет не может отражаться от поверхности. Этот метод применяется в высокочувствительных приборах, таких как фотоаппараты, микроскопы, очки и т. д. Антибликовый слой можно узнать по пленке с голубым оттенком.

При подобной обработке поверхность не будет волнистой, как при напылении, а останется без изменения, поэтому контуры изображения будут совершенно четкими. Недостаток этого метода — значительные затраты, необходимые для нанесения антибликового слоя.

Излучение и защитные экраны

Медицинские исследования показали, что излучение, сопровождающее работу монитора, может весьма отрицательно сказываться на здоровье человека.

(Примечание)

Спектр этого излучения достаточно широк: это и рентгеновское излучение, и инфракрасное, и радиоизлучение, а также электростатические поля. Именно поэтому, приобретая монитор, не следует забывать о защитном экране (фильтре) к нему.

По технологии изготовления защитные фильтры бывают следующих видов:

- сеточные
- пленочные
- стеклянные

Их защитные свойства и цена возрастают в порядке перечисления. Фильтры могут крепиться к передней стенке монитора, навешиваться на верхний край, вставляться в специальный желобок вокруг экрана или надеваться на монитор. Сеточные фильтры практически не защищают от электромагнитного излучения и статического электричества. Кроме того, они несколько ухудшают контрастность изображения. Однако эти фильтры неплохо ослабляют блики от внешнего освещения, что при интенсивной работе за компьютером является немаловажным фактором. Пленочные фильтры также не защищают от статического электричества, но значительно повышают контрастность изображения, практически полностью поглощают ультрафиолетовое излучение и снижают уровень рентгеновского излучения. Обычные пленочные фильтры стоимостью 3—7 USD плохо защищают от бликов внешнего излучения, однако существуют также поляризационные пленочные фильтры, например фирмы Polaroid, которые способны поворачивать плоскость поляризации отраженного света и подавлять возникновение бликов.

Поляризационные фильтры, как правило, стоят дороже обычных.

Стеклянные фильтры производятся в нескольких модификациях. Простые стеклянные фильтры стоимостью 3—10 USD снимают статический заряд, ослабляют низкочастотные электромагнитные поля, снижают интенсивность ультрафиолетового излучения и повышают контрастность изображения.

Выпускаются также стеклянные фильтры категории *полная защита.* Они обладают наиболее полной совокупностью защитных свойств: практически не дают бликов (доля отраженного света составляет менее 1%), повышают контрастность изображения в полтора-два раза, устраняют электростатическое поле и ультрафиолетовое излучение, значительно снижают низкочастотное магнитное (менее 1000 Гц) и рентгеновское излучение. Эти фильтры изготавливаются из специального стекла, легированного атомами тяжелых металлов, и имеют сложное многослойное покрытие. Стоят такие фильтры недешево — порядка 70—100 USD.

Современные мониторы (класса *low radiation)* не требуют защитного экрана. Экран их ЭЛТ выполнен из специального стекла, которое значительно ослабляет все виды излучений. По своей конструкции это стекло аналогично защитным экранам, которые используются совместно с обычными мониторами. Экран монитора такого класса имеет характерную матовую поверхность, которая устраняет блики. Такие мониторы имеют более чувствительный люминофор, который обеспечивает ту же яркость свечения при менее интенсивной электронной бомбардировке. В результате удается значительно снизить величину ускоряющего анодного напряжения, а вместе с ним — интенсивность рентгеновского излучения. Кроме того, меньшая скорость соударения снижает температуру разогрева люминофора, в результате чего уменьшается интенсивность инфракрасного и ультрафиолетового излучений. Снижение электростатического потенциала достигается использованием специальных экранирующих материалов, соединенных с заземляющим проводом. В результате принятия указанных мер отпадает необходимость использования специальных защитных экранов, которые считались непременным атрибутом первых мониторов.

Срок службы

Относительно надежный критерий для оценки продолжительности работы монитора — это количество выделяемого им тепла. Если монитор очень сильно нагревается, то можно ожидать, что срок его службы будет невелик. Если же монитор в течение долгого времени остается чуть теплым, то это указывает на небольшие потери энергии и предполагаемый длительный срок службы. Монитор, корпус которого имеет большое количество вентиляционных отверстий, соответственно хорошо охлаждается. Хорошее охлаждение препятствует быстрому выходу его из строя.

Примечание

Проводите при покупке монитора своеобразный "тепловой тест". Если его корпус кажется только теплым, тогда это хороший монитор.

Мультимедийные мониторы

Что такое *мультимедийный монитор* и каким требованиям он должен удовлетворять? Формальным признаком мультимедийности монитора принято считать наличие встроенной акустической системы. Однако реалистичность изображения на его экране все же играет первоочередную роль. Реализм обеспечивается, во-первых, размерами изображения и, во-вторых, его качеством. Сравните свои впечатления от просмотра кинофильма на большом экране и по телевизору. Различие в восприятии обусловлено отсутствием в кинозале отвлекающих факторов и высоким качеством изображения и звука, чего трудно добиться в домашних условиях. Поэтому истинно мультимедийным может считаться только тот монитор, который:

- обеспечивает перекрытие поля зрения оператора;
- формирует изображение высокого качества;
- имеет встроенную акустическую систему.

Перекрытие поля зрения пользователя необходимо для того, чтобы исключить влияние многочисленных отвлекающих факторов окружающей обстановки, что особенно важно для пользователя при работе с игровыми приложениями. Реально эту задачу решает монитор с диагональю экрана не менее 17". Как правило, такие мониторы отличаются зерном небольшого размера (не более 0,27—0,28 мм) и имеют частоту строк не менее 70 кГц, что обеспечивает четкое изображение, лишенное мерцаний. Тем самым выполняются первые два из ранее названных требований. Следующим непременным атрибутом мультимедийного монитора является наличие встроенной акустической системы и микрофона. Кроме того, на передней панели такого монитора должны находиться регулятор громкости и гнезда для подключения стереофонических головных телефонов (наушников) и внешнего микрофона. Мультимедийные мониторы первых моделей имели навесные акустические системы (рис. 14.9, слева) по бокам — "уши", которые портили общий дизайн. В современном мониторе колонки устанавливаются внутри его корпуса (рис. 14.9, справа) и располагаются либо по бокам от экрана (что более предпочтительно), либо под экраном. Благодаря такому размещению акустической системы не только экономится место на рабочем столе, но и более гармонично воспринимается пользователем изображение и сопровождающий его звук.

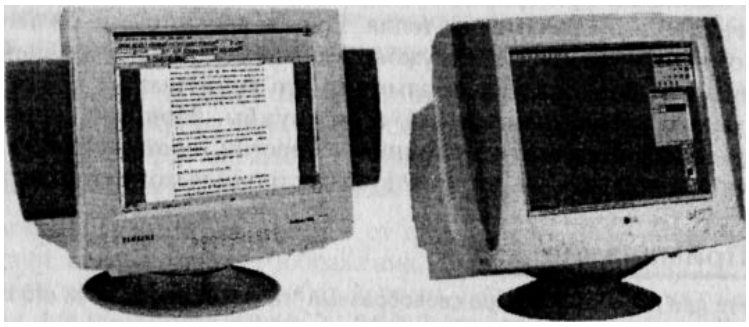


Рис. 14.9. Мультимедийные мониторы

При наличии встроенной акустической системы накладываются специфические требования на форму и конструкцию корпуса монитора. Он должен иметь не только привлекательный дизайн, но и обеспечивать необходимые для получения качественного звука резонансные свойства.

Акустическая система монитора характеризуется следующими параметрами:

- максимальной акустической мощностью;
- диапазоном воспроизводимых частот;
- количеством динамических головок в каждом громкоговорителе (колонке);
- коэффициентом нелинейных искажений.

Типичная *акустическая мощность* каждого из громкоговорителей составляет от 1,5 до 5 Вт. Поскольку мощность выходного сигнала звуковой карты значительно ниже, в мультимедийном мониторе имеется встроенный стереофонический усилитель мощности. Как правило, входное сопротивление этого усилителя невелико (около 1 кОм), поэтому на его вход следует подавать сигнал от устройства с аналогичным выходным сопротивлением (например, с выхода звуковой карты, магнитофона или тюнера, предназначенного для подключения головных телефонов). Если же подать на такой усилитель сигнал со стандартного линейного выхода магнитофона или проигрывателя компакт-дисков ($К_{вых}$ = 100 кОм), то звук будет слабым и искаженным. *Диапазон воспроизводимых частот* встроенных (портативных) акустических систем обычно составляет от 100 Гц до 17—20 кГц, что значительно хуже, чем у бытовых акустических систем, особенно на низких частотах (т. к. размеры корпуса встроенных колонок ограничены, нельзя добиться резонанса на низких частотах). В зависимости от количества динамических головок (динамиков) колонки могут быть *одно-* и *двухполосными.* В однополосной колонке имеется только один широкополосный (универсальный) динамик, который воспроизводит всю полосу звуковых частот. Это самый дешевый и распространенный вариант, однако с помощью единственного динамика не удается получить достаточно широкий диапазон воспроизводимых частот и равномерную частотную характеристику. Лучшие характеристики имеют двухполосные колонки с двумя динамиками для раздельного воспроизведения низких и высоких частот. Мониторы с двухполосной акустической

системой стоят значительно дороже, чем с однополосной.

Еще одним показателем качества акустической системы и встроенного усилителя мощности является *коэффициент нелинейных искажений (коэффициент гармоник),* показывающий относительную долю побочных мешающих частот (гармоник), искажающих оригинальное звучание фонограммы. Чем выше громкость, тем сильнее заметны искажения в виде хрипов, дребезжания и других посторонних звуков. Если для бытовых акустических систем этот показатель не должен превышать десятых и даже сотых долей процента, то для портативных и встроенных систем он может составлять единицы процентов.

Очевидно, что до уровня специализированных акустических систем класса Hi-Fi акустическое оборудование мультимедийного монитора явно не дотягивает и по-настоящему хороший звук обеспечить не в состоянии. Создаваемый акустической системой стереоэффект также ограничен: ширина монитора значительно меньше ширины минимально необходимой стереобазы (расстояния между левой и правой колонками). Поэтому для ценителей качественного звука мультимедийный монитор — не лучший выбор. Однако для типовых мультимедийных приложений (игр, видеоконференций), где не требуется звук высокою качества, такие мониторы, без сомнения, удобны и полезны. Они позволят сэкономить драгоценное место на рабочем столе и отчасти — деньги на приобретение отдельных колонок.

Плоскопанельные мониторы

Несмотря на широкое распространение, мониторы на основе ЭЛТ имеют ряд существенных недостатков, ограничивающих (а порой и делающих невозможным) использование мониторов. Такими недостатками являются: - большие масса и габариты;

- значительное энергопотребление, наличие тепловыделения; - излучения, вредные для здоровья человека; - значительная нелинейность растра, - сложность ее коррекции.

Первые два недостатка не позволяют использовать мониторы на основе ЭЛТ в переносных компьютерах типа Laptop и Notebook, остальные осложняют работу оператора и наносят вред его здоровью.

Однако главными недостатками обычных мониторов все же являются большие габариты, масса и энергопотребление. Для устранения этих недостатков были разработаны малогабаритные дисплеи на основе жидких кристаллов, которые в дальнейшем будем называть *ЖК-мониторами.* Главное отличие ЖК-монитора от обычного состоит в том, что он совершенно плоский (рис. 14.10). По этой причине мониторы подобного типа, кроме того, являются еще и *плоскопанельными.*

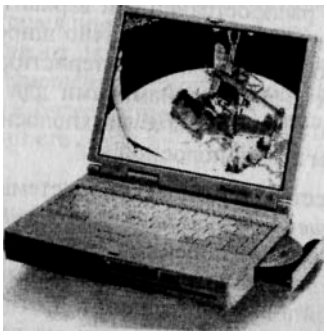


Рис. 14.10. PC типа Notebook, оснащенный ЖК-монитором

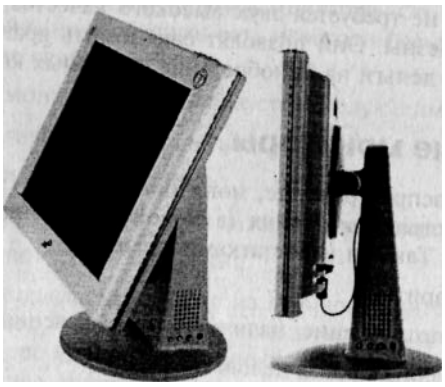


Рис. 14.11. Плоскопанельный монитор i612 фирмы ADI

Основными представителями плоскопанельных мониторов в настоящее время явля-ются ЖК-мониторы Они составляют основную долю рынка плоскопанельных мо-ниторов с экраном размером 13-17", поэтому устройство и принцип действия плоскопанельных мониторов на основе жидких кристаллов рассмотрим более подробно.

Жидкокристаллические мониторы

Основным элементом ЖК-монитора или иначе LCD-монитора *(Liquid Crystal Display)* является ЖК-экран, состоящий из двух панелей, выполненных из стекла, между которыми размещен слой жидкокристаллического вещества. Эти стеклянные панели обычно называют *подложками.* Как и в обычном мониторе, экран ЖК-монитора представляет собой совокупность отдельных элементов — ЖК-ячеек, каждая из которых генерирует 1 пиксел изображения. Однако, в отличие от зерна люминофора ЭЛТ, ЖК-ячейка сама не генерирует свет, а лишь управляет интенсивностью проходящего света, поэтому ЖК-мониторы всегда используют подсветку.

Принцип действия ЖК-монитора

По сути ЖК-ячейка представляет собой электронно-управляемый светофильтр, принцип действия которого основан на эффекте поляризации световой волны. Жидкокристаллическое вещество, размещенное между подложками, имеет молекулы вытянутой формы, называемые *нематическими.* Бла-

годаря этому молекулы ЖК-вещества имеют упорядоченную ориентацию, что приводит к появлению *оптической анизотропии,* при которой показатель преломления ЖК-вещества зависит от направления распространения световой волны. Если нанести на подложки мелкие бороздки, то молекулы ЖК-вещества будут ориентированы вдоль этих бороздок. Другим важным свойством ЖК-вещества является зависимость ориентации молекул от направления внешнего электрического поля. Используя два этих свойства, можно создать электронно-управляемый светофильтр.

Технология Twisted Nematic

В ЖК-мониторах чаще всего используются ЖК-ячейки с "твистированной" (twisted) (закрученной на 90°) ориентацией молекул (рис. 14.12, *а).* Для создания такой ячейки применяются подложки, у которых ориентирующие канавки также развернуты друг относительно друга на угол 90°. Такая ячейка называется *твистированной нематической (Twisted Nematic).* Проходя через эту ячейку, плоскость поляризации световой волны также поворачивается на 90°. Помимо ориентирующего действия, подложки ЖК-ячейки играют роль поляризационных фильтров, поскольку пропускают световую волну только с линейной поляризацией. Верхняя подложка называется *поляризатором,* а нижняя — *анализатором.* Векторы поляризации подложек так же, как и векторы их ориентирующего действия, развернуты на 90° друг относительно друга. При отсутствии внешнего электрического поля падающий на ячейку свет проходит через поляризатор и приобретает определенную поляризацию, совпадающую с ориентацией молекул жидкокристаллического вещества у поверхности поляризатора. По мере распространения света по направлению к нижней подложке (анализатору) его плоскость поляризации поворачивается на 90°. Достигнув анализатора, свет свободно проходит через него, поскольку плоскость его поляризации совпадает с плоскостью поляризации анализатора. В результате ЖК-ячейка оказывается прозрачной.

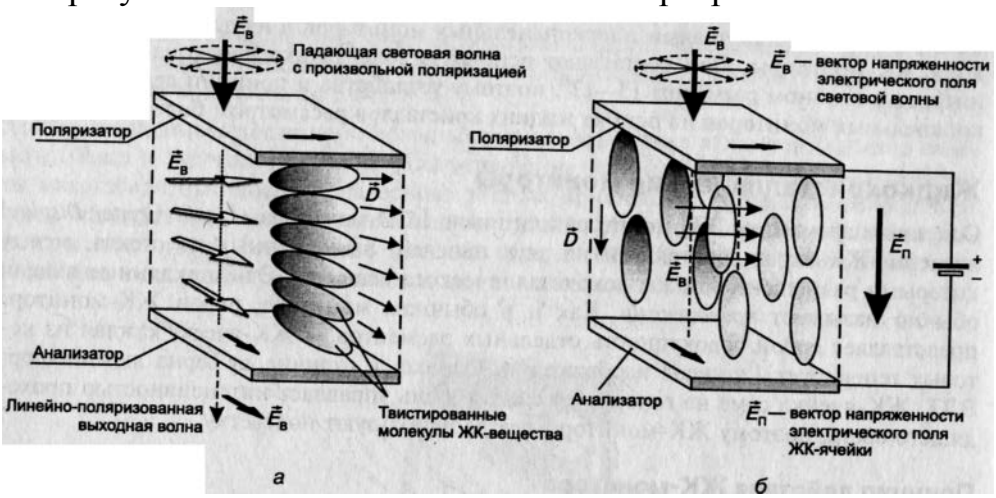


Рис. 14.12. Принцип действия ячейки ЖК-монитора

Ситуация изменится, если к подложкам приложить напряжение 3—10 В. В этом случае между подложками возникнет электрическое поле и молекулы жидкокристаллического вещества расположатся параллельно силовым лини-

ям поля (рис. 14.12, *б).* Твистированная структура жидкокристаллического вещества исчезает, и поворота плоскости поляризации проходящего через него света не происходит. В результате плоскость поляризации света не совпадает с плоскостью поляризации анализатора, и ЖК-ячейка оказывается непрозрачной.

Подсветка ЖК-экрана

При работе с ЖК-ячейкой, принцип действия которой описан выше, используется *просветная система подсветки.* При использовании *отражательной системы* ЖК-ячейка дополнительно снабжается специальным зеркалом, расположенным за анализатором, и отражающим прошедший через него свет (рис. 14.13, *а).* Если напряжение между подложками отсутствует, то поворот плоскости поляризации света происходит дважды: при распространении света в прямом и обратном направлениях. При обратном распространении поляризатор выполняет функцию анализатора и пропускает отраженный от зеркала свет. Если к подложкам приложить напряжение, падающий свет поглотится анализатором и не дойдет до зеркала. Ячейка оказывается темной. Изображение на экране ЖК-мониторов с такими ячейками хорошо видно только при достаточном внешнем освещении.

В комбинированной, *отражательно-просветной системе подсветки* используется полупрозрачное зеркало, за которым размещается лампа подсветки (рис. 14.13, *б).* В результате ЖК-ячейка может работать как на просвет, так и на отражение. Комбинированная система подсветки является наиболее эффективной, поскольку позволяет работать при любом освещении. В настоящее время именно она получила наиболее широкое распространение.

В зависимости от места расположения подсветки экраны бывают с *подсветкой сзади (backlight,* или *back/it)* и с *подсветкой по бокам (sidelihgt,* или *sidelit).*

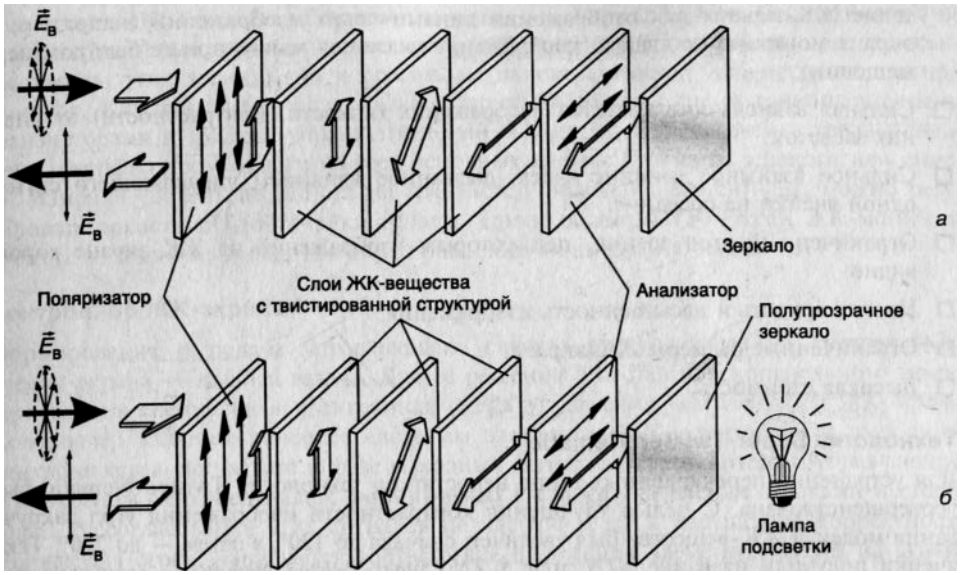


Рис. 14.13. Отражательная (а) и отражательно-просветная (б) системы подсветки ЖК-ячейки

В качестве ламп подсветки ЖК-экранов используют специальные электролюминесцентные лампы с холодным катодом, характеризующиеся низким энергопотреблением. Работу ламп подсветки в ЖК-мониторе обеспечивает так называемый блок стартера. Лампы располагаются горизонтально в верхней и нижней частях панели. В более прогрессивных панелях для обеспечения равномерности освещения используется четырехламповая система подсветки, причем лампы располагаются попарно в верхней и нижней частях панели. Отметим, что в двухламповой системе потеря яркости одной из ламп приводит к появлению затемнения изображения в верхней или нижней частях монитора. Четырехламповые системы свободны от этого недостатка, поскольку снижение яркости одной из двух ламп в паре не приводит к заметному ухудшению освещенности экрана. Четырехламповые системы впервые стали применяться в 17-дюймовых ЖК-мониторах, поскольку там дефект двухламповой системы выражен наиболее ярко. В настоящее время подобная система применяется и в 15-дюймовых мониторах.

Если пиксел изображения образован единственной ЖК-ячейкой, изображение на экране будет монохромным. Для получения цветного изображения ЖК-ячейки объединяют в триады, снабдив каждую из них светофильтром, пропускающим один из трех основных цветов.

Недостатки технологии Twisted Nematic

Благодаря применению технологии Twisted Nematic была решена проблема габаритов и энергопотребления, однако эта технология имеет ряд серьезных недостатков.

- Низкое быстродействие ячеек — на изменение ориентации молекул жидкокристаллического вещества требовалось до 500 мс, что не позволяло использовать такие ЖК-экраны для отображения динамических изображений (например, на экране монитора пропадало изображение указателя мыши при ее быстром перемещении).

- Сильная зависимость качества изображения (яркости, контрастности) от внешних засветок.

- Сильное взаимное влияние ячеек, вызванное влиянием управляющего сигнала одной ячейки на соседние.

- Ограниченный угол зрения, под которым изображение на ЖК-экране хорошо видно.

- Низкая яркость и насыщенность изображения. - Ограниченные размеры ЖК-экрана. - Высокая стоимость.

Технология Super-Twisted Nematic

Для устранения перечисленных выше недостатков технология Twisted Nematic была усовершенствована. С целью улучшения контрастности изображения угол закручивания молекул ЖК-вещества был увеличен сначала до 120°, а затем — до 270°. Такие ячейки получили название *STN,* или *S-TN (Su-*

per-Twisted Nematic — сверхзакручен-ные нематические ячейки).

Технология Dual Super-Twisted Nematic

Дальнейшим шагом в этом направлении стало использование не одной, а двух ячеек одновременно, последовательно поворачивающих плоскость поляризации в противоположных направлениях. Эта технология получила название *DSTN (Dual Super-Twisted Nematic* — двойные сверхзакрученные нематические ячейки).

Двойное сканирование ЖК-экрана

Проблема низкого быстродействия ЖК-ячеек была частично решена путем использования так называемого *двойного сканирования,* когда весь ЖК-экран разбивается на четные и нечетные строки, обновление которых выполняется одновременно. Двойное сканирование совместно с использованием более подвижных молекул позволило снизить время реакции ЖК-ячейки до 150 мс и значительно повысить частоту обновления экрана.

Технология TFT

Радикально повысить контрастность и быстродействие ЖК-экранов позволила так называемая *технология активных ЖК-ячеек.* От обычной (пассивной) активная ЖК-ячейка отличается наличием собственного электронного ключа, выполненного на транзисторе. Такой ключ позволяет коммутировать более высокое (десятки вольт) напряжение, используя сигнал низкого уровня (около 0,7 В).

Благодаря применению активных ЖК-ячеек стало возможным значительно снизить уровень сигнала управления и, тем самым, решить проблему частичной засветки соседних пикселов. Поскольку электронные ключи выполняются по тонкопленочной технологии, подобные ЖК-экраны получили название *TFT-экраны (Thin Film Transistor* — тонкопленочный транзистор).

Технология TFT была разработана специалистами фирмы Toshiba. Она позволила не только значительно улучшить показатели ЖК-мониторов (например, яркость, контрастность, угол зрения), но и создать на основе активной ЖК-матрицы цветной монитор. Каждый элемент такой ЖК-матрицы образован тремя тонкопленочными транзисторами и триадой управляемых ими ЖК-ячеек. Каждая ячейка триады снабжена светофильтром одного из трех основных цветов: красного, зеленого или синего. Изменяя уровень поданного на транзистор управляющего сигнала, можно регулировать яркость каждой ячейки триады. Таким образом, TFT-экран ЖК-монитора состоит из таких же триад, как экран обычного монитора на основе ЭЛТ.

Контроллер ЖК-экрана

Формирование и подача управляющего сигнала видеоадаптера на каждую ЖК-ячейку экрана — трудная задача. Для ее решения в состав плоскопанельного монитора входит специальная электронная схема управления — *контроллер ЖК-экрана.* Контроллер является наиболее сложным элементом

ЖК-монитора. Он выполняет синхронизацию по частоте и фазе выходных сигналов видеоадаптера и управляющих ЖК-экраном синхросигналов, формируемых схемами управления строками и столбцами. Рассогласование этих сигналов по частоте ведет к нарушению корректности обновления строк: нарушается соответствие положения элементов растра на экране временным параметрам видеосигнала. В результате этого появляются такие дефекты изображения, как дрожание растра, появление вертикальных линий на изображении либо его полное пропадание. После выравнивания частот указанных сигналов контроллер ЖК-экрана производит их синхронизацию по фазе, что позволяет добиться необходимой фокусировки изображения и полностью устранить его дрожание. Помимо адресации ячеек и синхронизации изображения, контроллер ЖК-экрана выполняет дополнительное аналого-цифровое преобразование видеосигнала. Необходимость преобразования обусловлена тем, что ЖК-экран (как совокупность огромного количества ячеек) представляет собой устройство с цифровым управлением, т. 'е. на схему адресации ячеек необходимо подавать цифровой код. В результате значительно уменьшается количество оттенков цвета, отображаемых ЖК-монитором.

ЖК-экран и контроллер (одна или несколько больших микросхем, иногда называемых *Gate Driver),* который управляет пикселами на экране, т. е. занимается обслуживанием строк и столбцов матрицы, вместе составляют монолитную неразборную конструкцию, которая и продается изготовителем ЖК-панелей изготовителю монитора. Однако для подключения к PC, создания экранного меню (OSD), управления остальными блоками в состав ЖК-монитора входит процессор, размещенный, как правило, на отдельной, главной, плате монитора. С помощью этой платы осуществляется коммутация всех узлов и блоков монитора, а также подключение его к видеоадаптеру PC.

Существуют три способа соединения панели и процессора ЖК-монитора.

- Стандартный
- Использование LVDS
- Использование TMDS

Стандартный. Самый первый и до сих пор нередко встречающийся. Микросхема Gate Driver имеет большое количество входов управления матрицей и еще большее количество выходов (наподобие микросхемы-дешифратора). Входы микросхемы соединяются с аналогичными выходами процессора монитора. Такое соединение требует большого количества соединительных проводов, что отрицательно сказывается на надежности конструкции в целом. К тому же конкретная главная плата разводится только под определенный тип ЖК-панели.

Использование LVDS. Эта технология получила развитие благодаря созданию переносных компьютеров (Notebook). В первых Notebook ЖК-панель подключалась к материнской плате стандартным способом. Если ЖК-монитор представляет собой единую монолитную конструкцию и большое количество соединительных проводов в нем жестко фиксированы, то в случае с Notebook постоянное открывание-закрывание верхней крышки компью-

тера, где и располагается ЖК-дисплей, может привести к повреждению одного или нескольких соединительных проводов. Чтобы минимизировать количество соединительных проводов, было решено использовать соединение типа шифратор—дешифратор. Таким образом были разработаны микросхемы передатчика и соответствующие ему микросхемы приемника. Для соединения передатчика и приемника используются несколько пар проводов LVDS *(Low Voltage Differential Signals* — низковольтные дифференциальные сигналы). В ЖК-мониторах на главной плате размещают LVDS-передатчик (одна или две микросхемы; иногда LVDS-передатчик встраивают в процессор монитора), при этом ЖК-панель должна быть снабжена LVDS-приемником. Такое решение является достаточно универсальным — поскольку передатчики и приемники совместимы между собой, в мониторе устаревшей модели ЖК-панель можно заменить на более новую.

Использование TMDS. Это решение по сути аналогично рассмотренному принципу работы LVDS. Компания Silicon Image разработала спецификацию с торговой маркой PanelLink, позволяющую разработчику объединять в систему любую панель с любым процессором ЖК-монитора. В системе должен быть передатчик *(PanelLink Transmitter),* а в состав панели должен входит приемник *(PanelLink Receiver).* Передача сигнала осуществляется по витым парам по стандарту TMDS *(Transition Minimized Differential Signal),* обеспечивающему пропускную способность более 1 Гбит/с. Причем стандартом определена полная совместимость микросхемы—передатчика с приемником любого типа. Таким образом, процессор ЖК-монитора, снабженный универсальным передатчиком, можно подключить к панели ЛЮБОГО типа — VGA (640x480), SVGA (800x600), XGA (1024x768), SXGA (1280x1024), лишь бы она была снабжена соответствующим типу панели приемником.

Функциональная блок-схема приведена ниже. Преимущества данной технологии:

- TMDS-интерфейс позволяет использовать соединения длиной до 10 м. Благодаря этому можно использовать TMDS-соединение для связи видеоадаптера PC с монитором — цифровой способ передачи сигнала;

- микросхемы PanelLink производятся по стандартной CMOS-технологии. Поэтому передатчик может быть интегрирован в Chipset графического процессора видеоадаптера.

Технология Digital Flat Panel Initiative

С целью устранить промежуточные преобразования была разработана новая технология *DFPI (Digital Flat Panel Initiative* — цифровая инициализация плоской панели), в соответствии с которой содержимое ячеек видеопамяти передается непосредственно в ячейки ЖК-экрана. Реализация этой технологии позволяет повысить скорость обновления экрана и разрешить проблему синхронизации работы контроллера экрана и видеоадаптера. Многие современные видеоадаптеры позволяют обнаружить факт подключения к ним ЖК-монитора и соответствующим образом изменить свой выходной сигнал.

Характеристики жидкокристаллических мониторов

Основные характеристики монитора в первую очередь зависят от параметров матрицы, установленной в нем. Главной характеристикой матрицы в настоящее время является время отклика ее элемента. Основным направлением совершенствования технологии LCD-матриц является улучшение свойств жидких кристаллов путем изменения их химического состава с целью уменьшения времени отклика элемента LCD-матрицы.

Пройдет еще немного времени и время отклика точки LCD-матрицы уменьшится настолько, что человеческий глаз не будет замечать эффекта постсвечения точки. В то же время такой параметр, как контрастность панели приближается к контрастности обычного листа бумаги, что позитивно сказывается на восприятии изображения в целом.

Качество изображения определяется не только типом используемой матрицы, но и моделью установленного в мониторе видеопроцессора. Большую роль играют алгоритмы масштабирования изображения, автоматической подстройки, коррекции цвета, типы поддерживаемых интерфейсов, которые используются в данном типе процессора. Алгоритмы масштабирования и автоподстройки постоянно совершенствуются, наиболее удачные из них патентуются в виде отдельных технологий (например, SmartSet и SureSync в процессорах компании Genesis). Чем современней процессор, тем более совершенные алгоритмы применяются в нем, поэтому выбор процессора при разработке монитора играет немаловажную роль. Все современные процессоры поддерживают несколько типов внешних интерфейсов передачи сигнала, таких как Analog VGA, DVI, а также Video, S-Video, реализуемых с помощью внешних микросхем-конвертеров.

Таким образом, качество LCD-монитора напрямую зависит от компаний — поставщиков компонентов. Разброс цен определяется степенью известности фирмы, наличием широкой сервисной сети, спецификой сборки и т. п.

Производство мониторов основано на изготовлении ЭЛТ или ЖК-матрицы. Поскольку производство ЭЛТ — процесс высокотехнологичный, существуют примерно 2 десятка фирм — непосредственных изготовителей ЭЛТ, огромное количество фирм, специализирующихся только на сборке и использующих уже собранные и отъюстированные трубки, и достаточно многочисленная группа так называемых OEM-заказчиков (OEM — *Original Equipment Manufacturer),* которые покупают полностью готовые изделия других фирм и продают их под собственной торговой маркой. В случае с ЖК-панелями круг компаний-производителей достаточно ограничен, более того, иногда они вынуждены объединяться (например, LG и Phillips),

поскольку увеличение сложности технологического процесса влечет за собой значительный рост интеллектуальных и финансовых затрат. Таким образом, создание матриц для ЖК-мониторов — удел избранных, остальные вынуждены искать компромисс между отпускной ценой завода — изготовителя матриц и конечной ценой изделия. Этим обусловлены примерно одина-

ковые цены на ЖК-мониторы одного класса и одинаковый гарантийный срок, поскольку гарантия на монитор определяется гарантией на ЖК-панель.

Так, в области производства ЖК-мониторов, например, компания CTX является типичным сборщиком, а RoverScan — OEM-заказчиком.

В настоящее время в мире PC имеется 5 ведущих производителей ЖК-матриц (в порядке убывания доли рынка):

П Samsung Electronics (Южная Корея)
- LG-Phillips (Южная Корея и Голландия)
- AU Optronics (Тайвань)
- Chi Mei Optoelectronics (Тайвань)
- Quanta Display (Тайвань)

Таким образом, различия в принципах работы обычных и ЖК-мониторов обусловливают несколько иную иерархию качественных показателей последних. Рассмотрим наиболее важные, сравнивая их с аналогичными характеристиками мониторов с ЭЛТ.

Размер и ориентация экрана

Размер экрана ЖК-мониторов пока меньше, чем у обычных мониторов: размер ЖК-экрана большинства моделей находится в пределах от 13" до 16". Однако, в отличие от ЭЛТ-мониторов, номинальный размер их экрана и размер его видимой области (растра) практически совпадают. Эта приятная осо-

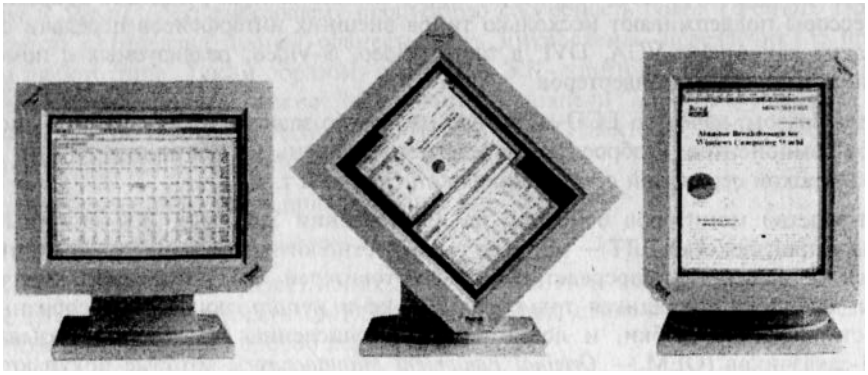


Рис. 14.14. Монитор MultiSync

бенность обусловлена отсутствием геометрических искажений растра на краях ЖК-экрана (эти искажения отсутствуют в принципе!), что устраняет необходимость уменьшения видимой области.

Другим важным аспектом является ориентация экрана: портретная или ландшафтная. Традиционные экраны ЭЛТ-мониторов и ЖК-экраны компьютеров типа Notebook имеют только ландшафтную ориентацию. Это обусловлено тем, что поле зрения человека в горизонтальном направлении шире, чем в вертикальном. Однако в ряде случаев (работа с текстами большого объема, Web-страницами) намного удобнее работать с экраном портретной ориентации. Здесь в полной мере проявляется преимущество ЖК-экрана— его можно легко развернуть на 90° (рис. 14.14), при этом ориентация изображения останется прежней.

Инерционность

Инерционность, или *время отклика* — важнейшая характеристика ЖК-экрана, характеризуемая минимальным временем, необходимым для активизации его ячейки. Именно низкая инерционность первых ЖК-экранов являлась основным сдерживающим фактором широкого распространения ЖК-мониторов, поскольку использовать их можно было только при решении офисных задач со статической картинкой на экране монитора.

Каждый жидкокристаллический элемент ЖК-экрана обслуживается своим тонкопленочным транзистором. При отсутствии данных тонкопленочный транзистор закрыт и свет проходит свободно. При наличии данных транзистор открывается, соответствующий жидкокристаллический элемент меняет свою ориентацию и при достаточном напряжении система полностью не пропускает свет. Таким образом, варьируя подачу напряжения на TFT-транзистор, можно регулировать пропускание света компонентом матрицы. Время полного открытия транзистора обозначается *Tr* (передний фронт), соответственно *Tf* (задний фронт) — время полного закрытия транзистора. Их сумма и есть время отклика. Иногда в спецификации к монитору указывают оба времени *Tr* и *Tf,* иногда их сумму. Уменьшение времени отклика на 5—10 мс считается большим достижением разработчиков ЖК-панелей. Например,

Samsung с гордостью демонстрирует серию своих панелей с логотипом Wise View, где суммарное время отклика 25 мс.

Инерционность современных ЖК-экранов значительно уменьшилась по сравнению с первыми моделями. Инерционность современных ЖК-экранов составляет 25— 40 мкс, т. е. близка к значениям аналогичных параметров обычных мониторов. В результате этого ЖК-мониторы стали серьезным конкурентом мониторам на основе ЭЛТ — теперь их можно использовать в мультимедийных задачах, для просмотра видео и анимации, а также в играх.

Поле обзора

Небольшое *поле обзора* и блики традиционно были слабыми местами ЖК-экранов, хотя с появлением технологии TFT этот недостаток в значительной степени был устранен. Поле обзора ЖК-мониторов обычно характеризуется *углами обзора,* отсчитываемыми от перпендикуляра к плоскости экрана по горизонтали и вертикали. Современные модели ЖК-мониторов обеспечивают следующие значения углов обзора (рис. 14.15):

- по горизонтали — ±45x70°;
- по вертикали — от —15x50° (вниз) до +20x70° (вверх).

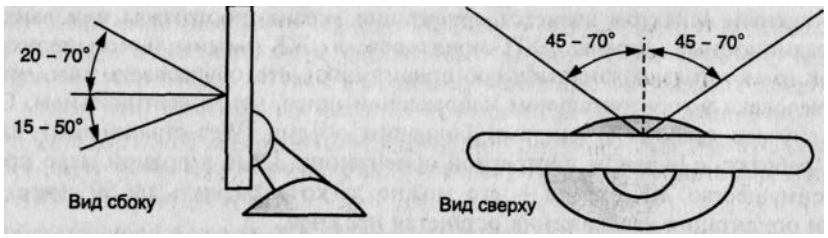


Рис. 14.15. Размеры поля зрения ЖК-монитора

Для увеличения углов обзора (решения проблемы бокового обзора) изготовители используют различные технологии изготовления матриц. Одна из них, самая простая, заключается в нанесении на верхний слой дисплея рассеивающих пленок, которые переориентируют выходящий перпендикулярно из панели свет и направляют его от экрана под разными углами. Другая технология связана с полной реструктуризацией жидкокристаллического слоя. Эта технология получила название *планарной* (плоскостной) *коммутации (In-Plane Switching, IPS).* Электроды помещаются не сверху и снизу ячейки, а по ее сторонам, в результате чего ток проходит через слой жидких кристаллов в горизонтальном направлении. Верхний слой обычно поляризован в том же направлении, что и нижний, поэтому свет с неизменной поляризацией пропускается. Выстраивание молекул ЖК-вещества по горизонтали приводит к расширению угла обзора, т. к. при этом боковое рассеяние света больше, чем в случае, когда кристаллы расположены в виде скрученной структуры.

Третий способ технологического решения заключается в многодоменном вертикальном выстраивании *(Multidomain Vertical Aligned,* MVA) молекул ЖК-вешества. Для этого применяется специальное ЖК-вещество с естественной вертикальной ориентацией. Под действием приложенного напряжения молекулы этого вещества ориентируются в горизонтальном направлении, и свет пропускается. При изменении напряжения моле-'кулы поворачиваются не полностью, и свет пропускается частично, что соответствует оттенкам серого. Чтобы кристаллы могли ориентироваться в нескольких направлениях, ячейка разбивается на несколько областей, или *доменов,* а на стеклянные поверхности анализатора и поляризатора наносят штрихи, чтобы заранее придать молекулам наклон в нужном направлении. В результате обеспечивается высокая равномерность оттенков серого цвета на экране при больших углах обзора.

Для офисных работ большой угол обзора не требуется, а зачастую и просто бывает лишним. Для домашнего использования большой угол обзора может играть роль, например, в случае просмотра на мониторе видеофильма. Таким образом, большой угол обзора не является важной характеристикой — он хорош лишь там, где он действительно нужен.

Разрешение

Важной особенностью плоскопанельных мониторов является то, что они предназначены для работы с каким-либо одним разрешением, оптимальным с точки зрения качества изображения (как правило, 1024x768). Это разрешение

определяется размером ЖК-экрана и размером отдельной ЖК-ячейки. Если разрешение экрана обычного монитора можно менять в широких пределах без заметного ущерба для качест-

ва изображения, то подобные манипуляции с плоскопанельными мониторами приводят к появлению *лестничного эффекта* — края объектов становятся шероховатыми, зазубренными. Особенно негативно это сказывается на качестве отображения экранных шрифтов.

Необходимость работы с фиксированным разрешением экрана обусловлена тем, что в ЖК-мониторах понятия "пиксел" и "зерно" означают практически одно и то же. Пиксел изображения может быть образован только целым количеством ЖК-ячеек. При максимальном разрешении, которое одновременно является основным рабочим разрешением ЖК-монитора, каждый пиксел образован одной триадой ЖК-ячеек. Если необходимо снизить разрешение, то оно должно быть уменьшено в целое число раз. В частности, при основном разрешении 1024x768 более низкое разрешение составит 512x384, чего явно недостаточно для нормальной работы. В обычных ЭЛТ-мониторах также существует зависимость между размерами пиксела и зерна, однако она не является столь жесткой по ряду причин.

- Зерно люминофора экрана обычного монитора меньше, чем ЖК-ячейка, поэтому растровая структура экрана менее заметна.

- При смене разрешения ЭЛТ-монитор изменяет диаметр электронного пучка.

- Отдельные зерна люминофора могут засвечиваться электронным лучом не полностью, а частично, в результате чего можно получить пиксел произвольного размера.

Эти особенности позволяют гибко изменять размер пиксела изображения на экране ЭЛТ-монитора, в результате чего эти мониторы одинаково хорошо поддерживают несколько различных разрешений.

Дополнительной причиной, вынуждающей использовать при работе с ЖК-монитором только одно разрешение, является сложность синхронизации выходных сигналов видеоадаптера и контроллера ЖК-экрана.

Некоторые модели ЖК-мониторов поддерживают несколько разрешений, однако эта возможность является формальной: изменение разрешения сопровождается простым масштабированием самого изображения, при этом фактическое разрешение экрана остается прежним. В частности, при увеличении разрешения количество пикселов, образующих изображение, возрастает, однако видимой оказывается лишь часть изображения, ограниченная размерами экрана. Для просмотра невидимой части изображения приходится использовать прокрутку (при перемещении курсора мыши к краю экрана изображение будет перемещаться в противоположную сторону).

Полоса пропускания видеотракта ЖК-мониторов обычно составляет 65—80 МГц, за счет чего получается четкое изображение при разрешении 1024x768. Однако есть и исключения. Так, монитор 9516 B13 фирмы IBM с

экраном размером 16,1" рассчитан на разрешение 1280x1024, поэтому полоса пропускания его видеотракта составляет 135 МГц!

Частоты развертки

Частота строчной развертки ЖК-мониторов изменяется в диапазоне 30—60 кГц. Для получения стабильного и сфокусированного изображения сигналы строчной развертки ЖК-экрана обычно необходимо подстраивать по частоте и фазе каждый раз при подключении к новому PC.

Важная особенность ЖК-мониторов — они предоставляют возможность комфортно работать при сравнительно низкой частоте кадров порядка 60 Гц, что обусловлено большей инерционностью ЖК-ячейки по сравнению с люминофором. Типичная частота кадров в ЖК-мониторе обычно не превышает 75—85 Гц, хотя в некоторых моделях она может быть 100 Гц и более (120 Гц у модели 9516 B13).

Яркость

Важнейшим параметром, на который следует обратить внимание при выборе плоскопанельного монитора, является *яркость.* Чем выше яркость, тем лучше: изображение будет более красочным, блики станут менее заметны, углы обзора увеличатся. Яркость всегда можно уменьшить с помощью регуляторов, а вот недостаток ее восполнить нельзя. Типовая яркость для ЖК-мониторов составляет 150—200 кд/м^2 (ранее эта единица измерения называлась "нит").

Контрастность

Контрастность изображения на ЖК-экране показывает, во сколько раз изменяется его яркость при изменении уровня видеосигнала от максимального до минимального. Эту величину часто называют *коэффициентом контрастности* и обозначают в виде отношения (например, 150 : 1) Чем выше контрастность ЖК-экрана, тем более четкое изображение можно на нем получить. Приемлемая цветопередача обеспечивается при контрастности не менее 130 : 1, высококачественная цветопередача требует контрастности 300 : 1.

Палитра

В отличие от традиционных, плоскопанельные мониторы имеют ограниченную *палитру,* т. е. характеризуются ограниченным количеством воспроизводимых на экране оттенков цветов. Эта ограниченность объясняется тем, что ЖК-монитор является цифровым и требует выполнения дополнительного аналого-цифрового преобразования RGB-сигнала видеоадаптера перед подачей его на ЖК-ячейки. Типовой размер палитры современных ЖК-мониторов составляет 262 144 или 16 777 216 оттенков цветов. Очевидно, что в первом случае режим True Color нельзя реализовать даже тогда, когда на карте видеоадаптера имеется достаточно видеопамяти. Это обстоятельство следует учитывать при выборе монитора и видеоадаптера.

Проблемные пикселы

Еще одной отличительной чертой плоскопанельных мониторов является наличие на некоторых ЖК-экранах *проблемных,* или "заклинивших", пикселов, яркость которых при смене изображения и даже при выключении монитора остается неизменной. Этот недостаток обусловлен несовершенством технологии производства ЖК-экранов. Рекомендация по этому поводу звучит тривиально — при выборе монитора следует внимательно изучить поверхность его экрана на предмет наличия таких пикселов и при их обнаружении потребовать у продавца заменить монитор.

Массогабаритные характеристики и энергопотребление

Эти характеристики ЖК-мониторов выгодно отличают их от ЭЛТ-мониторов. Имея массу в несколько килограммов и толщину (с учетом подставки) около 20 см, такие мониторы на рабочем столе занимают очень мало места. Во многих моделях предусмотрена возможность отсоединить от подставки экран и повесить его на стену.

Потребляемая мощность ЖК-мониторов не превышает 35—50 Вт в рабочем режиме и 5—8 Вт в режиме ожидания (дежурном режиме). Столь низкие значения обусловлены отсутствием в этих мониторах блоков разверток и высокого напряжения, необходимых для работы мониторов с ЭЛТ.

Мультимедийное оборудование

Большинство моделей ЖК-мониторов снабжается встроенными в подставку динамиками мощностью от 1 до 3 Вт, а также разъемами для подключения головных телефонов. Кроме того, они имеют микрофонный вход и аудиовход для подключения к звуковой карте или внешнему источнику звука. Отдельные модели имеют разъем для подключения к шине USB.

В табл. 14.4 показаны главные различия характеристик ЖК- и ЭЛТ-мониторов.

Таблица 14.4. *Главные различия рабочих характеристик ЖК- и ЭЛТ-мониторов*

Характеристика	ЖК-мониторы	ЭЛТ-мониторы
Яркость	170-250 кд/м^2	80-120 кд/м^2
Контрастность	200 : 1 - 400 : 1	350 : 1-700 : 1
Угол обзора (по контрасту)	110 -170°	Более 150°
Угол обзора (по цвету)	50-125°	Более 120°

Разрешение	Одно разрешение с фиксированным размером пикселов. Оптимально можно использовать только в этом разрешении; в зависимости от поддерживаемых функций расширения или компрессии можно использовать более высокое или более низкое разрешение, но они не оптимальны	Поддерживаются различные разрешения. При всех поддерживаемых разрешениях монитор можно использовать оптимальным образом. Ограничение накладывается только приемлемостью частоты регенерации
Частота вертикальной развертки	Оптимальная частота 60 Гц, чего достаточно для отсутствия мерцания	5 Только при частотах свыше 75 Гц отсутствует явно заметное мерцание
Ошибки совмещения цветов	Нет	От 0,0079 до 0,0118" (0,20-0,30 мм)
Фокусировка	Абсолютная	От удовлетворительной до очень хорошей
Геометрические/ линейные иска-	Нет	Возможны
Неработающие пикселы	До 8	Нет
Входной сигнал	Аналоговый или цифровой	Только аналоговый
Масштабирование при разных разрешениях	Отсутствует или используются методы интерполяции, не требующие больших накладных расходов	Очень хорошее
Точность отображения цвета	Поддерживается режим True Color и имитируется требуемая цветовая температура	Поддерживается режим True Color и при этом на рынке имеется масса устройств калибровки цвета, что является несомненным плюсом
Гамма-коррекция (подстройка цвета под особенности человеческого	Удовлетворительная	Фотореалистичная
Однородность	Часто изображение ярче по краям	Часто изображение ярче в центре

Чистота цвета/качество цвета	Хорошее	Высокое
Мерцание	Нет	Незаметно на частоте выше 85 Гц
Время инерции	От 20 до 30 мс	Пренебрежительно мало
Формирование изображения	Изображение формируется пикселами, число которых зависит только от конкретного разрешения ЖК-панели. Шаг пикселов зависит только от размера самих пикселов, но не от расстояния между ними. Каждый пиксел формируется индивидуально, что обеспечивает великолепную фокусировку, ясность и четкость. Изображение получается более целостным и гладким	Пикселы формируются группой точек (триады) или полосок. Шаг точки или линии зависит от расстояния между точками или линиями одного цвета. В результате четкость и ясность изображения сильно зависит от размера шага точки или шага линии и от качества элт
Энергопотребление и излучения	Практически никаких опасных электромагнитных излучений нет. Уровень потребления энергии примерно на 70% ниже, чем у стандартных ЭЛТ-мониторов (от 25 до 40 Вт)	Всегда присутствует электромагнитное излучение, однако их уровень зависит от того, соответствует ли ЭЛТ какому-либо стандарту безопасности. Потребление энергии в рабочем состоянии на уровне 60-150 Вт
Размеры/вес	Компактный, уплощенный дизайн, малый вес	Тяжелая конструкция, занимает много места
Интерфейс монитора	Цифровой интерфейс, однако большинство ЖК-мониторов имеют встроенный аналоговый интерфейс для подключения к наиболее распространенным аналоговым выходам видеоадаптеров	Аналоговый интерфейс

Таким образом, дальнейшее развитие ЖК-мониторов будет связано с повышением четкости и яркости изображения, увеличением угла обзора и уменьшением толщины экрана. Так, например, уже существуют перспективные разработки ЖК-мониторов, выполненных по технологии с использова-

нием поликристаллического кремния. Это позволяет, в частности, создавать очень тонкие устройства, поскольку микросхемы управления размещаются в этом случае непосредственно на стеклянной подложке дисплея. Кроме того, новая технология обеспечивает высокую разрешающую способность на сравнительно небольшом по размеру экране (1024x768 точек на 10,4-дюймовом экране).

В табл. 14.5 приведены параметры наиболее распространенных в настоящее время плоскопанельных ЖК-мониторов.

Таблица 14.5. *Характеристики ЖК-мониторов*

Модель монитора	CTX PV520	DV1505	DV1510	LG Flatron 151 OS	LG563LE	Sony SDM-S51
Производитель матрицы	Samsung	Samsung	HannStar	Hyundai	Hyundai	LG-Philips
Размер изображения, мм (В x Ш)	304,1x228,1	304,1x228,1	304,1x228,1	304,1x228,1	304,1x228,1	304x228
Количество пикселов	1024x768	1024x768	1024x768	1024x768	1024x768	1024x768
Размер пиксела (ВхШ)	0,297x0,297	0,297x0,297	0,297x0,297	0,297x0,297	0,297x0,297	0,297x x0,297
Палитра	High color	True Color	High color	True Color	True Color	High Color
Количество ламп подсветки	2	4	2	2	4	2
Контрастность	300:1	300:1	250:1	300: 1	300:1	300:1
Время отклика, мс	45 (Tr10,Tf3	25 (Tr 5, Tf	50 (Tr10, Tf40)	30	25 (Tr 5, Tf	30 (Tr10,Tf2
Модель монитора	CTX PV520	DV1505	DV1510	LG Flatron 1510S	LG563LE	Sony SDM-S51
Яркость, кд/м^2	200	250	200	250	200	200
Угол обзора по горизонтали	140 (70 + 70)	130 (65 + 65)	120 (60 + 60)	120	140 (70 + 70)	120
по вертикали	115 (55 + 60)	110 (50 + 60)	85 (45 + 40)	90	110 (40 + 70)	90
Разрешение оптимальное	1024x768/ /60Гц	1024x768/ /60Гц	1024x768/ /60Гц	1024x768/ /75 Гц	1024x768/ /60Гц	1024x768/ /75 Гц

максимальное	1280x1024/ /60Гц	1280x1024/ /60Гц	1280x1024/ /60Гц	1024x768/ /75 Гц	1280x1024/ /60Гц	1024x768/ /75 Гц
Блок питания (напряжение питания)	Внешний, 12В, 3А	Внешний, 12 В, 3,5 А	Внешний, 12 В, 3А	Встроенный 90-264 В	Внешний, 12В, 3А	Внешний, 12 В, 3А
Потребляемая мощность, Вт	35	40	25	28	33	25
Габаритные размеры, мм (ШхВхГ)	383x373x x172	385x405x x149	380x387x x178	356x359x x152	389x362x x182	387x345x x180
Масса, кг	5,5	5,3	5,0	4,0	4,8	3,7

Технологии изготовления плоскопанельных мониторов

В настоящее время мониторы на основе жидких кристаллов являются наиболее популярными и технологически отработанными представителями семейства плоскопанельных мониторов. Однако они не единственные — продолжают активно развиваться альтернативные технологии изготовления плоских экранов, благодаря которым появились, например, такие:

- плазменные дисплеи; - электролюминесцентные мониторы;
- мониторы электростатической эмиссии;
- органические светодиодные мониторы.

Кратко рассмотрим эти технологии.

Плазменные дисплеи

В *плазменных дисплеях (Plasma Display Panel, PDP)* вместо жидкокристаллического вещества используется ионизированный газ. Его молекулы обладают способностью излучать свет в процессе рекомбинации (т. е. восстановления электрической нейтрально-

сти). Для приведения молекул газа в ионизированное состояние, т. е. в состояние плазмы (отсюда и происходит название данной технологии), используется высокое напряжение. При ярком свете изображение на экране плазменного дисплея выглядит немного расплывчатым. В настоящее время выпускаются модели с экраном очень большого размера - 42" (рис. 14.16). Плазменные дисплеи стоят очень дорого.

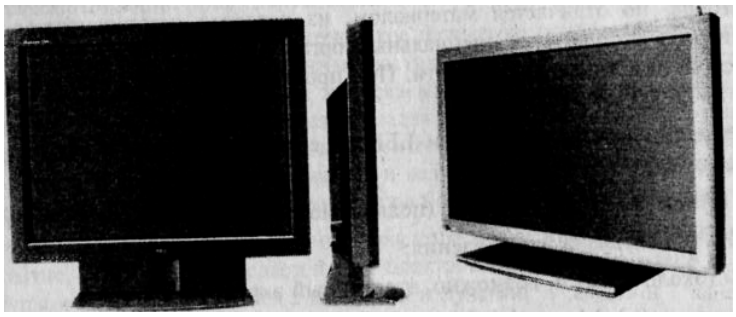


Рис. 14.16. Плазменные дисплеи PlasmaSync TM 3300 фирмы NEC (слева)

и Plasmavision фирмы Fujitsu (справа)

Электролюминесцентные мониторы

Электролюминесцентные мониторы (ElectroLuminescent displays, EL·) по своей конструкции аналогичны ЖК-мониторам, но их принцип действия основан на другом физическом явлении — испускании света при возникновении туннельного эффекта в полупроводниковом p-n-переходе. Такие мониторы имеют высокие частоты развертки и яркость свечения, кроме того, они надежны в работе. Тем не менее, уступают ЖК-мониторам по энергопотреблению (на ячейки подается сравнительно высокое напряжение — около 100 В), а также по чистоте цветов, которые тускнеют при ярком освещении.

Мониторы электростатической эмиссии

Мониторы электростатической эмиссии (Field Emission Displays, FED) являются своего рода гибридом двух технологий: традиционной, основанной на использовании ЭЛТ, и жидкокристаллической. В качестве пикселов применяются такие же зерна люминофора, как и в обычном кинескопе. Благодаря этому удалось получить очень чистые и сочные цвета, свойственные обычным мониторам. Но активизация этих зерен производится не электронным лучом, а электронными ключами наподобие тех, что используются в TFT-экранах. Управление этими ключами осуществляется специальной схемой, принцип действия которой аналогичен принципу действия контроллера ЖК-экрана. Для работы такого монитора необходимо высокое напряжение — около 5000 В. Энергопотребление мониторов электростатической эмиссии значительно выше, чем ЖК-мониторов, но на 30% ниже, чем энергопотребление обычных мониторов с экраном того же размера. В настоящее время эта технология обеспечивает наилучшее качество изображения среди всех плоскопанельных мониторов и самуюнизкую инерционность (около 5 мкс), однако промышленные образцы, имеющие экран размером 14—15", на рынке пока не появились.

Органические светодиодные мониторы

Технология изготовления *органических светодиодных мониторов (Organic Light-Emitting Diode displays, OLEDs),* или *LEP-мониторов (Light Emission Plastics* — светоиз-лучающий пластик), также во многом похожа на технологии изготовления ЖК- и EL-мониторов, но отличается материалом, из которого изготавливается экран: в LEP-мониторах используется специальный органический полимер (пластик), обладающий свойством полупроводимости. При пропускании электрического тока такой материал начинает светиться.

Основные преимущества технологии LEP по сравнению с упомянутыми ранее заключаются в следующем:

- очень низкое энергопотребление (подводимое к пикселу напряжение менее 3 В);

- простота и дешевизна изготовления;
- тонкий (около 2 мм) и, возможно, эластичный экран;
- низкая инерционность (менее 1 мкс).

Недостатком этой технологии являются низкая яркость свечения экрана, монохромность изображения (изготовлены только черно-желтые экраны), маленький экран.

LEP-мониторы используются пока только в портативных устройствах, например, в сотовых телефонных трубках.

Стандарты по эргономике и энергосбережению

Как известно, эргономика — это наука, изучающая методы улучшения условий работы оператора в рамках системы "человек—машина". Говоря об эргономичности того или иного изделия, мы подразумеваем широкий круг вопросов: привлекательный дизайн, удобство пользования, отсутствие вредных для здоровья оператора факторов и др. Другими словами, эргономичный — значит удобный для работы. В последнее время в это понятие включаются вопросы энергосбережения и охраны окружающей среды.

Стандарты по эргономике

Факторы, негативно влияющие на здоровье оператора

Из всех компонентов PC монитор в наибольшей степени влияет на состояние здоровья оператора (и не только зрения!). Это объясняется рядом факторов, среди которых можно выделить следующие:

- мягкое рентгеновское излучение, возникающее за счет бомбардировки экрана монитора пучком электронов;
- инфракрасное и ультрафиолетовое излучение;
- низкочастотные электрические и магнитные поля;
- электростатическое поле;
- световые блики (отраженный от экрана свет);
- мерцание изображения.

Коротко рассмотрим причины, порождающие эти вредные воздействия. Как известно из курса физики, рентгеновское излучение появляется при резком изменении скорости движения заряженных частиц. Такой эффект, в частности, имеет место в кинескопе монитора, когда испускаемые электронной пушкой электроны разгоняются, а затем резко тормозятся, попадая на экран, покрытый люминофором. Интенсивность возникающего при этом рентгеновского излучения прямо пропорциональна скорости соударения, а значит, и величине напряжения анод—катод, которое составляло в первых моделях мониторов более двух десятков киловольт. Источником ультрафиолетового и инфракрасного излучения является люминофорное покрытие, которое разогревается при электронной бомбардировке до высокой температуры и само

превращается в источник излучения.

Низкочастотные электромагнитные поля являются в основном результатом работы блока развертки и магнитной отклоняющей системы кинескопа, через которую протекает достаточно сильный переменный ток.

Наличие электростатического поля обусловлено скоплением на экране кинескопа избыточного отрицательного заряда за счет действия электронного пучка. Блики экрана обусловлены отражением падающего света от внешней поверхности экрана. Их интенсивность зависит от способа обработки лицевой части колбы кинескопа. Блики максимальной интенсивности наблюдаются, когда наружная часть экрана представляет собой обычное, ничем не обработанное стекло. Каждый из этих факторов в отдельности способен нанести ощутимый вред здоровью оператора, а при совместном воздействии — тем более. Следовательно, необходимо определить максимально допустимые уровни вредных излучений, а также пути их снижения. С этой целью ряд национальных и международных организаций, в частности, международная организация стандартизации ISO *(International Standard Organization),* разработали свои документы (спецификации), в которых определены требования к монитору PC с точки зрения эргономики. Однако наиболее известны разработки шведских организаций. Сформулированные ими требования являются наиболее жесткими и обеспечивают наилучшую защиту оператора. Такими организациями являются:

- MPR *(Swedish National Board of Measurement and Testing)* — шведский национальный совет по измерениям и тестированию;
- TCO *(The Swedish Confederation of Professional Employees)* — шведская конфедерация профессиональных служащих, объединяющая 1,3 млн наемных работников. Отметим, что аббревиатуры MPR и TCO образованы первыми буквами шведских слов, поэтому они не согласуются с приведенным в скобках английским переводом названия организации.

Первоначально при сертификации мониторов PC получила распространение спецификация MPR, однако в дальнейшем производители компьютерного оборудования стали в большей степени ориентироваться на спецификацию TCO как на более современную и строгую.

Спецификации TCO 92, TCO 95 и TCO 99

Наиболее авторитетные и всеобъемлющие рекомендации предлагает TCO, которая при подготовке и выпуске своих документов активно сотрудничает еще с тремя организациями:

- Naturskyddsfreningen *(The Swedish Society for Nature Conservation)* — шведским обществом охраны природы. Это крупнейшая в Швеции организация по охране окружающей среды, широко использующая практику маркировки экологически безвредных товаров символом "хороший экологический выбор"; - NUTEK *(The National Board for Industrial and Technical Development in Sweden)* — шведским национальным советом по промышленному и техни-

ческому развитию. Это правительственная организация, работающая в области сбережения энергии; - SEMKO AB — организацией, являющейся мировым лидером в области сертификации электротехнических изделий по электробезопасности.

Эти организации разработали свои документы (спецификации), и мониторы, удовлетворяющие требованиям, сформулированным в них, получают соответствующую маркировку. В частности, в рекламных объявлениях можно встретить такие обозначения: TCO 92, TCO 95 (рис. 14.17). Что они обозначают и чем отличаются друг от друга?

Рис. 14.17. Логотипы TCO 92 и TCO 95 Наиболее жесткие требования к мониторам сформулированы в документе TCO 92.

Чтобы получить логотип TCO 92, монитор должен удовлетворять следующим требованиям.

- Соответствовать требованиям TCO, определяющим понятие "low radiation monitor", — монитор с низким уровнем вредных излучений. Это значит, что создаваемые монитором напряженность электрического поля и магнитная индукция не должны превышать предельных значений, указанных в табл. 14.6. Для статического электрического поля вместо напряженности указывают потенциал. Электрическое поле измеряется на расстоянии 30 см от экрана и в радиусе 50 см вокруг него. Магнитное поле измеряется только в радиусе 50 см от монитора.

Таблица 14.6. *Максимально допустимые значения уровней вредных излучений монитора (согласно спецификации TCO 92)*

Диапазон частот	Напряженность электрического поля, не более	Индукция магнитного поля, не более
0 (статическое	±500 В (потенциал поля)	-
5-2000 Гц	±10 В/м	200 нТл
2-400 кГц	±1 В/м	25нТл

- Иметь функцию автоматического отключения (снижения энергопотребления) Если монитор не используется в течение некоторого времени, он должен отключиться одним из двух способов, указанных в табл. 14.7.

Таблица 14.7. *Варианты автоматического отключения монитора (согласно TCO 92*

Вариант	Этап	Содержание
А (монитор автоматически отключается в 2 этапа)	1(А1)	Монитор автоматически переходит в дежурный режим (Stand By mode), если мышь и клавиатура не используются в течение заданного интервала времени. Энергопотребление в этом режиме не должно превышать 30 Вт. Возврат в нормальный режим должен произойти в течение 3 с после активизации мыши или клавиатуры
	2(А2)	Если спустя заданное время монитор в дежурном режиме не был активизирован, он переходит в режим отключения питания (Power Off mode). Энергопотребление в этом режиме не должно превышать 8 Вт, а время возврата в активный режим должно быть таким же, как и при "холодном" включении
Б (монитор автоматически отключается за 1 этап)	1(Б1)	Монитор автоматически переходит в дежурный режим (Stand By mode), если мышь и клавиатура не используются в течение заданного интервала времени. Энергопотребление в этом режиме не должно превышать 1 5 Вт. Возврат в нормальный режим должен произойти в течение 3 с после активизации мыши или клавиатуры

- Удовлетворять европейским требованиям по пожарной и электробезопасности.

- В комплект поставки монитора должна входить декларация производителя об энергопотреблении изделия.

- Производитель обязан иметь сертификат лаборатории TCO на свое изделие. Как следует из вышеизложенного, далеко не каждый монитор на самом деле имеет право носить логотип TCO 92. В первую очередь, это касается изделий типа *Noname* из Юго-Восточной Азии. К настоящему времени сертификат TCO 92 получили только 600 моделей мониторов на основе ЭЛТ и 45 плоскопанельных мониторов. Подобные требования предъявляет спецификация MPR II, но они являются более мягкими. Это выражается, во-первых, в более высоких значениях предельных уровней излучения и, во-вторых, в большей дистанции от экрана при проведении измерений (50 см в MPR II против 30 см в TCO 92).

Спецификация TCO 92 определяла требования только к мониторам. В новой версии 1995 г. — TCO 95 — сформулированы эргономические требования к компьютеру в целом. Кроме того, в новый стандарт были включены требования по экологии (отсутствие в изделии вредных веществ типа фреонов, тяжелых металлов, полная утилизация после эксплуатации и др.). Все это отражено в логотипе нового стандарта (рис. 2.27), на котором присутствуют "четыре E": Emissions, Energy, Ergonomics, Ecology — излучения, энер-

госбережение, эргономика, экология.

Отметим, что с точки зрения уровней вредных излучений монитора спецификации TCO 92 и TCO 95 идентичны.

Разработка TCO 95 выполнялась на основе международного стандарта ISO 9241, определяющего необходимые эргономические характеристики монитора. По ряду параметров требования спецификации TCO 95 являются даже более жесткими, чем ISO 9241:

- при оценке линейности растра ISO 9241 требует, чтобы длина соседних строк и столбцов различалась не более чем на 2%. TCO 95 устанавливает этот предел равным 1%;

- согласно стандарта ISO 9241, минимальная яркость свечения экрана монитора должна составлять 35 кд/м^2. TCO 95 требует 100 кд/м^2;

- при оценке равномерности яркости экрана стандарт ISO 9241 устанавливает максимально допустимое отношение яркости в самой яркой точке экрана и в его центре 1,7 : 1. TCO 95 требует соблюдения указанного соотношения для любой пары точек экрана.

Первым компьютером, который целиком удовлетворял спецификации TCO 95, стал Optiplex Gn/Gn+ фирмы Dell.

В настоящее время действует новая спецификация — TCO 99. Так же как и TCO 95, она основана на упомянутой выше концепции "четырех E" и устанавливает аналогичные предельные уровни излучений, однако по каждому из разделов имеется ряд отличий.

- *Излучения.* Максимально допустимые уровни вредных излучений остались прежними, но ужесточились требования к методикам их измерения.

- *Энергосбережение.* Снижен максимально допустимый уровень энергопотребления в дежурном режиме, время установления рабочего режима ограничено 3 с.

- *Эргономика.* Более строгие требования предъявляются к яркости, равномерности и контрастности изображения, мерцанию и бликам; впервые введены ограничения на уровень шума. Предусмотрены альтернативные, эргономические конструкции клавиатуры.

- *Экология.* Экологические требования, по сравнению с предъявляемыми в TCO 95, не изменились, однако для фирм-производителей упростилась процедура получения сертификата. Предусмотрены широкое использование безопасных для окружающей среды материалов и кооперация с компаниями, производящими утилизацию электронного оборудования.

Четкость изображения оценивается по 8-ми параметрам.

- *Линейность* — при выводе на экран матрицы изображения элементы, образующие ее столбцы и строки, должны быть выстроены по прямым и не-

обрывающимся линиям; в противном случае изображение теряет четкость. Максимальное отклонение от прямой не должно составлять более 1% на половину активного экрана (по ширине или по высоте).

- *Ортогональность* — геометрически правильное построение перпендикулярных линий. Нарушения перпендикулярности горизонтальных и вертикальных линий приводят к появлению характерного явления "подушки". Среднее отклонение по высоте и ширине должно быть не более 0,02, а по диагонали — 0,03. - *Уровень яркости* — количество проецируемого света. Яркость может определяться как для одной точки излучателя света, так и для какой-то части освещаемой поверхности. Для оценки яркости экрана в целом, а также отдельного символа берется вторая методика. Смысл этого требования заключается в обеспечении достаточной яркости экрана (с учетом рассеянного освещения), при котором пользователю не пришлось бы напрягать глаза для того, чтобы понять, что же на экране отображается. Требуемое значение параметра — не менее 100 кд/м^2, а рекомендуемое — 125 кд/м^2.

- *Равномерность освещения* — обеспечение одинакового уровня яркости экрана на всей активной зоне. Этот параметр вычисляют как отношение максимальной яркости в рассматриваемой зоне к минимальной на экране. Для проведения оценки равномерности освещенности в качестве активной зоны берется вся рабочая площадь экрана монитора. Сильная неоднородность может привести к ошибочному восприятию выводимой на экран информации. Стандарт предписывает этому параметру не выходить за рамки соотношения 1,5 : 1 и даже рекомендует более узкий диапазон — 1,25 : 1.

- *Контрастность экрана* — достаточная контрастность между отдельным символом на экране и его окружением. Ясно, что символ, не отличающийся по яркости от фона, крайне трудно заметить. Вычисляется этот параметр по формулам контрастной модуляции; допустимое значение должно составлять не менее 0,5, рекомендованное — 0,7.

-*Уровень отражения* — условный коэффициент между фактической яркостью корпуса и стандартной яркостью белого цвета. Здесь же учитывается степень отражения от стеклянной поверхности экрана монитора, исчисляемая в глоссах. Чем ближе освещенность к номинальной и чем меньше света отражается от экрана, тем удобней воспринимать информацию с экрана монитора. ТСО 99 задает максимальный уровень отражения равным 30 единицам, а освещенность корпуса — не менее 20% от яркости экрана (рекомендован диапазон 20—75%). - *Варьируемость цветовой температуры* — насыщенность белого света часто измеряют при помощи так называемой *цветовой температуры* (Colour Temperature). Так, например, свет, излучаемый обычной лампой накаливания, имеет очень низкую температуру, в то время как цвет белых облаков на ярком летнем небе — очень высокую. Измеряется цветовая температура в градусах по шкале Кельвина. В зависимости от условий освещенности рабочего места ТСО 99 устанавливает несколько допустимых значений цветовой температуры — 9300, 7500, 6500, 5000 К.

- *Равномерность цвета* (чистота цвета) — визуальная характеристика,

описывающая степень однородности растра при 100%-ной заливке его белым цветом. При искажении цветовых характеристик монитор нельзя использовать. Стандарт допускает относительное смещение по шкалам RGB не более чем на 0,01, рекомендует — 0,005.

Показатели стабильности изображения описывают, насколько монитору удается сохранять статическое изображение неизменным. Именно в этот раздел внесены требования к частоте вертикальной развертки и рабочему разрешению: для мониторов с размером экрана 14", 15" — 800x600; 17" — 1024x768; 19", 21" — 1280x1024. При этом частота развертки должна составлять не менее 85 Гц, рекомендовано — 100 Гц. Стандарт TCO 99 распространяется на традиционные ЭЛТ-мониторы, плоскопанельные мониторы *(Flat Panel Displays),* портативные компьютеры (Laptop и Notebook), системные блоки и клавиатуры.

Таковы предъявляемые к мониторам эргономические требования. Как же они реализуются? Каковы конструктивные особенности монитора, удовлетворяющего определению "low radiation"?

Конструктивные особенности эргономических мониторов

Люминофорное покрытие мониторов "low radiation" имеет более высокую чувствительность к воздействию электронов, благодаря чему при менее интенсивной бомбардировке электронами обеспечивается прежняя яркость свечения. В результате удается значительно снизить ускоряющее и анодное напряжения, а вместе с ними и интенсивность рентгеновского излучения. Кроме того, благодаря уменьшению скорости удара электронов об экран снижается температура разогрева люминофора, в результате чего уменьшается интенсивность инфракрасного и ультрафиолетового излучений.

В мониторах "low radiation" используются ЭЛТ, экран которых сделан из специального стекла, содержащего примеси атомов тяжелых металлов, и выполняет функцию защитного экрана. Благодаря этому значительно снижается интенсивность рентгеновского излучения в направлении оператора.

Особое внимание в мониторах "low radiation" уделено проблеме бликов экрана. Простейший способ уменьшить интенсивность бликов — использовать матовую внешнюю поверхность, полученную в результате пневматической обработки экрана абразивными материалами. Этот прием используется в дешевых моделях мониторов. Его недостаток состоит в том, что шероховатость поверхности экрана вызывает нежелательное преломление и рассеяние света, идущего от люминофорного покрытия, в результате чего изображение на экране монитора становится рыхлым и нечетким. Более совершенный способ борьбы с бликами — использование специального антибликового покрытия, наносимого на внешнюю поверхность экрана монитора. Принцип его действия состоит в использовании явления интерференции световых волн, отраженных от внешней и внутренней сторон антибликового покрытия. При определенной толщине такого покрытия сдвиг фаз между этими волнами со-

ставит 180°, в результате чего они компенсируют друг друга, препятствуя образованию бликов. Этот же прием используется при изготовлении высококачественных объективов и называется "просветлением оптики".

В настоящее время широко используется антибликовое покрытие, выполненное из специальных поляризационных материалов. Принцип его действия основан на изменении поляризации отраженной волны: это покрытие является прозрачным для падающей волны и непрозрачным — для отраженной.

Снижение электростатического потенциала достигается за счет использования специальных экранирующих материалов, соединенных с заземляющим проводом. В результате принятых мер отпадает необходимость в использовании специальных защитных экранов, которые еще недавно считались непременным атрибутом монитора.

Эргономические требования к рабочему месту

Итак, если вы хотите сохранить свое здоровье, то должны включать в состав своей рабочей станции только сертифицированное оборудование, удовлетворяющее эргономическим требованиям последней спецификации TCO.

Однако наличие соответствующего оборудования хотя и снизит возможный уровень вредного воздействия компьютерной системы, но от переутомления не избавит. По мнению экспертов, производительность труда оператора может снизиться на 40%, если игнорировать эргономические требования к рабочему месту (рис. 14.18). Стоит внести лишь небольшие изменения в окружающую ваше рабочее место обстановку, например, изменить освещение, по-другому разместить элементы компьютерной системы, поменять кресло и т. д., или изменить режим работы монитора, — и вы поразитесь полученному эффекту.

Рис. 14.18. Эргономические требования к рабочему месту

Компьютерный зрительный синдром (КЗС)

Большинство пользователей при длительной работе за монитором испытывают боль в глазных яблоках, слезотечение или, наоборот, сухость, по-

краснение глаз. При этом

часто беспокоят головные боли, появляется быстрая утомляемость. Все это симптомы компьютерного зрительного синдрома (КЗС), другими словами, следствие длительной работы за монитором. Особенностями изображения на экране монитора является его высокая частота регенерации (частота кадров), относительно низкая контрастность, а также тот факт, что монитор является источником света. Кроме того, неравномерная освещенность помещения, особенно, когда вы вынуждены часто переключать внимание, например, со светлого экрана монитора на темные тона обстановки комнаты или на более светлый оригинал при работе с текстом, ведут к перенапряжению глазных мускулов и, как следствие, к переутомлению. Эта реакция человеческого организма направлена на то, чтобы отвлечь человека от какой-либо работы, заставить сделать перерыв, а затем с новыми силами возобновить работу. Те же, кто пренебрегает этим, рискуют получить хроническое заболевание — компьютерный зрительный синдром, когда после даже непродолжительной работы за монитором будут появляться вышеперечисленные симптомы.

Известно, что рано или поздно КЗС возникает у всех пользователей. Различно лишь время, спустя которое они возникают. Для того чтобы свести это время к приемлемым цифрам, существуют минимальные рекомендуемые требования к настойкам монитора.

- При цветном экране количество цветов должно быть не менее 256, оптимальным считается режим True Color.

- Разрешение 800x600 точек при отсутствии мерцания.

- Размер зерна должен быть не более 0,28 мм. Чем меньше зерно, тем лучше.

- Рекомендуемый размер экрана может отличаться для различных работ. Для домашних пользователей минимальный размер 15" по диагонали.

- Частота регенерации должна составлять не менее 85 Гц. Оптимальной считается установка максимально возможной частоты при отсутствии мерцания.

- Блики на экране монитора должны отсутствовать. При невозможности изменить освещение необходимо использовать антибликовые экраны.

- При работе с текстом предпочтительно в качестве фона использовать белый цвет и черные символы.

- Разница в уровнях яркости экрана монитора, клавиатуры, текстового оригинала

и других объектов окружающей обстановки должна быть как можно меньше. Для профилактики компьютерного зрительного синдрома необходимо проводить комплекс упражнений для глаз. Программу-напоминатель с разъяснениями можно найти на сайте **www.gi.ru/eyeskecper.**

Расстояние до монитора

Если вы различаете на экране монитора отдельные пикселы, то, вероятно, сидите слишком близко. Чтобы глаза не утомлялись, располагайтесь на таком расстоянии, с которого отдельные пикселы изображения становятся неразличимыми. Обычно достаточно расстояния, равного длине вытянутой руки (но не менее 50 см). Если вы на таком удалении видите изображение нечетко, то лучше изменить не расстояние до монитора, а размер шрифта, масштаб рисунка или даже режим работы видеоадаптера.

Искажения изображения

Когда отдельные элементы графического изображения на экране периодически начинают медленно изменять свое положение, говорят, что изображение *"поплыло" (swimming).* Это явление обычно вызывается воздействием внешнего магнитного поля на элементы электронно-лучевой трубки монитора. Причиной может служить соседство с мощной энергетической установкой, распределительным электрическим коммутатором, трансформатором и др. Для того чтобы устранить влияние магнитного поля, необходимо переместить монитор в другое место или другое помещение. В крайнем случае придется заменить монитор.

Иногда внешнее магнитное поле может вызвать периодическое изменение яркости изображения — явление, называемое *биением (beating).* Биения с частотой 10—20 Гц проявляются как мерцание экрана.

Расплывчатость изображения часто появляется в том случае, когда слишком близко друг к другу располагаются два монитора с различными частотами регенерации. Единственно возможное решение — разнести мониторы.

Такой же эффект наблюдается при плохом контакте в разъеме VGA, к которому подключен монитор. При этом изображение может двоиться.

Расположение монитора

Верхний край экрана не должен быть выше уровня глаз оператора. Если монитор расположен слишком высоко, оператору непроизвольно придется приподнимать голову. Не располагайте монитор на системном блоке. Если на вашем рабочем столе недостаточно свободного места, лучше установить системный блок на полу. Чтобы исключить влияние солнечного света, нельзя располагать монитор напротив окна или так, чтобы оно находилось за спиной оператора. Если необходимо разместить монитор рядом с окном, используйте жалюзи.

Важно также защитить экран монитора от нежелательных боковых засветок. Располагайте монитор в таком месте, где вероятность попадания на экран прямых или отраженных световых лучей минимальна. Можно воспользоваться также специальным *антибликовым экраном (anti-dazzle screen).*

Если вам часто приходится набирать текст, можете поместить оригинал на специальной подставке в непосредственной близости от монитора. Помните, что все движения оператора (в том числе, его глаз) должны быть как можно короче. По этой же причине клавиатура должна находиться вдоль ли-

нии зрения оператор—монитор.

Освещение рабочего места

Перенапряжение глаз в процессе работы может быть вызвано даже тем, что в поле вашего периферийного зрения будет попадать свет от других источников, более яркий, чем наиболее яркие области на экране монитора. В этом случае говорят о необходимости создания оптимального *светового окружения (light surround),* которое должно быть немного интенсивнее суммарного внешнего освещения и чуть-чуть темнее областей белого цвета на экране монитора.

При определении положения рабочего места оператора относительно окна в помещении воспользуйтесь следующими рекомендациями:

- если окно располагается прямо перед вами, необходим яркий источник света непосредственно на рабочем месте;

- если окно находится позади вас, позаботьтесь о том, чтобы избежать его отражения на экране монитора;

- по возможности выбирайте рабочее место так, чтобы окно не попадало в поле периферийного зрения.

Не стоит забывать, что мерцать может не только экран монитора, но и осветительные приборы. Наряду с шумом и световыми бликами, слишком темное или слишком яркое освещение также оказывает негативное влияние на эффективность труда оператора. Более того, мерцание часто используемых для освещения помещений флуоресцентных ламп может свести на нет все ваши усилия по созданию эргономической рабочей станции. Сравните излучение флуоресцентной лампы с излучением лампы накаливания. Возможно, вам придется дополнительно оборудовать рабочее место обыкновенной настольной лампой.

Различные источники света по-разному влияют на восприятие цвета. В частности, цвета, наблюдаемые при освещении объекта флуоресцентной лампой, будут отличаться от цветов, наблюдаемых при использовании лампы накаливания. Объясняется это тем, что в первом случае происходит усиление зеленого цвета, а во втором — красного. Поэтому в индустрии печати в качестве стандартного, определяющего оптимальные условия наблюдения, принят источник света с цветовой температурой D50 (5000 градусов Кельвина). Такой источник света имитирует естественное освещение, характеризующееся одинаковой интенсивностью основных цветов RGB.

Кресло оператора

При создании эргономической рабочей станции необходимо учитывать множество различных факторов, влияющих на здоровье человека. Поэтому

пусть вас не удивляет, что мы обсуждаем даже такие вопросы, как появление боли в области спины и шеи при длительной работе в сидячем положении. Тем, кто большую часть своего рабочего времени проводит за компьютером, дадим несколько практических советов. В сидячем положении давление на диски позвоночника возрастает вдвое по сравнению с положением стоя и в восемь раз — по сравнению с положением лежа. Боли в области спины, смещение позвонков и искривление позвоночника — таковы основные негативные последствия несерьезного отношения к вопросам динамики оператора и выбору эргономически правильно разработанной мебели. Кресло оператора должно обеспечивать поддержку позвоночника. Специальная форма спинки кресла должна органично повторять силуэт сидящего человека, а пружины и драпировка — усиливать ощущение комфортности.

Около рабочего места оператора должно быть достаточно свободного пространства для периодической смены положения; это стимулирует деятельность мозга и всего тела человека в целом. Помните, что длительное нахождение в одном положении может привести к нарушению деятельности сердца и органов дыхания, закрепощению мышц и др. Регулярные гимнастические упражнения помогут избежать появления боли в области живота и спины. Контролируйте положение своего тела во время работы: сидите прямо, откинувшись на спинку кресла.

Стандарты по энергосбережению

Спецификация Energy Star

Проблемами энергосбережения занимаются не только шведские организации. Американское агентство EPA *(US Environmental Protection Agency* - Американское агентство по охране окружающей среды) давно и успешно реализует программу Energy Star обеспечивающую энергосберегающие функции компьютера. Компьютерное и другое оборудование, удовлетворяющее требованиям EPA, принято называть "зеленым" (например, "зеленые" мониторы, "зеленые" материнские платы и т. п.). ι Таких изделий сегодня подавляющее большинство. Например, "зеленую" материнскую плату легко отличить по характерному логотипу (рис. 14.19), появляющемуся в правом верхнем углу экрана монитора при включении компьютера.

Рис. 14.19. Логотип спецификации Energy Star

Оборудование, соответствующее требованиям спецификации Energy Star, должно

удовлетворять следующим требованиям:

- иметь среднюю потребляемую мощность не более 30 Вт;
- не содержать в своей конструкции токсичных материалов;
- допускать после окончания срока службы 100%-ную утилизацию.

Стандарт DPMS

Для реализации видеосистемой PC энергосберегающих функций ассоциация VESA *(Video Electronics Standards Association)* разработала специальный стандарт на систему управления энергопотреблением монитора — DPMS *(Display Power Management Signaling).* Требования спецификации этого стандарта заметно отличаются от требований TCO 92 и в настоящее время устарели. Однако большинство находящихся сегодня в эксплуатации мониторов поддерживают именно стандарт DPMS. Стандарт DPMS предусматривает четыре состояния (режима) монитора в порядке убывания потребляемой мощности: - *On* (включено, 100% потребляемой мощности);

- *Standby* (дежурный режим, или режим ожидания, 80% потребляемой мощности); - *Suspend* (приостановка работы, 30% потребляемой мощности); - *Off* (выключено, 5% потребляемой мощности).

Переход из режима в режим осуществляется под управлением DPMS-контроллера монитора и аналогичных схем на материнской плате и видеоадаптере (очевидно, что

для реализации всех этих функций они также должны быть "зелеными"). Эти схемы непрерывно контролируют фактическую загруженность отдельных компонентов и компьютера в целом. При отсутствии взаимодействия оператора с компьютером (отсутствуют сигналы от клавиатуры и мыши процессор не занят решением задач и вводом/выводом информации и др.) DPMS-контроллеры организуют последовательный перевод видеосистемы из первого состояния (On) в четвертое (Off). Интервалы времени, через которые должно производиться переключение в новое состояние, обычно задаются в программе CMOS Setup.

Перевод монитора в режим Standby выполняется путем прекращения подачи видеосигналов и импульсов строчной развертки (осуществляется видеоадаптером). В результате прекращается горизонтальная развертка. DPMS-контроллер монитора устанавливает минимальные уровни яркости и контрастности, экран монитора гаснет и энергопотребление снижается на 20%. Обратный переход происходит автоматически при нажатии оператором любой клавиши или при активизации мыши и занимает не более нескольких секунд. Высокое напряжение и напряжение накала термокатодов электронных пушек в этом режиме не снимается.

Для перевода монитора из режима Standby в режим Suspend видеоадаптер прекращает подачу сигнала вертикальной синхронизации, но подает строчный синхросигнал (видеосигнал по-прежнему отсутствует). В этом случае DPMS-контроллер монитора отключает высокое напряжение и напряжение накала, благодаря чему потребляемая мощность снижается еще на 50%. Переход в режим On теперь потребует примерно столько же времени, сколько

при включении питания монитора вручную. Наконец, в режиме Off отключены все устройства монитора, за исключением DPMS-контроллера. При этом обеспечивается минимальное потребление, составляющее 5% от максимального.

Энергосберегающие режимы монитора можно реализовать, если видеоадаптер не поддерживает протокол DPMS. В этом случае сигналом для перехода из одного режима в другой может служить отключение одного из RGB-сигналов (обычно синего). Однако при этом возможна несогласованная работа видеоадаптера и монитора, когда последний может несанкционированно отключаться при смене видеорежима или при изменении частоты синхронизации.

Поддерживаемая монитором схема энергосбережения приводится в его документации. Для ее правильного использования необходимо, чтобы она соответствовала настройкам программы CMOS Setup.

Обмен информацией между монитором и PC

Любой современный компьютер поддерживает технологию Plug&Play, обеспечивающую автоматическое конфигурирование подключаемого оборудования. Реализация этой технологии осуществляется путем обмена информацией между операционной системой и подключенными к PC устройствами. Устройства, подключаемые к шине или портам ввода/вывода (например, контроллер сканера, звуковая карта, внешний и внутренний модемы и др.), используют стандартный протокол обмена данными. Монитор же является конечным устройством, изначально не предназначенным для обмена информацией. Следовательно, без принятия специальных мер организовать обмен данными с монитором в соответствии с протоколом Plug&Play не представляется возможным. Между тем, именно для монитора такой протокол был бы весьма полезен, т. к. позволил бы установить оптимальный для данной модели видеорежим.

Решить задачу обмена информацией между монитором и компьютером помогло наличие в соединительном кабеле монитора VGA нескольких не задействованных для передачи сигналов, проводов (табл. 14.8). Это провода, подключенные к контактам 4, 11, 12 и 15 разъема VGA (рис. 14.20). Первоначально три из них (4-, 11- и 12-й) использовались для автоматического распознавания типа монитора, подключенного к видеоадаптеру.

Таблица 14.8. *Назначение контактов разъема VGA*

Номер контакта	Сигнал	Номер контакта	Сигнал
1	Красный	9	Ключ (контакт отсутствует)
2	Зеленый	10	Возврат синхроимпульса
3	Синий	11	Бит идентификации 0
4	Бит идентификации 2	12	Бит идентификации 1

5	Земля (общий про-	13	Строчные синхроимпульсы
6	Нулевой (красный)	14	Кадровые синхроимпульсы
7	Нулевой (зеленый)	15	Не используется
8	Нулевой (синий)		

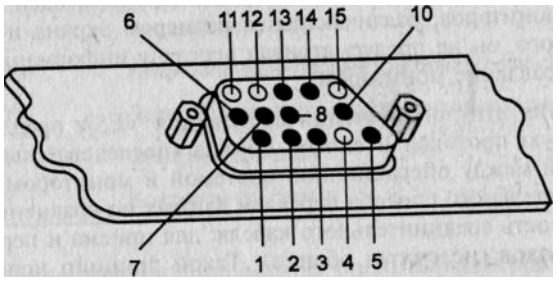


Рис. 14.20. Нумерация контактов на разъеме VGA

Идентификация типа монитора видеоадаптерами VGA и SVGA

Примитивным прообразом протокола Plug&Play можно считать механизм автоматического опознавания типа монитора, который был реализован в первых моделях видеосистем VGA и SVGA. Для идентификации типа монитора — монохромный

VGA, цветной VGA или SVGA (8514/A) — использовался трехразрядный параллельный двоичный код, формируемый путем определенной распайки в мониторе проводов 4, 11 и 12: один или два из них заземлялись.

Этим способом осуществлялась идентификация мониторов фирмы IBM и совместимых с ними. Видеоадаптер определял наличие нулевого потенциала (заземления) на проводах 4, 11 и 12. Отсутствие заземления трактовалось им как логическая единица. Логические уровни на контактах 4, 11 и 12 разъема VGA принято называть *битами идентификации* (см. табл. 14.8). В табл. 14.9 приведены значения битов идентификации для мониторов четырех когда-то наиболее распространенных типов.

Таблица 14.9. *Назначение идентификационных контактов разъема VGA для мониторов различных типов*

Номер контакта	Mono-VGA 12" (IBM 8503)	Тип монитора		Super VGA 15"(IBM 8514/A)
		VGA 12" (IBM 8513)	VGA 14" (IBM 8512)	
4 (бит идентификации 2)	Свободен	Свободен	Свободен	
11 (бит идентификации 0)	Свободен	Заземлен	Заземлен	
12 (бит идентификации 1)	Заземлен	Свободен	Свободен	Свободен

Обнаружив нулевой потенциал на соответствующем проводе, видеоадаптер автоматически изменял выходные сигналы. Например, при обнаружении

нулевого потенциала на контакте 12 (монохромный монитор) он автоматически переходил в режим передачи монохромного видеосигнала (зеленого, по проводу 2), а при обнаружении нулевого потенциала на контактах 4 и 11 (монитор SVGA 8514/A) позволял установить режим 1024x768 с чересстрочной разверткой.

Однако очень скоро стало ясно, что такой механизм непригоден для идентификации большого числа мониторов, различающихся размером экрана и частотами синхронизации. Кроме того, он не предусматривал передачу информации от компьютера к монитору, т. е. управление монитором.

С целью устранения этих ограничений ассоциация VESA предложила спецификацию, определяющую протокол и способ обмена (последовательным двоичным кодом) информацией между операционной системой и монитором. Главным преимуществом последовательного способа передачи данных по сравнению с параллельным является компактность соединительного кабеля: для приема и передачи данных достаточно двух проводов (не считая общего). Такой принцип используется при двустороннем обмене данными через последовательный порт PC. Если же необходимость в одновременной передаче и приеме данных отсутствует, можно обойтись всего одним проводом.

Технология Plug&Play

Спецификация, разработанная ассоциацией VESA, получила название DDC *(Display Data Channel* — канал данных монитора). На основе этой спецификации стала возможной реализация технологии Plug&Play для мониторов.

Протокол DDC

Существуют две основные версии протокола DDC:

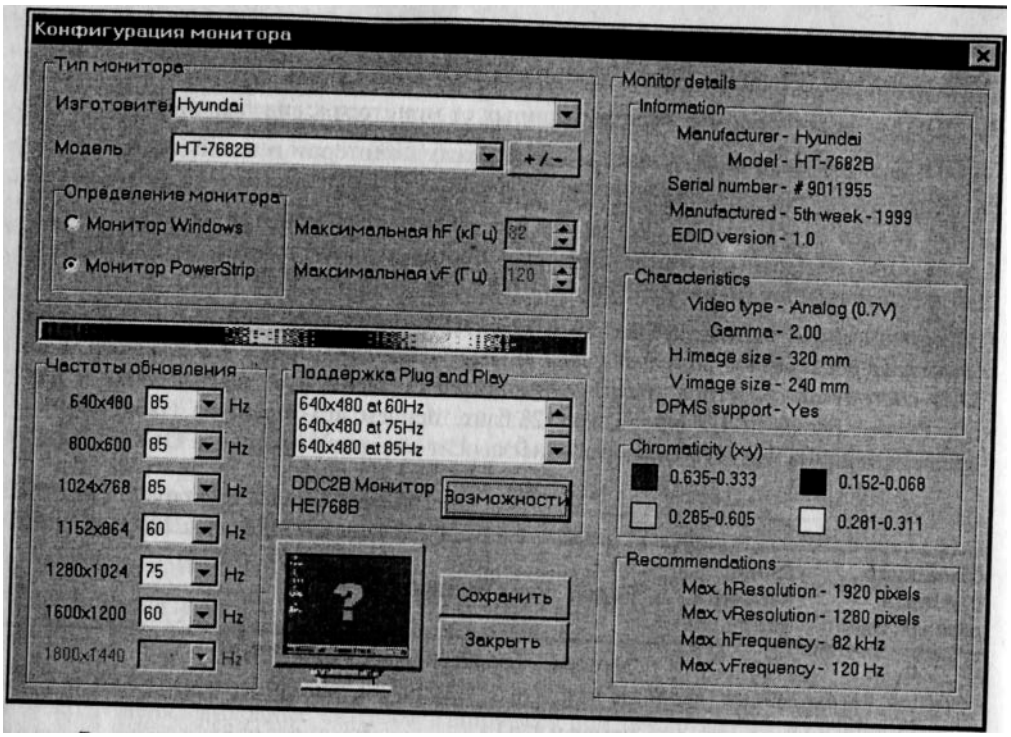
- DDC1 — односторонняя передача данных от монитора к видеоадаптеру;
- DDC2 — двусторонний обмен данными между монитором и видеоадаптером.

Отметим, что реализация обмена данными в соответствии с протоколом DDC возможна только в том случае, когда его поддерживают и монитор, и видеоадаптер. Кроме того, необходима соответствующая программа, обеспечивающая поддержку протокола Plug&Play (например, утилита ICU для DOS, Windows 95/98). Информационный пакет, передаваемый монитором видеоадаптеру, называется *блоком параметров расширенной идентификации* (EDID — *Extended Display IDentification).* Блок EDID состоит из сегментов, характеризующихся смещением от начала блока и длиной. Размер блока EDID составляет 128 байт, причем его структура (табл. 14.10) — смещение и длина каждого сегмента — не зависит от версии протокола DDC.

Таблица 14.10. *Структура блока EDID*

Смещение сегмента данных, байт	Длина сегмента, байт	Содержание сегмента
0	8	Заголовок (маркер начала потока EDID)
8	10	Идентификатор изделия (изготовитель, модель, серийный номер и т. п.)
18	2	Версия EDID
20	15	Основные характеристики монитора (размеры экрана, максимальное разрешение, список поддерживаемых видеорежимов, цветовые характеристики люминофорного покрытия и т. д.)
35	19	Установленные параметры синхронизации
54	72	Дескрипторы параметров синхронизации
126	1	Флаг расширения
127	1	Контрольная сумма

Переданную монитором информацию можно оценить визуально, используя программные средства: диалоговые окна настройки Windows 95/98, а также специальные программы. В частности, если операционная система распознала монитор, то в диалоговом окне **Свойства: Экран** вы сможете выбрать только те разрешение и частоту кадров, которые действительно поддерживаются данным монитором. Получить полную информацию о содер-



жании блока EDID позволяет программа PowerStrip фирмы En Tech. В диалоговом окне **Конфигурация монитора** программы с помощью кнопки Воз-

можности можно выполнить повторное считывание блока EDID (рис. 14.21).

Рис. 14.21. Диалоговое окно **Конфигурация монитора** программы PowerStrip

Из всей содержащейся в блоке EDID и отображаемой в диалоговом окне (см. рис. 14.21) информации наиболее ценными для обеспечения согласованной работы монитора и видеоадаптера являются сведения о поддерживаемых видеорежимах. Основываясь на этой информации, можно корректно установить требуемый видеорежим и исключить сбои в работе монитора.

Не менее полезны сведения, содержащиеся в области **Monitor details.** Они позволяют проверить серийный номер, дату выпуска и основные характеристики монитора. Для профессионалов, занимающихся компьютерной обработкой изображений, указаны цветовые характеристики люминофорного покрытия (цветовые координаты красного, зеленого, синего и белого цветов), а также значение коэффициента гамма, характеризующего нелинейность модуляционных характеристик ЭЛТ и используемого при выполнении гамма-коррекции.

Канал VESA DDC реализован на основе шины ACCESS. Bus *(Accessory Bus),* разработанной фирмой DEC. Эта шина представляет собой модификацию низкоскоростного интерфейса I^2C *(Inter Integrated Circuit),* разработанного фирмой Philips для организации двунаправленного обмена данными между различными устройствами бытовой радиоаппаратуры, и предназначена для взаимодействия операционной системы с компонентами PC: монитором, интеллектуальным источником питания, модулями оперативной памяти и др. В принципе, ACCESS. Bus и I^2C — это одно и то же. Различие заключается лишь в конструктивном исполнении разъемов.

Шина ACCESS.Bus используется для обмена данными между низкоскоростными устройствами. Она содержит всего два сигнальных провода: линию данных (SDA — *Serial Data)* и линию синхронизации (SCL — *Serial Clock).* По линии SDA выполняется двунаправленный обмен данными между двумя устройствами; синхронизация обмена осуществляется тактовыми импульсами, передаваемыми по линии SCL. Циклы приема и передачи данных разнесены во времени, т. е. в каждый момент времени устройство, подключенное к шине ACCESS.Bus, либо передает, либо принимает информацию. Третьей линией шины является общий (нулевой) провод, относительно которого измеряются напряжения на линиях SDA и **SCL.**

Обычно в качестве линий шины ACCESS.Bus используются незадействованные провода (5, 12 и 15) соединительного кабеля монитора (табл. 14.11). Такая конструкция канала VESA DDC получила название DDC2B. Мониторы некоторых моделей оборудованы отдельным разъемом для подключения к шине ACCESS.Bus. Такой канал называется DDC2AB. Назначение контактов разъема шины ACCESS.Bus приведено в табл. 14.12.

Таблица 14.11. *Назначение контактов разъема соединительного кабеля Plug&Play-монитора*

Номер контакта	Сигнал	Номер контакта	Сигнал
1	Красный	9	Ключ (вывод отсутствует)
2	Зеленый	10	Нулевой провод (LOGIC GROUND)
3	Синий	11	Земля (GROUND)
4	Земля (GROUND)	12	SDA
5	Нулевой провод шины ACCESS.Bus	13	Строчные синхроимпульсы
6	Нулевой (красный)	14	Кадровые синхроимпульсы
7	Нулевой (зеленый)	15	SCL
8	Нулевой (синий)		

Таблица 14.12. *Назначение контактов разъема шины ACCESS.Bus*

Номер кон-	Назначение линии
1	Нулевой провод (GROUND)
2	Свободен (контакт используется в качестве ключа)
3	SDA
4	+5 В (питание подключенных к шине устройств)
5	SCL

Порядок обмена данными между монитором и видеоадаптером по линии SDA определяется версией протокола DDC.

Протокол DDC1 предусматривает одностороннюю передачу данных от монитора к видеоадаптеру. При этом данные передаются по линии SDA (контакт 12), а в качестве тактовых импульсов используются импульсы кадровой развертки (контакт 14). В момент передачи данных по линии SDA видеоадаптер с целью ускорения обмена может повысить частоту кадровых синхроимпульсов в несколько десятков раз (до 25 кГц). Поскольку генератор кадровой развертки монитора не предназначен для работы на столь высокой частоте, он будет формировать сигнал той частоты, которая предусмотрена выбранным видеорежимом. Поэтому передача данных не приведет к нарушению синхронизации изображения на экране монитора. Протокол DDC2 позволяет организовать двунаправленную передачу данных между монитором и видеоадаптером. При этом используются обе линии — SDA и SCL. Для двунаправленного обмена данными по каналу VESA DDC используется следующий протокол. В обмене данными одновременно участвуют два устрой-

ства: *ведущее (master),* называемое также *контроллером,* и *ведомое (slave).* Ведущее устройство задает адрес и код операции (чтение или запись). С точки зрения направления передачи данных, ведущее и ведомое устройства могут выступать как в роли передатчика, так и в роли приемника (в зависимости от кода операции). Устройства, подключенные к каналу VESA DDC, имеют двунаправленный выход типа "открытый коллектор". Это значит, что активным уровнем является уровень логического нуля: активное устройство может изменять уровень сигнала в линии (SDA или SCL) только в том случае, если все остальные устройства, подключенные к шине, формируют на своем выходе уровень логической единицы. Другими словами, путем формирования низкого уровня устройство "занимает" линию. Попытка занять линию предпринимается только в том случае, когда на линии установлен высокий уровень (уровень логической единицы), т. е. в том случае, когда линия свободна.

Цикл обмена данными инициализируется ведущим устройством, при этом передача данных осуществляется побайтно. После передачи (или приема) каждого байта ведущее устройство кратковременно освобождает линию, чтобы дать возможность ведомому устройству передать подтверждение. Таким образом, процесс обмена данными, согласно протоколу I^2C, является асинхронным (рис. 14.22).

Рис. 14.22. Временная диаграмма обмена данными по шине ACCESS. Bus

Как видно из рисунка, начало обмена (Start) инициируется ведущим устройством: при высоком уровне сигнала SCL состояние линии SDA изменяется с высокого уровня на низкий. Окончание обмена (Stop) осуществляется путем изменения уровня сигнала SDA с низкого на высокий при высоком уровне сигнала SCL. Применение таких комбинаций сигналов SDA и SCL для обозначения начала и конца обмена является следствием использования устройств с выходом типа "открытый коллектор". Передача данных в пределах каждого байта начинается со старшего бита MSB *(Most Significant Bit* — наиболее значимый бит) и заканчивается младшим битом LSB *(Least Significant Bit* — наименее значимый бит). Состояние линии SDA может изменяться передатчиком только тогда, когда сигнал SCL принимает низкий уровень, при этом считывание (запись) данных производится по положительному (переднему) фронту сигнала SCL. Приемник во время девятого такта формирует бит подтверждения, переводя линию SDA в нулевое состояние. Передача

следующего байта возможна только после того, как приемник освободит линию SDA, установив на ней высокий уровень. Если по каким-либо причинам приемнику необходимо временно задержать передачу следующего байта, он будет удерживать линию SDA в нулевом состоянии столько, сколько потребуется (асинхронный обмен данными).

Первый передаваемый байт содержит 7-битный адрес ведомого устройства и одноразрядный код операции RW (RW = 0 — запись, RW = 1 — чтение).

Скорость обмена данными по линии SDA определяется частотой тактовых импульсов на линии SCL, которая может изменяться. Максимальное значение этой частоты 100 кГц в нормальном *(Normal mode)* режиме и 400 кГц — в скоростном *(Fast mode).*

Интерфейс между монитором и PC

В последнее время значительно возросла популярность 17—21 "-мониторов. Это, в первую очередь, обусловлено существенным снижением цен как на эти изделия, так и на видеоадаптеры, способные поддерживать соответствующие им частоты разверток и палитру. Соответственно, приобретя такую видеосистему, вы в праве требовать от нее высококачественного четкого изображения. Однако как раз с четкостью и начали возникать проблемы. Наоборот, стала более заметной размытость изображения, особенно при работе с текстом, набранным мелким шрифтом. А все изображение как будто покрыто легкой дымкой. Закономерно предположить, что в этом виноват видеоадаптер. Частично вы правы. Однако замена видеоадаптера далеко не всегда решит проблему. Основная причина таких искажений кроется в способе соединения монитора с видеоадаптером, а именно в аналоговом способе соединения.

Как известно, данные, которые отображаются на экране монитора, поступают из буфера кадров (памяти) видеоадаптера в цифровом виде на RAMDAC *(см. главу 15),* который преобразует эти цифровые данные в аналоговый сигнал. До недавнего времени именно низкая полоса пропускания RAMDAC была причиной плохого качества изображения. В настоящее время полоса пропускания современных RAMDAC значительно выше, поэтому потери в качестве изображения по вине RAMDAC сейчас случаются гораздо реже. С выхода RAMDAC через фильтры низкой частоты (от качества фильтрации также зависит качество формируемого на экране монитора изображения, особенно при высоких разрешениях и частотах разверток) уже аналоговый сигнал через VGA-разъем по VGA-кабелю (очередному источнику помех) поступает в монитор. Если к видеодаптеру подключен ЖК-монитор, то уже в мониторе аналоговый сигнал снова преобразуется (для совместимости со стандартом VGA) — обратно в цифровой (аналого-цифрового преобразования без ошибок не бывает — еще один источник помех). Таким образом, в последнем случае имеем два взаимоисключающих преобразования: цифро-аналоговое в RAMDAC и аналого-цифровое в ЖК-

мониторе. Не проще ли цифровые данные из буфера кадров непосредственно передавать в ЖК-монитор? Конечно проще. Тем более, что цифровой сигнал более надежен и устойчив к большинству помех, чем аналоговый. В свое время, когда сектор рынка ЖК-мониторов составлял доли процентов, введение второго аналого-цифрового преобразования было оправдано — простое решение проблемы совместимости. Сейчас же, когда более 30% всех выпускаемых мониторов приходится на ЖК-мониторы, необходимость в цифровом интерфейсе между монитором и PC стала актуальной.

Цифровые видеоинтерфейсы VESA Plug-and-Display

Первый (не считая первых, цифровых, стандартов на видеоадаптеры: начиная с MDA и кончая EGA) цифровой видеоинтерфейс был разработан ассоциацией VESA еще в 1997 г., когда она сделала попытку откликнуться на намечающуюся потребность рынка и приняла стандарт *Plug-and-Display* (P&D). К сожалению, он не получил широкого распространения среди производителей по причине слишком дорогостоящей реализации: помимо передачи цифрового и аналогового видеосигналов через единый 30-контактный разъем стандартом была предусмотрена интеграция интерфейсов USB и FireWire. Стандарт P&D поддерживает горячее подключение, о чем говорит его название.

Однако метод цифровой передачи видеосигнала позже лег в основу других интерфейсов. Базируется он на разработке компании Silicon Image — технологии *PanelLink.* Данные передаются по трем витым парам при помощи протокола TMDS *(Transition Minimized Differential Signaling).* Пропускная способность соединения — 165 МГц, это позволяет передавать изображение с разрешением до 1920x1080 при частоте обновления 60 Гц (оптимально для ЖК-мониторов) или до 1280x1024 при частоте кадров 75—85 Гц (для ЭЛТ-мониторов).

Digital Flat Panel

Поскольку потребность в интерфейсе все возрастала, осенью 1999 г. ассоциация VESA одобрила еще один стандарт — DFP *(Digital Flat Panel),* разработанный одноименной группой под руководством фирмы Compaq. DFP — это существенно усеченная версия стандарта P&D: предусмотрены линии для передачи только цифровых видеосигналов. Стандарт DFP основан также на технологии PanelLink и поддерживает спецификации VESA *Display Data Channel* (DDC) и *Extended Display Identification Data* (EDID) *(см. главу 15).* Первая описывает стандартный коммуникационный канал между адаптером и монитором, вторая — формат информационного кадра с техническими характеристиками монитора.

Стандарт DFP также не получил широкого распространения, поскольку имеет серьезные недостатки: не поддерживает горячее подключение и аналоговый интерфейс.

Видеоинтерфейс DVI

Основной же причиной отказа от стандарта DFP стало появление нового, более перспективного стандарта DVI *(Digital Visual Interface).* В настоящее время этот интерфейс можно считать общепринятым. Стандарт был разработан группой *Digital Display Working Group* (DDWG), созданной по инициативе Intel, в нее вошли компании Intel, Compaq, Fujitsu, Hewlett-Packard, IBM, NEC, Silicon Image. Спецификация DVI была представлена в апреле 1999 г., но, несмотря на то, что все участники группы DDWG являются активными участниками VESA, стандарт DVI так и не был одобрен ассоциацией.

Стандарт вобрал в себя все лучшее из предшествующих интерфейсов: в основе лежит технология PanelLink, поддерживаются спецификации DDC и EDID, горячее подключение, аналоговый интерфейс. Для передачи данных по DVI-соединению используется протокол последовательного кодирования TMDS.

Протокол последовательного кодирования TMDS

Спецификацией DVI предусмотрены один (Single Link) или два (Dual Link) канала TMDS, каждый из которых состоит из трех линий данных (RGB) и одной линии синхронизации (рис. 14.23). TMDS-соединение может работать на частоте до 165 МГц. По каждой линии передаются 10-битные данные (8-битный код цвета плюс два служебных бита) со скоростью 1,65 Гбит/с — этого вполне достаточно для обеспечения разрешения 1920x1080 с частотой регенерации 60 Гц (для ЖК-мониторов). А при использовании двух каналов одновременно пропускная способность удваивается и тактовая частота достигает значения 330 МГц, что на практике означает поддержку разрешения до 2048x1536/60 Гц для ЖК-мониторов и до 1920x1080/85 Гц для мониторов на основе ЭЛТ.

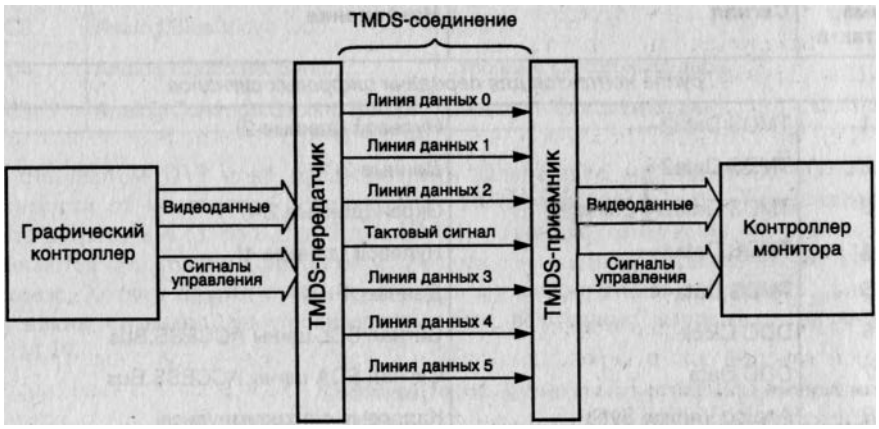


Рис. 14.23. DVI-интерфейс (спецификация DVI 1.0)

В стандарте DVI при использовании двух каналов (если монитор поддерживает двухканальную конфигурацию, второй канал может быть включен, только когда требуется частота выше 165 МГц) полоса пропускания разделяется между ними равномерно, поскольку сигнал синхронизации у них общий. Например, при полосе 300 МГц каждый канал будет работать на частоте 150

МГц. Кроме того, в стандарт

заложена возможность использования второго канала как дополнительного для передачи большой глубины цвета (до 48 бит). В этом случае по первому каналу передаются старшие 24 разряда, а по второму — младшие.

Разъемное соединение

Физически соединение между монитором и видеоадаптером в соответствии со спецификацией DVI осуществляется кабелем (длиной до 10 м) с помощью 24 + 5-контактного DVI-разъема (24 цифровых контакта и 5 аналоговых). Спецификацией DVI определено два типа разъемов: DVI-Integrated (DVI-I) и DVI-Digital (DVI-D). Отличаются они друг от друга только наличием группы контактов для передачи аналоговых сигналов. Нумерация контактов разъема DVI приведена на рис. 14.24, а их назначение — в табл. 14.13. Как видно из таблицы, в соединительном кабеле витые пары разных каналов попарно заключены в отдельные экраны. Это сделано для повышения помехоустойчивости кабеля.

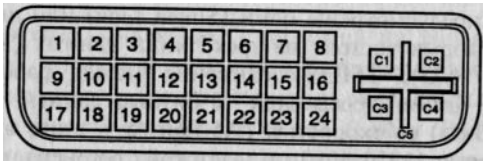


Рис. 14.24. Нумерация контактов разъема DVI-I

Таблица 14.13. Назначение контактов разъема DVI

Номер контакта	Сигнал	Назначение
	Группа контактов для передачи цифровых сигналов	
1	TMDS Data2-	Нулевой (данные 2)
2	TMDSData2+	Данные 2
3	TMDS Data2/4	Экран (данные 2/4)
4	TMDS Data4-	Нулевой (данные 4)
5	TMDS Data4+	Данные 4
6	DDC Clock	Сигнал SCL шины ACCESS. Bus
7	DDC Data	Сигнал SDA шины ACCESS.Bus
8	Analog Vertical Sync	Кадровые синхроимпульсы
9	TMDS Data1l-	Нулевой (данные 1)
10	TMDSData1 +	Данные 1
11	TMDS Data1/3	Экран (данные 1/3)
12	TMDS Data3-	Нулевой (данные 2)
13	TMDS Data3+	Данные 2
14	+5V Power	Питание +5 В
15	Ground (for +5V)	Земля питания
16	Hot Plug Detect	Идентификация "горячего подключения"

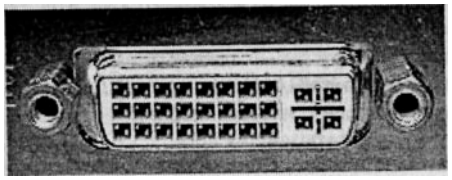
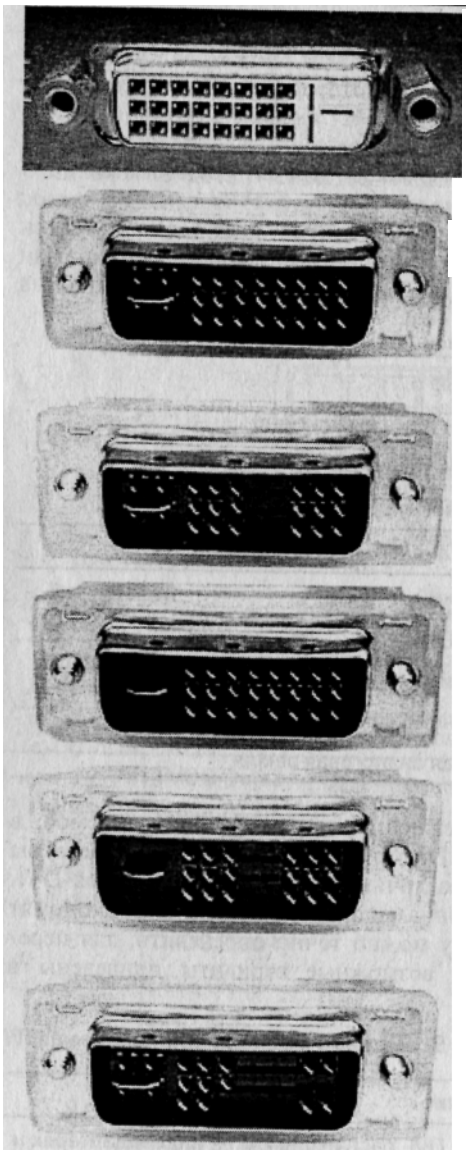
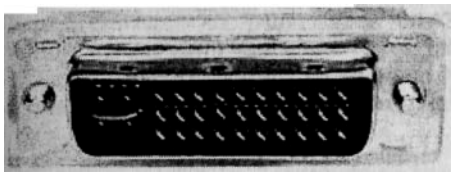
17	TMDS Data0-	Нулевой (данные 0)
18	TMDS Data0+	Данные 0
19	TMDS DataO/5	Экран (данные 0/5)
20	TMDS Data5-	Нулевой (данные 5)
21	TMDS Data5+	Данные 5
22	TMDS Clock Shield	Экран (тактовый сигнал)
23	TMDS Clock+	Тактовый сигнал
24	TMDS Clock-	Нулевой (тактовый сигнал)

Группа контактов для передачи аналоговых сигналов

C1	Analog Red Video Out	Красный
C2	Analog Green Video Out	Зеленый
C3	Analog Blue Video Out	Синий
C4	Analog Horizontal Sync	Строчные синхроимпульсы
C5	Analog Common Ground Return	Общая аналоговая земля

Хотя стандартом DVI и не предусмотрено дальнейшее подразделение разъемов, в зависимости от количества используемых TMDS-каналов и назначения кабеля вы можете встретить 6 (3 DV1-D и 3 для DVI-I) различных модификаций разъема DVI. Различаются они только количеством контактов — видимо, производители экономят на железе. Хотя, с другой стороны, по разъему можно точно определить, для передачи каких сигналов он предназначен. Все возможные варианты приведены в табл. 14.14.

Таблица 14.14. *Возможные модификации разъема DVI*

Внешний вид разъема	**Описание**
	Разъем DVI, распаиваемый на видеоадаптерах и мониторах, обычно универсален. В кабелях используется с разъемами и переходниками совершенно различных типов и конфигураций
	DVI-D Single Link, 6x3 контакта (по два контакта в середине каждого ряда отсутствуют) плюс лепесток заземления на месте аналоговой группы. Возможна передача сигналов только одного цифрового канала. Обычно входит в Ответная часть (штекер) разъема DVI-I, называют еще DVI-I Dual Link. Стандартный вариант, теоретически предназначенный для передачи аналоговых сигналов и сигналов двух цифровых каналов. Обычно таким разъемом оканчивается сигнальный кабель монитора. На независимых сигнальных кабелях не используется DVI-I Single Link, 6x3 контакта (по два контакта в середине каждого ряда отсутствуют) составляют аналоговую группу контактов. Один цифровой канал, один аналоговый. Часто встречается на кабелях DVI-D Dual Link, 8x3 контакта плюс только лепесток заземления на месте аналоговой группы. Такой разъем предназначен для передачи цифровых сигналов по двум каналам комплект DVI-мониторов с двойным интерфейсом DVI-A (такое обозначение стандартом не определено, но в литературе и документации встречается), полная аналоговая группа и сильно урезанная цифровая группа контактов: отсутствуют три контакта в первом ряду, пять во втором и четыре в третьем. Часто встречается кабель, на одном конце которого разъем DVI-A или DVI-I Single Link, а на другом — стандартный 15-контактный разьем VGA. Используется для подключения монитора с интерфейсом DVI-I к видеоадаптеру с интерфейсом VGA
	Разъем DVI-D, встречается только на мониторах

DVI-D Single Link, 6x3 контакта (по два контакта в середине каждого ряда отсутствуют) плюс лепесток заземления на месте аналоговой группы. Возможна передача сигналов только одного цифрового канала. Обычно входит в

Ответная часть (штекер) разъема DVI-I, называют еще DVI-I Dual Link. Стандартный вариант, теоретически предназначенный для передачи аналоговых сигналов и сигналов двух цифровых каналов. Обычно таким разъемом оканчивается сигнальный кабель монитора. На независимых сигнальных кабелях не используется

DVI-I Single Link, 6x3 контакта (по два контакта в середине каждого ряда отсутствуют) составляют аналоговую группу контактов. Один цифровой канал, один аналоговый. Часто встречается на кабелях

DVI-D Dual Link, 8x3 контакта плюс только лепесток заземления на месте аналоговой группы. Такой разъем предназначен для передачи цифровых сигналов по двум каналам

комплект DVI-мониторов с двойным интерфейсом

DVI-A (такое обозначение стандартом не определено, но в литературе и документации встречается), полная аналоговая группа и сильно урезанная цифровая группа контактов: отсутствуют три контакта в первом ряду, пять во втором и четыре в третьем. Часто встречается кабель, на одном конце которого разъем DVI-A или DVI-I Single Link, а на другом — стандартный 15-контактный разьем VGA. Используется для подключения монитора с интерфейсом DVI-I к видеоадаптеру с интерфейсом VGA

Разъем P&D. Очень похож на DVI-I Dual Link, только контактов больше: группа 3x10 контактов. Подобный разъем используется в мониторах фирмы Apple

Частотные характеристики

Отметим еще одну особенность стандарта. ЭЛТ-мониторы более требовательны к полосе пропускания видеоинтерфейса по сравнения с ЖК-мониторами. Во-первых, частота обновления у них должна быть выше для снижения эффекта мерцания экрана (75—85 Гц против 60 Гц для ЖК-мониторов), во-вторых, необходимо дополнительное время (интервал гашения) на обратный ход электронного луча. Так вот никакого фиксированного интервала гашения стандарт DVI не предусматривает (этот интервал зависит от характеристик монитора).

Минимальная частота TMDS-интерфейса составляет 25,175 МГц, это связано с наименьшим допустимым разрешением, оговоренным спецификацией — VGA (640x480/ /65 Гц — разрешение при начальной загрузке по умолчанию). Более низкие разрешения невозможны. При работе TMDS-интерфейса на частоте ниже 22,5 МГц в течение одной секунды соединение считается разорванным.

Реализация технологии Plag&Play

При начальной загрузке видеоадаптер предполагает наличие VGA-совместимого монитора, т. е. любой DVI-монитор должен поддерживать разрешение 640x480 при частоте обновления 60 Гц. Затем BIOS и операционная система через интерфейс DDC опрашивают монитор на предмет поддерживаемых разрешений. Окончательное разрешение зависит от настроек пользователя, выбираемых из списка разрешений, одновременно поддерживаемых видеоадаптером и монитором. При горячем включении работает специальный механизм HPD *(Hot Plug Detection):* видеоадаптер через интерфейс DDC выясняет тип монитора, и если он цифровой, включает канал TMDS. В противном случае работа DVI-монитора ничем не отличается от работы через традиционный VGA-интерфейс.

Масштабирование

Все заботы, связанные с масштабированием, стандарт возлагает на монитор. Причем если монитор поддерживает масштабирование какого-то низкого разрешения, то он должен поддерживать и масштабирование всех стандартных разрешений между этим разрешением и своим "родным". При отсутствии возможности масштабирования монитор все-таки должен правильно отображать изображение с более низким разрешением (в окне).

Гамма-коррекция

Как известно, электронные пушки ЭЛТ имеют нелинейную передаточную характеристику и для отображения неискаженного изображения требуют γ-коррекции (гамма-коррекции). Для ЭЛТ-монитора необходимое значение γ составляет около 2,2. Спецификация DVI рекомендует поддержку этого значения цифровыми мониторами всех типов до тех пор, пока в этой области не появится единый стандарт. Таким образом, коррекция также перекладывается на монитор, если он не является ЭЛТ-монитором.

Перспективы

Степень распространения стандарта DVI напрямую связана с долей ЖК-мониторов на рынке. И с увеличением этой доли, по прогнозам, старый VGA-интерфейс постепенно будет вытеснен. Уже сейчас на рынке появляются ЭЛТ-мониторы с цифровым интерфейсом. Реализация цифрового интерфейса за счет переноса ЦАП с видеоадаптера внутрь монитора открывает ряд интересных перспектив (помимо очевидной — ликвидации аналогового интерфейса). Например, становится возможной передача цифровых данных только при изменении изображения, а обновление его (регенерация) — задача монитора. Это значительно сокращает передаваемый объем данных и позволит монитору работать с высокими частотами разверток независимо от входного сигнала. Стандарт DVI это позволяет. С учетом требований и рекомендаций стандарта DVI функциональная схема ЭЛТ-мониторов с цифровым интерфейсом будет выглядеть так, как на рис. 14.25.

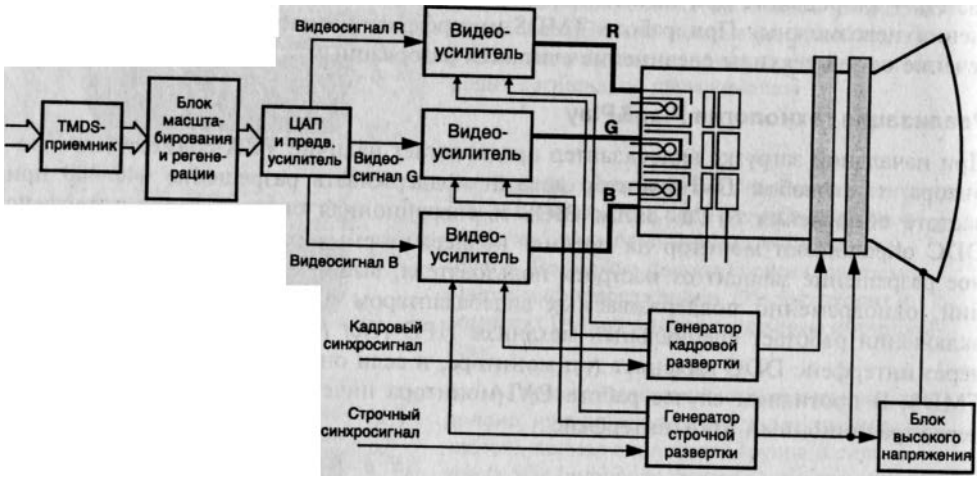


Рис. 14.25. Функциональная схема ЭЛТ-монитора с интерфейсом DVI

само по себе не является новинкой. Принцип его действия хорошо знаком каждому, кто смотрел диафильмы, слайды или был в кинотеатре.

Программа выполнения работы.

1. Подготовить протокол работы, содержащий название работы, цель работы.
2. Получить задание преподавателя и согласно этому заданию выписать важнейшие характеристики мониторов.
3. Пользуясь полученными результатами работы, изучить устройство мониторов и принципы их работы.
4. На представленных преподавателем мониторах определить основные элементы, их назначение.
5. Научиться подключать мониторы к ПК.

Приборы и оборудование.

1. Персональный компьютер.
2. Мониторы.
3. Системный блок.

Порядок выполнения работы.

1. Ознакомиться с рекомендованной литературой.
2. Заполнить протокол лабораторной работы.
3. Изучить устройство мониторов.
4. Защитить выполненную лабораторную работу.

Контрольные вопросы.

1. Устройство монитора на основе ЭЛТ.
2. Принцип действия цифрового монитора.
3. Принцип действия аналогового монитора.
4. Чем отличается теневая маска от апертурной решетки?
5. Значение люминофорного покрытия экрана?
6. Что такое *мультимедийный монитор* и каким требованиям он должен удовлетворять?
7. Что такое *мультичастотный монитор*?
8. Устройство ЖК монитора.
9. Технологии Twisted Nematic и её недостатки.
10. Технологии TFT.

11. Принцип действия плазменного дисплея.
12. Принцип действия электролюминесцентного монитора.
13. Принцип действия монитора электростатической эмиссии.
14. Принцип действия органического светодиодного монитора.
15. Факторы, негативно влияющие на здоровье оператора.
16. Эргономические требования к рабочему месту.
17. Технология Plug&Play для мониторов.
18. Перспективы распространения стандарта DVI **.**
19. Тестирование монитора.
20. **Какие ошибки вы заметили?**

Лабораторная работа № 13

Проекторы

Цель работы: Познакомиться с разновидностями проекторов и принципами их работы.

Краткие теоретические сведения.

Проекционное устройство само по себе не является новинкой. Принцип его действия хорошо знаком каждому, кто смотрел диафильмы, слайды или был в кинотеатре.

Во всех этих случаях происходит одно и то же: изображение на тонкой цветной полупрозрачной пленке просвечивается мощной проекционной лампой и с помощью оптической системы проецируется на экран (рис. 14.26).

Рис. 14.26. Экран Medium Executive

В результате изображение может быть показано большой аудитории. Имеются также специальные проекторы для презентационных и учебных целей, способные переносить на экран изображения с непрозрачных носителей.

А можно ли проецировать на большой экран изображение с экрана монитора? Оказывается, можно. Для этой цели используются специальные проекционные устройства, подключаемые к PC.

В этих устройствах в качестве источника проецируемого изображения используется специальный электронно-управляемый модулятор, на который подается сигнал от видеоадаптера PC. Как кинопленка или слайд, он используется в качестве управляемого светофильтра, модулирующего световой поток от проекционной лампы. Конструкции и принципы действия модуляторов отличаются большим разнообразием, хотя в подавляющем большинстве они построены на основе ЖК-панелей. В зависимости от места расположения модулятора все компьютерные проекторы можно разбить на две большие группы.

- *Универсальные проекторы* общего назначения *(оверхед-проекторы),* в качестве источника изображения в которых используется специальный внешний модулятор — ЖК-панель.

- *Мультимедийные проекторы* со встроенным модулятором.

Помимо компонентного RGB-сигнала, снимаемого с выхода видеоадаптера, на проекторы можно подавать обычный видеосигнал, источником которого может быть бытовая или полупрофессиональная видеоаппаратура. Проекторы, в которых в качестве входного используется только видеосигнал, называются *видеопроекторами.* По конструкции и принципу действия они аналогичны мультимедийным, но в них не предусмотрена возможность подключения к компьютеру. Напротив, на большинство мультимедийных проекторов можно подавать видеосигнал.

Оверхед-проекторы

Оверхед-проектор (Over Head Projector— проектор, расположенный над головой) представляет собой обычный проектор, в котором изображение от источника проецируется на экран при помощи наклонного *проекционного зеркала.* В зависимости от места размещения проекционной лампы различают *отражательные* и *просветные* проекторы.

Отражательные проекторы

Отражательные проекторы представляют собой малогабаритные устройства, предназначенные для проецирования изображений, нанесенных на специальную прозрачную пленку. Поскольку мощность проекционной лампы у таких проекторов невелика, они не могут использоваться совместно с ЖК-панелями.

Просветные проекторы

В просветных проекторах проекционная лампа размещается под рабочей

поверхностью устройства внутри его основания (рис. 14.27). Поскольку в этом случае можно обеспечить принудительное охлаждение, мощность лампы может быть увеличена в десятки раз. Это позволяет использовать в качестве источника изображения не только прозрачные пленки, но и менее прозрачные ЖК-панели.

Такую панель, подключенную к видеоадаптеру PC, кладут на прозрачную рабочую поверхность проектора вместо прозрачной пленки. Свет от проекционной лампы через специальную фокусирующую линзу просвечивает ЖК-панель и через рассеивающую линзу поступает на проекционное зеркало. В некоторых моделях просветных проекторов предусмотрена возможность установки перед проекционным зеркалом дополнительной линзы, предназначенной для увеличения размера изображения на 25-50% (рис. 14.28).

ЖК-панель по форме и размеру напоминает дисплей PC типа Notebook, выполненный в виде самостоятельного устройства (рис. 14.29). На корпусе панели имеются органы управления параметрами изображения; в комплект поставки часто входит пульт дистанционного управления (обычно инфракрасный).

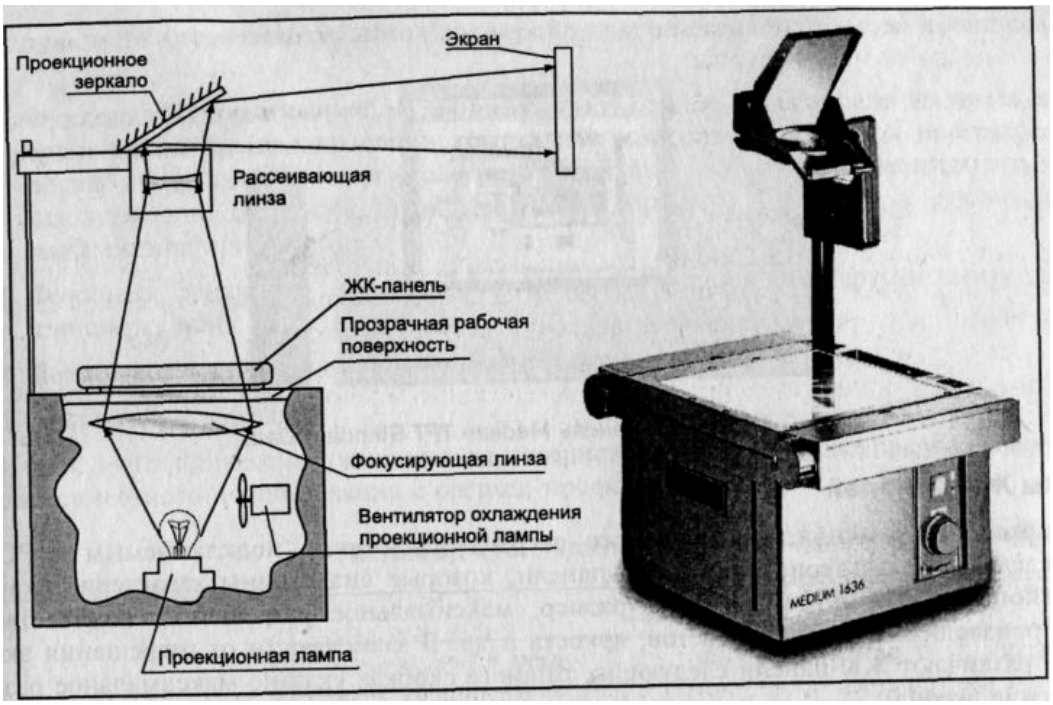


Рис. 14.27. Просветный оверхед-проектор

Рис. **14.28.** Комплект оборудования, предназначенный для совместного использования оверхед-проектора и ЖК-панели

Рис. 14.29. ЖК-ланель Medium TFT Standard Data

Типы ЖК-панелей

Качество изображения, формируемого оверхед-проектором, подключаемым к PC, определяется характеристиками ЖК-панели, которые аналогичны характеристикам плоскопанельных ЖК-мониторов: размер, максимальное разрешение, количество воспроизводимых оттенков цветов, яркость и др. В зависимости от разрешения экрана различают ЖК-панели следующих типов (в скобках указано максимальное разрешение экрана):

- VGA-панели (640x480)
- SVGA-панели (800x600)
- XGA-панели (1024x768)
- SXGA-панели (1280x1024)

С точки зрения общепринятой классификации видеосистем это не совсем правильно, поскольку любое разрешение свыше 640x480 принято называть SVGA-разрешением. В проекционной технике сохранился термин *XGA (extended Graphic Array)*. Напомним, так назывались высокопроизводительные видеоадаптеры фирмы IBM, снабженные графическим сопроцессором и обеспечивающие сравнительно высокое быстродействие в режиме 1024x768.

У дешевых VGA-панелей, рассчитанных на небольшую аудиторию, в качестве экрана используется пассивная ЖК-матрица, основанная на применении технологии DSTN; в более качественных панелях используется активный TFT-экран.

Дополнительные функции ЖК-панелей

Помимо основной задачи — преобразования электрического сигнала от видеоадаптера в изображение на экране (для его последующего проецирования на большой внешний экран), — ЖК-панели могут иметь ряд дополнительных возможностей, полезных, например, при обучении, проведении презентаций. - Дистанционное управление (ДУ).

- Возможность увеличения изображения или его фрагмента.
- Функцию "Указка" — ЖК-панель на своем экране формирует маркер, напоминающий указатель мыши, управлять положением которого можно с помощью пульта ДУ (понятно, что использовать обычную указку неудобно, т. к. она создает тень).

- Функцию "Замораживание" — запоминание и фиксация на экране текущего изображения на время подготовки компьютера или презентационной программы к показу следующего сюжета (полезна тогда, когда необходимо предотвратить показ аудитории содержимого экрана PC, не прибегая при этом к отключению изображения проектора).
- Функцию "Занавес" — одно изображение плавно заменяется другим снизу вверх или сверху вниз.
- Возможность подключения видеомагнитофона или видеокамеры.
- Аудиовход и выход.

В табл. 14.15 приведены основные характеристики ЖК-панелей, предназначенных для совместного использования с оверхед-проектором.

Таблица 14.15. *Характеристики ЖК-панелей фирмы Medium*

	Тип панели				
	VGA		SVGA		XGA
Характеристика	Название панели				
	CSTN Economy	TFT Standard Data	TFT Standard Data/Video	SVGA Professional	XGA Data
Разрешение	640x480	640x480	640x480	800x600	1024x768
Палитра	4096	2 млн	16,7 млн	16,7 млн	16,7 млн
ЖК-технология	CSTN	TFT	TFT	TFT	TFT
Размер, дюймы	8,5	8,4	8,4	8,4	10,1
Частота строк, кГц	24-38	24-38	24-38	24-50	до 100
Частота кадров, Гц	56-75	56-75	56-75	56-75	до 100
Габаритные размеры (ШхВхТ), см	38x28x5	38x28x4	38x28x4	38x28x5	31x31x4,2
Масса, кг	2,9	2,7	2,7	2,9	2,2
Пульт ДУ	+	+	+	+	+
Экранное меню OSD	—	+	+	+	-
"Замораживание"	—	+	+	+	+
"Занавес"	—	+	+	+	-
"Указка"	—	+	+	+	-
Совместимость с ТВ-системами	—	—-	PAL, SECAM, NTSC	PAL, SECAM NTSC	PAL, SECAM, NTSC

Характеристика	**Тип** панели				
Видеовход*					**XGA**
Аудиовход и **выход**	**VGA**			**SVGA**	
Встроенные динамики (количество х мощность), Вт	**Название панели**				
	CSTN Economy	**TFT Standard Data**	**TFT Standard Data/Video**	**SVGA Professional RCA, S-Video**	**XGAData RCA, S-Video**
		-	**RCA, S-Video**	**+ 2x1,5**	

*Разъем типа RCA используется для подачи композитного, а S-Video — компонентного видеосигнала.

Для управления работой ЖК-панели или компьютера, к которому эта панель подключена, кроме обычного инфракрасного пульта дистанционного управления может использоваться *дистанционная мышь* (рис. 14.30). Она соединяется с адаптером, подключенным к последовательному порту компьютера, при помощи кабеля или по радиоканалу. Наряду со стандартными функциями мыши такое устройство позволяет создавать различные видеоэффекты, полезные, например, при проведении презентаций: увеличение размера изображения, выделение нужной информации и т. п.

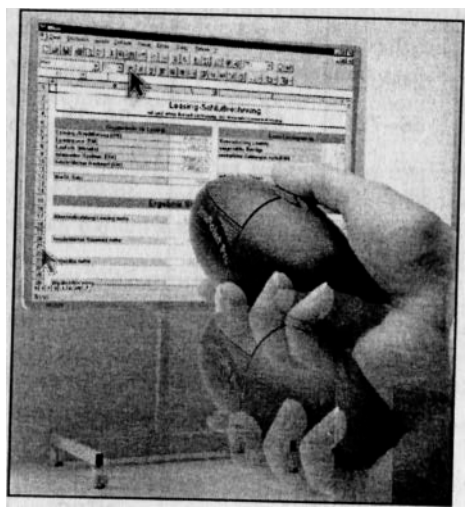


Рис. 14.30. Дистанционная мышь GyroPoint Pro

Мультимедийные проекторы

В мультимедийном проекторе проекционная лампа, ЖК-матрица и оптическая система составляют единое целое и размешаются в одном корпусе. Мультимедийные проекторы (рис. 14.31) напоминают обычные диапроекторы, предназначенные для просмотра слайдов или диафильмов, но их конструкция значительно сложнее.

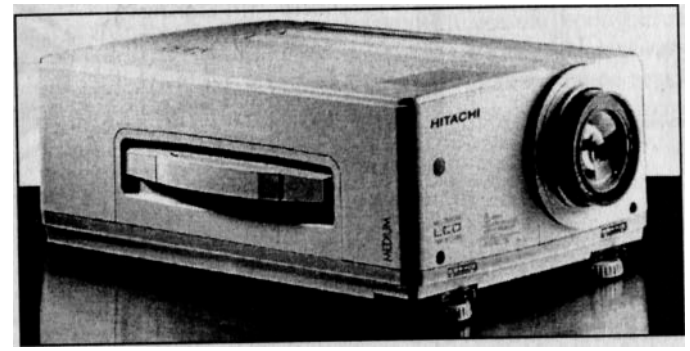


Рис. 14.31. Мультимедийный проектор Hitachi CP-L 550

В целом принцип действия мультимедийного проектора такой же, как и оверхед-проектора: изображение создается с помощью мощной проекционной лампы и встроенного в проектор электронно-оптического модулятора, управляемого сигналом видеоадаптера PC, а затем посредством оптической системы проецируется на внешний экран. Однако конструкция этого модулятора, способы построения и переноса изображения на экран в разных проекторах существенно отличаются. В зависимости от конструкции модулятора проекторы бывают следующих типов:

- TFT-проекторы; - полисиликоновые проекторы; - DMD/DLP-проекторы.

Кроме того, в зависимости от способа освещения модулятора различают мультимедийные проекторы *просветного* и *отражательного* типа.

TFT-проекторы

В TFT-проекторах в качестве модулятора используется малогабаритная цветная активная ЖК-матрица, выполненная по технологии TFT. Принцип действия и конструкция TFT-проектора просветного типа иллюстрируются схемой, представленной на рис. 14.32.

Основным элементом установки является миниатюрная ЖК-матрица. Подобно ЖК-экрану плоскопанельного цветного монитора, каждый элемент этой матрицы образован триадой тонкопленочных транзисторов. Очевидно, что количество элементов матрицы равно количеству пикселов изображения на экране.

Поскольку прозрачность ЖК-матрицы невелика, в проекционном аппарате используется мощная проекционная лампа. Под действием света от проекционной лампы

ЖК-матрица сильно разогревается, поэтому для ее охлаждения используется вентилятор, встроенный в проектор. Для равномерного освещения поверхности матрицы применяется система линз, называемая *конденсором.*

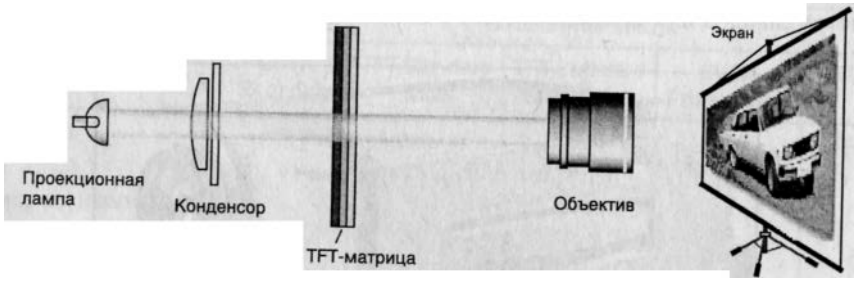


Рис. 14.32. Схема TFT-проектора просветного типа

Полисиликоновые проекторы

Более яркое изображение можно получить, если вместо одной цветной TFT-матрицы использовать три монохромных матрицы — по одной для каждого из основных цветов. Такая технология получила название *полисиликоновой* (обозначается *p-Si).* Каждый элемент полисиликоновой матрицы содержит только один тонкопленочный транзистор, поэтому его размер меньше, чем размер элемента TFT-матрицы (это позволяет повысить четкость изображения). В полисиликоновых проекторах используются три миниатюрных ЖК-матрицы размером около 1,3". Каждая из матриц формирует монохромное изображение красного, зеленого и синего цвета. Оптическая система проектора (рис. 14.33) обеспечивает совмещение трех монохромных изображений, в результате чего формируется цветное изображение.

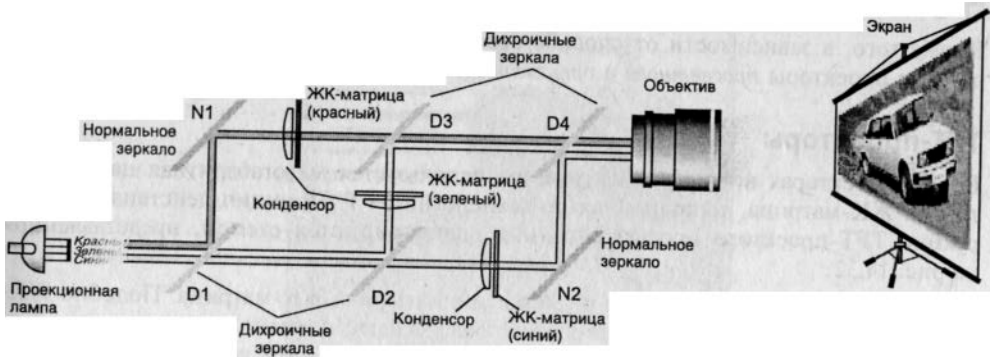


Рис. 14.33. Устройство полисиликонового проектора

Цветоделительная **система**

Для того чтобы подать на каждую из трех матриц световой поток соответствующего цвета, белый свет, проекционной лампы необходимо предварительно разложить на три составляющие основных цветов, т. е. решить задачу *цветоделения.* Цветоделительная система полисиликонового проектора состоит из двух *дихроичных* (Dl, D2) и одного обычного (N1) зеркал.

Дихроичное (цветоделительное, светорасщепляющее) зеркало пропускает свет одного цвета и отражает — другого. Принцип его действия основан на явлении *интерференции,* т. е. сложения световых волн. В простейшем случае дихроичное зеркало представляет собой хорошо отполированное стекло с нанесенной на него тонкой пленкой из диэлектрического материала (рис. 14.34).

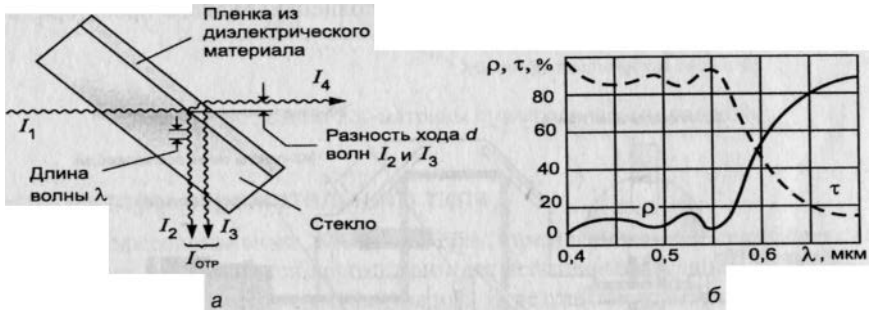


Рис. 14.34. Устройство дихроичного зеркала

Система цветосмешения

Цветное изображение формируется путем наложения друг на друга трех монохромных изображений при помощи системы *цветосмешения,* состоящей из двух дихроичных (D3, D4) и одного нормального (N2) зеркал (см. рис. 14.33). Процесс совмещения трех монохромных изображений требует исключительно точной пространственной юстировки всех зеркал оптической системы.

Полисиликоновые проекторы обеспечивают лучшее качество изображения, чем проекторы на основе TFT-матриц: более высокие яркость изображения и насыщенность цветов. Это позволяет проецировать изображение на больший экран, поэтому полисиликоновые проекторы можно использовать в таких помещениях, как конференц-залы, кинотеатры и т. п. Кроме того, три раздельных ЖК-матрицы работают в менее напряженном тепловом режиме, нежели одна. Поэтому полисиликоновые проекторы более надежны в работе и долговечны.

Конвертер поляризации

Обе рассмотренные выше схемы относятся к проекторам просветного типа. Они имеют один серьезный недостаток, который принципиально ограничивает максимальную яркость изображения. Поскольку ЖК-ячейка пропускает только свет с линейной поляризацией, а проекционная лампа излучает неполяризованный свет, то

около 50% мощности светового потока лампы поглощаются ЖК-матрицей, вызывая ее интенсивный нагрев. За счет этого, во-первых, вдвое снижается яркость изображения, и, во-вторых, нерационально расходуется мощность проекционной лампы и уменьшается срок службы проектора.

Для решения данной проблемы между проекционной лампой и ЖК-матрицей устанавливается *конвертер поляризации.* Такой конвертер расщепляет световой луч на две составляющие плоскости поляризации, которые сдвинуты на 90°, а затем поворачивает одну из них на 90°. В результате весь световой поток приобретает единую (линейную) поляризацию, совпадающую с плоскостью поляризации ячеек ЖК-матрицы. На практике конвертеры поляризации размещают в конденсорах. В проекторах фирмы Sony такие конденсоры имеют обозначение *PBS (Polarized Beam Splitter* — ращепитель поляризованных лучей). Аналогичные конденсоры фирмы Panasonic называются *PCO (Polarization Converter Optic* — оптика с преобразованием поляризации). На рис. 14.35 приведена схема полисиликонового проектора, в котором используется конденсор типа PBS.

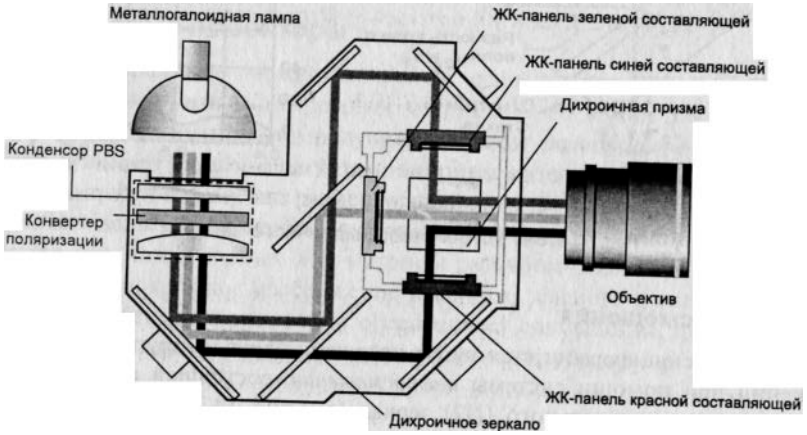


РИС. 14.35. Схема полисиликонового проектора с конденсором PBS

Микролинзовые растры

Другим способом повышения прозрачности ЖК-матрицы является применение так называемых *микролинзовых растров* (рис. 14.36), позволяющих сфокусировать проходящий свет именно на прозрачной части ячейки и "обойти" ее непрозрачные элементы, например — электроды тонкопленочного транзистора.

Однако эти приемы все же полностью не устраняют два главных недостатка ЖК-проекторов просветного типа — разогрев матрицы и сравнительно низкую яркость изображения. Даже с использованием технологии PBS и микролинзовых растров недостаточная прозрачность пикселов матрицы не позволяет получить мощный световой поток (световой поток ЖК-проекторов просветного типа обычно не превышает 500—600 лм).

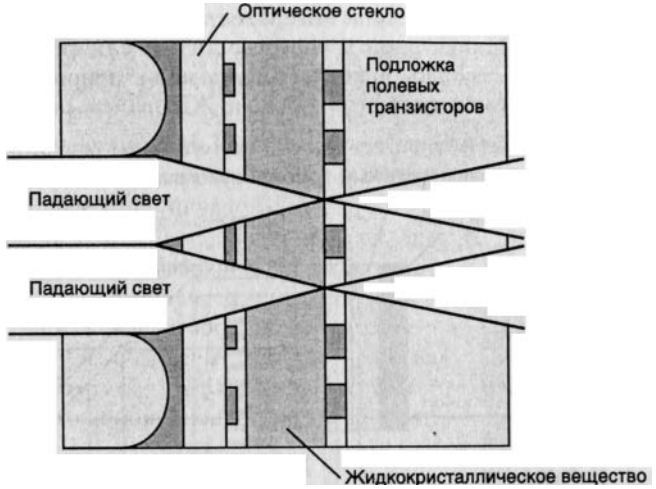


Рис. 14.36. Схема ЖК-матрицы с микролинзовым растром

ЖК-проекторы **отражательного типа**

В дорогих профессиональных ЖК-проекторах, предназначенных для работы в больших аудиториях, используется другой принцип действия: модуляции подвергается не проходящий, а отраженный световой поток. В результате удается решить две главные задачи — снизить до минимума разогрев ЖК-матрицы и добиться исключительно мощного светового потока.

Принцип работы отражательных ЖК-проекторов заимствован у появившихся в 1950-х гг. мощных светоклапанных проекторах системы *эйдофор (Eidophor).* В качестве отражающей поверхности в этих проекторах использовался слой прозрачной вязкой жидкости (масла). Модуляция отраженного светового потока обеспечивалась за счет деформации этой поверхности при помощи падающего на нее электронного пучка. Нетрудно понять, что такое "жидкое" зеркало крайне неудобно в эксплуатации, поэтому разработчики стали искать другие способы модуляции отраженного света. В настоящее время наиболее освоенными являются технологии ILA и DMD/DLP.

Проекторы ILA

Технология *ILA (Image Light Amplifier* — усилитель света от изображения) была разработана совместно корпорациями Hughes Aircraft и JVC, хотя в настоящее время оборудование данного типа полностью контролируется японской компанией JVC. Проектор ILA, по аналогии с полисиликоновым, также имеет три модулятора для монохромных изображений основных цветов, которые затем совмещаются для получения цветного изображения. Схема светомодулирующего блока такого проектора представлена на рис. 14.37.

Одним из главных компонентов модулятора является зеркало-поляризатор, одновременно выполняющее функции зеркала, поляризатора и анализатора. Световая волна, падающая на него под углом 45°, разделяется на две составляющие: одну с

плоскостью поляризации, параллельной поверхности зеркала, и другую — с плоскостью поляризации, перпендикулярной к поверхности зеркала. Первая составляющая свободно проходит через зеркало, а вторая (полезная) — полностью отражается в направлении модулятора, выполненного на основе ЖК-панели особой конструкции.

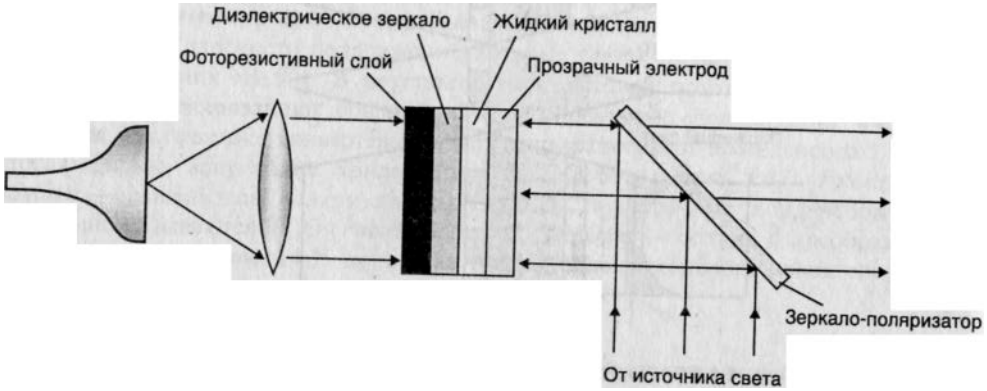


Рис. 14.37. Модулятор отражательного проектора типа ILA

Эта ЖК-панель лишена матричной структуры и является сплошной. В качестве элементов, управляющих поляризацией участков ЖК-панели, выступают не тонкопленочные транзисторы, как в TFT-матрице, а участки фоторезистивного слоя, на котором создается потенциальный рельеф, повторяющий спроецированное на него изображение. Между фоторезистивным слоем и ЖК-панелью размещается диэлектрическое зеркало, которое выполняет роль основной отражающей поверхности. Внесение в отраженный свет дополнительных поляризационных сдвигов, повторяющих потенциальный рельеф (спроецированное на фоторезистивный слой изображение), будет влиять на степень прохождения отраженного света через зеркало, т. е. эквивалентно модуляции отраженного потока.

Примечание

В данной системе усилению подвергается именно изображение, создаваемое миниатюрной проекционной системой, чем и объясняется название данной технологии.

Благодаря отсутствию зернистой структуры ЖК-панели можно получить исключительно четкое изображение, а небольшие потери на разогрев и поглощение света обеспечивают фантастический для обычных ЖК-проекторов световой поток — примерно до 12 000 лм! Однако необходимость в наличии встроенной проекционной системы и очень сложная конструкция модулятора значительно влияют на габариты и массу (от 120 до 500 кг), а также на стоимость проектора (до 250 000 USD), что, естественно, ограничивает его применение. Более того, проекторы ILA предназначены для работы с аналоговым видеосигналом (обусловлено конструкцией встроенного проектора), поэтому относятся к классу видеопроекторов.

Проекторы D-ILA

Развитием технологии ILA применительно к мультимедийным проекторам стала технология *D-ILA (Digital ILA),* также разработанная специалистами фирмы *JVC.* Основу проекторов *D-ILA* составляет так называемая *отражательная (Reflective)* ЖК-, или R-ЖК-панель (рис. 14.38). Ее главное отличие от обычной ЖК-матрицы состоит в том, что электроды, управляющие поляризацией ячеек, имеют квадратную форму. Они выполняют роль зеркал.

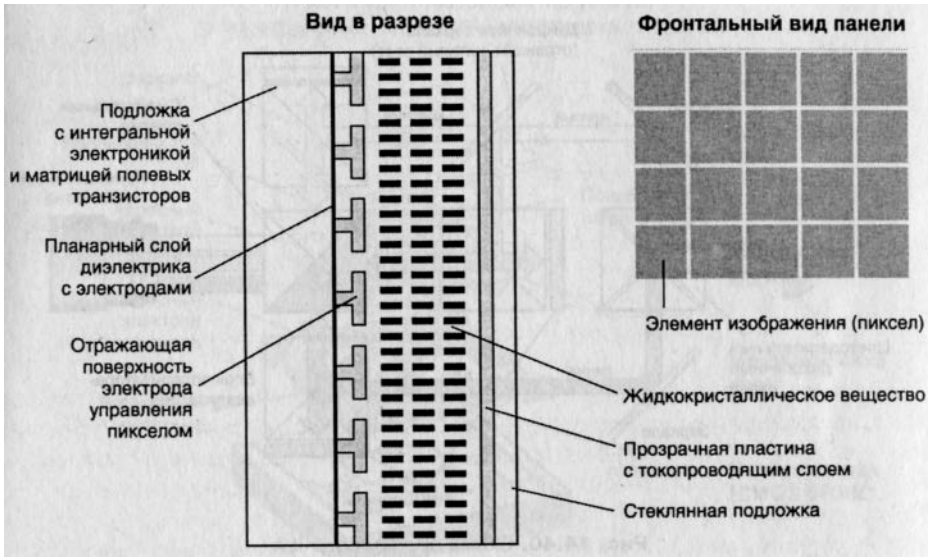


Рис. 14.38. Структура R-ЖК-панели

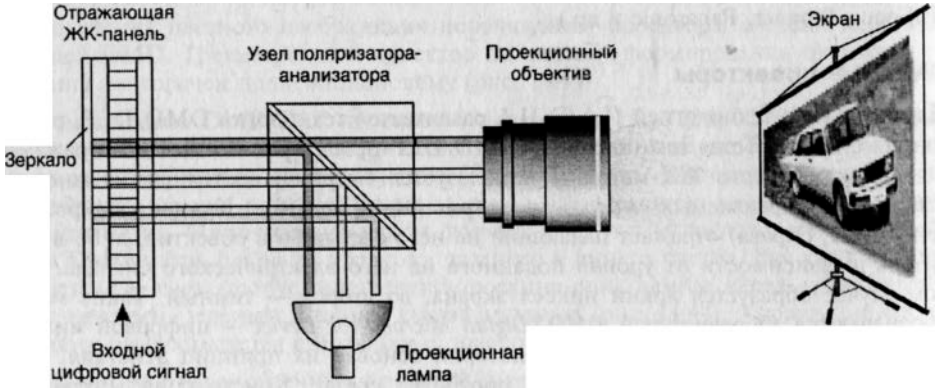


Рис. 14.39. Схема модулятора проектора D-ILA

За счет этого коэффициент отражения R-ЖК-панели для белого света доходит до 95%. По сравнению с обычной TFT-панелью, R-ЖК-панель обеспечивает более вы-

сокие яркость, четкость и контрастность изображения. Кроме того, на R-ЖК-панель вместо аналогового видеосигнала подается цифровой сигнал, поэтому не нужен встроенный проектор. В результате схема модулирующего канала проектора D-ILA (рис. 14.39) оказывается гораздо проще, чем схема проектора ILA. Конструкция проектора D-ILA (рис. 14.40) напоминает конструкцию полисиликонового проектора с той разницей, что вместо просветных TFT-матриц в нем используются отражательные R-ЖК-панели совместно с блоком поляризатора-анализатора.

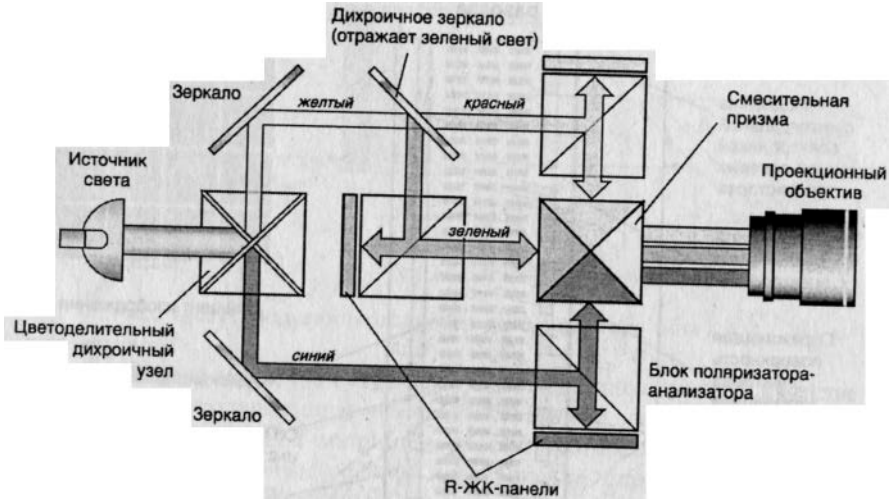


Рис. 14.40. Схема проектора D-ILA

Технология D-ILA является перспективной, поэтому в настоящее время выпуск проекторов D-ILA наладили, помимо фирмы JVC, несколько конкурирующих фирм (InFocus, Pioneer, Panasonic и др.).

DMD/DLP-проекторы

Параллельно с технологией ILA/D-ILA развивается технология DMD/DLP, разработанная фирмой Texas Instruments. В DMD/DLP-проекторах в качестве отражающей поверхности вместо ЖК-матрицы используется матрица, состоящая из множества электронно-управляемых *микрозеркал* (рис. 14.41, слева). Каждое микрозеркало (рис. 14.41, справа) отражает падающий на него свет либо в объектив, либо в поглотитель в зависимости от уровня поданного на него электрического сигнала. В первом случае образуется яркий пиксел экрана, во втором — темный. Такие матрицы обозначаются аббревиатурой *DMD (Digital Micromirror Device* — цифровой микрозеркальный прибор), а технология, на которой основан их принцип действия, — *DLP (Digital Light Processing* — цифровая обработка света). Конструкция микрозеркала изображена на рис. 14.42.

Обычно в одной DMD-матрице содержится около 848x600 = 508 800 микрозеркал. Это даже лучше, чем при SVGA-разрешении (800x600 = 480 000 пикселов).

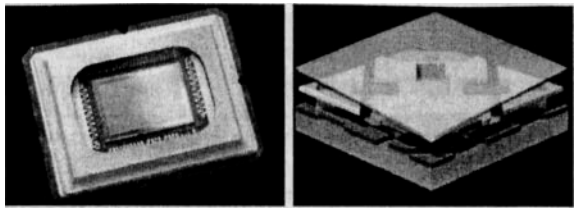


Рис. 14.41. Матрица DMD (слева) и ее отдельный элемент— микрозеркало (справа)

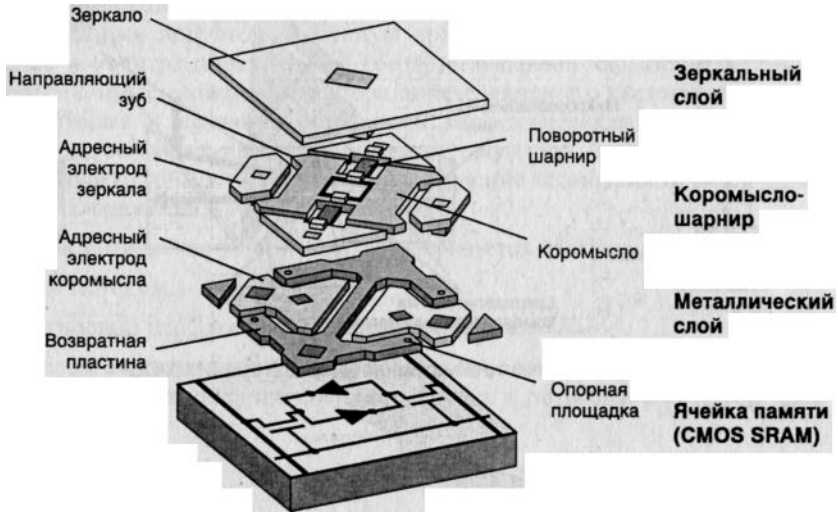


Рис. 14.42. Конструкция микрозеркала

Для получения цветного изображения используются проекторы с тремя или одной матрицей DMD. Трехматричный проектор по способу формирования цветного изображения аналогичен полисиликоновому (рис. 14.43).

В одноматричных DMD/DLP-проекторах полный цветной кадр формируется в результате последовательного отображения трех быстро меняющихся монохромных кадров: черно-красного, черно-зеленого и черно-синего. Благодаря инерционности человеческого зрения при достаточно высокой частоте смена монохромных кадров будет незаметна. Монохромные кадры формируются путем последовательного освещения DMD-матрицы лучом красного, зеленого и синего цветов. Луч каждого цвета образуется за счет пропускания света проекционной лампы через вращающийся диск с красным, зеленым и синим светофильтрами (рис. 14.44). Управление микрозеркалами осуществляется синхронно с поворотом светофильтра.

По сравнению с рассмотренными ранее ЖК-технологиями технология DLP обладает важными преимуществами.

- Благодаря исключительно малым размерам микрозеркал (около 1 мкм) практически полностью отсутствует зернистость изображения (незаметна растровая структура).

- Отсутствует эффект засветки соседних пикселов экрана, свойственный ЖК-матрицам.
- Обеспечиваются высокая яркость изображения и равномерность ее распределения.

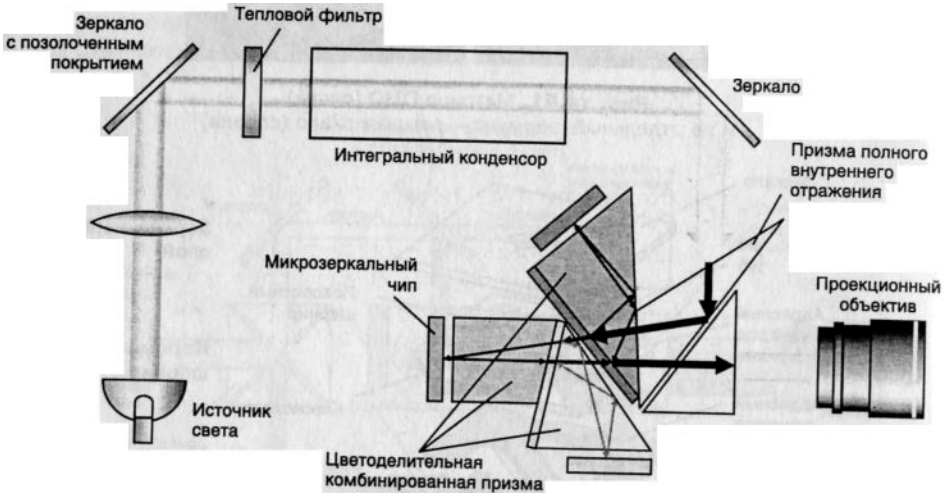


Рис. **14.43.** Схема трехматричного проектора DMD/DLP

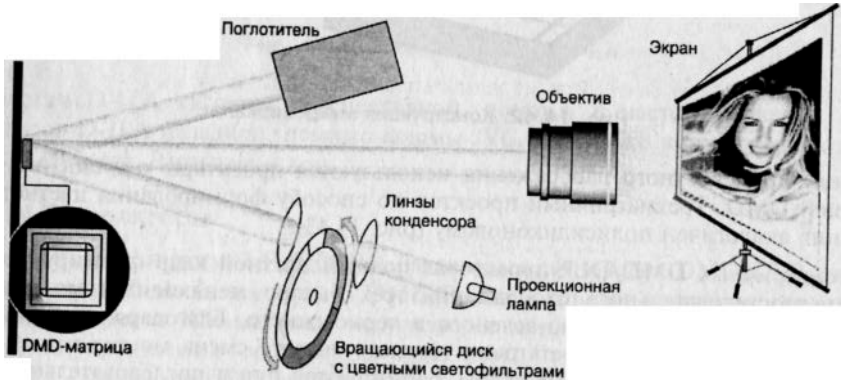


Рис. 14.44. Схема одноматричного проектора DMD/DLP

Однако одноматричные DMD-проекторы не лишены и недостатков.

- Заметное мелькание кадров. Чтобы сделать его незаметным, частоту смены монохромных кадров необходимо увеличить в три раза по сравнению с частотой кадров в проекторах с одновременным цветосмешением (в трехматричной схеме). Это требует повышения скорости вращения светофильтра, тем самым значительно усложняется схема управления DMD-матрицей.

- При использовании вращающегося светофильтра невозможно обеспечить раздельную регулировку яркости и насыщенности изображения: т. к. насыщенность определяется площадью цветных светофильтров, а яркость — площадью неокрашенного участка светофильтра, предназначенного для формирования монохромного изображения, то увеличение яркости ведет к снижению насыщенности, и наоборот.

Основные характеристики мультимедийных проекторов

Проектор — это, прежде всего, оптический прибор. Он не только формирует изображение с заданными разрешением и палитрой, но и проецирует изображения на экран, обеспечивая при этом требуемую яркость, контрастность и насыщенность. Разрешение и палитра определяются соответствующими характеристиками модулятора. Проекционные свойства проектора определяются его светотехническими параметрами, которые и являются основными характеристиками устройства. Ведь, в конце концов, основная цель приобретения проектора, стоимость которого в 5—10 раз превышает стоимость PC, — это обеспечение возможности коллективно просматривать изображения на большом экране. Проектор как оптическое устройство характеризуется следующими параметрами:

- световым потоком;
- контрастностью изображения на внешнем экране;
- показателем светотехнической эффективности оптической системы, или *световой отдачей,* равной отношению светового потока к потребляемой проектором мощности.

Световой поток

Световой поток в фотометрии измеряют в люменах (лм). Численно световой поток в 1 лм — это световая энергия, излучаемая точечным источником света силой 1 кд (кандела) в пределах телесного угла 1 ср (стерадиан). Исходной, базовой величиной в фотометрии является именно сила света; все остальные светотехнические величины определяются с ее помощью.

Для оценки светового потока, формируемого проекционным аппаратом, используется не обычный люмен, а так называемый *ANSI-люмен* (ANSI-лм). Для оценки светового потока в ANSI-люменах измеряют освещенность в 9 точках экрана, на который проецируется изображение, находят среднее значение и умножают его на площадь экрана. Очевидно, что при одном и том же световом потоке освещенность будет обратно пропорциональна площади экрана, т. е. чем крупнее экран, тем больший световой поток необходим для получения заданной освещенности. В частности, для обеспечения приемлемой освещенности экрана шириной 2,6 м в затемненном помещении необходим световой поток не менее 400 лм.

Световой поток, формируемый проектором, в наибольшей степени зависит от характеристик проекционной лампы. В настоящее время широко используются лампы двух типов:

- стандартные металлогалогенные, или металлогалоидные, лампы *(Metal-Haloid, MH);*

- новые миниатюрные металлогалоидные лампы сверхвысокой производительности *(Ultra High Performance, UHP).*

Наиболее эффективны лампы UHP. При мощности 100—150 Вт их световая отдача достигает 100лм/Вт. Эти лампы обеспечивают высокую яркость изображения, имеют более продолжительный срок службы и намного удобнее в эксплуатации по сравнению со стандартными металлогалоидными лампами. Если световая отдача проектора с металлогалоидной лампой не превышает 3 ANSI-лм/Вт, то у проекторов с лампой UHP этот показатель составляет 4 ANSI-лм/Вт и выше.

Коэффициент контрастности

Оценка *контрастности,* или *коэффициента контрастности,* согласно требованиям ANSI, осуществляется по двум методикам:

- *Checkerboard* — тест "шахматная доска";
- *Full on/off*— тест "полное включение/выключение".

В первом случае на экран проецируется изображение черно-белого шахматного поля. Контрастность при этом определяется как отношение средней освещенности в центрах белых и черных клеток.

Во втором случае на экран проецируется белое поле, а затем — черное, после чего определяется отношение освещенностей в их центре. Более объективным является значение, полученное в результате проведения теста Checkerboard, поскольку учитывается изменение освещенности темных полей, обусловленное наличием соседних светлых. Очевидно, что это значение всегда будет меньше, чем значение, полученное в результате теста Full on/off (примерно в 1,5—2,5 раза).

Разрешение

Помимо оптических, мультимедийные проекторы характеризуются традиционными показателями качества изображения. Наиболее важным из них является *разрешение.* Так же как и плоскопанельные мониторы, мультимедийные проекторы обеспечивают наилучшее качество изображения при конкретном разрешении, соответствующем количеству элементов ЖК- или DMD-матрицы. Некоторые проекторы поддерживают несколько разрешений, однако такая возможность обеспечивается за счет дополнительного преобразования исходного изображения. Очевидно, что качество преобразованного изображения будет хуже, чем исходного. Наиболее часто используются следующие методы преобразования:

- технология LIMESCO *(Line Memory Scan Converter*— преобразователь растра с запоминанием строк) используется в мультимедийных проекторах фирмы Philips; - масштабирование исходного изображения; - прокрутка.

При выборе проектора просветного типа необходимо учитывать, что прозрачность матрицы уменьшается с увеличением числа элементов. Это значит, что при использовании одной и той же проекционной лампы проектор с более высоким разрешением обеспечит меньший световой поток, чем проектор с более низким разрешением. Например, VGA-проектор Hitachi CL-P550 обеспечивает поток 550 ANSI-лм с лампой мощностью 250 Вт. XGA-проектор ASK Impression 970, снабженный лампой мощностью 575 Вт, — всего лишь 400 ANSl-лм. В свою очередь, снижение светового потока приводит к уменьшению размеров внешнего экрана и максимального расстояния до него. У проектора Hitachi CL-P550 эти параметры составляют 14,5 м и 10,2 м соответственно, а у проектора ASK Impression 970 — только 3,9 м и 2,7 м. Таким образом, разрешение проектора должно соответствовать его предназначению. Если он будет применяться для воспроизведения телевизионных и видеопрограмм, мультимедийных презентаций и т. п., то не имеет смысла использовать разрешение выше 800x600, а при просмотре видеофильмов с качеством, обеспечиваемым форматом VHS, — выше 640x480. С одной стороны, более высокое разрешение снижает зернистость изображения, позволяя зрителю расположиться ближе к экрану, с другой — при воспроизведении видеозаписей низкого качества слишком высокое разрешение только подчеркивает дефекты изображения.

Существует немного областей, где принципиально необходимо высокое разрешение — XGA (1024x768) или SuperXGA (1280x1024). Это, главным образом, профессиональные приложения: инженерная графика, системы автоматизированного проектирования, настольные издательские системы, медицина и др. Применение же XGA-проекторов в домашних условиях не целесообразно.

Дополнительные возможности

В отличие от оверхед-проекторов с ЖК-панелями, мультимедийные проекторы обеспечивают дополнительные возможности коррекции изображения, проецируемого на экран.

- Увеличение/уменьшение размера изображения (zoom) за счет изменения фокусного расстояния объектива (вручную или автоматически, с помощью электропривода).

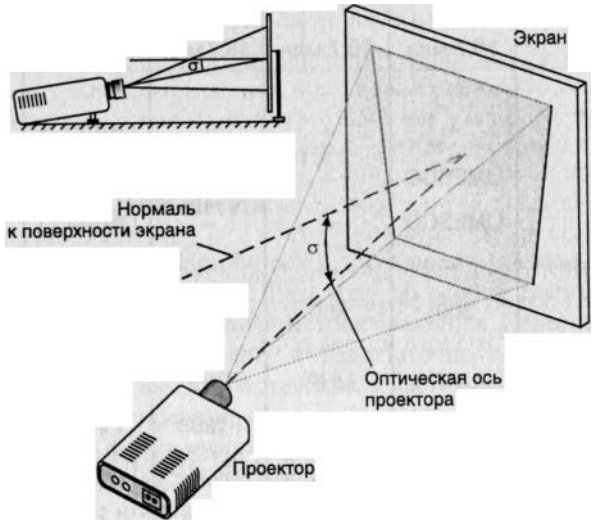


Рис. 14.45. Трапецеидальные искажения на экране при использовании проек-

- Коррекция трапецеидальных искажений растра (рис. 14.45), возникающих в том случае, когда проектор расположен ниже (выше) экрана и его луч падает под углом δ, заметно отличающимся от прямого. Угол δ отсчитывается от нормали к поверхности экрана. В технических характеристиках приводится максимальный угол δ, при котором возможна коррекция трапецеидальных искажений.

П Обратная проекция — зеркальный поворот изображения по горизонтали (при проецировании не на отражающий, а на просветный экран).

П Возможность крепления проектора к потолку.

Кроме того, все мультимедийные проекторы оборудованы встроенной акустической системой, аудиовходом, выходом для подключения внешней акустической системы и видеовходами RCA и S-Video для подключения внешнего источника видеосигнала.

В табл. 14.16 приведены основные характеристики мультимедийных проекторов.

Таблица 14.16. *Основные характеристики мультимедийных проекторов*

Характеристика	Тип проектора					
	VGA		SVGA			XGA
	Название проектора					
	Philips ProScreen 4000	Hitachi CL-P550	DAVIS DL-450	Philips ProScreen 4600	ASK Impression 8300	ASK Impression 970
Технология	TFT	p-Si	DMD/ DLP	p-Si	DMD/DLP	TFT
Количество и размер матриц, дюйм	1x6,4	3x1,3	1x0,7	3x1,3	1x0,7	1x10,1
Палитра	16,7 млн	16,7 млн	16,7 млн	16,7 млн	16,7 млн	16,7 млн
Разрешение:						
640x480	+	+	+	LIMESCO	+	+
800x600	LIMESCO	-	+	+	+	+
1024x768	LIMESCO	-	-	LIMESCO	+	+
1280x1024	-	-	-	-		+
Световой поток, ANSI-лм	300	550	500	450	450	400
Тип лампы	UHP	UHP	UHP	UHP	MH	MH
Мощность лампы, Вт	120	250	120	100	270	575
Расстояние до внешнего экрана, м	1,3-5,8	1,0-14,5	1,75-5,00	0,6-20,0	1,7-5,0	1,26-3,90
Размер внешнего экрана по диагонали, м	1 ,0-1 ,5	0,45-10,20	1 ,0-4,3	0,23-13,20	1 ,3-3,6	0,81-2,70

Таблица 14.16 *(окончание)*

Характеристика	Тип проектора					
	VGA		SVGA			XGA
	Название проектора					
	Philips ProScreen 4000	Hitachi CL-P550	DAVIS DL-450	Philips ProScreen 4600	ASK Impression 8300	ASK Impression 970
Zoom	—	Эл. привод	Эл. привод	Ручной привод	Эл. привод	—
Частота строк (макс.), кГц	80	16-37	80	80	100	До 100
Частота кадров (макс.), Гц	85	60-75	85	85	100	До 100
Максимальный угол δ, град.	13	8	17	10	17	8
Обратная проекция	+	+	+	+	+	+
Подвеска на потолок	+	+	—	-	+	+
Встроенные динамики (количество x x мощность), Вт	1x3	1x3	1x10	2x2	2x5	2x5
Габаритные размеры (ВхШхД), см	18,5x40x33	17x32x46	13x23x33	16,5x33x33	33x31x22	32x25x63
Масса, кг	θ	10,5	6,6	8	8,5	12,5

Устройства формирования объемных изображений

Теперь рассмотрим группу нетрадиционных и, по нашему мнению, наиболее интересных устройств отображения для PC. Речь идет об особой группе устройств, позволяющих создавать объемные (трехмерные) изображения. Первоначально появившись в качестве весьма дорогостоящих и недостаточно совершенных элементов системы *виртуальной реальности,* эти устройства в настоящее время интенсивно совершенствуются, постепенно превращаясь в непременный атрибут домашнего мультимедийного PC. Способ формирования трехмерных изображений основан на эффекте *бинокулярного зрения,* или *стереозрения,* поэтому по своей конструкции такие устройства принципиально отличаются от традиционных мониторов.

Особенности восприятия человеком объемных изображений

Значительное влияние на естественность восприятия видеоинформации оказывает способность человека оценивать объемность (глубину) изображения. Наряду с высоким разрешением и большим количеством оттенков цветов, объемный характер изображения имеет важнейшее значение для создания у пользователя подсознательного ощущения реальности наблюдаемой сцены.

Способность человека к зрительному объемному восприятию объектов определяют две группы факторов, приведенных ниже.

- Первичные (врожденные) факторы, основанные на использовании бинокулярного зрения.
- Вторичные (эмпирические) факторы, позволяющие оценить глубину наблюдаемого объекта по косвенным признакам, доступным при монокулярном зрении (при этом, как правило, подсознательно используется накопленный человеком опыт ориентации в пространстве).

Важнейшими, безусловно, являются вторичные факторы. Поэтому в данной главе рассмотрим устройства отображения, основанные именно на этом свойстве, т. е. использующие бинокулярное зрение человека (стереозрение).

Вторичные факторы объемного восприятия основаны на подсознательной фиксации человеческим мозгом тех особенностей изображения, которые обусловлены пространственным положением наблюдаемых объектов и их частей.

- Оценка расстояния до предмета на основе информации о его размерах (чем меньше объект — тем он дальше).
- Оценка порядка наложения предметов друг на друга (кто выше — тот ближе).
- Определение глубины пространства за счет использования эффекта перспективы — визуального сближения параллельных линий, уходящих вдаль.
- Анализ световых эффектов на предмете (теней, бликов и т. п.).

Объемное восприятие объектов возможно как при бинокулярном, так и при монокулярном зрении, поэтому иллюзию трехмерности изображения можно создать при помощи традиционных, двумерных устройств отображения (телевизора, монитора). В качестве примера можно привести фотоснимок: сам по себе он является двумерным, плоским изображением, однако при его просмотре человек подсознательно оценивает его особенности, благодаря чему у него создается хоть и не полное, но достаточно четкое представление о форме и пространственном положении изображенных на фотографии объектов.

Указанные выше особенности изображения (тени, взаимное положение и т. д.) можно не только наблюдать у естественных объектов окружающего мира, но и создавать на искусственных моделях виртуального компьютерного мира. До недавнего времени абсолютное большинство создаваемых компьютером визуальных объектов (например, шрифты, диаграммы, диалоговые окна) выглядели совершенно плоскими. Оно и понятно — все эти объекты изначально программируются и обрабатываются как двумерные. Однако сегодня бурно развивается новая технологии, которую принято называть *трехмерной графикой,* или *3D.* В основе этой технологии лежит другой подход: все объекты компьютерного мира описываются в трехмерной системе координат. Имея математическое описание трехмерного объекта, можно корректно рассчитать его двумерную проекцию на плоскость экрана, которая будет обладать всеми перечисленными выше характеристиками. Поскольку объем вычислений, необходимый для расчета трехмерной сцены, исключительно велик, эту работу возлагают на специализированные графические процессоры, называемые *ускорителями трехмерной графики,* или *3D-акселераторами (см. главу 15).* Наиболее яркий пример 3D — многочисленные трехмерные компьютерные игры (Quake II, Final Realty, Tomb Rider и многие другие).

Для лучшего понимания принципа действия устройств отображения, формирующих объемные изображения, кратко опишем механизм бинокулярного зрения человека.

Механизм бинокулярного зрения

Известно, что в основе стереозрения лежит явление одновременного раздражения светом горизонтально расположенных *несимметричных* точек сетчатки глаз. Асимметрия этих точек обусловлена тем, что оба глаза, расположенные друг от друга на расстоянии 6—7 см по горизонтали, видят один и тот же объект под разными углами. Благодаря этому проекции объекта на глазном дне каждого глаза оказываются смещенными в горизонтальном направлении. Головной мозг анализирует эти проекции, в результате чего у человека создается ощущение объемности объекта, т. е. он может оценивать размер объекта не только по ширине и высоте, но и в глубину.

Первые опыты по исследованию бинокулярного зрения провел в 1838 г. Ч. Уитстон, а в 1858 г. П. Панум дал им объяснение, а также предложил практический способ формирования стереоизображения. Суть предложенного Ч. Уитстоном способа заключалась в том, что два изображения одного и того же предмета, проецируемые на каждый глаз, были развернуты в горизонтальной плоскости друг относительно друга на небольшой угол, образуя так называемую *стереопару* (рис. 14.46).

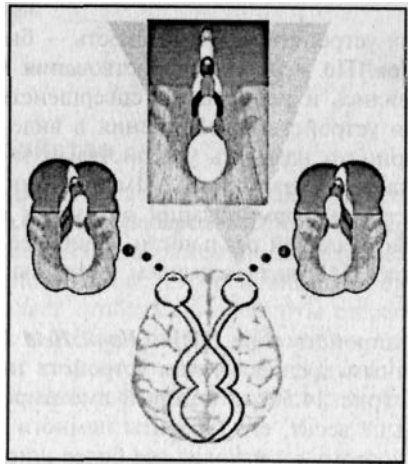


Рис. 14.46. Пример стереопары

Созданный им стереоскоп позволял видеть объемное изображение за счет раздельного наблюдения каждым глазом двух *почти* одинаковых плоских изображений, образующих стереопару. Формирование стереопары происходило за счет использования специальной оптической системы, позволявшей из исходного изображения получить два немного сдвинутых относительно друг друга.

Принцип действия стереоскопа Уитстона и сегодня в том или ином виде реализуется во всех современных устройствах формирования объемных изображений. Однако используемые в них конкретные способы формирования стереопары значительно отличаются друг от друга, в результате появилось множество разнообразных устройств данного типа. Остановимся на этих различиях более подробно.

Не представляет большого труда сформировать два плоских изображения, составляющих стереопару. Значительно труднее заставить каждый глаз видеть только одну половину стереопары. Решить эту задачу можно двумя способами:

- путем использования для каждого глаза отдельного экрана *(двухэкранный способ);*
- проецированием двух изображений, составляющих стереопару, на общий экран с последующей селекцией элементов стереопары, обеспечивающей их раздельный показ каждому глазу *(одноэкранный способ).*

Двухэкранные устройства

Применение двухэкранного способа потенциально обеспечивает наилучшие результаты, поскольку учитываются особенности строения глаз человека (два глаза — два экрана). Однако для его реализации требуется специальное устройство отображения. При использовании в качестве экранов миниатюрных ЭЛТ удается получить весьма высокое разрешение (до 1280x1024 на каждом экране), однако все устройство отображения получается весьма тяжелым и громоздким (рис. 14.47), поэтому для его крепления используют специальную штангу (рис. 14.48). Такие устройства относят к типу *BMD (Boom Mounted Display* — дисплей, закрепленный на штанге). Как правило, они весьма дороги и применяются в составе профессиональных тренажеров-симуляторов.

Основной недостаток таких устройств — громоздкость — был устранен с появлением компактных ЖК-экранов. По мере совершенствования технологии и удешевления их производства появились и непрерывно совершенствуются удобные и привычные для использования устройства отображения в виде шлемов, биноклей или специальных очков. Их принято называть устройствами типа *HMD (Head Mounted Display* — дисплей, закрепленный на голове). Именно они являются в настоящее время основными устройствами формирования объемных изображений и широко используются в системах виртуальной реальности. Наиболее распространенным устройством отображения типа HMD является шлем виртуальной реальности, или *VR-шлем* (рис. 14.49).

Существует также группа устройств типа HHD *(Hand Held Display* — дисплей, удерживаемый в руках). Типичным представителем устройств типа HHD являются подключаемый к PC бинокль (рис. 14.50), в который вмонтированы две ЖК-матрицы. Бинокль значительно меньше весит, его габариты намного меньше по сравнению с устройствами типа BMD, поэтому он находит все более широкое применение в сфере мультимедиа.

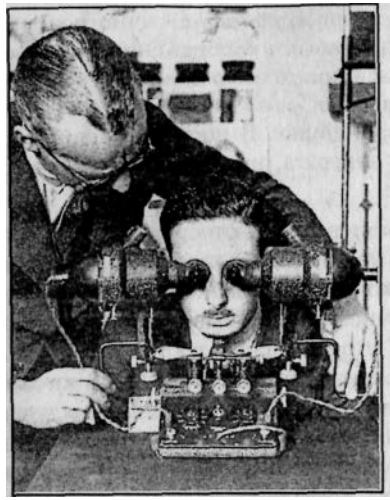


Рис. 14.47. Одно из первых стереоскопических устройств

Рис. 14.48. Устройство отображения Fakespace FS2 типа BMD

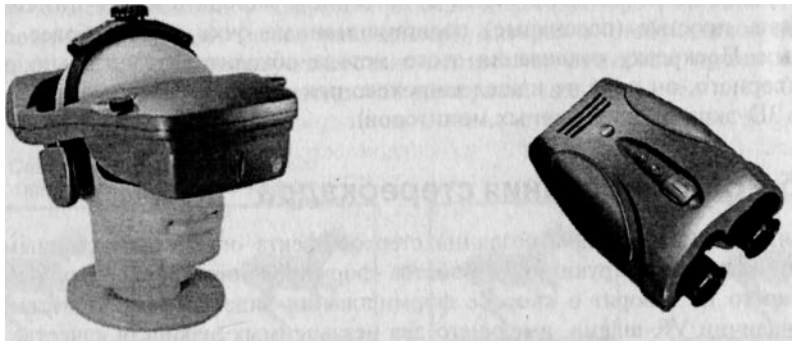


Рис. 14.50. Бинокль

Рис. 14.49. VR-шлем

Одноэкранные устройства

В отличие от рассмотренного выше двухэкранного способа, **при** котором оба элемента стереопары отображаются **одновременно** на двух экранах, одноэкранный способ формирования трехмерных изображений подразумевает показ частей трехмерного изображения на одном экране. Его основное достоинство заключается в том, что данный метод позволяет отображать элементы стереопары при помощи обычных, двумерных устройств отображения (например, монитора PC или проекционного экрана). Однако при этом необходимо специальное оборудование для разделения (селекции) изображений, составляющих стереопару. Существует несколько способов селекции.

- *Одновременный* (метод поляризационной селекции). На один экран одновременно проецируются два изображения, образующих стереопару, при этом каждое из

изображений имеет различную поляризацию световой волны. Обычно используется линейная поляризация (вертикальная — для одного изображения и горизонтальная — для другого), реже — круговая. Надев *поляризационные очки,* наблюдатель может видеть стереоскопическое изображение. Такой способ применяется в стереокино, а также в мультимедийных 3D-проекторах. В последнем случае одновременно используются два проекционных аппарата, изображения от которых должны быть тщательно совмещены на экране.

- *Последовательный* (затворный метод). Элементы стереопары отображаются на экране монитора по очереди, при этом между каждым глазом и экраном располагается специальное устройство в виде "шторки" или "затвора" *(shutter),* которое синхронно со сменой элементов стереопары теряет прозрачность, перекрывая поле зрения одному из глаз. Наиболее часто в качестве таких "шторок" используются специальные электронно-управляемые очки *(Shutterglasses* — очки затворного типа). В качестве управляющего сигнала для таких очков, называемых также *активными поляризационными очками,* используется выходной сигнал видеоадаптера PC. В настоящее время эти очки являются наиболее простыми и доступными по цене устройствами, которые совместно с обычным монитором PC позволяют получить трехмерное изображение. Заметим, что последовательный способ показа элементов стереопары требует увеличения частоты кадров монитора в 2 раза.

- *Комбинированный метод.* Отличается от затворного метода тем, что позволяет использовать простые (пассивные) поляризационные очки вместо более дорогих активных. Поскольку реализация этого метода обходится значительно дороже, чем затворного, он пока не нашел широкого применения (3D-проекторы, специальные 3D-экраны для обычных мониторов).

Способы формирования стереокадра

Рассмотренные выше способы создания стереоэффекта определяют главным образом механическую конструкцию устройства формирования трехмерных изображений, но ничего не говорят о способе формирования видеосигнала. Действительно, даже при наличии VR-шлема, имеющего два независимых экрана, в качестве источника изображения используется единственный выход видеоадаптера. Как же, используя один видеосигнал, сформировать на двух экранах различные изображения? Для решения этой задачи видеосигнал должен представлять собой последовательность *стереокадров.* Под стереокадром будем понимать совокупность двух последовательных кадров (или полей), каждый из которых представляет собой изображение одного из элементов стереопары (рис. 14.51).

Стереокадр может формироваться несколькими способами, определяющими: -

режим работы видеоадаптера и монитора (точнее, способ развертки); - способ

хранения цифрового образа стереопары в видеопамяти;

- особенности обработки выходного сигнала видеоадаптера (в случае необходимости) для получения стереоэффекта.

Для краткости способ формирования стереокадра будем называть *форматом стереокадра.*

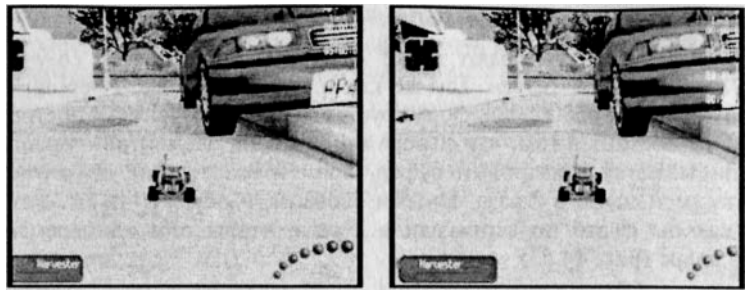


Рис. **14.51.** Пример стереокадра

Рассмотрим наиболее распространенные форматы стереокадра, используемые в 3D-очках затворного типа и VR-шлемах.

Последовательная передача кадров

Этот способ имеет несколько названий: *Page-Flipping* (разбиение на страницы), *Field Sequential* (последовательная передача полей), *Alternate Page* (чередующиеся страницы) и *Alternate Frame* (чередующиеся кадры). При последовательной передаче кадров в каждый момент времени в кадровом буфере видеоадаптера размещается только одна половина стереопары (левая или правая), которая и отображается на экране монитора (рис. 14.52). Используется только построчная развертка, при этом стереокадр формируется за два периода кадровой развертки.

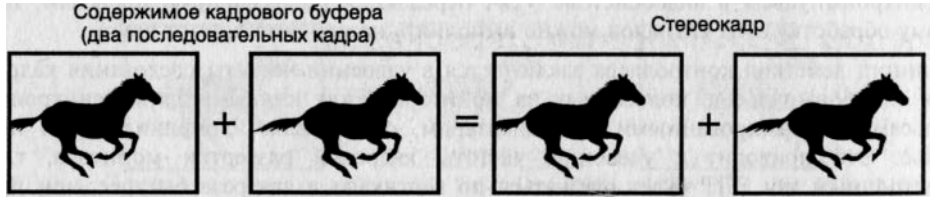


Рис. 14.52. Формирование стереокадра формата Page-Flipping

Этим способом удается получить изображение наилучшего качества, поскольку разрешение каждого элемента стереопары соответствует фактически используемому разрешению монитора. Однако частота смены стереокадров оказывается вдвое меньше, чем реально установленная частота кадровой развертки монитора, поэтому для устранения мелькания рекомендуется использовать частоту кадров не ниже 120 Гц. Отметим, что такую частоту должны поддерживать и монитор, и видеоадаптер (большинство устаревших моделей видеоадаптеров не поддерживают такие частоты!). Кроме того, если изображение стереопары занимает большой объем памяти (высокое разрешение в режиме True Color), шина ввода/вывода, к которой подключен видеоадаптер, должна иметь такую пропускную способность, чтобы обеспечить своевременную пересылку данных из оперативной памяти PC в локальную память видеоадаптера. Поэтому для формирования стереокадра формата Page-Flipping необходим PC с мощным видеоадаптером и высококачественным монитором.

Разбиение кадра по горизонтали

Этот формат стереокадра называют также *Above-below Split-Screen, Over-Under Split-Screen* или *Top-Bottom Split-Screen.* Так же как и в формате Page-Flipping, стереокадр формата Above-below Split-Screen формируется с использованием построчной развертки. Отличие состоит в том, что изображения обоих элементов стереопары **одновременно** записываются в кадровый буфер, причем разрешение по вертикали каждого элемента уменьшено в 2 раза. Иными словами, изображение каждого элемента стереопары как бы сжато по вертикали в 2 раза, чтобы они одновременно могли уместиться в кадре (рис. 14.53).

Рис. 14.53. Формирование стереокадра формата Above-below Split-Screen

Если теперь сигнал видеоадаптера просто подать на монитор, то на его экране мы увидим такую же картинку, как и на рис. 14.53 слева, и ни о каком стереоэффекте говорить не придется. Чтобы получить стереоскопическое изображение, между видеоадаптером и монитором включают специальный контроллер, реализующий процедуру *Sync Doubling* — дублирование синхроимпульсов. Напомним, что видеосигнал и синхроимпульсы в видеосистеме VGA передаются по различным проводам, поэтому обработку этих сигналов можно выполнять независимо друг от друга. Принцип действия контроллера заключается в удвоении частоты следования кадровых синхроимпульсов, подаваемых на монитор: между каждыми двумя синхроимпульсами, сформированными видеоадаптером, он вставляет дополнительный импульс. Это приводит к удвоению частоты кадровой развертки монитора, т. е. электронный луч ЭЛТ будет смещаться по вертикали в два раза быстрее, чем при использовании синхросигналов, формируемых видеоадаптером. В результате полноэкранный растр будет содержать половину строк, хранящихся в кадровом буфере. Например, если видеоадаптер и монитор изначально работали в режиме 640x480/60 Гц, то после выполнения процедуры Sync Doubling монитор перейдет в режим 640x240/120 Гц. За время, в течение которого видеоадаптер просканирует половину кадрового буфера, монитор полностью сформирует растр, как бы растянув сжатое по вертикали изображение, например, левого элемента стереопары на весь экран. Таким же образом будет сформировано изображение правого элемента стереопары, содержащегося в оставшейся части кадрового буфера. Таким образом, разрешение по вертикали стереокадра формата Above-below Split-Screen будет в два раза ниже, чем стереокадра формата Page-Flipping. Кроме того, между строк растра будут хорошо заметны темные полосы, особенно на экране большого размера и с малым зерном.

Основное преимущество формата Above-below Split-Screen — хорошая совместимость с видеоадаптерами (не требуется переводить их в чересстрочный или какой-либо другой нестандартный режим). Однако использовать его желательно только при сравнительно высоком исходном разрешении (не ниже 800x600), когда уменьшение в два раза количества строк растра не слишком заметно на глаз.

Характерная особенность стереокадра данного формата — нечеткое разделение верхней и нижней половин кадра, приводящее к появлению в верхней и нижней частях экрана дефектов изображения. Для их исключения в середину стереокадра добавляют узкую темную разделительную полосу.

Чередование строк

Чередование строк *(Alternate Line)* иначе называют *Line Sequential* (последовательная передача строк) либо *Interleaved* или *Interlaced* (чересстрочный). Зачастую название этого формата стереокадра путают с названием чересстрочного способа развертки: формат Alternate Line, или Interlaced, определяет способ хранения элементов стереопары в кадровом буфере, а не способ формирования растра на экране ЭЛТ. Более того, он используется как при чересстрочной, так и при построчной развертке.

Стереокадр формата Alternate Line формируется следующим образом. Изображения стереопары одновременно целиком хранятся в кадровом буфере, но имеют чересстрочную структуру (рис. 14.54): в нечетных строках содержится изображение левого элемента стереопары, а в четных — правого (речь идет не о строках растра, а об ячейках видеопамяти, в которых содержатся значения видеосигнала для каждой строки растра). Другими словами, в видеопамяти строки каждого элемента стереопары чередуются друг с другом, а при наложении этих изображений формируется ровный растр.

Рис. 14.54. Формирование стереокадра формата Alternate Line

Таким образом, формат Alternate Line предполагает изначальное **программное** разложение стереопары на четные и нечетные строки.

Несложно догадаться, что каждая половина стереопары содержит в два раза меньше строк, чем растр на экране. Поэтому разрешение по вертикали стереокадра формата Alternate Line в два раза хуже, чем стереокадра формата Page-Flipping. С этой точки зрения формат Alternate Line аналогичен рассмотренному выше формату Above-below Split-Screen, но за счет использования специальных методов позволяет заметно повысить качество стереоскопического изображения. Применение конкретного метода зависит от выбранного режима развертки.

Чересстрочная развертка

Наиболее простой метод — использование чересстрочной развертки. В этом случае чересстрочный метод сканирования содержимого кадрового буфера, совместно с

чересстрочным способом хранения изображения, обеспечит автоматическое разделение элементов стереопары: в нечетных полях (полукадрах) будет отображаться левый элемент стереопары, а в четных — правый. Наиболее важное достоинство использования чересстрочной развертки для формирования стереокадра формата Alternate Line — это возможность получения высокой (до 150 Гц) частоты смены полукадров (полей) даже на посредственных мониторах, что значительно снижает мерцание экрана.

Построчная развертка

Однако чересстрочная развертка — анахронизм для видеосистемы современного PC (многие модели современных видеоадаптеров ее не поддерживают!). Существуют также модели VR-шлемов и 3D-очков, для работы которых необходим видеосигнал именно с построчной разверткой! Для того чтобы работать с построчной разверткой, используются два метода: *Line Doubling* — дублирование линий и *Line Blanking* - гашение строк.

Дублирование линий

Дублирование линий является чисто программным методом и реализуется путем соответствующего программирования видеоадаптера. Суть метода проста: каждая строка кадрового буфера сканируется видеоадаптером дважды, в результате чего видеосигнал в соседних строках повторяется. Другими словами, сначала дважды сканируются все нечетные строки кадрового буфера, а затем — все четные (также дважды). В результате каждый элемент стереопары отображается на экране в отдельном кадре в виде построчного растра, хотя разрешение стереокадра по вертикали по-прежнему остается в два раза ниже, чем в стереокадре формата Page-Flipping. Таким образом, использование метода дублирования строк позволяет избежать появления темных полос между прореженными строками исходного изображения. Заметим, что в видеоадаптере VGA, если установленное разрешение по вертикали ниже 350 пикселов (например 640x200), режим дублирования строк включается автоматически.

Гашение строк

Гашение строк является более экзотическим и менее качественным способом формирования стереокадра формата Alternate Line при построчной развертке. В отличие от рассмотренного выше метода Line Doubling, метод Line Blanking реализуется не программно, а аппаратно, при помощи специального конвертера (контроллера), включенного в разрыв кабеля, соединяющего видеоадаптер и монитор. Как известно, при обычной, построчной развертке строки кадрового буфера сканируются последовательно. Однако при использовании формата Alternate Line последовательное сканирование неприемлемо, поскольку оно не позволяет разделить элементы стереопары. Для того чтобы решить эту задачу, контроллер блокирует видеосигнал четных строк в нечетном кадре и наоборот, видеосигнал нечетных строк в четном кадре. В результате на экране монитора в нечетном кадре будет отображаться левый элемент стереопары, а в четном — правый. При этом и видеоадаптер, и монитор работают в обычном режиме с построчной разверткой, а визуально возникает впечатление, что используется чересстрочная развертка (фактическое разрешение вдвое ниже номинального, четные и нечетные поля появляются на экране поочередно). Поэтому метод Line Blanking называют также *Synthetic Interleave* — искусственное чередование строк.

По сравнению с методом дублирования линий, метод гашения линий обеспечивает худшее качество изображения и для своей реализации требует использования дополнительного устройства (контроллера). Однако его очевидным преимуществом является использование стандартных режимов работы видеоадаптера и монитора, что практически полностью устраняет проблему совместимости VR-шлемов и 3D-очков с видеоадаптером.

Таким образом, несмотря на упомянутые выше различия и особенности практической реализации способов формирования стереокадра (Page Flipping, Above-below Split-Screen и Alternate Line), частота показа элементов стереопары должна быть в два раза выше, чем частота стереокадров. Кроме того, разрешение по вертикали стереокадров формата Above-below Split-Screen и Alternate Line оказывается в два раза ниже, чем установленное разрешение монитора.

Разбиение кадра по вертикали

Создание стереоскопического изображения из видеосигнала путем разбиения кадра по горизонтали значительно ухудшает разрешение изображения по вертикали, которое и так весьма невелико (480 строк в кадре и 240 — в поле в системе NTSC). В этом случае используют разбиение кадра по вертикали. Изображение стереокадра, полученное в результате этого разбиения, представлено на рис. 14.55. Как и при формировании стереокадра формата Above-below Split-Screen, изображения обоих элементов стереопары одновременно размещаются в кадре. Они имеют номинальное разрешение по вертикали, но сжаты по горизонтали, т. е. их разрешение по горизонтали в 2 раза ниже номинального. Такой способ формирования стереокадра получил название *Side-by-Side Split-Screen.*

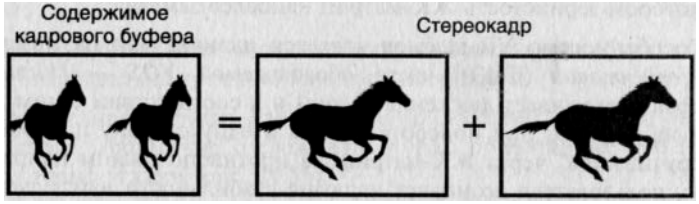


Рис. 14.55. Формирование стереокадра формата Side-by-Side Split-Screen

Формат Side-by-Side Split-Screen применяется в основном в бытовой видеотехнике. Элементы стереопары записываются на специальные видеокамеры, у которых частота строчной развертки увеличена в 2 раза. Далее, при помощи специального видеомагнитофона сигналы с двух видеокамер суммируются так, что они образуют стереокадр формата Side-by-Side Split-Screen. Суммарный сигнал занимает в два раза большую полосу частот и непригоден для просмотра на экране обычного бытового телевизора, поэтому он подвергается цифровой обработке в специальном контроллере, на выходе которого формируется обычный телевизионный сигнал. При этом

нечетные поля (полукадры) содержат изображение левого элемента стереопары, а четные — правого.

В мультимедийном оборудовании формат Side-by-Side Split-Screen используется крайне редко.

Шлемы виртуальной реальности (VR-шлемы)

Шлемы виртуальной реальности (VR-шлемы), называемые также *кибершлемами* (см. рис. 14.49), являются в настоящее время наиболее совершенными (и дорогостоящими) устройствами формирования трехмерных изображений, которые могут быть использованы в домашних условиях совместно с PC или бытовой видеоаппаратурой. Принцип их действия основан на двухэкранном методе. Помимо наличия двух индивидуальных экранов для каждого глаза, VR-шлемы, благодаря своей конструкции, обеспечивают отсечение поля периферийного зрения человека, что усиливает эффект проникновения в виртуальный компьютерный мир.

В VR-шлемах используются миниатюрные экраны, выполненные на основе активных ЖК-матриц, подобных тем, что используются в мультимедийных проекторах. Каждая из двух ЖК-матриц формирует цветное изображение, которое, благодаря особой конструкции шлема, видит только один глаз. Кроме экранов, VR-шлем снабжен стереофоническими головными телефонами и микрофоном. Узел шлема, объединяющий в себе эти матрицы и органы регулировки, называют *визором.* Важное требование к визору — возможность регулировать расстояние между матрицами по горизонтали, которое должно соответствовать расстоянию между зрачками пользователя, называемому *IPD (InterPupil Distance).* Визоры некоторых шлемов оборудованы специальной оптической системой автоматического определения IPD, благодаря чему отпадает необходимость в индивидуальной настройке шлема. Главным недостатком VR-шлема является недостаточно высокое разрешение стереоскопического изображения. Это обусловлено ограниченным количеством элементов ЖК-матрицы и, что наиболее существенно, малым расстоянием между глазом и визором, при котором зернистость ЖК-матриц наиболее заметна. Важнейшей особенностью VR-шлемов является наличие так называемой *системы виртуальной ориентации* (СВО), часто обозначаемой *VOS — (Virtual Orientation System),* которая отслеживает движение головы и в соответствии с ним корректирует изображение на экранах: при повороте головы в одну сторону панорамное изображение "прокручивается" через ЖК-матрицы в противоположном направлении, благодаря чему у пользователя возникает иллюзия стабильности наблюдаемой картины (так, как это происходит в реальной жизни). В итоге возникает неповторимое ощущение реальности изображения. Благодаря наличию СВО VR-шлемы представляют собой нечто большее, чем просто устройство отображения: они помогают человеку окунуться в иную, виртуальную реальность, что и отражено в их названии. Максимальный эффект от применения VR-шлемов достигается в том случае, когда они используются совместно со специфическими устройствами ввода, называемыми *VR-контроллерами.* Примером VR-контроллера является трехмерная мышь, специальные перчатки и другие устройства.

В качестве входного сигнала для VR-шлема может использоваться либо видеосигнал от бытовой видеоаппаратуры, либо RGB-сигнал видеоадаптера PC. В подавляющем

большинстве менее дорогие модели VR-шлемов рассчитаны на использование композитного телевизионного видеосигнала с чересстрочной разверткой. Это объясняется тем, что невысокое разрешение изображения, создаваемого ЖК-матрицами визора, примерно соответствует четкости обычного телевизионного изображения. Для подключения таких VR-шлемов к компьютеру необходим специальный адаптер. VR-шлемы с более качественными визорами, способными обеспечить разрешение не хуже 640x480, обычно рассчитаны на подключение непосредственно к видеоадаптеру PC. Помимо визора, VR-шлем оборудован высококачественной стереофонической аудиосистемой. Стереозвук на шлем подается по отдельным проводам, через два RCA-разъема или стандартный 3,5-миллиметровый стереофонический разъем. Источником звука может быть либо телевизор (видеомагнитофон), либо звуковая карта компьютера.

Системы виртуальной ориентации (СВО)

Как уже отмечалось, система виртуальной ориентации предназначена для определения положения головы пользователя и передачи полученных координат в PC. Это позволяет оперативно корректировать формируемую VR-шлемом картину с учетом движения пользователя, усиливая тем сам реализм 3D-изображения. Чаше всего элементы СВО вмонтированы в шлем. Однако поскольку СВО применяются не только в игровых, но и в ряде профессиональных приложений, существуют универсальные, самостоятельные и высокоточные системы данного типа, одинаково пригодные для различных целей.

Пространственные координаты

СВО обеспечивает слежение по шести координатам (иногда их называют *степенями свободы):*

- трем пространственным координатам ***X, Y*** **и** ***Z,*** измеряемым **в** прямоугольной системе координат **и** характеризующим **положение** объекта относительно начала координат;
- трем угловым координатам, характеризующим ориентацию объекта (головы пользователя) относительно трех осей системы координат.

В VR-шлемах, предназначенных для игровых приложений (таких на рынке абсолютное большинство), достаточно отслеживать только ориентацию. Это положение характеризуется тремя углами (рис. 14.56): - *Yaw (Azimuth) — углом рыскания,* или *азимутом,* отсчитываемым в горизонтальной плоскости (0—360°);

- *Pitch (Elevation) — углом возвышения,* или *углом места,* отсчитываемым в вертикальной плоскости (±90°);
- *Roll (Tilt) — углом крена (наклона),* отсчитываемым в плоскости, перпендикулярной линии визирования (±180°).

Изображенные на рис. 14.56 углы называются *углами Эйлера.* Измеренные значения углов СВО передает в PC (обычно через последовательный порт) программе, которая корректирует изображение на ЖК-матрицах шлема. Частота, с которой измеряются показания датчиков и передача результатов в PC, называется *частотой опроса.*

Значение частоты опроса, а также точность измерения углов, оцениваемая величиной среднеквадратической ошибки, являются важными техническими характеристиками СВО.

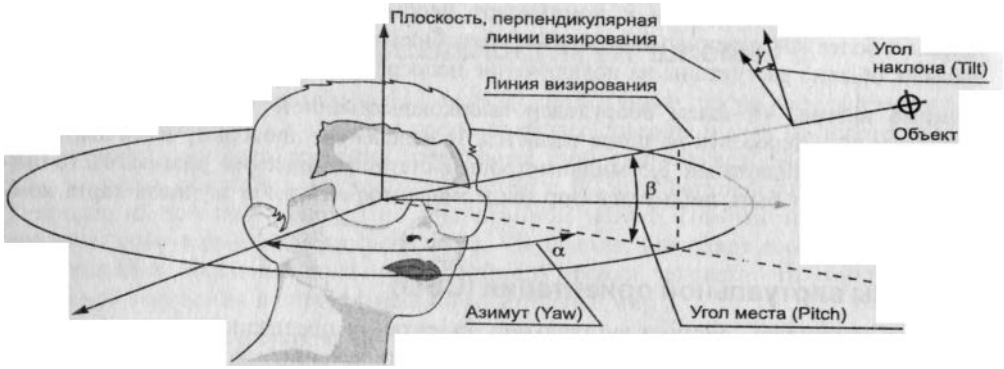


Рис. **14.56.** Углы, характеризующие ориентацию головы в пространстве

В зависимости от принципа действия и типа используемого поля различают *магнитные, ультразвуковые* и *инерциальные* СВО.

Магнитные СВО

Наиболее широко распространены магнитные СВО, в которых используются миниатюрные магнитные датчики (катушки индуктивности). Магнитная СВО включает в себя блок внешних неподвижных передатчиков, выполняющих роль радиомаяков, датчик-приемник, расположенный на шлеме, а также системный электронный блок, который формирует электрические сигналы, поступающие на передатчик, и обрабатывает сигналы, принятые приемником. Интенсивность и фаза принятых сигналов зависят от расстояния между передающими и приемными катушками, а также от их взаимной ориентации. Обрабатывая передаваемые и принимаемые сигналы, системный электронный блок вычисляет пространственные координаты приемника относительно передатчика. Результаты вычислений передаются в PC через стандартный последовательный интерфейс RS-232 с частотой 50—60 Гц.

Типовая магнитная СВО имеет следующие характеристики:

- максимальное расстояние, на котором обеспечивается заданная точность, — от 0,5 до 1,5 м;
- частота съема измерений — до 60 Гц;
- среднеквадратическая ошибка определения положения — 0,24 см;
- среднеквадратическая ошибка определения углов — 0,75°.

Магнитные СВО сравнительно просты, однако обладают серьезным недостатком: результаты полученных с их помощью измерений могут быть искаженными вследствие влияния внешних магнитных полей от работающих электробытовых приборов либо находящихся рядом крупных металлических предметов. Чтобы уменьшить это влияние, используют ультразвуковые СВО.

Ультразвуковые СВО

В ультразвуковых СВО вместо магнитных используются малогабаритные пьезокерамические преобразователи, выполняющие функции передатчиков и приемников. Обычно используются три передатчика и приемника, размещенных в шлеме (рис. 14.57). Системный блок посылает на передатчики электрический сигнал и регистрирует ультразвуковой сигнал, принятый приемником (датчиком). Измеряя временную задержку между посланным и принятым сигналом, а также зная скорость распространения звуковой волны (около 330 м/с), можно с достаточной точностью определить расстояние между передатчиком и приемником. Обрабатывая результаты измерений расстояния между тремя парами датчиков, можно рассчитать положение и ориентацию шлема (головы пользователя) в пространстве.

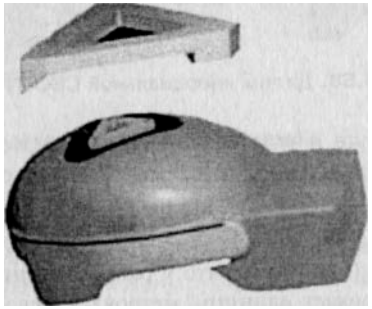


Рис. 14.57. Ультразвуковая система виртуальной ориентации Logitech Head Tracker

Инерциальные СВО

В VR-шлемов наиболее дорогих моделей, предназначенных главным образом для профессионального применения, используются *инерциальные СВО*. Свое название они получили благодаря использованию в них инерциальных датчиков — квантовых гироскопов и акселерометров, не требующих для своей работы искусственных полей (магнитных или ультразвуковых). С их помощью создастся независимая, *инерциаль-ная* система координат, в которой отслеживается положение головы пользователя. В инерциальных СВО в качестве квантовых гироскопов используются миниатюрные твердотельные датчики, выполненные в форме куба. Такой датчик включает в себя полупроводниковые лазерные передатчик и приемник, а также три контура, расположенные в трех взаимно перпендикулярных плоскостях. Такие датчики позволяют измерять угловые скорости вращения датчика относительно трех взаимно перпендикулярных осей, а также направления силы притяжения и вектора магнитного поля Земли.

Наиболее известны квантовые гироскопические датчики InertiaCube производства фирмы InterSence. На основе этих датчиков создана компактная СВО 1NTERTRAX, обеспечивающая высокоточное измерение трех угловых координат. Малогабаритный датчик (рис. 14.58, слева) закрепляется на затылке головы (рис. 14.58, справа) и соединяется проводом с электронным блоком, закрепленным

на поясе пользователя. Никакого передающего устройства этой системе не требуется. Электронный блок, в котором расположен сигнальный процессор, вычисляет значения трех угловых координат и с частотой до 256 Гц через последовательный порт передает их в PC.

Рис. 14.58. Датчик инерциальной СВО INTERTRAX

Диапазон измерения азимута и угла наклона составляет ±180°, диапазон измерения угла места — ±80°. Максимально допустимая угловая скорость равна 400 град./с, минимальная — 2 град./с. Ошибка измерений углов не более 0,02°. Важной особенностью инерциальных угломерных СВО является отсутствие ограничения на дальность действия (напомним, что у рассмотренных выше магнитных и ультразвуковых СВО она составляет единицы метров) и невосприимчивость к внешним помехам (электрическим и магнитным полям). Это объясняется тем, что система использует не искусственные, а естественные поля (магнитное и гравитационное).

Модели VR-шлемов

Хотя настоящая книга посвящена, в первую очередь, общим принципам построения и функционирования устройств для PC, мы все же решили отойти от традиции и в этом разделе описать конкретные, наиболее характерные модели VR-шлемов. Дело в том, что, во-первых, такие устройства по конструкции и принципам действия значительно отличаются от всех других устройств для PC, во-вторых, они представляют огромный интерес для любителей компьютерных игр, поскольку открывают двери в мир виртуальной реальности, о котором практически все любители PC знают из множества журнальных статей и кинофильмов, но сами там никогда не были, и в-третьих, эти устройства до сих пор являются экзотическими и таковыми, видимо, останутся для отечественных пользователей PC еще долгое время, поскольку цена на них колеблется в пределах от 200 до 15 000 USD.

VFX1 Headgear VR System

Первой и наиболее неудачной разработкой стал шлем виртуальной реальности VFX1 Headgear VR System фирмы Forte Technologies (рис. 14.59).

Он на продолжительный период стал негласным стандартом в области VR, поскольку обеспечивал приемлемое качество изображения, удобство, причем был надежным в работе.

Рис. 14.59. VR-шлем VFX1 Headgear VR System фирмы Forte Technologies

В этом шлеме используются две ЖК-матрицы размером 10,6x14,3 мм, каждая из которых содержит по 180 000 элементов. Конструкция визора такова, что матрицы отодвинуты дальше от глаз и снабжены устройством автоматической фокусировки. Эта технология, названная *SmartVisor,* запатентована фирмой-производителем. В результате не только повысилось качество изображения (в первую очередь, резкость), но и отпала необходимость в утомительной индивидуальной настройке визора. Еще одно достоинство конструкции VFX1 — для пользователя предусмотрена возможность откидывать визор при необходимости осмотреться вокруг (раньше приходилось снимать весь шлем целиком). Шлем сконструирован так, что люди со слабым зрением могут использовать его, не снимая очков.

Основной видеорежим, в котором работает VFX1 и видеоадаптер PC, — 640x480/256 при частоте кадров 60 Гц. Конечно, для реализации такого разрешения явно недостаточно 180 000 элементов, которые содержит каждая ЖК-матрица. Однако за счет применения специальных сглаживающих фильтров, входящих в состав визора, а также за счет стереоэффекта это несоответствие не слишком заметно. Одна из важных причин успеха данного шлема на рынке — эргономичность его конструкции. Несмотря на значительный вес (1,3 кг), нагрузка, создаваемая шлемом на голову, равномерно распределена и оказывается незначительной. Кроме того, обеспечивается хорошая вентиляция. В итоге шлемом можно пользоваться достаточно долгое время, не испытывая при этом сильного утомления. Шлем VFX1 имеет магнитную СВО, измеряющую три угла с точностью 0,077° и обеспечивающую частоту опроса 75 Гц в следующих диапазонах: - азимут 0—360°; - угол возвышения ±75°; - угол наклона ±45°.

Специфическим отличием VFX1 от VR-шлемов других моделей является способ его подключения к PC. Для этого используется специальная интерфейсная карта — *VIP Card (VFX1 Interface Protocol Card).* Карта устанавливается в стандартный слот ISA материнской платы и представляет собой контроллер шины ACCESS.Bus для подключение нескольких (до 125) внешних устройств: шлемов, джойстиков и т. п. Видеосигнал от видеоадаптера подается на VIP-карту через специальный 26-контактный разъем Feature Connector, или VESA-connector, который имеется на большинстве видеоадаптеров SVGA. Благодаря наличию интерфейса ACCESS.Bus шлем VFX1 можно использовать совместно со многими другими устройствами мультимедийного назначения.

Отличительная черта шлема VFX1 — более чем скромные по сегодняшним меркам требования к видеоадаптеру. Самое большее, что необходимо для VFXI, — это видеорежим 640x480/256. Такой режим обеспечит любой видеоадаптер SVGA, имеющий не менее 512 Кбайт видеопамяти. Более того, для работы с VFX1 может подойти даже обычный видеоадаптер VGA (естественно, при наличии на нем разъема Feature Connector), если работать в режиме 320x480/256. Поскольку разрешающая способность используемых в шлеме VFX1 ЖК-матриц невелика и практически соответствует такому разрешению, то качество получаемого изображения ухудшится незначительно по сравнению с качеством изображения в режиме 640x480/256. **VFX3D**

VFX3D -- последняя модель кибершлема, созданного фирмой Forte Technologies (рис. 14.60).

Рис. 14.60. VR-шлем VFX3D фирмы Forte Technologies

По конструкции и внешнему виду он напоминает своего знаменитого предшественника, но имеет значительно лучшие характеристики. В первую очередь усовершенствования коснулись визора, определяющего качество изображения. Шлем VFX3D оснащен двумя новыми активными ЖК-матрицами с диагональю 0,7", имеющими около 360 000 пикселов каждая (789x480). Поддерживаются режимы High Color и True Color, а также возможность работы при различной частоте кадров.

Это позволило реализовать видеорежимы, многие из которых ранее были недоступными для устройств данного типа:

- 640x480 при частоте кадров 60, 62,5, 70, 75 Гц; -

800x600 при частоте кадров 60, 62,5, 70 Гц; -

1024x768 при частоте кадров 60, 62,5 Гц.

Регулировка основных параметров изображения — яркости, контрастности, насыщенности и положения растра — выполняется программным путем.

Как и в VFX1, в шлеме VFX3D использована система автоматической фокусировки, избавляющая пользователя от необходимости индивидуальной подстройки изображения. Размер поля зрения по диагонали составляет 35°. Шлем можно использовать совместно с очками.

Значительно улучшены показатели системы виртуальной ориентации: - диапазон измерения углов места и наклона — +70° (ошибка измерения не более

0,05°); - диапазон измерения азимута — 360° (ошибка измерения не более

0,1°).

Обмен данными между СВО и PC осуществляется через последовательный порт, однако может выполняться и через шину USB.

Видеосигнал для VFX3D снимается с обычного выхода видеоадаптера при помощи кабеля pass-through, в который вмонтирован контроллер, формирующий сигнал для каждой из двух ЖК-матриц. Шлем может использоваться не только с IBM PC, но и с компьютерами Macintosh и графическими станциями фирмы SG1.

Как и предыдущая модель, шлем VFX3D оснащен стереофоническими головными телефонами и встроенным микрофоном. VR-контроллер остался прежним, т. е. подключаемым к игровому порту CyberPuck, поскольку хорошо зарекомендовал себя при работе с VFX1.

Не будет преувеличением сказать, что в настоящее время VFX3D — один из лучших VR-шлемов.

Кибершлемы I-Glasses

Еще одним интересным семейством шлемов виртуальной реальности является семейство I-Glasses фирмы I/O Display Systems. Эти устройства представляют собой изделия так называемого *среднего масса,* сочетая в себе удачный компромисс между качеством и стоимостью. В настоящее время наиболее распространены три модели:

- I-Glasses Personal VR Display System (рис. 14.61), или просто I-Glasses - I-

Glasses X2 - I-Glasses ProTec

Как и в рассмотренных ранее моделях шлемов, в модели I-Glasses использованы две активные ЖК-матрицы с диагональю 0,7", имеющие по 180 000 элементов каждая, поэтому потенциальные возможности данного шлема с точки зрения разрешения остались прежними. Однако он одним из первых стал обладать дополнительной возможностью: конструкция его ЖК-матриц такова, что они могут работать в полупрозрачном режиме, позволяя пользователю, наряду с виртуальным изображением,

создаваемым матрицами, видеть окружающую обстановку. Таким образом, шлем как бы превращается в очки *(glasses),* что и отражено в названии данного изделия (в этом режиме с передней части шлема снимается чехол, который на рис. 14.61 надет на устройство). В этом режиме можно одновременно использовать и шлем, и монитор.

Рис. 14.61. VR-шлем I-Glasses Personal VR Display System фирмы I/O Display Systems

Другая особенность оптической системы данного шлема — практически полное отсутствие ручных регулировок, которые обычно необходимы при настойке под индивидуального пользователя. Наиболее трудоемкие из них — регулировка межзрачкового расстояния и фокусировка — выполняются автоматически, благодаря наличию в шлеме специальной системы *Eye Tracker,* отслеживающей положение зрачка глаза. В результате любой пользователь, надевший шлем I-Glasses, видит сфокусированное изображение, находящееся от него на расстоянии примерно 3—4 м. Изначально шлем I-Glasses был предназначен для работы с бытовой видеоаппаратурой, поэтому в качестве входного сигнала в нем используются телевизионные видеосигналы систем NTSC и PAL. Шлем может оснащаться одним или двумя разъемами RCA (в зависимости от модели), на которые подается композитный видеосигнал.

Однако существует и PC-версия шлема, снабженная дополнительным конвертером, преобразующим выходной сигнал VGA-совместимого видеоадаптера в видеосигнал указанных выше систем цветного телевидения.

Система виртуальной ориентации, использованная в шлеме I-Glasses, по своим характеристикам аналогична СВО рассмотренных выше моделей, однако частота опроса датчиков ориентации головы повышена до 250 Гц.

Шлем имеет удобную конструкцию и легко размещается на голове пользователя. Аудиосистема шлема включает в себя высококачественные стереонаушники и встроенный микрофон.

Более дорогая модель — I-Glasses X2. Главное отличие этой модели от I-Glasses Personal VR Display System — наличие специальной оптической системы, производящей "дублирование" изображения, формируемого каждой ЖК-матрицей. Фирма-изготовитель утверждает, что в результате использования этой системы количество элементов каждой ЖК-матрицы увеличивается до 360 000. Насколько справедливо такое заявление, сказать точно трудно, однако повышение резкости изображения в модели I-Glasses X2 бесспорно.

Наконец, наиболее дорогостоящей моделью является l-Glasses ProTec. В шлеме использованы ЖК-матрицы вдвое большего размера: с диагональю 1,35", благодаря чему разрешение 640x480 обеспечивается с большим запасом (поскольку основным источником изображения для шлемов данного семейства является бытовая видеоаппаратура, использование более высокого разрешения нецелесообразно). Благодаря этому запасу стало возможным не только увеличение размеров поля зрения, но и, наряду с обычным aspect ratio, равным 4 : 3, реализовать формат экрана 16 : 9, используемого в телевидении высокой четкости.

Кибершлем V8 фирмы Virtual Research Systems

Данный шлем относится к разряду дорогих (он стоит около 10 000 USD) высококачественных изделий класса High-End (рис. 14.62).

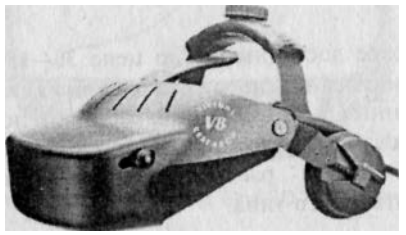


Рис. **14.62.** Шлем V8 фирмы Virtual Research Systems

Шлем оснащен ЖК-матрицами размером 1,3", каждая из которых содержит 1920x480 = 921 600 элементов, или 307 200 полноценных триад (!). Благодаря столь высокому качеству ЖК-матриц шлем V8 обеспечивает достаточно широкое (60° по диагонали) поле зрения при исключительной четкости цветного изображения с разрешением 640x480.

Шлем V8 предназначен для работы, в первую очередь, с компьютером, поэтому в качестве входного сигнала используется выходной сигнал видеоадаптера VGA в режиме 640x480 при построчной развертке и частоте кадров 60 Гц. Этот сигнал подается на вход *блока управления* через стандартный 15-контактный VGA-разъем. Блок управления имеет два таких входа для раздельного подключения левого и правого экранов. При подаче сигнала только на один вход (левый канал) блок управления автоматически переходит в режим "Моно", генерируя для каждого экрана шлема одинаковый видеосигнал. Если используется входной стереосигнал, подаваемый по двум кабелям, происходит переход в режим "Стерео", при котором оба видеосигнала поступают на экраны шлема независимо друг от друга (естественно, что параметры синхросигналов в обоих каналах должны быть идентичными). Таким образом, блок управления выполняет в основном функции коммутирующего устройства. На шлем можно подавать и видеосигнал систем NTSC, PAL, SECAM от бытовой видеоаппаратуры, однако при этом необходимы дополнительные конвертеры, преобразующие разрешение и развертку. Шлем соединяется с блоком управления при помощи 50-контактного SCSI-разъема.

Другой отличительной чертой шлема является удобство конструкции и его небольшой вес (821 г).

Шлемы виртуальной реальности в настоящее время являются наиболее удачными из всех устройств, основанных на использовании особенностей бинокулярного зрения. Они лучше всех других стереоскопических устройств создают эффект проникновения в виртуальный компьютерный мир и являются поистине мультимедийными устройствами. Однако пока остается низким качество изображения, получаемого с их помощью. Это обусловлено, в основном, низким разрешением. Для повышения разрешения в настоящее время интенсивно ведутся разработки новых ЖК-матриц с большим количеством меньших по размеру элементов. Поэтому перспективы VR-шлемов как наиболее совершенных мультимедийных устройств отображения информации выглядят весьма радужными.

3D-очки

3D-очки являются наиболее доступными (по цене 30—150 USD) и распространенными устройствами формирования трехмерных изображений. При всем многообразии моделей, представленных на рынке, они работают по одинаковому принципу, основанному на использовании затворного метода разделения элементов стереопары. Этим объясняется другое распространенное название данных очков — ***Shutterglasses,*** т. е. очки затворного типа.

Особенности конструкции

3D-очки используются в качестве дополнения к обычному монитору и подсоединяются к видеоадаптеру PC при помощи гибкого провода длиной 2—3 м. Подключение обычно выполняется через специальный внешний или интегрированный на плату видеоадаптера контроллер (как правило, такие специализированные видеоадаптеры продаются вместе с соответствующей моделью 3D-очков). В более дорогих моделях 3D-очков вместо соединительного провода для передачи команд от контроллера к очкам используется инфракрасный передатчик, причем сами очки оборудованы встроенным миниатюрным инфракрасным приемником. Принцип действия 3D-очков весьма прост. На мониторе PC последовательно отображаются левая и правая части стереопары. Одновременно с этим стекла 3D-очков поочередно теряют прозрачность (соединение между ними необходимо именно для синхронизации работы видеоадаптера и очков). В результате каждый глаз видит только свою часть стереопары, что позволяет получить желаемый стереоэффект. Несмотря на то что 3D-очки и шлемы виртуальной реальности предназначены для одной и той же цели — формирования стереоскопических изображений, — между ними есть принципиальные различия.

Во-первых, 3D-очки, в отличие от VR-шлемов, сами никакого изображения не создают, хотя содержат также ЖК-линзы, которые используются в качестве электронно-управляемого фильтра (затвора). Это значит, что качество формируемого изображения (разрешение, цветность) определяется не параметрами очков, а монитором. Поэтому бессмысленно говорить, например, о разрешении, обеспечиваемом 3D-очками. Другое дело, что затворный принцип действия очков и связанный с ним последовательный

характер показа элементов стереопары порождают ряд специфических дефектов изображения.

Во-вторых, 3D-очки лишены системы виртуальной ориентации, поэтому изображение на экране монитора никак не корректируется в зависимости от положения головы наблюдателя (однако имеются модели, которые, хотя и частично, но делают это). В результате 3D-очки не в состоянии обеспечить тот эффект погружения в виртуальный мир, который могут создать шлемы виртуальной реальности. В связи с этим при использовании 3D-очков бессмысленно перекрывать зону периферийного зрения — большинство таких изделий выполняется в форме традиционных очков (рис. 14.63).

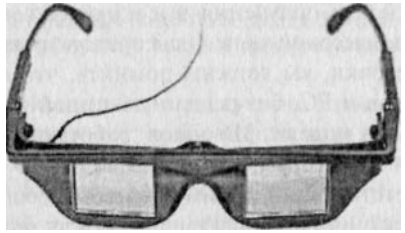


Рис. 14.63. 3D-очки Elsa 3D Revelator

Для того чтобы стекла 3D-очков могли "терять прозрачность" по командам компьютера, их выполняют по технологии ЖК-ячейки просветного типа, использующей эффект поляризации. Поэтому 3D-очки иногда называют *поляризационными,* как и очки для стереокино.

Важная особенность 3D-очков — ими управляют сигналы видеоадаптера, в результате чего прозрачность их стекол изменяется синхронно со сменой изображения на экране. Такие очки часто называют *активными.* Напротив, поляризационные очки для стереокино являются *пассивными,* т. к. прозрачность и поляризация их стекол постоянны и не зависят от изображения на экране. С помощью них невозможно получить стереоэффект, глядя на экран обычного монитора. Напомним еще раз, что термины "активные поляризационные очки", "shutterglasses", "3D-очки" — синонимы и обозначают устройства, работающие по одинаковым принципам.

Специфические дефекты изображения

Поочередный способ показа элементов одной стереопары порождает ряд проблем.

Во-первых, в два раза уменьшается фактическая частота смены кадров, что негативно сказывается на качестве изображения (появляются заметные мелькания). Как известно, нижний предел частоты кадров составляет 60—70 Гц. Следовательно, монитор, используемый для отображения стереопары, должен обеспечивать частоту кадровой развертки не ниже 120—140 Гц. Заметим, что для обеспечения такой частоты кадров при разрешении 640x480 частота строчной развертки монитора должна быть не ниже 70 кГц, а при разрешении 800x600 — не ниже 85 кГц. О более высоких разрешениях при использовании активных очков совместно с типовыми моделями мониторов говорить уже не приходится.

Но высокая частота как кадровой, так и строчной развертки — далеко не единственное требование к монитору. Другой проблемой, возникающей при столь высокой частоте смены кадров, является оптическая инерционность люминофора, т. е. эффект остаточного послесвечения *(persistence)*. В результате изображения объектов (особенно подвижных) на экране монитора приобретают специфические дефекты в виде ореолов *(ghosts* — блики). Для устранения этих дефектов необходим дорогостоящий ЭЛТ-монитор со специальным люминофорным покрытием, имеющим малое время послесвечения.

Подключение 3D-очков к PC

3D-очки являются весьма привлекательным дополнением к мультимедийному PC не только благодаря возможности получения высококачественных трехмерных изображений, но и достаточно невысокой цене (на порядок ниже стоимости VR-шлемов). Однако приобретая такие очки, вы должны помнить, что существует проблема правильного сопряжения очков и PC, без решения которой очки окажутся бесполезными. Во-первых, некоторые модели 3D-очков работают только с определенными моделями видеоадаптеров. Во-вторых, для их правильного функционирования необходимо установить соответствующий режим работы видеоадаптера. В-третьих, нужно правильно выполнить электрическое соединение между очками и видеоадаптером, в большинстве случаев необходимы дополнительные устройства — контроллеры. Наиболее критичным элементом соединения 3D-очков с компьютером является контроллер. В общем случае он выполняет задачи, перечисленные далее.

- Формирует синхросигнал для 3D-очков, управляющий поочередным затемнением стекол.
- Преобразует (при необходимости) выходной видеосигнал и синхросигналы видеоадаптера таким образом, чтобы обеспечить раздельный последовательный показ элементов стереопары на экране монитора.

3D-очки простых моделей вторую функцию не поддерживают, при этом задача разделения элементов стереопары целиком ложится на видеоадаптер. В большинстве моделей 3D-очков контроллер выполняется в виде отдельного внешнего блока, хотя в настоящее время появилось значительное количество видеоадаптеров с интегрированными контроллерами для 3О-очков. Существуют три основных варианта подключения внешних контроллеров:

- к выходному разъему видеоадаптера (наиболее часто); - к параллельному или последовательному порту PC (значительно реже); - к шине ввода/вывода (крайне редко).

Наибольшее распространение получили контроллеры первого типа. Поскольку они представляют собой устройство сквозного типа, их часто называют *VGA-Pass-Through* (иногда используют сокращение VGA-PT). Как правило, контроллер выполняется в виде блока-переходника, на противоположных концах которого закреплены два 15-контактных VGA-разъема, предназначенных для подключения видеоадаптера и монитора (рис. 14.64).

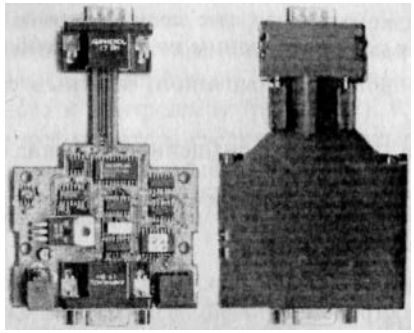


Рис. **14.64.** Контроллер типа VGA-Pass-Through для 3D-очков Wicked3D Eyescream: без корпуса (слева) и в корпусе (справа)

Этот способ подключения контроллера достаточно прост, но он имеет недостатки. Главным из них является искажение изображения при использовании высоких разрешений (порядка 1024x768), причиной которых являются паразитные задержки видеосигнала, вносимые контроллером типа Pass-Through. Другой недостаток контроллера типа Pass-Through — при его использовании появляется дополнительная механическая нагрузка на выходной разъем видеоадаптера.

Значительно реже применяются контроллеры, подключаемые к параллельному и последовательному портам. Основная причина — сложность синхронизации, поскольку, как известно, на эти порты не выводится кадровый синхроимпульс, являющийся основным синхронизирующим сигналом для 3D-очков.

И, наконец, очень редко используются контроллеры, устанавливаемые в слот шины ввода/вывода (ISA или PCI). Таким контроллером оборудована только одна, уже устаревшая, модель 3D-очков: 3D MAX фирмы Kasan Electronics.

Существуют модели видеоадаптеров, оборудованные встроенным контроллером 3D-очков. Такие видеоадаптеры используются, как правило, в составе профессиональных графических станций и относятся к классу *SR (Stereo Ready* — подготовленные для просмотра стерео). Они оборудованы либо специальным разъемом для подключения очков, либо используемым вместе с ними ИК-передатчиком (рис. 14.65).

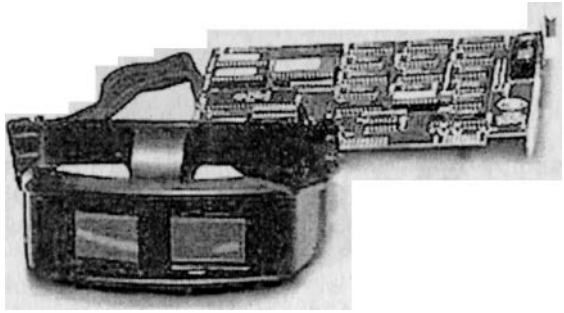


Рис. 14.65. Видеоадаптер совместно с 3D-очками

Подключение 3D-очков к контроллеру, вне зависимости от конструкции и расположения последнего, можно выполнять одним из трех способов:

- при помощи гибкого провода, оснащенного обычным стереоразъемом типа Jack диаметром 3,5 мм;
- при помощи гибкого провода, оснащенного специализированным разъемом VESA-3 miniDIN-3;
- беспроводным способом при помощи инфракрасного приемопередатчика, подключаемого к контроллеру.

3D-очки ранних моделей подключались, как правило, первым способом. В настоящее время получил распространение новый разъем, предложенный немецким институтом стандартизации DIN и одобренный ассоциацией VESA. Он называется *VESA-3 miniDIN-3* (рис. 14.66). Назначение контактов этого разъема приведено в табл. 14.17.

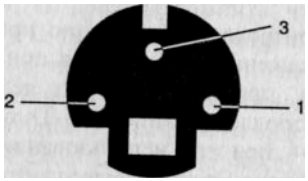


Рис. 14.66. Выходной разъем VESA-3 miniDIN-3 ***Таблица 14.17.*** *Назначение контактов разъема VESA-3 miniDIN-3*

Номер контакта	Назначение контакта
1	Питание +5 В
2	Синхросигнал для стереоочков
3	Земля (общий провод)

Например, выходным (материнским) разъемом VESA-3 miniDIN-3 connector оборудован упоминавшийся выше контроллер для 3D-очков Wicked3D Eyescream (рис. 14.67).

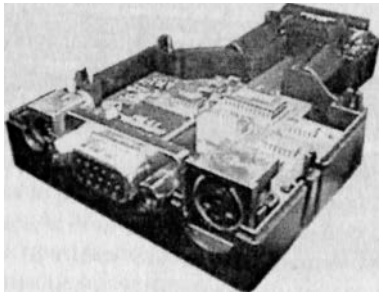


Рис. 14.67. Контроллер для 3D-очков Wicked3D Eyescream без верхней крышки, оборудованный разъемом VESA-3 miniDIN-3

Поскольку провод, соединяющий очки с контроллером, ограничивает свободу движений пользователя, большинство современных моделей 3D-очков оборудуются малогабаритным инфракрасным приемником, который принимает команды от ИК-передатчика, подключенного к контроллеру (рис. 14.68). Как правило, такой передатчик размещают на корпусе монитора сверху. Для подключения ИК-передатчиков к контроллеру используется тот же самый разъем, что и для подключения самих очков: в него можно включить либо провод 3D-очков, либо ИК-передатчик для беспроводных очков.

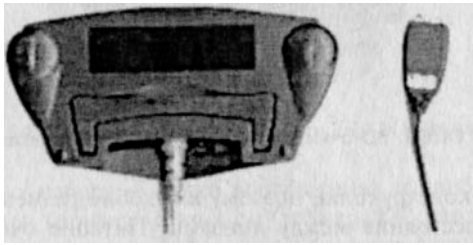


Рис. 14.68. Инфракрасные передатчики для 3D-очков WickedSD Eyescream (слева) и ELSA 3D Revelator (справа)

Что лучше: инфракрасный канал или обычный провод? Однозначно ответить на этот вопрос сложно. Преимущество инфракрасной связи заключается только в одном — она предоставляет вам большую свободу движений. Однако насколько эта свобода вам необходима? Ведь стереоэффект возможен, только если вы находитесь перед экраном монитора! В то же время недостатки использования инфракрасного канала для управления очками весьма существенны.

Во-первых, более высокая стоимость подобных очков. Во-вторых, очки с ИК-приемником тяжелее и больше по размеру, чем очки с проводным подключением: ведь помимо собственно ИК-применика, в них необходимо разместить и батареи питания, и схему управления прозрачностью ЖК-линз. А батареи имеют свойство разряжаться (а ведь еще, упаси бог, могут и "потечь" испортив драгоценные очки), поэтому их периодически надо менять. Если же используются нестандартные малогабаритные батареи (обычное явление), то их замена оборачивается существенными финансовыми затратами. Поэтому выбор конкретного способа соединения — дело не только вкуса, но и толщины вашего кошелька.

Модели 3D-очков

Несмотря на сравнительную новизну стереоскопических устройств отображения, современный рынок 3D-очков довольно обширен. Вместе с тем можно выделить лишь несколько групп устройств, основанных на общих технических решениях. Поэтому рассмотрим наиболее распространенные и характерные модели 3D-очков, оговорив их особенности. Заметим также, что часто 3D-наборы различных фирм отличаются только контроллерами, а входящие в состав набора 3D-очки мало различаются как по конструкции, так и по характеристикам.

H3D Eyewear /Wicked3D Wickedvision, Eyescream

Довольно широкое распространение получили беспроводные 3D-очки Eyewear производства фирмы H3D Entertainment (рис. 14.69). В комплект поставки кроме очков входят контроллер и ИК-передатчик.

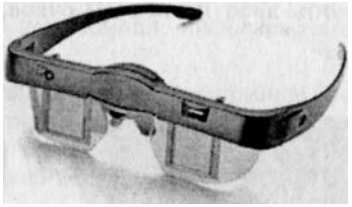


Рис. 14.69. 3D-очки Eyewear фирмы H3D Entertainment

Очки имеют удачную конструкцию, поэтому их удобно размещать на голове, а также легко регулировать расстояние между линзами. Питание очков осуществляется от двух малогабаритных литиевых батарей CR-2032. Еще одно важное достоинство — рекордно малый вес (45 г вместе с батареями).

Недостатком стереоочков Eyewear является небольшой размер ЖК-линз (2x2,5 см), что значительно ограничивает поле зрения, особенно при работе с 17"-мониторами.

Пожалуй, главная особенность 3D-очков Eyewear — наличие "интеллектуального" контроллера (используется также с очками Wicked3D Eyescream), позволяющего выполнять различные преобразования видеосигнала (см. рис. 14.64 и 14.67).

Казалось бы, столь солидная аппаратная поддержка должна обеспечить этим очкам полную совместимость с любым видеоадаптером. Теоретически это действительно так. Однако на практике все обстоит иначе, можно сказать, с точностью до наоборот. Дело в том, что программное обеспечение, поставляемое вместе с 3D-очками Eyewear, изначально было предназначено только для 3D-ускорителей на основе Chipset Voodoo и Voodoo^2 фирмы 3Dfx. Вскоре фирма H3D Entertainment покинула рынок и ее продукцию стала продавать под своей торговой маркой фирма Metabyte, известная как производитель программного обеспечения для графических систем. Ее подразделением является компания Wicked3D Board Company, выпускающая высококачественные ускорители 3D-графики. Первоначально очки H3D Eyewear продавались под маркой Wicked3D в составе пакета Wickedvision. Их можно было использовать только совместно с 3D-ускорителями от Wicked3D, поскольку в комплекте поставки не было драйверов.

Следующим, и наиболее известным, стал продукт Wicked3D Eyescream, в состав которого, помимо собственно очков, включен набор драйверов на компакт-диске. Эти драйверы позволяют использовать 3D-очки не только с фирменными изделиями Wicked3D, но и с 3D-ускорителями на основе Voodoo^2 производства других фирм.

Таким образом, главным недостатком 3D-очков Eyewear является плохая программная совместимость как с видеоадаптерами на Chipset, отличных от Voodoo^2 и Voodoo Banshee, так и с программным обеспечением, изначально не предназначенным для работы с очками H3D.

Elsa 3D Revelator

Давно ожидаемой на рынке и недорогой альтернативой 3D-очкам Wicked3D Eyescream стали стереоочки 3D Revelator фирмы Elsa, известной своими высококачественными видеоадаптерами. Очки выпускаются в двух модификациях: с соединительным проводом (см. рис. 14.63) и без него (рис. 14.70).

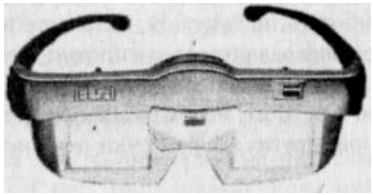


Рис. 14.70. Беспроводные 3D-очки Elsa 3D Revelator

Основное преимущество набора — более совершенная и удобная конструкция очков. Во-первых, увеличен (примерно на 1 см) размер ЖК-линз по горизонтали, что практически устранило проблему ограниченного поля зрения, свойственную очкам Wicked3D Eyescream. Во-вторых, очки Elsa 3D Revelator в настоящее время являются одними из наиболее легких (модель с проводом весит всего 30 г). Заметим, что собственно очки производятся фирмой Ilixco и используются в наборах других фирм (например, фирм H3D, Wicked3D, i-3D).

Достоинством очков Elsa 3D Revelator можно также считать простоту подключения к видеоадаптеру. Для этого используется кабель-переходник (рис. 14.71) без сложного электронного контроллера. Вместо него используется так называемый *plain-controller*. Отсутствие в кабеле контроллера обеспечивает два преимущества: - рекордно низкую стоимость, особенно в проводной версии (этот набор стоит примерно в 3 раза дешевле, чем Wicked3D Eyescream); - отсутствие заметных искажений изображения, характерных для контроллеров типа Pass-Through.

Однако очки Elsa 3D Revelator могут использоваться только с ограниченным набором аппаратного и программного обеспечения.

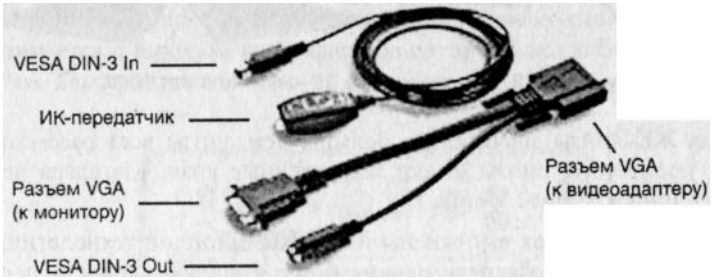


Рис. 14.71. Кабель-переходник для подключения очков Elsa 3D Revelator

Что касается аппаратного обеспечения, то очки Elsa 3D Revelator разрабатывались для совместного использования только с видеоадаптерами фирмы Elsa: Erazor 2/3, Victory 2, Winner 2 и др. Оперативная память указанных видеоадаптеров содержит специфическую версию Video BIOS данной фирмы — Elsa-BIOS, — обеспечивающую работу с очками 3D Revelator. Если поставляемый с очками драйвер обнаруживает наличие Elsa-BIOS, то инициирует по каналу DDC (12-й контакт разъема соединительного кабеля) (см. табл. 14.11) выдачу специального сигнала, которым включает очки. В противном случае очки работать не будут. В настоящее время набор совместимых с 3D-очками Elsa 3D Revelator видеоадаптеров расширен: помимо изделий фирмы Elsa, могут также использоваться любые видеоадаптеры на основе Chipset Riva TNT и Riva TNT2 фирмы nVidia, но для этого необходимы соответствующие драйверы. Работу с видеоадаптерами на основе других Chipset очки пока не поддерживают.

NuVision 60GX

Набор 60GX фирмы NuVision отличается от рассмотренных ранее классом изделия: скорее профессиональным, чем бытовым. Характеристики изделий, входящих в комплект, близки к характеристикам изделий профессионального набора CrystalEyes2 фирмы StereoGraphics (стоимость его колеблется от 100 до 170 USD), но набор 60GX значительно дешевле. 60GX поставляется в следующих модификациях: - 60GX SR (Stereo Ready) — набор, предназначенный для использования с профессиональными графическими станциями и/или видеоадаптерами с интегрированным контроллером для 3D-очков. Содержит 3D-очки 60GX и ИК-передатчик, соединительный провод которого оснащен разъемом VESA mimiDIN-3;

- 60GX NSR (Non-Stereo Ready) — набор, предназначенный для использования с обычным PC. Помимо 3D-очков и ИК-передатчика, в нем имеется внешний контроллер, подключаемый к выходу видеоадаптера PC при помощи специального кабеля с переходником типа Pass-Through.

Беспроводные очки (рис. 14.72) из набора 60GX имеют ряд особенностей.

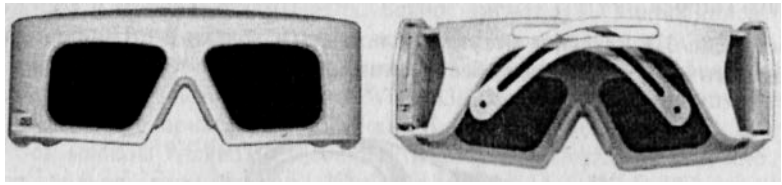


Рис. 14.72. Беспроводные 3D-очки NuVision 60GX

Во-первых, их ЖК-линзы значительно больше, чем линзы всех рассмотренных ранее моделей; кроме того, линзы имеют закругленные края, благодаря чему обеспечивается более широкое поле зрения.

Во-вторых, ЖК-линзы очков выполнены по нетрадиционной технологии, на основе так называемых *пи-ячеек,* обеспечивающих более высокую скорость переключения (до 180 Гц). Данная технология успешно используется фирмой NuVision на протяжении уже 15 лет при производстве различного стереоскопического оборудования.

Помимо высокой скорости переключения, эта технология обеспечивает больший угол обзора и избавляет пользователя от необходимости располагаться строго напротив монитора, чтобы угол зрения находился в допустимом диапазоне (в 3D-очках с традиционными ЖК-линзами качество стереоэффекта в значительной степени зависит от угла зрения). Однако у этой технологии есть и недостатки: задержка при переключении линз, а также их низкая прозрачность в выключенном состоянии (подобны солнцезащитным очкам). Поэтому очки всегда находятся во включенном состоянии, независимо от того, используются ли они для просмотра стереоскопического или обычного изображения. В последнем случае очки работают в специальном режиме, причем линзы переключаются с повышенной частотой, благодаря чему обеспечивается их высокая прозрачность.

Для питания используются две малогабаритные литиевые батареи, размещенные в местах крепления дужек (см. рис. 14.72, слева). Если надеть очки, они включаются автоматически, при этом индикация включенного состояния осуществляется светодиодом, размещенным в корпусе очков (см. рис. 14.72, справа).

Размеры и конструкция очков 60GX позволяют легко надевать их поверх обычных очков, которыми пользуются люди со слабым зрением. Весят очки примерно 80 г.

Малогабаритный ИК-передатчик (рис. 14.73) подключается либо к гнезду VESA miniDIN-3 видеоадаптера со встроенным контроллером, либо к внешнему контроллеру. В комплект поставки входят адаптеры-переходники, предназначенные для подключения ИК-передатчика к разъемам типа DIN-7 и DB9 профессиональных графических станций и видеоадаптеров.

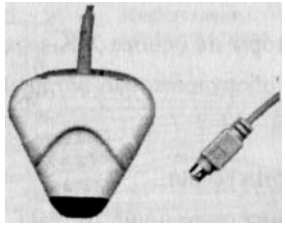


Рис. 14.73. ИК-передатчик 3D-очков NuVision 60GX

Внешний контроллер (рис. 14.74) необходим для подключения очков к обычному PC. Он соединяется с выходом видеоадаптера специальным кабелем с переходником типа VGA Pass-Through (рис. 14.75).

Рис. 14.74. Внешний контроллер комплекта NuVision 60GX NSR

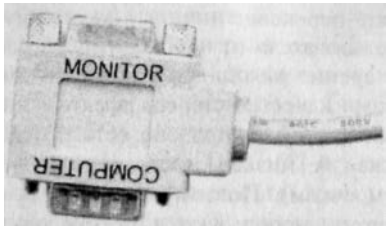


Рис. 14.75. Соединительный кабель с переходником типа VGA Pass-Through для подключения внешнего контроллера NuVision 60GX

Питание контроллера осуществляется от внешнего источника или от видеоадаптера (лишь современных моделей с пластмассовой вставкой синего цвета в VGA-разъеме).

3D-мониторы

Проблемы аппаратной и программной совместимости, недостаточная комфортность использования, а также достаточно высокая стоимость большинства 3D-очков побудили некоторых разработчиков искать другие способы получения стереоскопического изображения. В результате появились так называемые *3D-мониторы, для* работы с которыми требуются либо более простые и дешевые пассивные поляризационные очки, либо вообще очков не требуется. Однако сэкономив на очках, разработчики значительно усложнили сам экран, что привело к повышению цены на монитор.

В настоящее время существуют устройства двух типов, которые можно отнести к категории 3D-мониторов:

- плоскопанельные 3D-мониторы на основе ЖК-экранов;
- мониторы на основе ЭЛТ, оборудованные встроенным или внешним поляризационным ЖК-фильтром.

Плоскопанельные 3D-мониторы

Как уже отмечалось, ЖК-экраны, в отличие от ЭЛТ, пропускают поляризованный свет. Это облегчает разделение элементов стереопары. Примером достаточно простого устройства, основанного на этом свойстве, служит 3D-экран PC типа Notebook Cyberbook фирмы VRex (рис. 14.76).

Опишем принцип его работы. ЖК-ячейки нечетных строк экрана пропускают свет с одной поляризацией, например, с горизонтальной, а ячейки четных строк — с вертикальной. Нечетные строки растра используются для отображения левой части стереопары, а четные — правой. Достаточно надеть пассивные поляризационные очк и — и стереоэффект обеспечен. При этом не возникает ни мерцания, ни характерных для ЭЛТ темных линий на экране, ни проблем совместимости. Единственный недостаток этого метода — фактическое разрешение по вертикали будет вдвое меньше номинального.

Другим примером плоскопанельного 3D-экрана является 15-дюймовый ЖК-монитор фирмы Sony (рис. 14.77), для работы с которым 3D-очки не требуются.

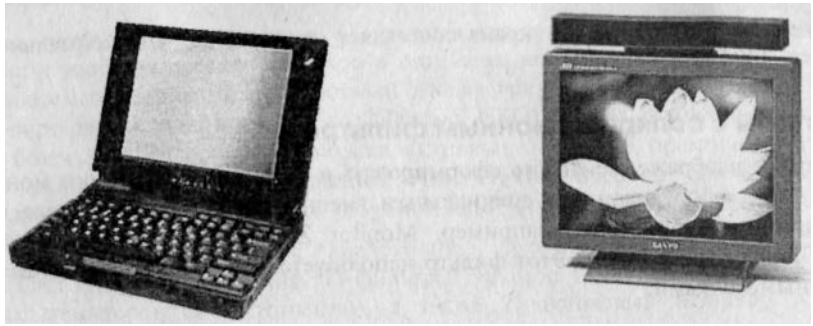


Рис. 14.76. 3D-ноутбук Cyberbook фирмы VRex

Рис. 14.77. Плоскопанельный 3D-монитор фирмы Sony

Принцип действия этого монитора основан на использовании двух разработок фирмы Sony: так называемого *двойного расщепителя изображения (Double Image Splitter)* и специальной фотодиодной системы слежения за положением головы пользователя. Первое устройство состоит из двух специальных прозрачных пластин, между которыми размещен ЖК-экран (рис. 14.78). Благодаря этому изображение на ЖК-экране может быть видно только под определенным углом. На экране одновременно отображаются оба элемента стереопары, причем пластины преломляют свет таким образом, что каждый глаз видит только один из элементов стереопары.

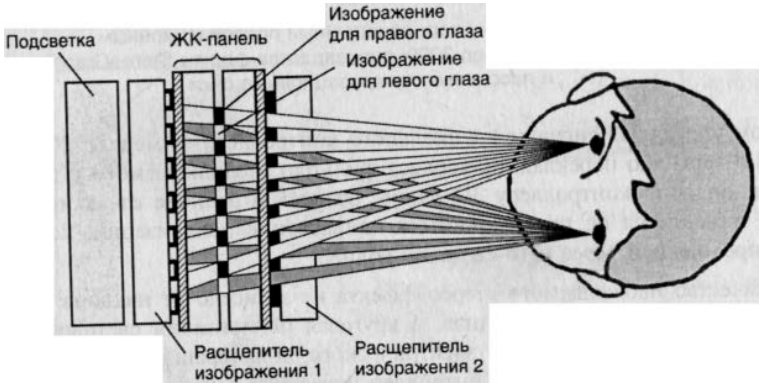


Рис. 14.78. Схема двойного расщепителя изображения в 3D-мониторе фирмы Sony

Как известно, стереоэффект зависит от угла зрения. Поэтому, чтобы не заставлять пользователя неподвижно сидеть перед экраном монитора, используется специальная система слежения за положением головы, в которой в качестве датчиков используется линейка фотодиодов, расположенная над основным экраном (см. рис. 14.77). Эта система формирует электрический сигнал, под действием которого изменяется коэффициент преломления панелей, обеспечивая устойчивый стереоэффект.

Оптимальное расстояние до экрана составляет около 60 см, а максимальное разрешение — 1024x768.

Мониторы с поляризационным фильтром

Трехмерное изображение можно сформировать и с помощью обычного монитора на основе ЭЛТ, оборудованного специальным внешним электронно-управляемым поляризационным фильтром, например, Monitor Zscreen 2000 производства фирмы StereoGraphics (рис. 14.79). Этот фильтр используется вместе с пассивными поляризационными очками.

Рис. **14.79.** Монитор, оснащенный поляризационным фильтром Monitor Zscreen 2000i производства фирмы StereoGraphics, и пассивные поляризационные очки

Фильтром управляют сигналы специального контроллера (в модели 2000i он интегрирован в верхнюю перекладину каркаса фильтра), подключаемого к выходу видеоадаптера, подобно контроллеру 3D-очков. Однако, в отличие от активных очков, у фильтра изменяется не прозрачность, а направление поляризации, которое он сообщает проходящей через него световой волне.

Чтобы качество наблюдаемого стереоэффекта не зависело от наклона головы пользователя, используется не линейная, а круговая поляризация световой волны, при которой вектор напряженности электрического поля вращается либо по часовой, либо против часовой стрелки. Контроллер управляет фильтром таким образом, что нечетные кадры оказываются поляризованными в одном направлении, а четные — в другом. В свою очередь, одно стекло пассивных очков пропускает свет с круговой поляризацией по часовой, а другое — против часовой стрелки. В результате один глаз видит только одну часть стереопары, а второй — только вторую. Таким образом, в фильтре Monitor Zscreen 2000i реализован такой же, как и в активных 3D-очках, затворный метод разделения элементов стереопары. Поэтому ему свойственны все характерные недостатки данного метода: ограничение на частоту кадров, ореолы *(ghosts)* на контурах объектов, приводящие к взаимным искажениям *(cross talks)* и т. п. Фильтр отличается сравнительно низкой прозрачностью (около 32%), что значительно снижает яркость изображения. Достоинством данного устройства по сравнению с активными 3D-очками является возможность использования легких и удобных пассивных очков и при желании — несколькими пользователями одновременно (в комплект поставки входят три пары очков (см. рис. 14.79)). Однако слишком высокая цена (около 2000 тыс. USD) сводит это преимущество на нет, тем более, что современные модели активных 3D-очков практически так же легки и компактны, как и пассивные очки. Таким образом, фильтр Monitor Zscreen 2000i вряд ли можно считать разумной альтернативой активным 3D-очкам. Помимо фирмы StereoGraphics, аналогичную технологию продвигает фирма Nuvision. Она выпускает внешние 3D-фильтры Nuvision 17 SX/21 SX (для 17- и 21-дюймовых мониторов соответственно), а также 21-дюймовый монитор Nuvision 21 MX со встроенным поляризационным 3D-фильтром.

3D-проекторы

Все рассмотренные выше устройства формирования стереоскопических изображений предназначены для индивидуального использования и не обеспечивают коллективный просмотр объемных изображений. Для решения этой задачи предназначены *3D-проекторы* (рис. 14.80). Принцип их действия такой же, как и мультимедийных проекторов, однако имеются и важные отличия: - более сложная конструкция оптической системы;

- специальные поляризационные фильтры (встроенные или внешние), при помощи которых производится селекция элементов стереопа

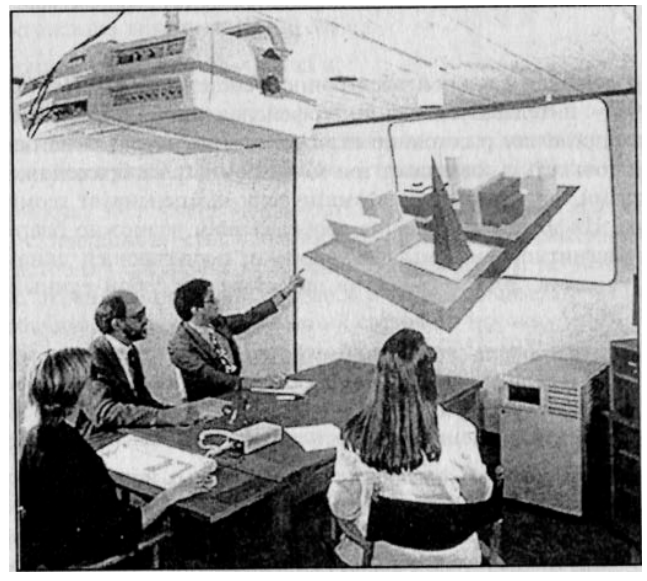


Рис. 14.80. 3D-проектор

Конструктивные особенности 3D-проекторов

При использовании последовательного метода показа элементов стереопары частота кадров проектора должна быть в 2 раза выше стандартной. Для обычных мультимедийных проекторов на основе ЖК-матриц это требование зачастую невыполнимо из-за инерционности молекул ЖК-вещества. Поэтому в качестве источника изображения в 3D-проекторах используется менее инерционное устройство — ЭЛТ, экран которой покрыт люминофором особого типа, обеспечивающим повышенную яркость свечения и исключительно малое время послесвечения. В частности, такими свойствами обладают ЭЛТ на основе "быстрого" фосфора P43. Более высокая яркость изображения, формируемого 3D-проектором на проекционном экране, обеспечивается тем, что вместо одной цветной используются три монохромных ЭЛТ для каждого из основных цветов (R, G, B). На каждой ЭЛТ закреплен индивидуальный объектив. Примером такого устройства может служить проектор BARCOGRAPHICS 1209s фирмы BARCO, представленный на рис. 14.81.

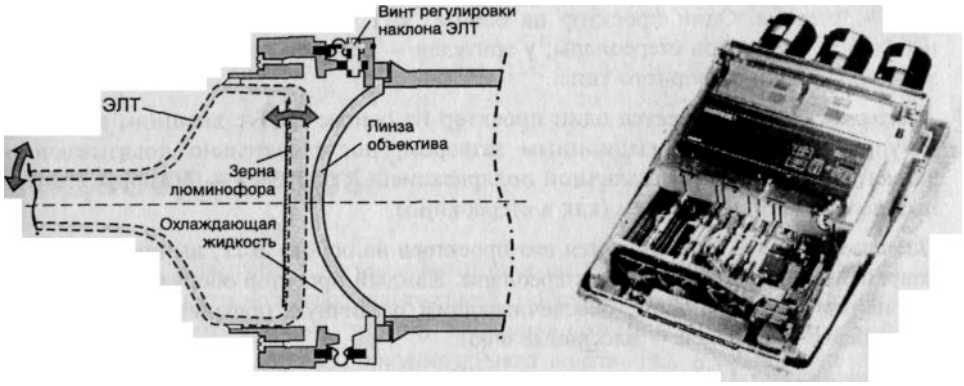


Рис. 14.81. Проектор BARCOGRAPHICS 1209s фирмы BARCO, используемый для показа стереоскопических изображений

Этот проектор оснащен сложной электронной системой *IRIS (intelligent Registration interface System* — интеллектуальная интерфейсная система регистрации), которая автоматически определяет расстояние от проектора до экрана и на основе этих данных с высокой точностью совмещает три монохромных изображения, проецируемые тремя объективами, причем также автоматически компенсирует геометрические искажения растра. Цифровое управление изображением возможно благодаря наличию в ЭЛТ электромагнитной системы фокусировки, позволяющей динамически изменять астигматизм луча. ЭЛТ и объектив представляют собой единый конструктивный узел (рис. 14.82).

Люминофор светится очень ярко, поэтому для предотвращения перегрева экран ЭЛТ охлаждают с помощью специальной жидкости, находящейся между экраном ЭЛТ и линзой объектива. Помимо электронной, возможна и ручная юстировка объективов. Для этого служат специальные регулировоч-

ные винты.

Проектор способен отображать видеосигнал от различных источников: от видеомагнитофона формата VHS до профессиональных графических станций, работающих с разрешением 2500x2000. Столь широкий диапазон разрешений обеспечивается за счет использования специальных электронных конвертеров, масштабирующих видеосигнал: при низких разрешениях, характерных для формата VHS, выполняется дублирование строк изображения, а при очень высоких, например, 2500x2000, — прореживание изображения по горизонтали и вертикали. Очевидно, что реальное разрешение изображения на проекционном экране во втором случае будет ниже исходного

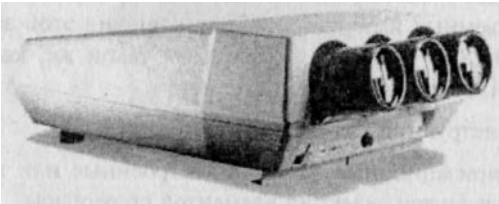


Рис. 14.82. Конструкция ЭЛТ проектора BARCOGRAPHICS 1209s

Высокое разрешение проецируемого изображения также является следствием отсутствия зернистости люминофора, поскольку в монохромных ЭЛТ, которыми оснащен проектор, используется сплошное люминофорное покрытие. Как уже отмечалось, при последовательном показе элементов стереопары важно обеспечить высокую частоту кадров, поэтому проектор BARCOGRAPHICS 1209s имеет лучшие характеристики видеотракта и тракта синхронизации:

- полоса пропускания видеотракта 120 МГц;
- частота строчной развертки 15—135 кГц;
- частота кадров 37—200 Гц.

Несложно подсчитать, что при таких характеристиках можно обеспечить режим 800x600 с частотой кадров 200 Гц, 1152x864 — с частотой 120 Гц!

Помимо достоинств, ЭЛТ имеет и недостатки. Главным из них является невысокая, по сравнению с традиционными проекторами, яркость изображения: ЭЛТ — не такой мощный источник света, как проекционная лампа. Тем не менее, проектор может работать с экраном шириной от 2 до 8,8 м. В зависимости от режима работы проектор обеспечивает следующие значения светового потока:

- 195 лм — экономичный режим;
- 240 лм — нормальный режим;
- 270 лм — режим повышенной яркости.

Способы формирования 3D-проекций

Для создания стереоэффекта при проецировании изображения необходимо обеспечить раздельное наблюдение элементов стереопары левым и правым глазом. Для решения этой задачи используются один или два проектора

и поляризационные очки (активные или пассивные) для каждого зрителя. В зависимости от используемой комбинации упомянутого оборудования различают четыре способа получения стереоскопической проекции.

- *Активная схема.* Один проектор на основе ЭЛТ, выполняющий последовательный показ элементов стереопары; у зрителей — беспроводные активные поляризационные очки затворного типа.

- *Пассивная схема 1.* Имеется один проектор на основе ЭЛТ с внешним электронно-управляемым поляризационным затвором, последовательно показывающим элементы стереопары с различной поляризацией. У зрителей — обычные пассивные поляризационные очки (как в стереокино).

- *Пассивная схема 2.* Используются два проектора на основе ЭЛТ, выполняющие одновременный показ элементов стереопары. Каждый проектор оборудован внешним пассивным поляризатором, обеспечивающим различную поляризацию элементов стереопары. У зрителей — пассивные очки.

- *Пассивная схема 3.* Используются два ЖК-проектора, обеспечивающие одновременный показ элементов стереопары. Зрители снабжены пассивными очками.

Программа выполнения работы.

1. Подготовить протокол работы, содержащий название работы, цель работы.
2. Получить задание преподавателя и согласно этому заданию выписать важнейшие характеристики проекторов.
3. Пользуясь полученными результатами работы, изучить устройство проекторов и принципы их работы.
4. На представленных преподавателем проекторах определить основные элементы, их назначение.
5. Научиться использовать проекторы совместно с ПК.

Приборы и оборудование.

1. Персональный компьютер.
2. Проекторы.

Порядок выполнения работы.

1. Ознакомиться с рекомендованной литературой.
2. Заполнить протокол лабораторной работы.
3. Изучить устройство проекторов.
4. Защитить выполненную лабораторную работу.

Контрольные вопросы.

1. Устройство проектора.
2. Принцип действия просветного оверхед-проектора?
3. Характеристики ЖК-панелей:
   - VGA,
   - SVGA,
   -XGA,
   -SX GA
4. Дополнительные функции ЖК-панелей?
5. Что такое мультимедийный проектор и каким требованиям он должен удовлетворять?
6. В каких панелях используется DSTN-технология?

7. В каких панелях используется TFT-технология?
8. Какая технология используется в пассивных экранах?
9. Какая технология используется в активных экранах?
10. Различие между TFT-проектором и полисиликоновым проектором.
11. Назначение дихроичного зеркала?
12. Нарисовать и объяснить принцип действия полисиликонового проектора.
13. Что такое PBS, и для чего нужен конвертер поляризации?
14. Принцип действия проектора ILA. Что дает отсутствие зернистой структуры?
15. Принцип действия проектора D-ILA, его перспективы.
16. Принцип действия проектора DMD/DLP. Размеры его зеркал? Недостатки проектора DMD/DLP.
17. По какому принципу строится работа стерео и объемных проекторов?
18. Принцип работы шлёмов виртуальной реальности (VR-шлёмов, кибершлёмов)?
19. Назовите координаты по которым СВО обеспечивает слежение за объектами?
20. Назовите координаты по которым VR-шлёмы обеспечивают слежение за объектами?
21. Достоинства и недостатки магнитных СВО?
22. Достоинства и недостатки ультразвуковых СВО?
23. Достоинства и недостатки инерциальных СВО?
24. Назовите модели VR-шлёмов и их основные характеристики.
25. Принцип действия 3D-очков.
26. Принцип действия 3D-мониторов.
27. Принцип действия 3D-проекторов.

Лабораторная работа № 14

Средства обработки видеосигналов

Цель работы: Познакомиться со средствами обработки видеосигналов и принципами их работы.

Краткие теоретические сведения.

Сделать обзор существующих методов и средств цифровой обработки видеоизображений гораздо труднее, поскольку нет не только стандартов, но и каких-либо окончательно сформированных норм.

Упорядочить состояние дел в этой сфере трудно еще и потому, что видеосигналы, используемые в качестве источника для дискретизации, имеют различные системы кодирования цвета и различные параметры сигналов синхронизации. Общим является лишь то, что в качестве источника видеосигнала всегда выступает аналоговое устройство — телевизионный тюнер, видеомагнитофон, видеокамера и т. п. Цифровое видео — новый вид искусства. Но чтобы им заниматься на PC, необходимы специальные аппаратные средства. Видеозапись до сих пор остается аналоговой, поэтому перед тем, как вы сможете сделать хоть что-нибудь с видеофрагментом, вы должны его оцифровать.

Для этого нужны карты ввода/вывода, принимающие входящий аналоговый видеосигнал и оцифровывающие его в реальном времени, затем эти данные надо сохранить на жестком диске. Для этого необходимы накопители, обеспечивающие скорость чтения не менее 9 Мбайт/с, как правило, с интерфейсом SCSI. Как только видео оцифровано и сохранено, можно приступать к редактированию и наложению эффектов, но огромный объем данных означает, что процесс создания окончательной версии видеофрагмента высокого качества будет очень медленным. Например, можно смело оставлять PC обрабатывать видео ночи напролет. Решение этой проблемы — аппаратные M-JPEG, MPEG-кодеки, которые будут рассмотрены далее в данной главе.

Работа с цифровым видео сродни работе с цифровыми изображениями или звуком: оригиналы могут быть многократно использованы, клипы в электронном виде могут храниться длительное время в отличие от аналогового видео на магнитной ленте или кинопленке. А главное, целый ряд дополнительных возможностей становится доступным, как только данные попадают в компьютер.

Стандарты цветного телевидения

В *главах 14* и *15* мы уже описывали средства для формирования изображения на экране монитора. Основными здесь являются средства синхронизации и развертки изображений. Как уже упоминалось, в настоящее время применяются два способа формирования изображения на экране монитора: построчная и чересстрочная развертки. В телевизионной технике используется чересстрочный способ, когда за первый цикл сканирования электронным лучом экрана формируется изображение нечетных строк, а за второй — четных. В результате чего полный кадр изображения формируется из двух полукадров (полей), т. е. 625 строк развертываются за 1/25 с (при частоте полей 50 Гц для систем PAL и SECAM). Применение такого способа формирования телевизионного изображения обусловлено необходимостью сужения спектра телевизионного сигнала. Однако чересстрочность развертки приводит к заметному мерцанию изображения, даже несмотря на инерционные свойства человеческого глаза и относительно высокую частоту полей (50/60 Гц).

Разрешение графических видеоадаптеров стандарта VGA: 640x480, 800x600, 1024x600 и 1024x768 точек. В телевидении существуют свои стандарты. Задумывались ли вы, почему при демонстрации американских фильмов по европейскому телевидению изображение заполняет не весь экран по вертикали, а сверху и снизу видны темные полосы. Это связано с тем, что американская система цветного телевидения *NTSC (National Television System Commite)* предусматривает только 525 строк и кадровую частоту 60 Гц, а в Европе принята система *PAL (Phase Alternation Line)* 625 строк и частота кадров 50 Гц. Телевидение будущего — *HDTV (High Definition Television)* — будет использовать совсем другое разрешение. Здесь размер изображения имеет соотношение ширины к высоте 4 : 3, кратное киноформату — 16 : 9. Как вы уже заметили, разрешение телевизионного изображения и графического изображения PC значительно отличаются друг от друга.

Перевод видеоданных в цифровую форму

Перевод видеоданных в цифровую форму можно выполнить с помощью специальных устройств ввода видеосигналов и программ Media Player и Video for Windows. Прежде всего необходимы программные продукты. Видеоданные, обработанные с помощью вышеупомянутых программных средств, могут быть отображены только в окне определенного размера — 160x120 точек изображения (рис. 16.1). На стандартном мониторе с кинескопом размером 14" такое окно занимает всего лишь 1/16 его полной величины. Хотя имеется возможность увеличивать размер изображения, но при этом автоматически включается драйвер Windows Desktop и выбирается более низкое разрешение.

Этого может быть вполне достаточно для того, чтобы составить общее представление о мультимедиа. Для серьезной же работы все эти средства не пригодны. В принципе, видеоклип всегда может быть воспроизведен с каче-

ством, с которым он был записан. Цифровая обработка делает возможной технику увеличения размера окна (без потери качества), для чего необходимы только соответствующие графические возможности системы.

Для создания окон более крупных форматов, например размером 320x240 или 480x360 пикселов, необходимо несколько большее количество информации. Карты типа Overlay, такие как Video Blaster Pro, miroMovie Pro, ScreenMachine и т. п., обрабатывают входные видеосигналы от аналоговых источников так, что эти сигналы могут преобразовываться в изображение на экране монитора с помощью обычной графической карты PC.

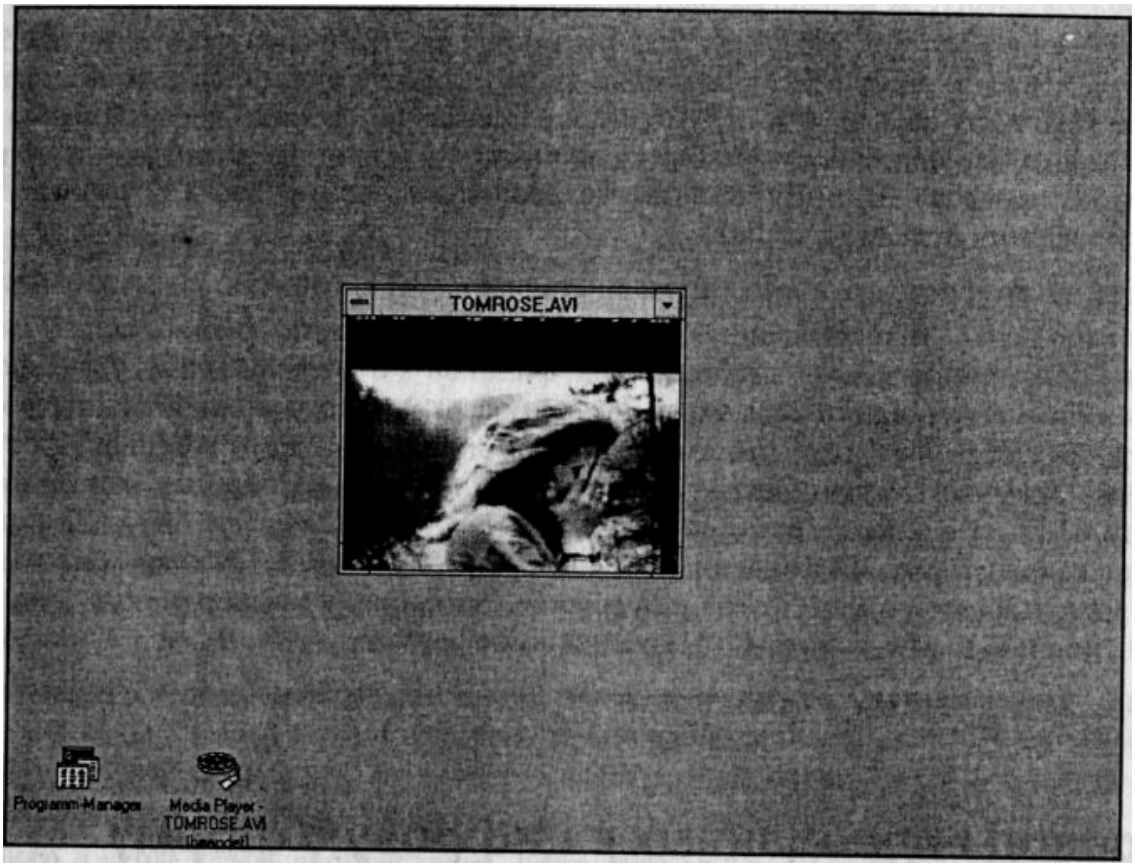


Рис. 16.1. Видеоизображение в окне формата 160x120 в среде Windows

Таким образом, большинство карт типа Overlay работает совместно с обычной картой стандарта VGA, не подменяя ее. Обе карты связываются через разъем Feature Connector VGA-карты или/и через внешние разъемы обеих карт. Иногда электронные схемы, обеспечивающие функцию Overlay, интегрируются непосредственно на карту VGA.

Устройства захвата видеосигнала

С момента появления первого *видеобластера (VideoBlaster)* сингапурской фирмы Creative Labs, ознаменовавшего начало эры массового распространения устройств ввода телевизионных сигналов в PC и де-факто определившего стандарт на их функциональные возможности, считается, что подобные устройства должны обеспечивать следующие возможности:

- прием низкочастотного видеосигнала (от видеокамеры, магнитофона или телевизионного тюнера) на один из выбираемых программно видеовходов (не менее трех);

- отображение принимаемого видео в реальном времени в масштабируемом окне среды Windows (VGA-монитор можно использовать вместо телевизора);

- замораживание кадра оцифрованного видео;

- сохранение захваченного кадра на винчестере или другом доступном устройстве хранения информации в виде файла в одном из принятых графических стандартов (TIF, TGA, PCX, GIF и др.).

Эти видеоплаты называются *платами захвата изображений, устройствами ввода видео, ТВ-грабберами (grab* — захватывать), *имидж-кепчерами (image capture* — захват изображения), просто *видеобластерами.*

Обобщенная структурная схема этих устройств состоит из четырех базовых элементов, реализованных соответствующими наборами микросхем (рис. 16.2).

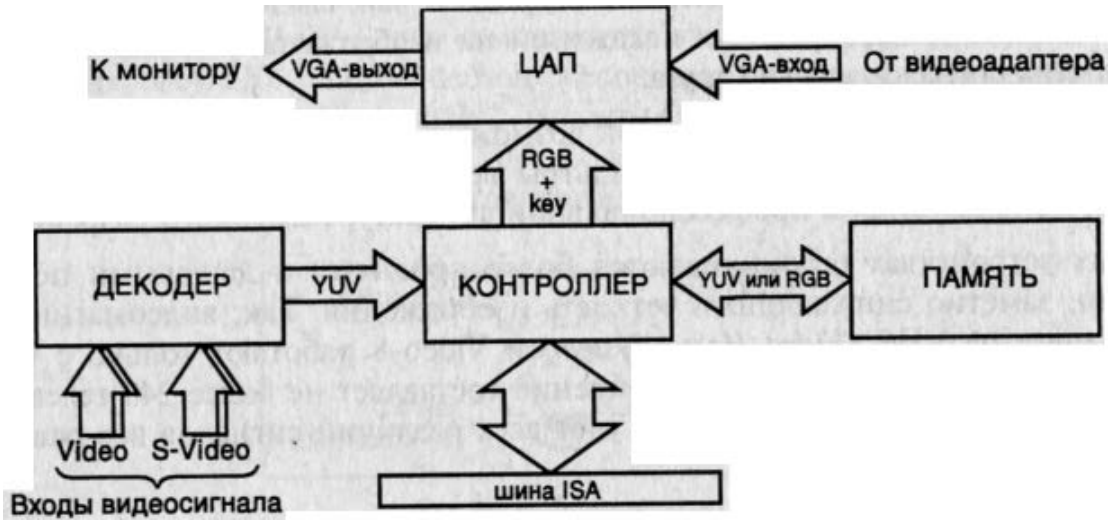


Рис. 16.2. Обобщенная структурная схема видеобластера

Первым из них является видеодекодер, обеспечивающий прием сигнала с одного из входов, его оцифровку, цифровое декодирование согласно телевизионному стандарту и передачу полученных YUV-данных видеоконтроллеру.

Видеоконтроллер выполняет ключевую роль в организации потоков оцифрованных данных между элементами видеоплаты. Он осуществляет необходимые цифровые преобразования данных (например, YUV в RGB, масштабирование), организует их хранение в буфере собственной памяти — третьем элементе видеоплаты, пересылку данных по шине компьютера при сохранении на винчестере, а также их передачу цифроаналоговому преобразователю (ЦАП) с VGA-выходом. ЦАП совместно с видеоконтроллером уча-

ствует в формировании "живого" ТВ-окна на экране монитора VGA. Он выполняет обратное аналоговое преобразование цифрового захваченного изображения и в соответствии с ключевым сигналом, вырабатываемым видеоконтроллером, осуществляет передачу VGA-сигнала от VGA-адаптера, либо RGB-сигнала из буфера памяти на монитор.

Рассмотрим работу этих элементов более подробно. Наиболее важными характеристиками видеобластера являются:

- формат принимаемых низкочастотных видеосигналов;
- поддерживаемые телевизионные стандарты;
- частота и глубина оцифровки;
- возможность регулировки оцифрованного сигнала.

Представление телевизионного сигнала

Как уже отмечалось, низкочастотный телевизионный видеосигнал является композитным, т. е. представляет собой результат сложения яркостного сигнала Y, двух цветовых поднесущих, модулированных цветоразностными сигналами U и V, которые образуют сигнал цветности *C (Chroninance),* а также синхроимпульсов. Причем благодаря дискретной структуре спектра сигнала яркости и определенному выбору частоты поднесущей сигналы цветности передаются в полосе частот сигнала яркости, обеспечивается так называемое частотное перемежение спектров. Это делается с целью обеспечения совместимости систем цветного и черно-белого телевидения, а также для уплотнения спектра телевизионного сигнала. Эта мера приводит к необходимости разделения сигналов яркости и цветности на приемной стороне и, как следствие качества этого разделения, появлению перекрестных искажений на изображении, вызванных взаимным влиянием этих сигналов друг на друга.

Эффективное разделение этих сигналов возможно с помощью специальных гребенчатых фильтров. Однако подобные фильтры весьма сложны и дороги, а потому, в основном, используются в профессиональной аппаратуре высокого разрешения.

В бытовых устройствах ограничиваются более простыми и дешевыми полосовыми фильтрами, заметно снижающими четкость изображения. Так, видеомагнитофоны и камеры форматов VHS *(Video Home System)* и Video-8 работают только с композитными видеосигналами, при этом разрешение составляет не более 240 телевизионных линий (твл). Кроме того, даже полный учет всех различий сигналов все равно не позволяет идеально разделить их.

Более эффективным оказывается использование не единого композитного сигнала, а двух (Y/C): Y — сигнал яркости с синхроимпульсами, а C — сигнал цветности. Такой сигнал называют S-Video, он применяется при записи/воспроизведении на аппаратуре форматов S-VHS и Hi-8. При этом обеспечивается разрешение около 400 твл.

Примечание

Как вам уже известно, полный цветовой телевизионный сигнал (еще называемый *полным видеосигналом)* состоит из составляющей сигнала яркости Еу, синхросигналов и сигнала цветности. Существующие в настоящее время системы цветного телевидения PAL, NTSC и SECAM различаются именно методами кодирования сигналов, несущих информацию о цвете передаваемого изображения.

Так, в системе PAL сигнал цветности формируется путем квадратурной балансной модуляции поднесущей частоты 4,43 МГц двумя цветоразностными сигналами V и U, полученными из сигнала яркости E_Y и сигналов трех основных цветов E_R, E_G *и* E_B*:*

U = 0.493EB-YSV = 0.877ER-Y.

Поэтому, когда говорят о пространстве YUV, имеют в виду составляющие компоненты телевизионного сигнала системы PAL, т. е. преобразование RGB—YUV означает преобразование сигналов трех основных цветов (красного, зеленого, синего) и сигналов синхронизации (их формирует видеоадаптер), необходимых для отображения информации на экране монитора, в сигнал яркости Y и цветоразностные сигналы системы PAL *U* и *V*. Обратное преобразование YUV—RGB осуществляется при вводе телевизионного сигнала в компьютер.

Следующим шагом к повышению качества является переход к компонентному сигналу YUV, составляющие которого передаются раздельно. Он используется в профессиональной аппаратуре формата Betacam и обеспечивает разрешение до 500 твл. И наконец, последним в этой череде является RGB-представление, при котором отсутствуют какие-либо кодирование и модуляция, обеспечивается наиболее простая и точная передача цвета. Тем не менее, достигаемое здесь повышение качества изображения становится уже визуально неощутимо. Поэтому подобное представление реально используется только в высокоточной научной измерительной аппаратуре.

Входы видеобластеров

Ранние модели видеобластеров были основаны на декодере Philips SAA9051 и имели три композитных входа, в то время как в современных видеоплатах нормой считается наличие одного S-Video (рис. 16.3) и двух композитных входов, поддерживаемых, например, декодером Philips SAA7110. Для S-Video он обеспечивает параллельную оцифровку Y- и C-сигналов. Если SAA9051 "понимает" сигналы только стандартов PAL/NTSC, то SAA7110 позволяет декодировать и SECAM. Более того, он имеет встроенную схему автоматического распознавания системы кодирования сигналов цветности.

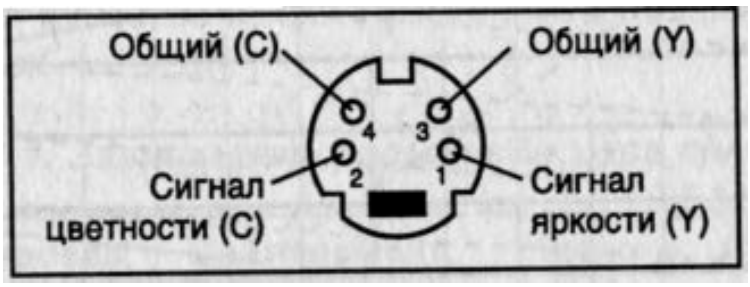


Рис. 16.3. Назначение контактов разъема S-Video

Полезной особенностью декодера является возможность регулировки принимаемого видеосигнала по яркости, насыщенности, контрастности. Это позволяет учитывать конкретные условия съемки и в определенных рамках компенсировать недостатки изображения до его сохранения. При этом визуальный контроль процесса настройки можно осуществлять по формируемому видеоизображению в окне VGA-монитора.

Частота оцифровки видеосигнала

Частота оцифровки видеосигнала определяет получаемое разрешение по горизонтали. В теории цифровых стандартов кодирования за базовую частоту принимается 3,375 МГц, а частоты оцифровки составляющих определяются умножением базовой частоты на соответствующую цифру в обозначении стандарта.

Так, запись 4:1:1 означает, что результирующая частота оцифровки сигнала яркости составляет 3,375x4 = 13,5 МГц, а сигналов цветности — в четыре раза ниже. При этом сам декодер, осуществляющий разложение входного электрического сигнала на составляющие YUV уже после оцифровки, должен выполнять выборку из аналогового ТВ-сигнала в два раза чаще — с частотой 27 МГц. Однако при этом элемент изображения будет неквадратным. Дело в том, что в телевидении в качестве стандарта принято отношение ширины элемента телевизионного изображения к его высоте как 4:3. Чтобы сохранить соотношение сторон изображения, предотвратить появление геометрических искажений и при этом сохранить элемент изображения в виде квадрата при 576 активных телевизионных строках, необходимо в каждой строке выделить 768 элементов. При частоте дискретизации 13,5 МГц, соответствующей рекомендации МККР (CCIR) 601, будет получено всего 702 элемента, а для 768 частота должна быть увеличена примерно до 14,77 МГц (рис. 16.4).

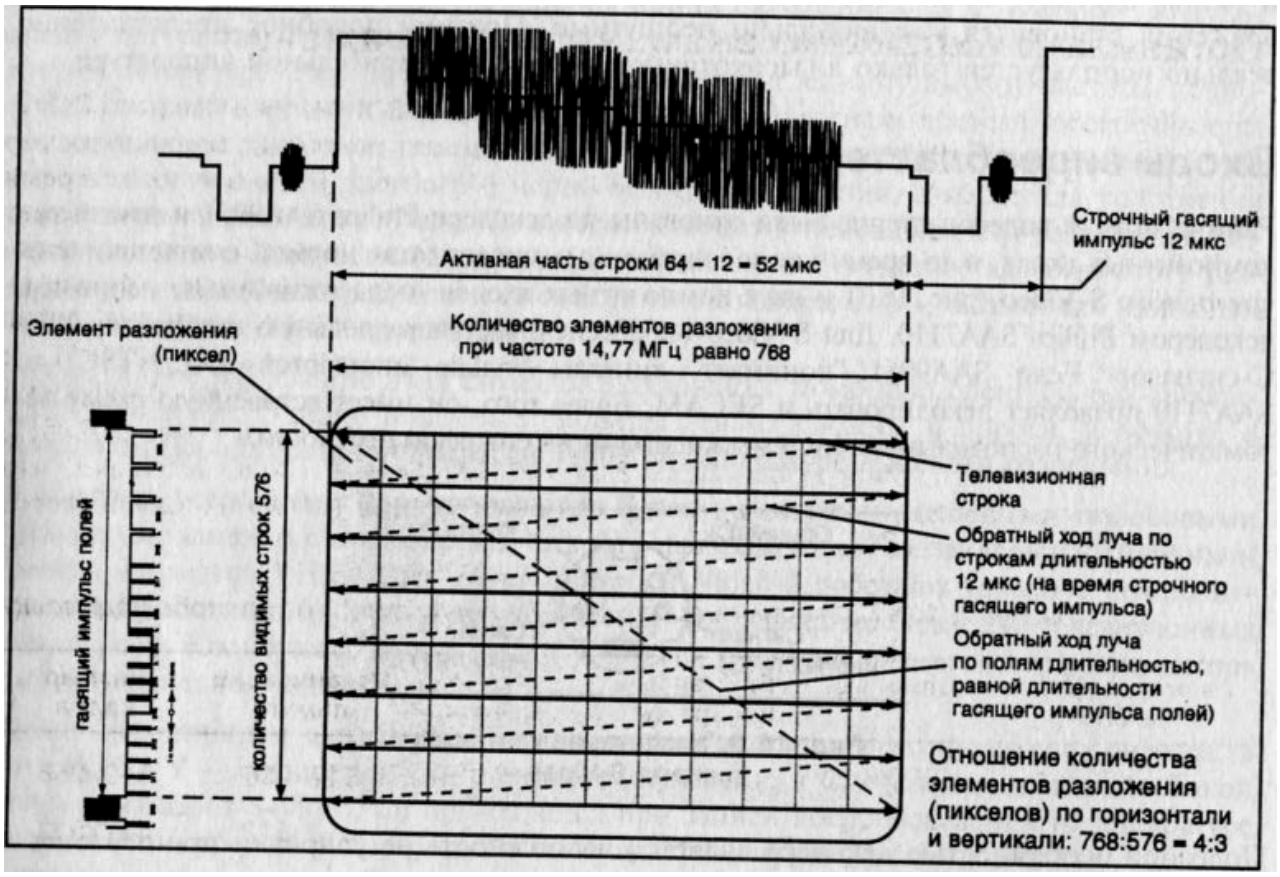


Рис. 16.4. Выбор частоты дискретизации видеосигнала

Глубина оцифровки

Еще одной важной характеристикой декодера является глубина оцифровки, задаваемая числом бит на отсчет. Для получения полноценного изображения считается необходимым 16 млн цветовых оттенков (режим *True Color* — реальные цвета), что требует 8 бит на элемент изображения для каждой составляющей видеосигнала. Таким образом, качественный декодер должен принимать с возможностью регулировки как композитный, так и S-Video-сигналы стандартов PAL/SECAM/NTSC и осуществлять их 8-битную оцифровку 4:2:2 на частоте 14,75 МГц. Все это обеспечивают, например, Philips SAA7110 или Brooktree Bt819A. Видеоконтроллер выполняет роль интеллектуального диспетчера передаваемых потоков цифровых данных. В первую очередь он отвечает за организацию их хранения в буфере памяти видеобластера. Данные могут храниться как в RGB-, так и в YUV-представлении. Более эффективной является YUV-кодировка, при которой для хранения одного элемента изображения достаточно 2 байт (при оцифровке 4:2:2 отводится один байт для кодирования сигнала яркости и по 4 бита для кодирования сигналов цветности). В то же время во многих устройствах используется RGB-представление, при котором для обеспечения режима True Color необ-

ходимо уже 24 бита на элемент — по 8 бит на каждую составляющую. Обычно такую кодировку обозначают RGB 8:8:8. Если же, как и ранее, ограничиться 16 битами, то используют кодировку 5:6:5, соответствующую 64 тыс. цветовых оттенков — режим *High Color*.

Организация хранения элементов изображения

Хранение элементов изображения организовано в виде матрицы, например, 512x512, 1024x512 или 1024x1024. В зависимости от конкретного способа кодировки размер буфера памяти может меняться от 256 Кбайт до 2 Мбайт (табл. 16.1), и в то же время при одном и том же размере буфера эффективность использования памяти может быть различной. Таким образом, даже если декодер и обеспечивает оцифровку входного видеосигнала без ухудшения качества, но объем памяти недостаточен, результирующее изображение окажется некачественным (размытые детали, цветовые пятна и т.д.). Обратное также верно. Например, если память организована как 1024x512 и достаточна для размещения в ней 768 элементов строки, но частота оцифровки 13,5 МГц, то результирующий размер изображения не может быть более 702x512. Впрочем, качество видеосигнала многих бытовых видеокамер столь невысоко, что возлагать вину за плохое качество захваченного изображения только на видеобластер было бы несправедливым.

Таблица 16.1. *Зависимость размера буфера памяти от способа кодировки*

Размер буфера памяти	Кодировка	Байт/элемент изображения	Число цветов	Организация памяти	Размер кадра
256 Кбайт	RGB 5:6:5	2	64 тыс.	512x256	512x256
512 Кбайт	RGB 5:6:5	2	64 тыс.	512x512	512x512
768 Кбайт	RGB 8:8:8	3	16 млн	512x512	512x512
1 Мбайт	RGB 5:6:5	2	64 тыс.	1024x512	768x512
1 Мбайт	YUV4:2:2	2	16 млн	1024x512	768x512
1,5 Мбайт	RGB 8:8:8	3	16 млн	1024x512	768x512
2 Мбайт	YUV4:2:2	2	16 млн	1024x1024	768x576

Формирование "живого" окна

Итак, видеоконтроллер, принимая оцифрованный сигнал от декодера, прежде всего осуществляет преобразование его кодировки, например YUV 4:2:2 в RGB 5:6:5, т. е. переход от 16 млн цветов к 64 тыс. с помощью специального механизма *true-color dithering.* Далее контроллер позиционирует и вырезает из массива цифруемых данных участок, который реально может быть размещен в памяти (например, 512x512 из 768x576), — либо выбрасывая лишние строки и столбцы, либо путем интерполяции, масштабируя полное изображение до нужного размера — и теряя в обоих случаях информа-

цию. Эти операции контроллер выполняет с каждым кадром, обновляя каждые 40 мс содержимое памяти. Режим обновления (захват изображения) прекращается только по специальной команде. Одновременно с этим контроллер постоянно считывает данные из буфера с целью их передачи в RGB-представлении на цифроаналоговый преобразователь (ЦАП) для формирования ТВ-окна с "живым" видео.

Кроме цифрового сигнала от контроллера, ЦАП принимает аналоговый RGB-сигнал с выхода VGA-адаптера и осуществляет переключение между ними в соответствии со значением (0 или 1) специального ключевого сигнала (key-сигнала). Именно этим сигналом определяется положение "живого" окна на экране монитора. Key-сигнал формируется контроллером. В предыдущих моделях видеобластеров для этого анализа видеоадаптер должен был получать цифровые VGA-значения через специальный 26-контактный разъем *Feature Connector*. К сожалению, у многих дешевых видеоадаптеров подобный разъем отсутствует. В современных видеобластерах анализ VGA-сигнала производится уже в аналоговой форме, что снимает требование на наличие разъема Feature Connector.

Наконец, контроллер передает оцифрованные данные на шину компьютера. Эта операция, выходящая за пределы видеобластера, выполняется под управлением CPU.

Вышеописанные режимы функционирования элементов видеобластеров являются принципиально возможными, но их практическая реализация во многом зависит от эффективности работы управляющего программного обеспечения (драйвера), которое, например, определяет точность цветовой калибровки оцифрованных данных для различных телевизионных стандартов, а также поддерживаемые VGA-режимы Windows и графические форматы сохраняемых файлов. Нередко это приводит к существенным отличиям реальных характеристик видеобластеров разных производителей. В то же время за счет программных "ухищрений" можно достичь иллюзии более высоких характеристик, чем это реально обеспечивается. Так, многие видеобластеры, обладая памятью объемом только 512 Кбайт и не обеспечивая захвата полноразмерного телевизионного изображения, программным масштабированием при сохранении его в файле растягивают изображение до размера 800x600.

Выбор видеобластера

При выборе видеобластера в первую очередь следует обращать внимание на:

- число поддерживаемых телевизионных стандартов (рекомендуется PAL/SECAM, 1 вход композитный, 1 S-Video);

- точность оцифровки входного сигнала (рекомендуется YUV 4:2:2);

- физическое разрешение изображения (рекомендуется 768x576x16 млн цветов);

- размер буфера памяти и ее организация (не менее 1 Мбайт при YUV 4:2:2; 1,5 Мбайт при RGB 8:8:8);

- возможность подстройки входного сигнала;

- наличие ограничений на размер RAM компьютера, способ связи с видеоадаптером (требование разъема Feature Connector);

- поддерживаемое разрешение Windows (рекомендуется не хуже 800x600, 64 тыс. цветовых оттенков);

- визуальное качество оцифрованного изображения.

Основные характеристики видеобластеров приведены в табл. 16.2.

Таблица 16.2. Характеристики карт-видеобластеров

	Video Blaster SE100	**Video Galaxy Gamma**	**Tercam M200**	**Aver Video Commander 2**	**Aver Video Commander 3**	**VideoNT**
Примерная цена, USD	250	250	270	420	750	590
Оцифровка	YUV 4:1:1	YUV 4:1:1	YUV 4:2:2	YUV 4:2:2	YUV 4:2:2	YUV 4:2:2
Буфер па-	512 Кбайт	512 Кбайт	512 Кбайт	1,5 Мбайт	2 Мбайт	1 Мбайт
Организация памяти	512x512x2 RGB 5:6:5	512x51 2x2 RGB 5:6:5	512x512x2 RGB 5:6:5	1024x512x 3 RGB 8:8:8	1024x1024 x2 YUV 4:2:2	Произвольная 512Kx2YUV 4:2:2
Разрешение кадра	512x512, 64 тыс. цв.	512x512, 64 тыс. цв.	512x512x2, 64 тыс. цв.	768x512, 16 млн цв.	768x576, 16 млн цв.	768x576, 16 млн цв.
ТВ-системы	PAL/NTSC	PAL/SECAM NTSC	PAL/SECAM NTSC	PAL/SECAM NTSC	PAL/SECAM NTSC	PAL/SECAM NTSC
Видеовходы	2 композит., 1 S-Video	2 композит., 1 S-Video	2 композит., 1 S-Video	2 композит, 1 S-Video	2 композит., " 1 S-Video	1 композит., 1 S-Video
Регулировка видео	Да	Да	Да	Да	Да	Да
"Живое" окно на VGA	Да, аналоговое смешивание	Да, аналоговое смешивание	Да, аналоговое смешивание	Да, аналоговое смешивание	Да, аналоговое смешивание	Нет, preview до 8 кадр./с 160x120
Feature	Нужен	Нужен	Нужен	Нужен	Нет	Нет
Шина	ISA	ISA	ISA	ISA	ISA	ISA
Дополнительные возможности	-	Встроенный тюнер PAL, SECAM B/G	Встроенный тюнер PAL, SECAM D/K	-	M-JPEG (AVI) компрессия видео до 768x576x25 кадр./с	M-JPEG (AVI) &MPEG компрессия до 384x288x x12,5 кадр./с

Таблица 16.2 (окончание)

	VIGA+32	**miroVideo 20TDLive**	**Prolink PV-CL5446P**	**Animation Fly-Video**	**COMPRO D-Cam**
Примерная Оцифровка	1295 RGB 8:8:8	580 YUV 4:2:2	350 YUV 4:2:2	290 YUV 4:2:2	400 RGB 8:8:8
Буфер памяти	2 Мбайт	До 1 Мбайт из 2 Мбайт	До 512 Кбайт из 2 Мбайт	Нет	1 Мбайт
Организация памяти	1024x1024x x2512x1024x3/4 (5:6:5)/(8:8:8:8)	Произвольная 512К x2 RGB 5:6:5	Произвольная 512К YUV 4:2:2	Адресация в ОЗУ RGB 5:6:5/8:8:8	640x480 RGB 8:8:8
Разрешение кадра	512x576, 1 6 млн цв.	768x540, 64 тыс. цв.	384x288, 16 млн цв.	до 720x576, 16 млн цв.	640x480, 16 млн цв.
ТВ-системы	PAL или NTSC	PAL/SECAM NTSC	PAL/SECAM NTSC	PAL/SECAM NTSC	—
Видеовходы	1 композит., 1 S-Vldeo, RGB	1 композит, 1 S-Video	1 композит., 1 S-Video	1 композит., 1 S-Video	—
Регулировка "Живое" окно на VGA	Да Нет	Да Да, цифровое смешивание	Да Да, цифровое смешивание	Да Да, через OCI-драйвер	Да Нет, preview до 8 кадр/с 160x120
Feature Connector	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
Шина	ISA	PCI/VL	PCI	PCI	—
Дополнительные возможности	Качественный ТВ-вывод компьютерных кадров (3D-Studio)	VGA-адаптер ET4000 W32p тюнер PAL, SECAM B/G	VGA-адаптер на CL5446, тюнер PAL, SECAM D/K, ИК-пульт	Тюнер PAL D/K, SECAM D/K	Возможно построение видеоконференций

Карты ввода/вывода видеосигналов и их характеристики

До сих пор мы рассматривали только задачу захвата и сохранения отдельных ТВ-кадров. Но для того чтобы сделать кинофильм или видеоролик, необходима оцифровка видеофрагмента. Прямое решение поставленной задачи ввода видеопоследовательности пока не представляется возможным. Дело в том, что кадр 768x576 в представлении YUV 4:2:2 занимает объем 864 Кбайт (в RGB 8:8:8— 1296Кбайт), соответственно за 1 с (25 кадров) объем оцифрованных данных составит 21 Мбайт (32 Мбайт), а для записи одной минуты видеофрагмента потребуется не менее 1 Гбайт памяти на жестком диске. Разумеется, проблема заключается не только в объеме поступающей информации, но и в скорости ее передачи (при записи) и считывания (при воспроизведении). В настоящее время реально достижимая скорость запи-

си/считывания видео на современных винчестерах составляет 4—8 Мбайт/с, в специальных системах скорость приближается к 10—12 Мбайт/с.

Таким образом, при оцифровке видеофрагмента существуют две проблемы:

- скорость обмена данными;
- уменьшение потока данных.

Первая проблема решается путем разработки новых быстродействующих накопителей данных. Вторую можно решить за счет следующих приемов:

- уменьшения размера кадров до 160x120 и числа цветов до 256;
- уменьшения частоты кадров до 6—12 кадров/с;
- использования компрессии видео.

Первые два являются наиболее очевидными, но приводят к резкому ухудшению визуального качества видео. Последний метод является наиболее эффективным.

Видеобластер, оборудованный средствами компрессии видео, в комплексе с программным обеспечением превратит PC в систему нелинейного монтажа. Такие устройства будем называть картами ввода/вывода видеосигналов (далее — картой ввода/вывода).

Линейный монтаж

При линейном монтаже исходный материал (результат собственно видеосъемок) находится на видеокассете, и, для того чтобы найти необходимый кадр, приходится перематывать пленку, что изнашивает дорогостоящие монтажные аппараты и отнимает не менее дорогостоящее монтажное время.

Нелинейный монтаж

В случае нелинейного монтажа весь материал находится на жестком диске, в результате чего обеспечивается произвольной доступ к необходимому кадру. И это еще без учета возможностей цифровой обработки изображения, которые предоставляет пользователю современное программное обеспечение. А возможности эти практически безграничны: моделирование объектов, спецэффекты, фильтры, титры и т. п.

Таким образом, если вы хотите заняться нелинейным монтажом, исходный видеоматериал требуется ввести в компьютер, а после завершения монтажа записать на видеоленту готовый фрагмент. Все это можно сделать только при помощи компрессии данных. Алгоритмы компрессии будут рассмотрены далее. Здесь мы остановимся на их технической реализации. Очевидно, программные кодеки позволят вам только просмотреть закодированные фрагменты, например, с диска Video CD. Если же вы захотите сохранить видеопоследовательность, естественно, в сжатом виде, этот процесс займет слишком много времени.

Важной ступенью в развитии карт ввода/вывода стала разработка и использование микросхем аппаратной компрессии, позволяющих в реальном

времени захватывать и сжимать видео. Первым появился Intel Smart Recorder, позднее лицензированный фирмой Creative Labs и выпускаемый под названием Video Blaster RT300. Он построен на базе DVI-процессора Intel 82750PE, реализует алгоритм компрессии Intel Indeo и обеспечивает частоту кадров до 25 кадр./с при максимальном разрешении 320x240. Необходимо подчеркнуть, что декомпрессия Indeo-файлов выполняется программным способом. Иначе говоря, сжатое видео может быть воспроизведено на любом достаточно быстром компьютере.

Но поистине к революционному изменению мира цифрового видео привело появление дешевых микросхем кодеков M-JPEG (фирм LSI Logic и Zoran), аппаратно реализующих JPEG-компрессию отдельных телевизионных полей 384x288 с частотой до 50 Гц. На их базе было создано множество доступных по цене карт, позволяющих как записывать на винчестер, так и воспроизводить с него реальное видео с коэффициентами компрессии от 120 до 5. Это способствовало взрывному характеру развития систем нелинейного монтажа PC, позволяющих захватывать отдельные видеофрагменты, осуществлять их цифровое редактирование (а возможности современных программ Adobe Premier или Uled MediaStudio практически безграничны) и последующую склейку/вставку в исходный фильм.

Итак, чтобы грамотно выбрать карту ввода/вывода (рынок в России в последнее время буквально наводнен достаточно дорогим, но практически бесполезными видеокомпонентами для компьютера), при ее покупке следует очень четко определить интересующие вас возможности и характеристики.

На что следует обратить внимание при выборе видеобластера, мы рассказали выше. Здесь же кратко остановимся на возможностях, присущих картам ввода/вывода, на которые следует обратить внимание в первую очередь.

Frame Grabbing

Благодаря функции Frame Grabbing (оцифровка и сохранение отдельного кадра) один кадр может быть сохранен в видеобуфере и записан на винчестер. При этом если скорость обработки полученного видеоизображения зависит от VGA-карты, системной шины и центрального процессора, то собственно качество картинки (разрешение, количество цветов и точность их передачи) зависит от соответствующих характеристик карты ввода/вывода видео. Поэтому при выборе карты с функцией Frame Grabbing следует обращать внимание на следующие ее характеристики:

- качество оцифрованной картинки (разрешение, количество цветов, цифровые фильтры);
- возможности экспорта (количество поддерживаемых форматов графических файлов);
- компрессию оцифрованного кадра (тип, коэффициенты, качество, требования к системной памяти).

Movie Grabbing

Функция Movie Grabbing (оцифровка и сохранение "живого" видео) наиболее важна для производства видео. Очевидно, что для записи видео на диск в реальном масштабе времени поток видео необходимо сжимать до такой степени, чтобы успевать записывать его на винчестер. Это можно сделать либо при помощи центрального процессора и соответствующего программного обеспечения, либо при помощи специального аппаратного ускорителя (как правило, отдельной M-JPEG- или DVI-карты). Очевидно, что наилучшего результата можно добиться при использовании аппаратного ускорителя.

Предлагаемая компанией Microsoft технология Video for Windows позволяет сохранять на диске и воспроизводить последовательность кадров в формате AVI-файла. Фирма Apple предлагает формат Quick Time для Macintosh и Windows. Многие производители видеокарт и систем нелинейного монтажа пользуются форматами собственной разработки.

При выборе карты с функцией Movie Grabbing следует обращать внимание на следующие характеристики:

- качество оцифрованного видео (разрешение, количество кадров/полей в секунду,
количество цветов);
- наличие/отсутствие аппаратного ускорителя (Motion-JPEG, Indeo, AVI);
- возможность записи больших видеофрагментов на диск;
- совместимость с форматами AVI и Quick Time.

Live Video in a Window

Для того чтобы оперативно просматривать созданные видеосюжеты или исходный материал, важна возможность добавления видеосигнала в сигнал, формируемый видеокартой VGA, без участия центрального процессора. В этом случае карта типа Overlay переключает графическую карту в режим slave (ведомый) и синхронизирует видео с выходным сигналом по частоте и разрешению.

При выборе карты, поддерживающей функцию Live Video in a Window, следует обращать внимание на следующие характеристики:

- возможность отображения видео в окне при высоком разрешении (более 800x600);
- качество изображения;
- совместимость (требуется ли наличие дополнительного разъема (например, Feature Connector) для подключения к видеокарте).

ТВ-тюнер/Телетекст

Эти возможности карты, видимо, не нуждаются в комментариях; перечислим лишь наиболее важные характеристики, обеспечивающие выполнение этих функций:

- выбор ТВ-программ;

- поддерживаемые стандарты;
- наличие тюнера на самой плате;
- возможность захвата телевизионных кадров.

Hard Disk Editing

Hard Disk Editing — нелинейный (цифровой) монтаж. Когда материал оцифрован и находится на винчестере, появляется возможность его редактирования как межкадрового (для создания всевозможных эффектов перехода на монтажных стыках), так и внутрикадрового (для изменения отснятого материала, например, встраивания в кадр рисованных объектов). Эта функция осуществляется в режиме off-line с помощью специального программного обеспечения (например, Adobe Premiere, Fractal Design Painter, Winmorph, Elastic Reality) и обычно требует заметных временных затрат. Ряд более простых видеоэффектов, например, микширование с аналоговым сигналом, может осуществляться в реальном масштабе времени за счет встроенных возможностей самой карты ввода/вывода — именно так это и реализовано в некоторых из рассмотренных ниже карт.

Поскольку далеко не все настольные видеосистемы строятся на основе мощных компьютеров, позволяющих проигрывать видео без дополнительных устройств, еще одной важной функцией является способность карты ускорять процесс чтения видеофрагментов с диска для просмотра их на экране монитора. Так как большинство карт используют системные ресурсы для оцифровки видео, следует учитывать, на какой шине установлен контроллер винчестера (ISA, EISA, PCI), его интерфейс (IDE, Serial ATA, SCSI, SCSI-2) и, конечно, скоростные характеристики самого жесткого диска.

Tape Editing

Tape Editing — линейный (аналоговый) монтаж. Поскольку исходный видеоматериал (как, впрочем, и конечный результат) чаще всего находится на видеокассете, то в ряде случаев удобнее работать только с сигналом, воспроизводимым видеомагнитофоном. Компьютер при этом используется только в качестве видеомикшера, генератора спецэффектов, титров и графики. Преимущества такого варианта очевидны: отсутствие компрессии и, как следствие, лучшее качество изображения, меньшие требования к объему памяти (как оперативной, так и на винчестере), отсутствие потерь времени на просчет спецэффектов (все эффекты должны производиться в реальном масштабе времени).

Для реализации функции Tape Editing необходимо учитывать следующие возможности и характеристики карт ввода/вывода и привода CD-ROM:

- возможность микширования аналоговых видеосигналов и создания спецэффектов (видеоэффекты, титры, графика, звук);
- качество изображения;

- возможность воспроизведения Video CD — MPEG Decoding (при наличии как минимум 4-скоростного привода CD-ROM).

MPEG Decoding

Функция MPEG Decoding предоставляет возможность воспроизведения Video CD, DVD (видеоинформации, кодированной по технологии MPEG). Технология MPEG позволяет за счет разностного алгоритма сжатия значительно уменьшить необходимый для видео поток данных. Так, например, в Video CD применяется алгоритм сжатия в соответствии со стандартом MPEG1, который обеспечивает скорость потока данных до 5 Мбайт/с, что дает качество сигнала, соответствующее стандарту VHS (разрешение порядка 320x240). Сжатие по алгоритму MPEG-1 также используется при подготовке дисков CD-I и для сжатия видеосигналов. Как правило, декодирование видеоинформации осуществляется аппаратным способом специальными MPEG-декодерами. MPEG-декодер устанавливается как на картах ввода/вывода, так и на видеоадаптерах и должен обеспечивать воспроизведение видеофрагментов, сжатых по стандарту MPEG на полный экран (т. е. с удвоением пикселов или строк) со скоростью 25—30 кадров в секунду, и стереофонического или AC-3-звукового сопровождения, также сжатого по технологии MPEG.

Качество выполнения функции MPEG Decoding определяется следующими характеристиками карт ввода/вывода:

- качество воспроизводимого изображения;
- возможность просмотра видео на видеомониторе, а не только на дисплее компьютера;
- совместимость со стандартами White Book и Green Book.

Примечание

Технологию MPEG не следует путать с алгоритмом M-JPEG. Если первая является фактически стандартом файла, то второй только математическим алгоритмом, который никак не специфицирует сам файл. Кроме того, в основу положены два принципиально разных метода. Если M-JPEG последовательно сохраняет все кадры, то при использовании MPEG-компрессии сохраняются только изменения, которые произошли с некими "ключевыми" кадрами.

В качестве примера подробнее рассмотрим и оценим качество нескольких карт ввода/вывода видеосигналов из серии Movie Line производства компании Fast Multimedia.

Средства сжатия информации

При сжатии информации существенную роль играют два фактора: качество и время. Для непрофессиональной работы время компрессии по сравнению со временем декомпрессии играет второстепенную роль. Это обусловле-

но тем, что большинство пользователей PC при своей работе в области мультимедиа обычно используют уже готовые носители информации (как правило, это компакт-диски) с уже записанными на них данными. Такими данными обычно являются различного рода игры с элементами видео.

Проблема, связанная с компрессией и декомпрессией данных, решается путем разработки специальных программно-аппаратных средств (кодеков), позволяющих достаточно быстро на основе соответствующих алгоритмов снижать объем данных в 100—200 раз.

Существуют два способа сжатия данных:

- сжатие без потери информации, при котором объем данных уменьшается, но так, что при его восстановлении (декомпрессии) достигается то же самое исходное состояние (качество изображения);

- сжатие с потерей информации; с помощью этого способа достигаются более высокие результаты, но потери в качестве обязательно должны учитываться.

Здесь мы кратко остановимся на методах компрессии данных, относящихся ко второй группе, поскольку применение кодеков первой группы не дает необходимого коэффициента сжатия. Кроме того, время декодирования информации, сжатой без потери качества, достаточно велико, что не позволяет своевременно восстанавливать данные в исходную форму.

Существует множество различных алгоритмов компрессии видео: сравнительно простые (RLE, Cinepak) сложные (Intel Indeo, MPEG, M-JPEG) и весьма изощренные (как фрактальный метод фирмы Iterated System). Компрессия отдельных кадров без потери информации на реальных сюжетах, содержащих много мелких деталей и цветовых неоднородностей, обеспечивает коэффициент сжатия не более 2. Дальнейшее повышение компрессии неизбежно связано с потерей информации и определенным понижением качества: размыванием границ, искажением цветов, возникновением различного рода искажений. Наиболее мощным здесь оказывается метод фрактальной компрессии, но он не получил широкого распространения по ряду причин, в том числе из-за закрытости математической схемы, слишком сложной реализации и несимметричности — эффективное сжатие отдельных кадров требует много времени даже на высокопроизводительных рабочих станциях, тогда как восстановление легко и быстро выполняется на обычных PC.

Video I и Indeo

Методы сжатия Video I и Indeo реализованы как аппаратными, так и программными средствами. На основе векторного преобразования содержание изображения разлагается на простые геометрические элементы. Результат такого преобразования записывается не в битовой форме (bitmap), а в виде векторов, которые описывают контуры и направления движения этих элементов. Кроме того, здесь разделяются сигналы, несущие информацию о яркости картинки *(Luminance)* и о ее цветовом содержании *(Chrominance),* — формат

YUV. Поскольку свойства человеческого глаза таковы, что уменьшение информации о яркости более заметно, чем уменьшение цветовой информации, то здесь используется возможность снижения объема данных за счет потери цветового качества кодируемого изображения.

Метод Video 1 обеспечивает оптимальное соотношение между скоростью передачи данных и размером всего видеофайла. Недостатком формата представления данных, сжатых по методу Video I, является то, что данные записываются на винчестер без предварительного сжатия.

Метод сжатия видеоинформации Indeo был разработан фирмой Intel для реализации его в специальных процессорах серии i750 (Intel 82750). Адаптер с процессором i82750 обеспечивает оцифровку видео- и аудиоинформации в реальном масштабе времени практически без использования ресурсов процессора PC. Создание этого адаптера явилось значительным достижением в области мультимедиа, поскольку он был первым устройством, способным воспроизводить движущиеся изображения с компакт-диска.

JPEG

Общепризнанным стандартом сжатия отдельных кадров стал алгоритм JPEG *(Joint Photographers Expert Group* — объединенная группа экспертов по фотографии). Компрессия осуществляется таким образом, что каждый кадр видеопоследовательности сжимается и восстанавливается независимо от других кадров. Это дает возможность использования этого метода в системах нелинейного монтажа. В основу алгоритма положено разбиение изображения на блоки размером 8x8 пикселов, преобразование по технологии DCT *(Discrete-Cosine Transform* — дискретное косинусное преобразование) и высокочастотная фильтрация полученного спектра. В результате на границах отдельных блоков нарушается гладкость представления, поэтому характерным признаком JPEG-изображения является его видимая блочная структура. Однако при коэффициенте сжатия не более 15 эти искажения почти незаметны. Более того, считается, что сжатие до 5 (видеопоток 4—6 Мбайт/с) соответствует профессиональному качеству, обеспечиваемому видеоаппаратурой формата Betacam, а до 10 (видеопоток 2—3 Мбайт/с) — качеству, характерному для формата S-Video. Основным достоинством данного алгоритма является его симметричность: восстановление производится обратным косинусным преобразованием и требует тех же ресурсов и временных затрат, что и компрессия.

MPEG

Следующим шагом к уменьшению потока передаваемых данных стал алгоритм MPEG *(Moving Picture Experts Group* — группа экспертов по движущимся изображениям), основанный на устранении временной избыточности в последовательности видеокадров. Дело в том, что смежные кадры чаще всего содержат одни и те же объекты сцены, что позволяет ограничиваться передачей только межкадровых различий.

Стандарт MPEG создавался для обеспечения высококачественного воспроизведения видео при относительно низких скоростях передачи данных. Сначала JPEG-преобразования уменьшают избыточность информации внутри кадра, а затем алгоритмы MPEG осуществляют дальнейшее сжатие видео, уже без потерь качества. С помощью метода компенсации движения *(motion compensation)* устраняется избыточность, возникающая из-за повторения одной и той же информации в нескольких кадрах подряд. MPEG использует три типа кадров: ключевые *(intra farmes, I-кадры),* зависимые *(Predicted frames, P-кадры)* и двусторонние *(Bi-directional, B-кадры).*

Ключевые кадры — основа базис-структуры MPEG-файла. Они записываются с высоким разрешением и обеспечивают произвольный доступ к информации. Каждый *зависимый* кадр записывается как ссылка на предшествующий ему ключевой или зависимый кадр и имеет среднюю степень сжатия. Наибольшему сжатию в потоке MPEG подвергаются *двусторонние* кадры. Они имеют двунаправленную ориентацию, ссылаясь как на предыдущие, так и на последующие кадры. Воспроизведение материалов, записанных в формате MPEG, выполняется с помощью недорогих карт расширения или даже просто программно.

Получивший широкое распространение стандарт MPEG-1 (352x288, 25 кадр/с) обеспечивает VHS-качество при потоках в 200 Кбайт/с, MPEG-2 (704x576, 25 кадр/с) — качество профессионального уровня при потоках 1 Мбайт/с. К сожалению, MPEG несимметричен и для достижения максимального уровня компрессии без снижения качества изображения требует математически сложного анализа и предфильтрации, значительно улучшающей качество сжатого сигнала. Процесс кодирования видео в формат MPEG требует гораздо больших ресурсов, чем привычные специалисту по мультимедиа инструментальные средства захвата видеосигнала, работающие с Motion JPEG. В то же время восстановление оказывается сравнительно простым. И поскольку карты MPEG-воспроизведения очень дешевы, а ассортимент Video CD очень широк, то обеспечение функции MPEG-playback становится сегодня обязательной частью истинного мультимедиа-компьютера. Более того, многие современные VGA-адаптеры осуществляют аппаратную поддержку программного MPEG-воспроизведения.

Цифровые универсальные диски DVD будут использовать новый вариант MPEG-кодирования, называемый *Variable Bit Rate MPEG-2 (VBR* — кодирование с переменной скоростью потока). VBR — более изощренная форма M PEG-обработки, при которой сложные и быстро меняющиеся изображения автоматически кодируются с меньшим коэффициентом сжатия, но в то же время средний поток данных на выходе меньше, чем при использовании стандартного варианта MPEG-2. Подобные системы по своей цене все еще весьма далеки от того, чтобы их назвать массовыми. Огромное влияние на качество MPEG-изображения оказывает тип устройства воспроизведения. Персональные компьютеры воспроизводят изображения в стандарте MPEG на полном экране с разрешением 352x240. Многие видеоадаптеры для PC

масштабируют изображение до размера примерно ,640x480 пикселов, чтобы заполнить экран дисплея. В некоторых случаях адаптеры, оборудованные специальными видеопроцессорами, могут заметно улучшить (или ухудшить) качество изображения. Захватывая из видеопоследовательности неподвижные кадры, можно оценить относительное качество изображения, не беспокоясь об отрицательном или положительном влиянии видеоадаптера. Удобно оценивать качество воспроизводимого изображения и работу системы в целом путем захвата неподвижных кадров и вывода их на цветную печать с разрешением 600x600 dpi.

В результате MPEG-кодирования на изображении могут быть заметны описанные ниже искажения.

- *Грязное оконное стекло (Dirty Window Pane).* Этот дефект состоит в том, что объекты на экране выглядят так, будто вы смотрите на них сквозь дымку. Некото- рые специалисты называют этот дефект "грязное оконное стекло" — кажется, что между наблюдателем и изображением натянута мутная пленка. Более всего такой эффект заметен на фрагментах с большими темными областями, а порождается он ошибками оцифровки в MPEG-кодере, декодере или и в том и другом.

- *"Танцующие глаза" (Dancing Eyes).* При MPEG-сжатии иногда теряются мелкие детали на изображении человеческого глаза. В результате в отснятом материале вдруг обнаруживаются моргание или слезы, хотя в действительности ничего подобного не происходило.

- *Призрачные следы (Ghostly Trails).* Этот дефект заключается в появлении облака частиц, сопровождающего движущиеся элементы: это либо "хвосты", следующие за взмахом руки или бегущим человеком, либо зыбкие переливающиеся границы вокруг быстро движущегося объекта. Дефект появляется, когда кодер или декодер не успевает за быстро движущимися элементами сцены и воспроизводит движущиеся элементы просто наугад.

- *"Танцующие цвета" (Dancing Colors).* Ошибки в оценке движения могут вызвать переливающуюся цветную радугу на больших поверхностях движущихся одноцветных предметов, таких как, например, автомобиль.

- *DCT-блочность (DCT Blockiness).* На большой части экрана заметны правильные квадратики размером 8x8 (или 16x16). В их появлении виновно дискретное косинусное преобразование *(Discrete Cosine Transform, DCT),* используемое для сжатия поля или кадра. Когда углы и вершины этих блоков попадают на края и границы изображения, появляются дополнительные искажения. Но основная причина кроется в блочной природе технологии DCT. Для уменьшения этих искажений рекомендуется работать с блоками размером 2x2 или 4x4.

- *"Сжатие яркости" (Luminance Compression).* Этот дефект состоит в резком усилении контрастности изображения. Весь диапазон яркости от светлого до темного, захватываемый аналоговыми видеосистемами, неправильно воспроизводится DCT-кодером или механизмом оценки движения MPEG. Если во время съемки камера следует за объектом, движущимся из ярко ос-

вещенного места в тень, сцена может показаться распавшейся на части.

- *Цветные полосы (Color Banding).* Узоры, появляющиеся после компрессии/декомпрессии, обычно вызываемые шумом в аналого-цифровых и цифро-аналоговых преобразователях видеомонтажных систем. Для устранения этих дефектов некоторые производители переходят от 8-битного к 10- и 12-битному кодированию цвета. Но эти усовершенствования могут увеличить в несколько раз необходимый объем памяти монтажной системы. Обычно приходится бороться с такими дефектами вручную.

- *Шевелящийся фон (Busy Background).* Обычно неподвижные области фона (и некоторые элементы переднего плана) кажутся живыми или шевелящимися, как будто маленькие цветные частицы бродят по их поверхности. Техническое название этого явления — шум квантования. Системы, имеющие улучшенные АЦП или оперирующие с более чем 8 битами на каждый цвет, меньше подвержены дефекту шевелящегося фона.

Программная поддержка аппаратных средств воспроизведения видео

Стандарт DCI

Появление стандарта *DCI (Display Control Interface)* фирмы Microsoft позволило осуществить воспроизведение полноэкранного цифрового видео с использованием ресурсов мультимедиа-ускорителей. Вообще говоря, DCI — это интерфейс нижнего уровня, который реализует возможности аппаратных средств по воспроизведению видео. Так, если DCI-драйвер обнаружил наличие аппаратной поддержки некоторых мультимедийных функций, он изменяет последовательность выполнения операций и разгружает центральный процессор от выполнения некоторых из них. Например, до появления DCI при использовании программы Video for Windows декомпрессия AVI-файлов и пространственные преобразования цвета YUV—RGB целиком ложились на центральный процессор системы. Ускоритель Windows в этом случае занимался только масштабированием изображения. Видеокодек (программа для компрессии и декомпрессии видеоинформации), соответствующий DCI, сначала проверяет наличие видеоускорителя и, если он присутствует, загружает его работой по масштабированию и преобразованию YUV—RGB, возлагая на центральный процессор только функции по декомпрессии изображения. Таким образом, стандарт DCI поддерживает следующие аппаратные расширения в графических картах: О *аппаратное масштабирование.* Если эта возможность реализуется графической картой, то для изменения размеров изображения не требуется использования ресурсов центрального процессора;

- *преобразование сигналов.* Поддерживается преобразование YUV—RGB для обеспечения лучшего воспроизведения видеоинформации на экране монитора;

- *двойная буферизация.* Используется для аппаратного размещения буферов при переключении страниц;

- *асинхронное отображение.* Совместно с двойной буферизацией обеспечивает более быстрый вывод информации в экранный буфер.

Для перспективных моделей мультимедиа-ускорителей очень важна поддержка таких стандартов кодеков, как Indeo, Cinepak, Motion JPEG (M-JPEG) MPEG.

DirectDraw

С появлением Windows 95 интерфейс DCI утратил свою актуальность и перестал поддерживаться операционной системой, уступив место новому интерфейсу прикладного программирования *(Application Program Interface, API) — DirectX.* В состав этого интерфейса входит несколько элементов, управляющих различными подсистемами PC. Одним из таких элементов является *DirectDraw,* управляющий использованием прикладными программами аппаратных средств видеоадаптера. Какие задачи решает DirectDraw? Допустим, прикладная программа выдает команду выполнить аппаратное масштабирование изображения. Если установленный в системе видеоадаптер (а также его драйвер) совместим с DirectX и имеет аппаратную поддержку запрошенной функции, программа DirectDraw обеспечит генерацию оптимального кода для видеоадаптера и тем самым обеспечит максимально быстрое решение поставленной задачи. Если же аппаратная поддержка масштабирования у видеоадаптера отсутствует, DirectDraw произведет программную эмуляцию данной функции на основе доступных данному видеоадаптеру команд и отправит эмулирующую программу в CPU. Естественно, во втором случае команда будет выполняться значительно медленнее. В частности, по этой причине большинство прикладных программ сообщают об использовании функций графического ускорения даже тогда, когда видеоадаптер их не поддерживает. Такой "обман" прикладной программы осуществляется за счет совместимости драйвера видеоадаптера с DirectDraw и использования возможностей данного API.

Оборудование стандарта DV

Если вы твердо решили заняться нелинейным монтажом и вас слегка смущают цены на необходимое оборудование (видеобластер, карту ввода/вывода, карту MPEG-кодера и PC соответствующего уровня), частично можно уменьшить затраты, воспользовавшись другим, но не менее перспективным способом ввода видеоинформации в PC.

Это стало возможным благодаря разработке и промышленному изготовлению цифровых видеокамер стандарта *DV (Digital Video),* интерфейса быстрой передачи данных FireWire (IEEE 1394), а также повышению мощности PC, позволяющих сделать обработку видео высочайшего качества доступной массовому пользователю.

Формат DV

Формат DV обеспечивает настолько высокое качество изображения, которое в состоянии воспроизвести лишь немногие существующие сегодня телевизоры. Этот формат не уступает, а где-то и превосходит формат Betacam SP, — основной формат телевизионной техники, соответствующий стандарту профессионального качества.

Фактически единственный параметр, по которому Betacam SP превосходит DV, — это разрешение, которое составляет 650 твл, по сравнению с 500 твл для DV. Однако этот параметр не настолько важен, т. к. при обычной телевизионной трансляции разрешение редко бывает выше 330—380 твл. Другие параметры нового формата не хуже, а то и лучше соответствующих параметров для Betacam SP. Так, отношение сигнал/шум составляет 54 дБ по сравнению с 49 дБ для Betacam SP. Полоса частот сигнала цветности составляет 1,5 МГц, совпадает с Betacam SP и шире полосы частот для форматов S-VHS и Hi8.

Сжатие видеосигнала осуществляется в соотношении 5:1 за счет использования технологии DCT. В соответствии с этой технологией каждый кадр сжимается и записывается индивидуально, обеспечивая точность и простоту монтажа. Формат DV использует вариант сжатия по ключевым кадрам (I-Frame). Аудио- и видеосигналы могут обрабатываться либо вместе, либо по отдельности. Алгоритм обеспечивает поток 27,8 Мбит/с (3,4 Мбайт/с) и имеет симметричную структуру, так что одно и то же устройство может как кодировать, так и декодировать поток данных.

Стандарт DV предусматривает схему исправления ошибок, способную воспроизвести часть кадра без ошибок, даже в случае если на ленте будут искажены две из десяти дорожек.

Мини-кассета формата DV имеет очень маленькие размеры, примерно 70x30x10 мм. В таких кассетах используется магнитная лента шириной всего 6,35 мм. Уменьшение размера кассеты способствовало уменьшению размера собственно видеокамер. Теперь практически любая цифровая видеокамера формата DV (рис. 16.5) весит меньше 1,8 кг, что значительно меньше веса любой видеокамеры (6,5 кг) формата Betacam SP. Кроме того, цена на новые бытовые цифровые видеокамеры также ниже минимум в 3 раза.

Видеокамеры формата DV оснащаются интерфейсом IEEE 1394 *(FireWire),* используя который, с помощью специальной карты ввода и обработки цифровых сигналов *(DV Capture Board)* можно переносить цифровую видеоинформацию на жесткий диск компьютера без дополнительной оцифровки. Этот интерфейс позволяет передавать со скоростью от 25 до 50 Мбайт/с видео, аудио, MIDI и команды управления устройствами между специально оборудованными DV-камерами и другой техникой, такой как цифровые видеомагнитофоны и компьютеры. Внешне FireWire выглядит как тонкий гибкий кабель длиной до 4,5 м, поддерживающий до 63 устройств в

цепи. Для соединения его с вашим Macintosh или PC необходима соответствующая интерфейсная карта.

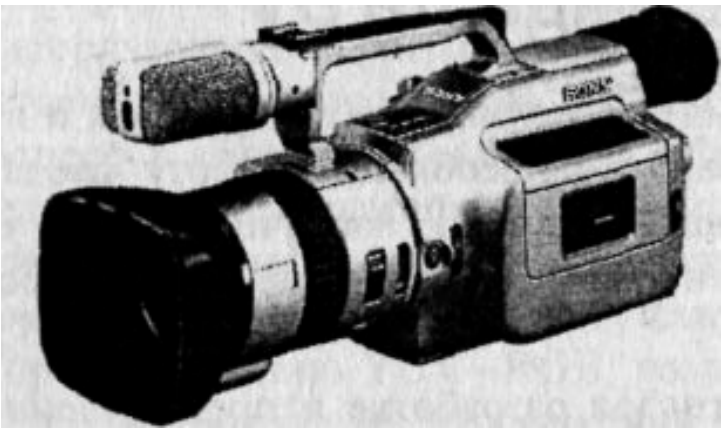


Рис. 16.5. Цифровая видеокамера формата DV OCR VX1000

Программа выполнения работы.

1. Подготовить протокол работы, содержащий название работы, цель работы.
2. Получить задание преподавателя и согласно этому заданию выписать важнейшие характеристики средств обработки видеосигналов и принципы их работы.
3. Пользуясь полученными результатами работы, изучить устройство средств обработки видеосигналов и принципы их работы.
4. Научиться пользоваться средствами обработки видеосигналов.

Приборы и оборудование.

1. Персональный компьютер.
2. Средства обработки видеосигналов.

Порядок выполнения работы.

1. Ознакомиться с рекомендованной литературой.
2. Заполнить протокол лабораторной работы.
3. Изучить устройство средств обработки видеосигналов и принципы их работы.
4. Защитить выполненную лабораторную работу.

Контрольные вопросы.

1. Почему видеоданные, обработанные с помощью программ Media Player и Video for Windows не пригодны для серьезной работы?
2. Какие функциональные возможности должны обеспечивать *видеобластеры (VideoBlasters)*?
3. Какие устройства называются *платами захвата изображений, устройствами ввода видео, ТВ-грабберами (grab* — захватывать), *имидж-кепчерами (image capture* — захват изображения)?
4. Приведите структурную схему видеобластера?
5. Какие системы цветного телевидения существуют в настоящее время?

6. Как называется американская система цветного телевидения? Сколько строк предусматривается в одном её кадре?
7. Как называется Европейская (немецкая) система цветного телевидения? Сколько строк предусматривается в одном её кадре?
8. Как называется наша система цветного телевидения? Сколько строк предусматривается в одном её кадре?
9. Чем отличается наша система цветного телевидения от американской и Европейской систем цветного телевидения?
10. Какой характеристикой задается глубина оцифровки?
11. Сколько цветовых оттенков считается необходимым для получения полноценного изображения (режим *True Color* — реальные цвета)?
12. Сколько битов на элемент необходимо для обеспечения режима True Color?
13. Как организовано хранение элементов изображения?
14. Какие преобразования происходят при формировании «живого» окна?
15. На какие характеристики при выборе видеобластера следует обращать внимание в первую очередь?
16. Какие проблемы возникают при оцифровке видеофрагмента? Как они решаются?
17. Отличия линейного и нелинейного монтажа?
18. Функции:
    - Frame Grabbing,
    - Movie Grabbing,
    - MPEG Decoding,
19. Алгоритмы сжатия JPEG, MPEG.
20. Поясните описанные ниже искажения.
    - *Грязное оконное стекло (Dirty Window Pane).*
    - *"Танцующие глаза" (Dancing Eyes).*
    - *Призрачные следы (Ghostly Trails).*
    - *"Танцующие цвета" (Dancing Colors).*
    - *DCT-блочность (DCT Blockiness).*
    - *"Сжатие яркости" (Luminance Compression*
    - *Цветные полосы (Color Banding).*
    - *Шевелящийся фон (Busy Background).*

21. Интерфейсы DCI и DirectX.
22. Формат DV.

Лабораторная работа № 16

Системная плата A8V-E Deluxe

Цель работы: Познакомиться с системными платами AMD и принципами их работы.

Краткие теоретические сведения.

С системными платами AMD можно познакомиться на рабочем столе в папке «Stends».

Системная плата A8V-E Deluxe

A8V-E Deluxe

A8V-E Deluxe

Максимальная производительность и Возможности развлечений

- AMD Socket 939 Athlon 64FX/Athlon 64
- Precision Tweaker
- Поддержка PEG Link & AI NOS
- Архитектура PCI Express
- Встроенный WiFi-g™

Увеличить Печать

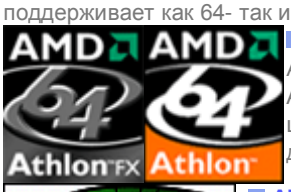
Максимальная производительность и Возможности развлечений

Лучший, на сегодняшний день, способ получить максимальную производительность и мультимедиа возможности от ASUS
A8V-E Deluxe это одна из совершенно новых платформ AMD 64-бит, обладающая максимальной производительностью и возможностями мультимедиа, на чипсете VIA K8T890. Будучи пионером новых технологий, A8V-E Deluxe это лучший способ добиться новых возможностей графики и игр, благодаря графическому интерфейсу PCI express x 16 и 64-битной системе вычисления.

Более того, плата поддерживает процесссор AMD 939 64-bit K8. И самое потрясающее - A8V-E Deluxe выводит Вас на новый уровень материнских плат, с функциями ASUS proactive: AI N.O.S., Precision Tweaker, Wifi-g & AI NET2.

Поддержка 64-разрядных процессоров

64-разрядные вычисления - технология нового поколения, котора должна заменить нынешние 32-разрядные вычисления. Эта технология обеспечивает большую производительность и быстрый доступ к памяти. Эта материнская плата превосходно поддерживает как 64- так и 32-разрядные процессоры.



Поддержка процессоров AMD Socket 939 Athlon 64FX/Athlon 64

A8V-E Deluxe поддерживает процессоры AMD 939-pin Athlon 64 FX/ Athlon 64 с 1МБ/512КБ L2 кэшем с 64-битной архитектурой. Системная шина платы имеет скорость 2000/1600 MT/c и поддерживает двухканальную память DDR400.

AMD Cool 'n' Quiet! Technology

A8V-E Deluxe поддерживает технологию AMD Cool ’n’ Quiet!, которая следит за параметрами системы и автоматически регулирует напряжение и частоту процессора, обеспечивая бесшумную работу.

Архитектура PCI Express

PCI Express - новейшая технология внутрисистемных соединений, которая заменит существующую PCI. С пропускной способностью шины вчетверо большей, чем интерфейс AGP 8X, шина PCI Express x16 намного эффективнее, чем AGP 8X в таких приложениях, как 3D игры. PCI Express x1 также превосходит интерфейс PCI по своей пропускной способности (до 500 Мб/с). Высокая пропускная способность интерфейса PCI Express дает настольным ПК новые возможности (1 Гбит/с сеть, 1394b, высокоскоростные RAID системы).

Встроенный контроллер WiFi-g™

Установка домашней беспроводной сети становиться дешевле и легче!
WEP? SSID? Установка домашней беспроводной локальной сети (WLAN) для многих была сопряжена с трудностями понимания аббревиатур и сложных меню установки. С технологией WiFi-g™ и ее дружественным мастером настройки, высокоскоростная беспроводная сеть находиться всего в нескольких нажатиях кнопки мыши! WiFi-g™ может работать как узел доступа для Вашей сети, а если он у вас уже есть, тогда служить адаптером WLAN.
(WiFi-g™ соответствует стандарту передачи данных IEEE 802.11g 54 Мбит/с).

AI NOS™

Ускорьтесь, когда это действительно нужно!
Приложения, связанные с работой в 3D и редактированием видео требуют много ресурсов системы.
Включите "нитро" на своем процессоре! Запатентованная технология AI NOS™ (Non-delay Overclocking System - система моментального разгона) интеллектуально определит загруженность системы и автоматически увеличит ее производительность. В отличие от других динамических систем разгона, AI NOS™ работает по иной схеме и поэтому реагирует намного быстрее для того, чтобы удовлетворить Вашу неутолимую жажду скорости.

PEG (PCI Express Graphics) Link

Уникальная функция позволяющая значительно увеличивать графическую производительность.

Precision Tweaker

Функция Precision Tweaker разработана специально для настоящих оверклокеров. Он позволяет увеличить производительность системы до максимума последовательно шаг за шагом! С его помощью вы можете выжать все из своей системы и гордиться своим творением. Precision Tweaker позволяет регулировать основные компоненты системы: процессор, память, системную и PCI-Express шину.

AI NET2

Тестирует сетевые подключения без загрузки ОС!
Проблемы с сетью зачастую связаны с неправильным кабельным соединением. AI NET2 удаленно определяет корректность подключения в момент включения ПК. Все неполадки в кабеле длиной до 100 метров указываются с точностью в один метр.

SATA RAID
Чипсет VIA K8T890 поддерживает два коннектора Serial ATA в режимах RAID 0(striping), RAID 1(mirroring) и JBOD(spanning).

Интерфейс IEEE 1394
Интерфейс IEEE 1394 обеспечивает высокоскоростной обмен данными между компьютером и видео- и звуковыми устройствами, такими как цифровые телевизоры, портативные видеокамеры, устройства хранения и другие периферийные устройства.

AI AUDIO (8-канальный цифровой звук)
A8V-E Deluxe имеет 8-канальный звуковой выход с коаксиальными и оптическим S/PDIF коннектором для создания наиболее комфортного звукового окружения. AI Audio также имеет функции "Jack Sensing" и "UAJ". "Jack Sensing" автоматически определяет и уведомляет пользователя о любом неверном подключении. Функция "UAJ" устраняет возможность неправильного включения Line-in, Line-out и Mic раз и навсегда!

Поддержка 8 портов USB 2.0
USB 2.0 представляет собой новейший интерфейс для подключения к компьютеру компонентов и периферийных устройств нового поколения. Обладая обратной совместимостью с существующими периферийными устройствами USB 1.1, новый интерфейс обладает в 40 раз более высокой скоростью передачи данных, достигающей 480 Мб/с, что позволяет решить проблемы подключения к компьютеру любых устройств и сверхбыстрой передачи данных.

AI Overclocking
Уникальная опция BIOS обеспечивает простой разгон системы до 30% (в зависимости от процессора и памяти). Автоматически определяет и оптимизирует все необходимые параметры системы, обеспечивая высокую проихводительность и стабильность.

ASUS Q-Fan2
Технология ASUS Q-Fan интеллектуально регулирует скорость вращения кулера процессора и корпуса в зависимости от загрузки системы, обеспечивая бесшумную работу системы.

ASUS CrashFree BIOS2
Даже при сбое или потере информации при работе BIOS, технология ASUS CrashFree BIOS 2 позволяет перезагрузить компьютер и выполнить интеллектуальную функцию самовосстановления BIOS с помощью компакт диска поддержки материнской платы.

C.P.R.(CPU Parameter Recall)
Неудачная попытка увеличения тактовой частоты процессора или системной шины может привести к тому, что компьютер вообще перестанет загружаться. Ранее в этом случае приходилось вскрывать корпус, чтобы полностью стереть содержимое энергонезависимой памяти. Данная функция позволяет избежать этой трудоемкой процедуры: простая перезагрузка компьютера приводит к автоматическому восстановлению настроек BIOS по умолчанию.

Коаксиальный / Оптический интерфейс S/PDIF-out на задней панели
Функция аудио-выхода по интерфейсу S/PDIF, реализованная в A8V-E Deluxe превращает ваш компьютер в развлекательный комплекс класса high-end с возможностью цифрового соединения с мощными акустическими системами.

Instant music
Нет нужды загружать операционную систему для прослушивания музыки, вы можете использовать ваш настольный ПК в качестве CD-проигрывателя. Вы сможете слушать музыку уже через несколько секунд после включения ПК, не загружая ни одной ОС.

ASUS MyLogo2

Теперь у Вас есть возможность конвертировать любимую фотографию в цветную красочную загрузочную картинку.

Многоязыковое меню BIOS

Меню настройки BIOS материнских плат ASUS переведено на несколько языков, что существенно облегчает настройку компьютера.

ASUS EZ Flash

Функция ASUS EZ Flash позволяет производить обновление BIOS прямо через меню его настройки. Для обновления больше не требуются работающие под DOS утилиты прошивки ПЗУ и загрузочные дискеты.

Программа выполнения работы.

1. Подготовить протокол работы, содержащий название работы, цель работы.
2. Получить задание преподавателя и согласно этому заданию выписать важнейшие характеристики системных плат AMD.
3. Пользуясь полученными результатами работы, изучить принципы работы системной платы A8V-E Deluxe.

Приборы и оборудование.

1. Персональный компьютер.
2. Т.О. системной платы A8V-E Deluxe.

Порядок выполнения работы.

1. Ознакомиться с рекомендованной литературой.
2. Заполнить протокол лабораторной работы.
3. Изучить устройство системных плат AMD и принципами их работы.
4. Защитить выполненную лабораторную работу.

Контрольные вопросы.

1. Устройство системной платы A8V-E Deluxe.
2. Отличие системной платы A8V-E Deluxe от системных плат AMD приведенных на рабочем столе в папке «Stends».

Лабораторная работа № 17.

Проектирование БПт-1.

Цель работы: Научиться работать с программами электронного проектирования типа P-CAD. Овладеть методикой черчения схем электрических принципиальных.

Программа выполнения работы.

1. Подготовить протокол работы, содержащий название работы, цель работы.
2. Получить задание преподавателя и согласно этому заданию разработать схему электрическую принципиальную БПт-1.

Задание:

Разработать схему электрическую принципиальную БПт-1, согласно рис.1 и предложенного варианта.

№ варианта	Список используемых резисторов.
1	R1-R30
2	R1-R22, R24-R30
3	R1-R16, R18-R22, R24-R30
4	R1-R16, R18-R22, R24-R28, R30
5	R1-R16, R18-R21, R24-R28, R30
6	R1-R15, R18-R21, R24-R28, R30
7	R1-R15, R18-R21, R24-R27, R30
8	R1-R15, R18-R20, R24-R27, R30
9	R1-R14, R18-R20, R24-R27, R30
10	R1-R14, R18-R20, R24-R26, R30
11	R1-R14, R18-R19, R24-R26, R30
12	R1-R13, R18-R19, R24-R26, R30
13	R1-R13, R18-R19, R24-R25, R30
14	R1-R13, R18, R24-R25, R30
15	R1-R12, R18, R24-R25, R30

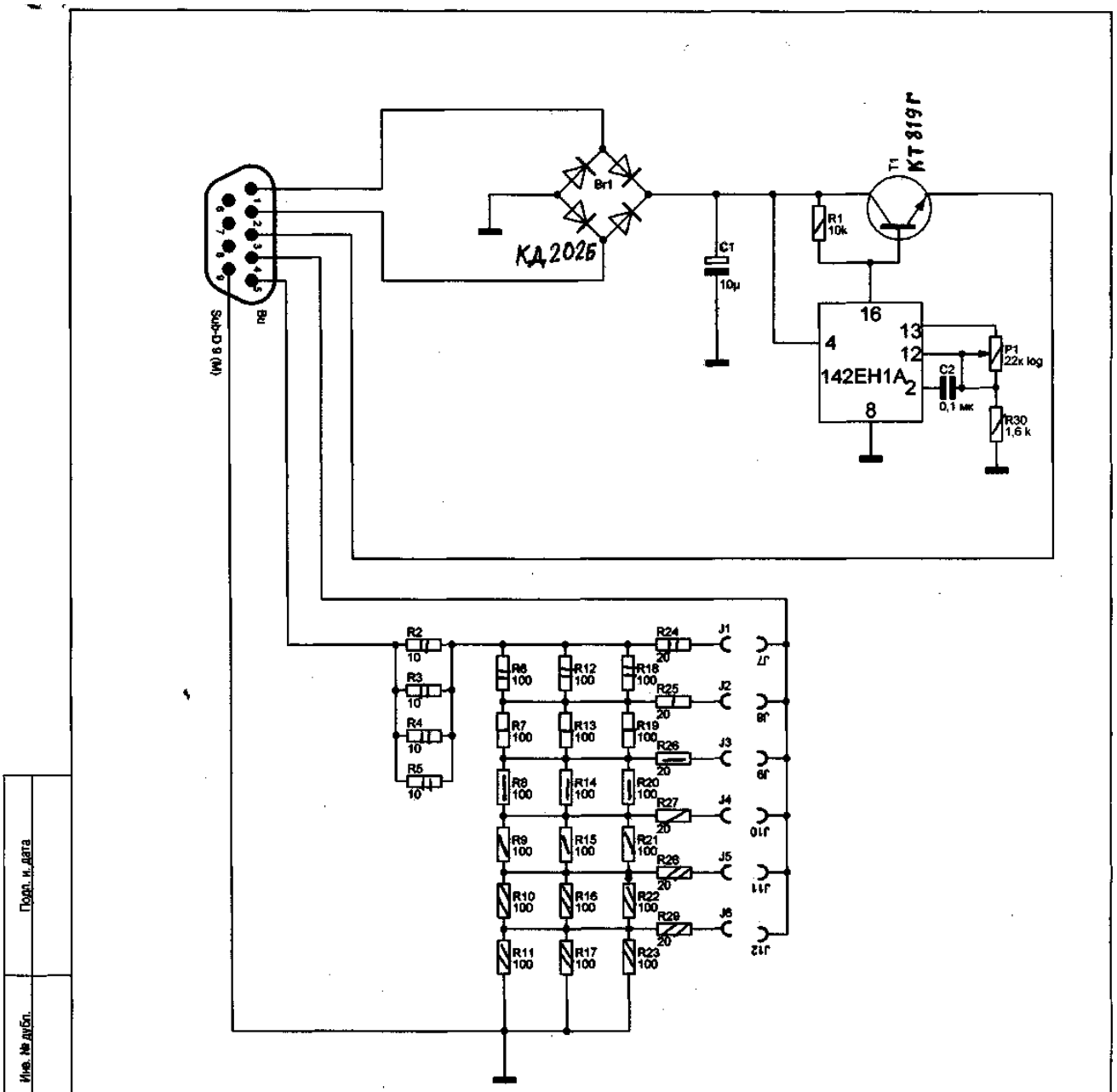
16	R1-R12, R18, R24-R25, R30
17	R1-R12, R18, R24, R30
18	R1-R12, R24, R30
19	R1-R11, R24, R30
20	R1-R16, R18-R21, R24-R30
21	R1-R15, R18-R21, R24-R30
22	R1-R15, R18-R20, R24-R30
23	R1-R14, R18-R20, R24-R30
24	R1-R14, R18-R19, R24-R30
25	R1-R13, R18-R19, R24-R30
26	R1-R13, R18, R24-R30
27	R1-R12, R18, R24-R30
28	R1-R11, R24-R30
29	R1-R11, R24-R28, R30
30	R1-R11, R24-R27, R30
31	R1-R11, R24-R26, R30
32	R1-R11, R24-R25, R30

Приборы и оборудование.

1. Персональный компьютер.
2. Программа по электронному проектированию типа P-CAD.

Порядок выполнения работы.

1. Ознакомиться с заданием.
2. Заполнить протокол лабораторной работы.
3. Запустить программу по электронному проектированию.
4. Спроектировать схему электрическую принципиальную БПт-1 согласно задания.
5. Защитить выполненную лабораторную работу.



Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Р52.844.037 ЭЗ		
Разраб.		Винге			Блок питания БПт-1	Лит.	Лист 2 / Листов
Пров.		Молочков					
Н. контр.		Солдатова					
Утв.		Дубовиков					

Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

Рис.1. Схема БПт-1.

Контрольные вопросы.

1.

Лабораторная работа № 18.

Автотрассировка печатной платы БПт-1.

Цель работы: Научиться работать с программами электронного проектирования типа P-CAD. Овладеть методикой разводки печатных плат.

Программа выполнения работы.

1. Подготовить протокол работы, содержащий название работы, цель работы.
2. Получить задание преподавателя и согласно этому заданию осуществить автотрассировку печатной платы, исходя из начерченной схемы электрической принципиальной БПт-1.

Приборы и оборудование.

1. Персональный компьютер.
2. Программа по электронному проектированию типа P-CAD.

Порядок выполнения работы.

1. Ознакомиться с заданием.
2. Заполнить протокол лабораторной работы.
3. Запустить программу по электронному проектированию.
4. Осуществить автотрассировку печатной платы, исходя из начерченной схемы электрической принципиальной БПт-1, согласно задания.
5. Защитить выполненную лабораторную работу.

Лабораторная работа № 19.

Полуавтоматическая трассировка печатной платы БПт-1.

Цель работы: Научиться работать с программами электронного проектирования типа P-CAD. Овладеть методикой разводки печатных плат.

Программа выполнения работы.

1. Подготовить протокол работы, содержащий название работы, цель работы.
2. Получить задание преподавателя и согласно этому заданию, расставив необходимые элементы на плате и нарисовав «резинками» электрические связи между ними, осуществить трассировку печатной платы БПт-1.

Приборы и оборудование.

1. Персональный компьютер.
2. Программа по электронному проектированию типа P-CAD.

Порядок выполнения работы.

1. Ознакомиться с заданием.
2. Заполнить протокол лабораторной работы.
3. Запустить программу по электронному проектированию.
4. Расставить необходимые элементы на плате, исходя из начерченной схемы электрической принципиальной БПт-1, согласно задания.
5. Нарисовать «резинками» электрические связи между элементами на плате.
6. Осуществить трассировку печатной платы.
7. Защитить выполненную лабораторную работу.

Лабораторная работа № 20.

Шины и интерфейсы ПК.

Цель работы: Познакомиться с различными типами шин и интерфейсов ПК.

Краткие теоретические сведения.

Теоретические сведения приведены в файле №11 «Скотт Мюллер» на рабочем столе ПК (см. «Интерфейс IDE» стр. 405, «Интерфейс SCSI» стр. 425) и ниже по тексту.

Шины

Как уже отмечалось, совокупность линий (проводников на материнской плате), по которым обмениваются информацией компоненты и устройства PC (рис. 5.1), называются шиной (Bus).

Шина предназначена для обмена информацией между двумя и более устройствами. Шина, связывающая только два устройства, называется портом.

Линии шины делятся на три группы в зависимости от типа передаваемых данных:

- линии данных (шина данных)
- линии адреса (шина адреса)
- линии управления (шина управления)

Наличие трех групп линий является отличительным признаком шины от других систем соединения.

Шины в PC различаются по своему функциональному назначению.

- Системная шина (или шина CPU) используется микросхемами Chipset для пересылки информации к и от CPU.
- Шина кэш-памяти предназначена для обмена информацией между CPU и кэш-памятью.
- Шина памяти используется для обмена информацией между оперативной памятью и CPU.
- Шины ввода/вывода, которые подразделяются на стандартные и локальные.

Обычно шина имеет места для подключения внешних устройств, которые в результате сами становятся частью шины и могут обмениваться информацией со всеми другими подключенными к ней устройствами.

Примечание

Локальная шина ввода/вывода — это скоростная шина, предназначенная для обмена информацией между быстродействующими периферийными устройствами (видеоадаптерами, сетевыми картами, картами сканера и др.) и системной шиной под управлением Chipset. В настоящее время в качестве этой шины используется шина PCI. Ранее применялись шины ISA и VLB. Для ускорения ввода/вывода видеоданных и повышения производительности PC при обработке трехмерных изображений корпорацией Intel была разработана шина AGP (Accelerated Graphics Port). Фактически шина AGP является портом, т. к. она предназначена для обмена информацией только между двумя устройствами.

Стандартная шина ввода/вывода используется для подключения к вышеперечисленным шинам более медленных устройств (например, мыши, клавиатуры, модемов, старых звуковых карт). До недавнего времени в качестве этой шины использовалась шина стандарта ISA. В настоящее время в соответствии со спецификациями PC 98, PC 99 и PC 2001 им на смену пришли шины LPC *(Low Pin Count),* USB.

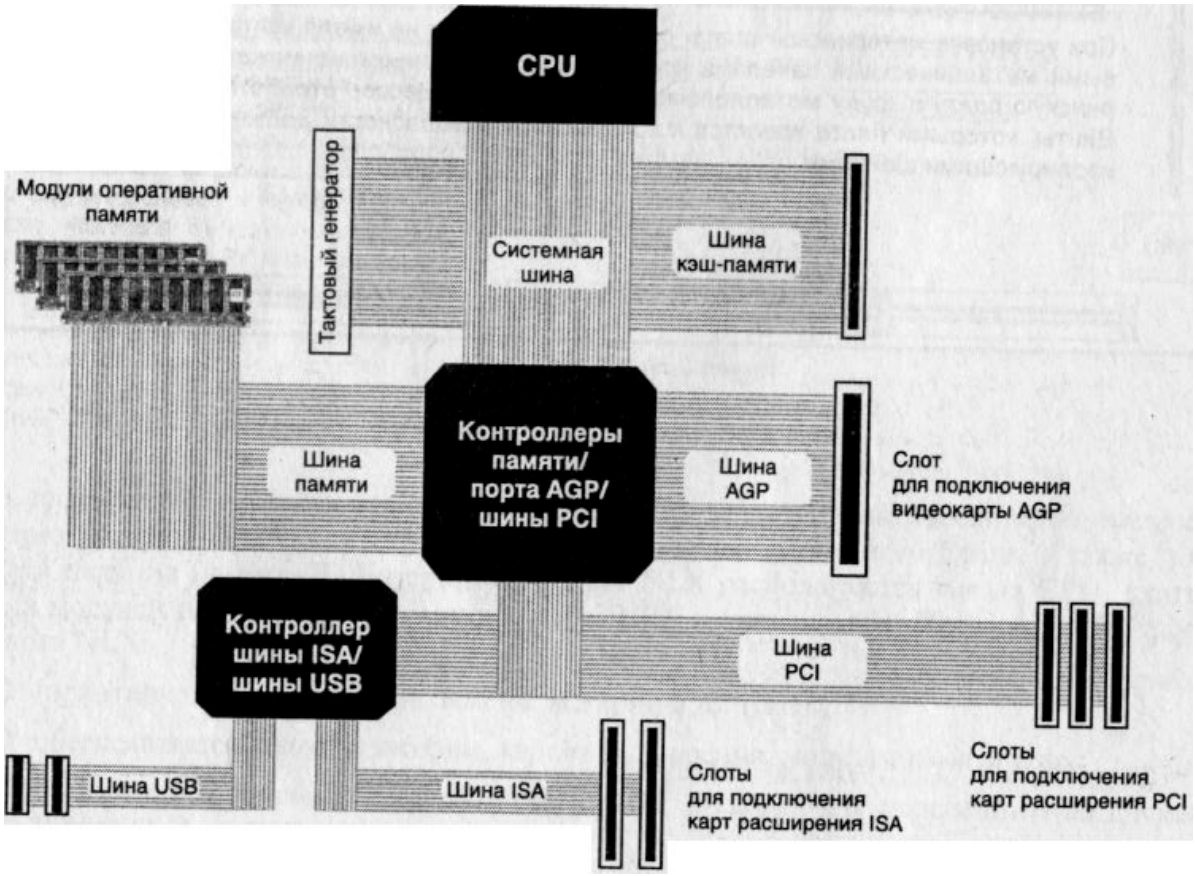


Рис. 5.1. Схематическое представление шины

Этим списком не исчерпывается весь набор шин PC. В зависимости от своего функционального назначения современные PC могут быть оборудованы такими шинами, как USB, SCSI, FireWire, которые устанавливаются в слоты расширения или интегрированы в материнскую плату. Их работу обеспечивает соответствующий контроллер.

Назначение линий шины

Шина имеет собственную архитектуру, позволяющую реализовать важнейшие ее свойства — возможность параллельного подключения практически неограниченного числа внешних устройств и обеспечение обмена информацией между ними. Как уже отмечалось, архитектура любой шины включает компоненты, перечисленные ниже.

- Линии для обмена данными (шины данных)
- Линии для адресации данных (шины адреса)
- Линии для управления данными (шины управления)
- Контроллер шины

Контроллер шины осуществляет управление процессом обмена данными и служебными сигналами и обычно выполняется в виде отдельной микросхемы либо интегрируется в микросхемы Chipset. Например, контроллер Chipset J440BX шины PCI интегрирован в микросхему 82443BX.

Шина данных

По этой шине происходит обмен данными между CPU, картами расширения, установленными в слоты, и памятью. Особую роль при этом играет так называемый режим DMA (Direct Memory Access). Управление обменом данными в этом режиме осуществляется соответствующим контроллером, минуя CPU. DMA-контроллер, реализованный ранее на микросхеме 82C206, в настоящее время интегрируется в одну из микросхем Chipset, например 82443BX.

Чем выше разрядность шины, тем больше данных может быть передано за определенный промежуток времени и тем выше будет производительность PC. Компьютеры с процессором 80286 имели 16-разрядную шину данных, с CPU 80386 и 80486 — 32-разрядную, а компьютеры с CPU семейства Pentium имеют уже 64-разрядную шину данных.

Шина адреса

Процесс обмена данными возможен лишь в том случае, когда известен отправитель и получатель этих данных. Каждый компонент PC, каждый регистр ввода/вывода и ячейка RAM имеют свой адрес и входят в общее адресное пространство PC. Для адресации к какому-либо устройству PC и служит шина адреса, по которой передается уникальный идентификационный код (адрес).

Для ускорения обмена данными используется устройство промежуточного хранения данных — RAM, при этом решающую роль играет объем данных, которые могут временно храниться в ней. Объем зависит от разрядности адресной шины (числа линий) и, тем самым, от максимально возможного количества адресов, генерируемых процессором на адресной шине, иными словами, от количества ячеек RAM, которым может быть присвоен адрес. Очевидно, что количество ячеек RAM не должно превышать 2^n, где n — разрядность адресной шины. В противном случае часть ячеек не будет использоваться, поскольку процессор не сможет адре-

соваться к ним.

В двоичной системе счисления выражение для определения максимально адресуемого объема памяти выглядит следующим образом:

Объем адресуемой памяти = 2^n,

n — число линий шины адреса.

Процессор 8088, например, имел 20 адресных линий и мог, таким образом, адресовать память объемом 1 Мбайт (220 = 1 048 576 байт = 1024 Кбайт). В PC с процессором 80286 разрядность адресной шины была увеличена до 24 бит, а процессоры 80486, Pentium, Pentium MMX и Pentium II имеют уже 32-разрядную шину адреса, с помощью которой можно адресовать 4 Гбайт памяти.

Шина управления

Для успешной передачи данных не достаточно установить их на шине данных и задать адрес на шине адреса. Для того чтобы данные были записаны (считаны) в регистры устройств, подключенных к шине, адреса которых указаны на шине адреса, необходим ряд служебных сигналов: записи/считывания, готовности к приему/передаче данных, подтверждения приема данных, аппаратного прерывания, управления и инициализации контроллера DMA и др. Все эти сигналы передаются по шине управления.

Основные характеристики шины

Разрядность шины

Важнейшей характеристикой шины является разрядность шины (иногда говорят ширина шины), которая определяется количеством данных, параллельно "проходящих" через нее. Здесь и в самом деле напрашивается прямое сравнение с автобусом (bus — автобус, шина). Чем больше в автобусе посадочных мест, тем больше людей можно в нем перевезти.

Примечание

Здесь и далее в книге под разрядностью шины понимается разрядность шины данных.

Первая шина ISA для IBM PC была 8-разрядной, т. е. по ней можно было одновременно передавать лишь 8 бит. Шина ISA — 16-разрядная, а шины ввода/вывода VLB и PCI — 32-разрядные. Системные шины современных PC на базе процессоров пятого и шестого поколения — 64-разрядные.

Пропускная способность шины

Второй характеристикой шины является пропускная способность, которая определяется количеством бит информации, передаваемых по шине за секунду.

Для определения пропускной способности шины необходимо умно-

жить тактовую частоту шины на ее разрядность. Например, для 16-разрядной шины ISA пропускная способность определяется так:

(16 бит x 8,33 МГц) : 8 = (133,28 Мбит/с) : 8 = 16,66 Мбайт/с.

- пропускная способность = к-во разрядов x тактовая частота (Мбит/с),
- пропускная способность = к-во разрядов x тактовая частота : 8 (Мбайт/с)

Отметим, что при расчете пропускной способности, например шины AGP, следует учитывать режим ее работы: благодаря увеличению в 2 раза тактовой частоты видеопроцессора и изменению протокола передачи данных удалось повысить пропускную способность шины в 2 (режим 2x) или в 4 (режим 4x) раза, что эквивалентно увеличению тактовой частоты шины в соответствующее количество раз (до 133 и 266 МГц соответственно).

В табл. 5.1 представлены характеристики некоторых шин ввода/вывода.

Таблица 5.1. *Характеристики шин ввода/вывода*

Шина	Разрядность, бит	Тактовая частота, МГц	Пропускная способность, Мбайт/с
ISA 8-разрядная	8	8,33	8,33
ISA 16-разрядная	16	8,33	16,6
EISA	32	8,33	33,3
VLB	32	33	266
PCI	32	33	266
PCI 2.1 64-разрядная	64	66	528,3
AGP(1x)	32	66	262,6
AGP (2x)	32	66x2	528,3
AGP (4x)	32	66x4	1056,6

Интерфейс

Внешние устройства к шинам подключаются посредством интерфейса. Под интерфейсом (Interface — сопряжение) понимают совокупность различных характеристик какого-либо периферийного устройства PC, определяющих организацию обмена информацией между ним и центральным процессором. Это электрические и временные параметры, набор управляющих сигналов, протокол обмена данными и конструктивные особенности подключения. При этом обмен данными между компонентами PC возможен только в случае совместимости их интерфейсов.

Принцип IBM-совместимости подразумевает стандартизацию интерфейсов отдельных компонентов PC, что, в свою очередь, определяет гибкость системы в целом, т. е. возможность по мере необходимости изменять конфигурацию системы и подключать различные периферийные устройства. В случае несовместимости интерфейсов (например, интерфейс системной шины и интерфейс винчестера) используются контроллеры. Кроме того, гибкость и унификация системы достигается за счет введения промежуточных стандартных интерфейсов, таких как интерфейсы последовательной и параллельной передачи данных, являющиеся необходимыми для работы наиболее важных периферийных устройств ввода и вывода.

Системные шины

Системная шина предназначена для обмена информацией между CPU, памятью и другими устройствами, входящими в систему.

Шины GTL+ и EV6

Системная_шина GTL+ (P6) разработана корпорацией Intel для процессоров шестого поколения. Разрядность шины— 64 бита, а тактовая частота— 66, 100 и 133 МГц. Пропускная способность шины составляет 528, 800 и 1,06 Мбайт/с соответственно. На шине GTL+ "висят" CPU, модули оперативной памяти, шина PCI и AGP (при их наличии в системе).

Шина EV6 разработана компанией DEC (Digital Equipment Corporation) для CPU Alpha 21264. В мире PC она используется корпорацией AMD для систем с CPU K-7. Ниже перечислены основные ее отличия от шины GTL+.

- Передача информации осуществляется на обоих фронтах сигнала, что позволяет вдвое увеличить пропускную способность шины. Спецификация шины позволяет повысить ее тактовую частоту до 377 МГц.

- Шина является каналом взаимодействия CPU и Chipset, причем для многопроцессорных систем каждому CPU выделяется отдельный канал. Поэтому разрядность и тактовая частота шины памяти не зависят от аналогичных характеристик шины EV6. Поскольку многие современные системы "общаются" с памятью, минуя CPU, то появляется возможность использовать 128-разрядную шину памяти, работающую с тактовой частотой, определяемой характеристикой используемых модулей памяти (100, 133, 200 МГц).

Шины ввода/вывода

Шина ISA

Шина ISA (Industry Standart Architecture, ISA — Промышленная стандартная архитектура) долгие годы являлась стандартом в области PC и считается самой "старой" в семействе шин, однако до недавнего времени она использовалась даже в новейших моделях PC. Дело в том, что у пользователей имеется еще множество периферийных устройств, использующих стандарт ISA (модемы, сканеры, звуковые карты и т. п.), для которых быстродействия этой шины более чем достаточно. Корпорация Intel совместно с Microsoft разработала стратегию (спецификации PC 98 и PC 99) постепенного отказа от шины ISA. Согласно этой концепции на первом этапе производителям материнских плат следует исключить слоты ISA, что должно вынудить производителей карт расширения полностью перейти на производство PCI-карт. На следующем этапе планировалось полностью отказаться от ISA-разъемов на материнской плате. Предполагается подклю-

чать дисководы, мышь, клавиатуру, сканер и другие устройства к шине USB, а для подключения, например, винчестеров, приводов CD-ROM и DVD-ROM, видеокамер использовать новую шину IEEE 1394.

Согласно спецификациям PC 98 и PC 99, разработанным корпорациями Intel и Microsoft, шина ISA должна была "умереть" еще в 1998 или 1999 году. Однако учитывая огромный парк PC и комплектующих, а также высокую стоимость всех нововведений в компьютерном мире 16-разрядная шина ISA прослужила несколько дольше. Однако в 2001 году стратегия Intel и Microsoft дала свои плоды и на рынке практически не осталось материнских плат с разъемами ISA. Это создало определенные проблемы владельцам старого периферийного оборудования.

8-разрядные шины

Родоначальником в семействе шин ISA была 8-разрядная шина XT, которая использовалась в компьютерах класса XT.

Как известно, пропускная способность шины определяет производительность всей системы. Очевидно, что при этой разрядности и тактовой частоте 4,77 МГц пропускная способность шины очень низкая.

В табл. 5.2 приведено назначение контактов 8-разрядного слота.

Таблица 5.2. *Назначение контактов 8-разрядного слота*

Вывод (сторона пайки)	Сигнал	Значение	Вывод (сторона монтажа)	Сигнал	Значение
B1	GND	Земля	A1	I/O CH CK	Контроль канала ввода/вывода
B2	RES	Сигнал Reset	A2	D7	Линия данных 8
B3	+5 B	+5 B	A3	D6	Линия данных 7
B4	IRQ 2	Запрос IRQ 2	A4	D5	Линия данных 6
B5	-5B	-5B	A5	D4	Линия данных 5
B6	DRQ	Запрос DMA 2	A6	D3D	Линия данных 4
B7	-12B	-12B	A7	D2	Линия данных 3
B8	RES	Зарезервировано	A8	D1	Линия данных 2
B9	+12	+12 B	A9	DO	Линия данных 1
B10	GND	Земля	A10	I/O CN RDY	Контроль готовности канала ввода/ вывода
B11	MEM W	Данные записываются в память	A11	AEN	Address Enable, контроль за шиной при CPU- и DMA-
B12	MEM R	Данные считываются из памяти	A12	A19	Адресная линия 20
B13	IOW	Данные записываются в I/O-порт	A13	A18	Адресная линия 19
B14	IOR	Данные читаются из I/O-порта	A14	A17	Адресная линия 18
B15	DAC K3	DMA-Acknowledge (подтверждение)3	A15	A16	Адресная линия 17
B16	DRQ	Запрос DMA 3	A16	A15	Адресная линия 16
B17	DAC K1	DMA-Acknowledge (подтверждение)1	A17	A14	Адресная линия 15

B18	IRQ1	Запрос IRQ 1	A18	A13	Адресная линия 14
B19	REF RES	Регенерация памяти	A19	A12	Адресная линия 13
B20	CLC	Системный такт 4,77 МГц	A20	A11	Адресная линия 12
B21	IRQ 7	Запрос IRQ 7	A21	A10	Адресная линия 11
B22	IRQ 6	Запрос IRQ 6	A22	A9	Адресная линия 10
B23	IRQ 5	Запрос IRQ 5	A23	A8	Адресная линия 9
B24	IRQ 4	Запрос IRQ 4	A24	A7	Адресная линия 8
B25	IRQ3	Запрос IRQ 3	A25	A6	Адресная линия 7
B26	DAC K2	DMA-Acknowledge (подтверждение)2	A26	A5	Адресная линия 6
B27	T/C	Terminal Count, (конец сеанса DMA)	A27	A4	Адресная линия 5
B28	ALE	Address Latch Enabled, расстыковка адрес/ данные	A28	A3	Адресная линия 4
B29	+5 B	+5 B	A29	A2	Адресная линия 3
B3O	OSC	Частота тактового генератора (14,31818 МГц)	A3O	A1	Адресная линия 2
B31	GND	Земля	A31	AO	Адресная линия 1

16-разрядная шина

Если вы посмотрите на слот 16-разрядной шины, обозначаемой иногда AT BUS, то увидите, что он состоит из двух частей, одна из которых в точности соответствует слоту 8-разрядной шины XT, а на контакты второй выведены линии для дополнительных адресов ввода/вывода, прерываний и каналов DMA.

На этом основании короткие 8-разрядные карты можно устанавливать в 16-разрядный слот. Сделать это наоборот, конечно же, невозможно. Слоты 16- и 8-разрядной шины ISA показаны на рис. 5.2.

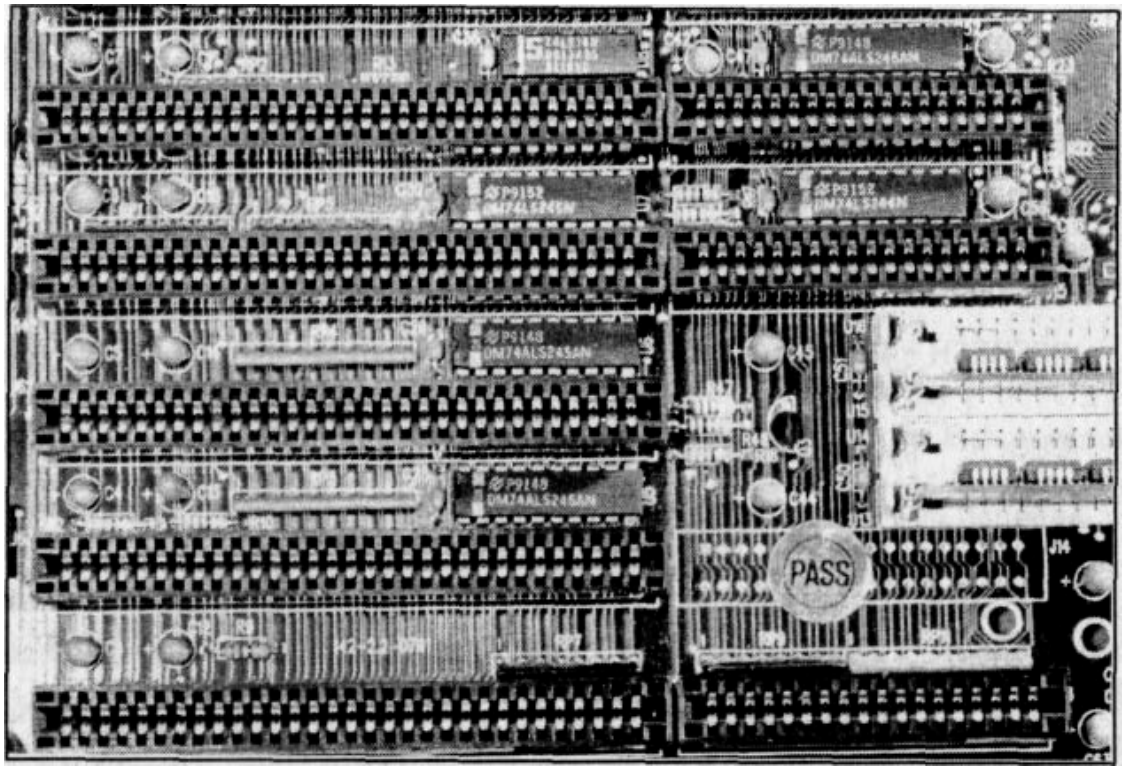


Рис. 5.2. Слоты 16-разрядной и 8-разрядной шины ISA

Дополнительный слот имеет 36 контактов. В табл. 5.3 приведено назначение контактов 16-разрядной шины ISA. Обратите внимание на изменение назначения контактов B4, B8, B11 и B12.

Передача байта данных по шине ISA происходит следующим образом. Сначала на адресной шине выставляется адрес ячейки RAM или порта устройства ввода/вывода, куда следует передать байт, затем на линии данных выставляется байт данных, по одной из линий шины управления передается сигнал записи WR (строб записи). Причем контроль записи (проверка, успели записаться данные или нет) не производится. Поэтому тактовая частота шины ISA выбрана равной 8,33 МГц, чтобы даже самые медленные устройства гарантированно успевали производить по шине обмен данными (командами).

Таблица 5.3. *Назначение контактов 16-разрядного слота*

Вывод (сторона пайки)	Сигнал	Значение	Вывод (сторона монтажа)	Сигнал	Значение
B1	GND	Земля	A1	I/O CH CK	Контроль канала ввода/вывода
B2	RES DRV	Сигнал Reset	A2	D7	Линия данных 8
B3	+5 B	+5 B	A3	D6	Линия данных 7
B4	IRQ 9	Каскадирование второго контроллера прерываний	A4	D5	Линия данных 6
B5	-5B	-5B	A5	D4	Линия данных 5
B6	DRQ2	Запрос DMA 2	A6	D3D	Линия данных 4
B7	-12B	-12B	A7	D2	Линия данных 3
B8	RES	Коммуникация с памятью без времени ожидания	A8	D1	Линия данных 2
B9	+12 B	+12 B	A9	DO	Линия данных 1
B10	GND	Земля	A10	I/O CH RD	Контроль готовности канала ввода/вывода
B11	SMEM W	Данные записываются в память (до 1 Мбайт, S обозначает Small)	A11	AEN	Address Enable, контроль за шиной при CPU- и DMA-контроллере
B12	SMEMR	Данные считываются из памяти (до 1 Мбайт, S обозначает Small)	A12	A19	Адресная линия 20
B13	IOW	Данные записываются в I/O-порт	A13	A18	Адресная линия 19
B14	IOR	Данные читаются i I/O-порта	13 A14	A17	Адресная линия 18
B15	DACK3	DMA-Acknowledge (подтверждение) 3	A15	A16	Адресная линия 17
B16	DRQ3	Запрос DMA 3	A16	A15	Адресная линия 16

B17	DACK1	DMA-Acknowledge (подтверждение) 1	A17	A14	Адресная линия 15
B18	IRQ1	Запрос на прерывание1	A18	A13	Адресная линия 14
B19	REFRESH	Регенерация памяти	A19	A12	Адресная линия 13
B20	CLC	Системный такт 4,77 МГц	A20	A11	Адресная линия 12
B21	IRQ 7	Запрос на прерывание 7	A21	A10	Адресная линия 1 1
B22	IRQ 6	Запрос на прерывание 6	A22	A9	Адресная линия 10
B23	IRQ 5	Запрос на прерывание 5	A23	A8	Адресная линия 9
B24	IRQ 4	Запрос на прерывание 4	A24	A7	Адресная линия 8
B25	IRQ3	Запрос на прерывание 3	A25	A6	Адресная линия 7
B26	DACK2	DMA-Acknowledge (подтверждение) 2	A26	A5	Адресная линия 6
B27	T/C	Terminal Count, сигнализирует конец DMA-трансформации	A27	A4	Адресная линия 5
B28	ALE	Address Latch Enabled, расстыковка адрес/данные	A28	A3	Адресная линия 4
B29	+5 В	+5 В	A29	A2	Адресная линия 3
B3O	OSC	Такт осциллятора (14.31818 МГц)	A3O	A1	Адресная линия 2
B31	GND	Земля	A31	AO	Адресная линия 1
D1	MEMCS 16	Memory Chip Select (выбор)	C1	SBHE	System Bus High Enabled, сигнал для 16-разрядных данных
D2	I/OCS 16	I/O-карта с 8/16-разрядным переносом	C2	LA23	Адресная линия 24
D3	IRQ 10	Запрос на прерывание 10	C3	LA22	Адресная линия 23
D4	IRQ 11	Запрос на прерывание 11	C4	LA21	Адресная линия 22
D5	IRQ 12	Запрос на прерывание 12	C5	LA20	Адресная линия 21
D6	IRQ 15	Запрос на прерывание 15	C6	LA19	Адресная линия 20
07	IRQ 14	Запрос на прерывание 14	C7	LA18	Адресная линия 19
08	DACKO	DMA-Acknowledge (подтверждение) 0	C8	LA17	Адресная линия 18
09	DRQO	Запрос DMA 0	C9	MEMR	Чтение данных из памяти
D10	DACK5	DMA-Acknowledge (подтверждение) 5	СЮ	MEMW	Запись данных в память
D11	DRQ5	Запрос DMA 5	C11	SD8	Линия данных 9
D12	DACK6	DMA-Acknowledge (подтверждение) 6	C12	SD9	Линия данных 10
D13	DRQ6	Запрос DMA 6	C13	SD10	Линия данных 1 1
D14	DACK7	DMA-Acknowledge (подтверждение) 7	C14	SD11	Линия данных 12
D15	DRQ7	Запрос DMA 7	C15	SD12	Линия данных 13
D16	+5 В	+5 В	C16	SD13	Линия данных 14
D17	MASTE	Сигнал Busmaster	C17	SD14	Линия данных 15
D18	GND	Земля	C18	SD15	Линия данных 16

Основная проблема шины ISA состоит в том, что при оптимальной тактовой частоте процессоров 80386 и 80486 она является как бы "горлышком бутылки" (Boutleneck — узкое место), поскольку данные не могут передаваться по шине с той же скоростью, с какой их обрабатывает CPU. Поэтому процессор в ожидании данных вынужден простаивать

(цикл ожидания). Это и явилось причиной появления шин других стандартов.

Шина MCA

Снижение производительности системы из-за низкой тактовой частоты шины привело к появлению так называемой шины "микроканал" (MicroChannel). Эта шина была разработана фирмой IBM в 1987 г. и установлена в компьютерах IBM класса PS/2.

Отличительной чертой этой шины явилась повышенная пропускная способность (до 20 Мбайт/с) за счет увеличения тактовой частоты до 10 МГц и разрядности до 32 бит.

Шина MCA являлась "интеллектуальной" (прообраз технологии Plug&Play) — не было необходимости вручную конфигурировать внешние устройства, установленные в слоты расширения MCA.

Однако архитектура MicroChannel не нашла широкого распространения. Причины здесь очевидны. Повышение производительности шины достигалось за счет полной несовместимости с шиной ISA: при переходе к использованию шины MCA нужно было заменить не только материнскую плату, но и карты расширения.

Шина EISA

Необходимость повышения производительности системы наряду с обеспечением совместимости ее компонентов привела к дальнейшему развитию шины ISA.

Под руководством ведущих изготовителей аппаратного обеспечения (Epson, Hewlett-Packard, NEC, Compaq и Wyse) появилась расширенная (Extended) версия шины ISA - EISA (рис. 5.3).

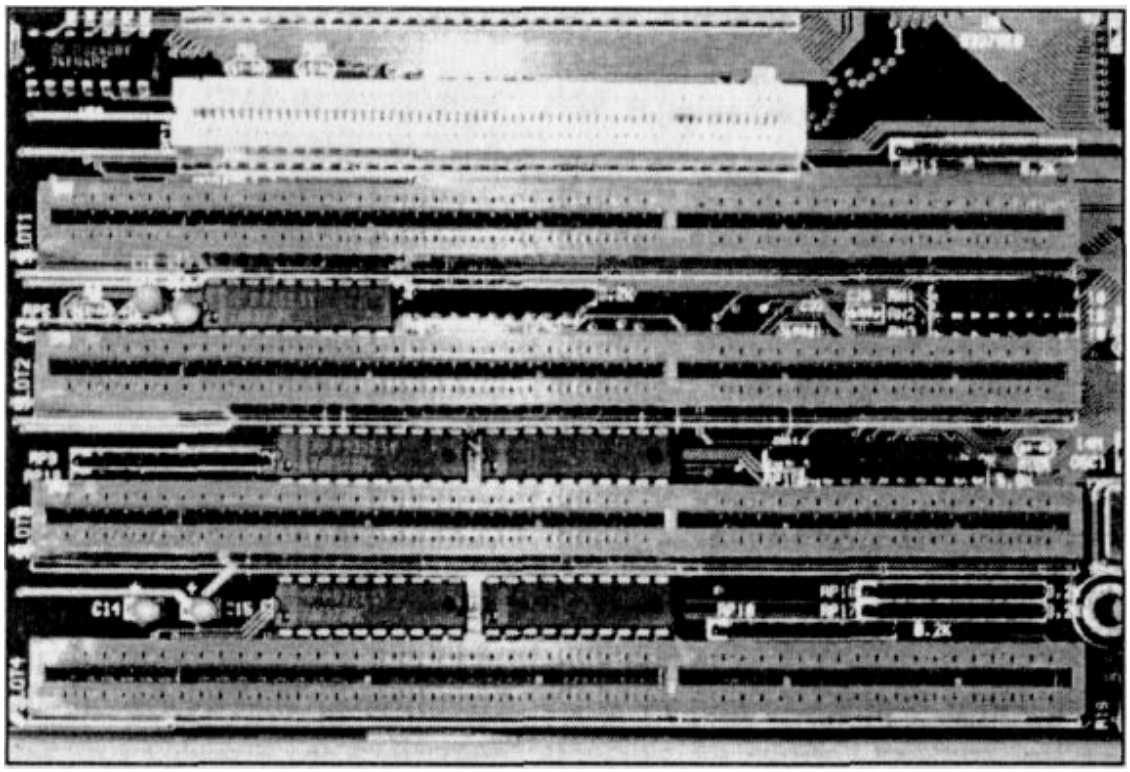


Рис. 5.3. Слоты материнской платы EISA

Хотелось бы отметить следующие достоинства шины EISA:

- слот EISA полностью совместим со слотом ISA. Это достигается благодаря "двухэтажной" конструкции слота. На "первом этаже" расположены контакты, соответствующие контактам слота ISA, а на "втором этаже" находятся контакты EISA. Поэтому в слоты шины EISA можно устанавливать карты ISA, в связи с чем при переходе на новую шину нет необходимости менять сразу все карты расширения;

- шина EISA является 32-разрядной, т. е. все 32 линии данных CPU выведены на слот, что делает возможным использование соответствующих карт (сетевых, графических, жесткого диска), которые больше не тормозятся шиной ISA. Хотя шина работает с частотой 8,33 МГц, повышение ее разрядности до 32 бит дает максимальную скорость передачи данных 33 Мбайт/с;

- как и MCA, шина EISA — интеллектуальная, т. е. конфигурация карт расширения происходит не аппаратно, с помощью DIP-переключателей и джамперов, а программно.

Так как расположение контактов слота ISA полностью совместимо с расположением контактов слота EISA, получается, что "первый этаж" разъема остался без изменения. Для предотвращения электрического контакта разъема карт ISA с контактами "второго этажа" слота EISA установлена заглушка (рис. 5.4). Карты EISA в данном месте имеют прорезь.

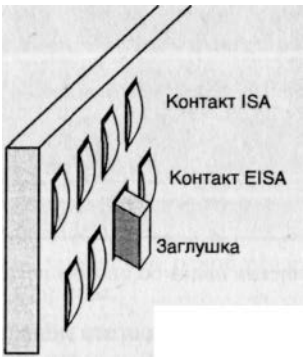


Рис. 5.4. Конструкция контакта слота EISA

Шина EISA не получила широкого распространения по причине высокой стоимости и отсутствия в достаточном количестве карт расширения EISA. Кроме того, ее пропускная способность была ниже пропускной способности появившейся в 1992 г. локальной шины VESA.

Шина VLB

Для связи CPU с быстрыми периферийными устройствами были разработаны локальные шины VLB, PCI и др.

Локальная шина VESA, или VLB *(VESA Local Bus)*, разработана Ассоциацией стандартов видеоэлектроники (Video Electronics Standart Assotiation, VESA), основанной в начале 1980-х гг. (рис. 5.5).

Необходимость создания VLB была вызвана тем, что передача видеоданных по шине ISA происходит слишком медленно.

Локальная шина VLB представляет собой не новое устройство на материнской плате, а, скорее, расширение шины ISA для обмена видеоданными. Обмен информацией с CPU осуществляется под управлением контроллеров, расположенных на картах, устанавливаемых в слот VLB, напрямую в обход стандартной шины ввода/вывода. Шина VLB является 32-разрядной и работает на тактовой частоте процессора. Кроме того, передача данных по этой шине невозможна без использования линий шины ISA, по которым передаются уже известные сигналы адресов и управления.

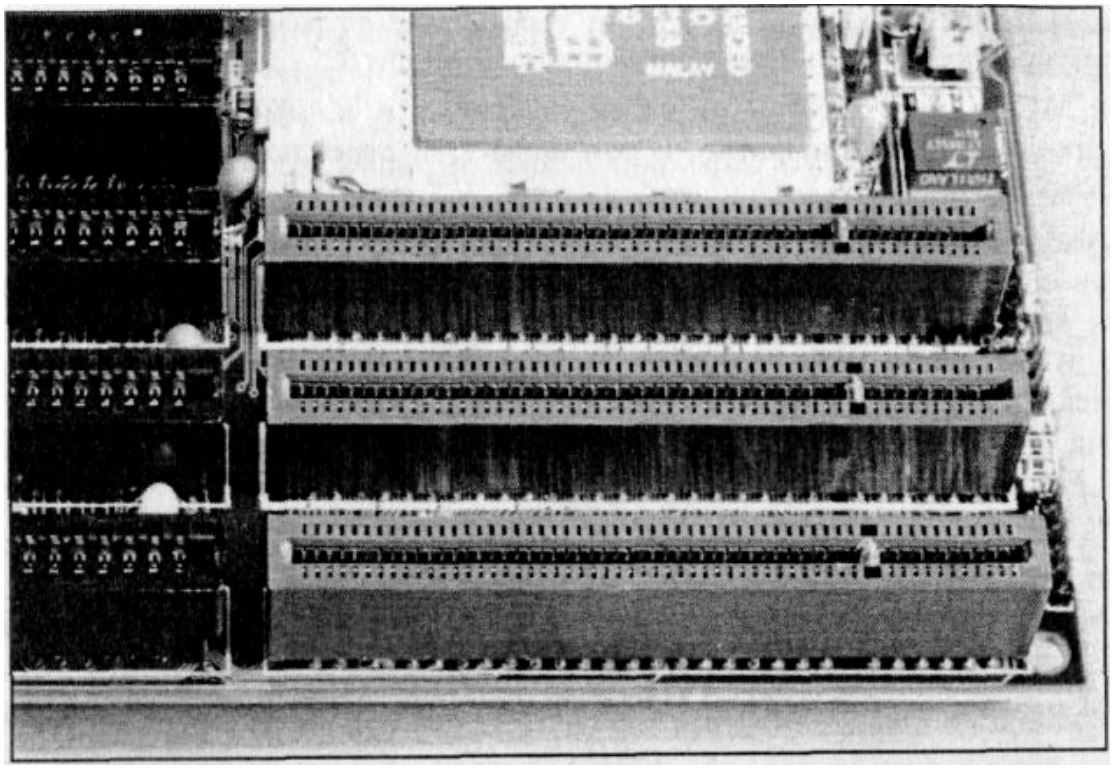


Рис. 5.5. Материнская плата со слотом локальной шины VESA

Согласно спецификации VESA тактовая частота локальной шины не должна превышать 40 МГц. Для большинства материнских плат, имеющих процессор с тактовой частотой 50 МГц, особых проблем обычно не возникает, причем, как правило, эти материнские платы оборудованы двумя слотами VLB.

Имелись соответствующие контроллеры VLB и для винчестера (как IDE, так и SCSI). Контроллер винчестера стандарта VESA показан на рис. 5.6.

Во время господства CPU 80486 шина VLB была весьма популярна, однако в настоящее время ее полностью вытеснила более производительная шина PCI.

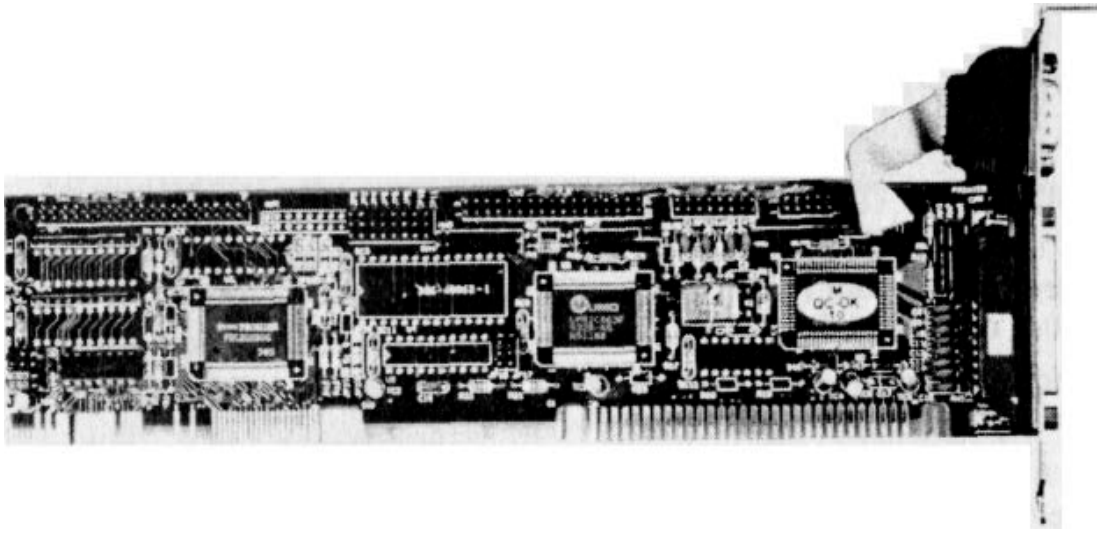


Рис. 5.6. Контроллер винчестера стандарта VESA

Шина PCI

Едва карта VLB успела закрепиться на рынке, как появилась уже новая шина PCI (Peripheral Component Interconnect). Она была разработана фирмой Intel для своего нового высокопроизводительного процессора Pentium. Шина PCI, в отличие от EISA и VLB, представляет собой не дальнейшее развитие шины ISA, а совершенно новую шину.

В современных материнских платах тактовая частота шины PCI задается как половина тактовой частоты системной шины^т. е. при тактовой частоте системной шины 66 МГц шина PCI будет работать на частоте 33 МГц, при частоте системной шины 100 МГц — 50 МГц.

Основополагающим принципом, положенным в основу шины PC1, является применение так называемых мостов (Bridges), которые осуществляют связь между шиной PCI и другими шинами (например, PCI to ISA Bridge).

Важной особенностью шины PCI является то, что в ней реализован принцип Bus Mastering, который подразумевает способность внешнего устройства при пересылке данных управлять шиной (без участия CPU). Во время передачи информации устройство, поддерживающее Bus Mastering, захватывает шину и становится главным. При таком подходе центральный процессор освобождается для выполнения других задач, пока происходит передача данных.

Применительно к устройствам IDE (например, винчестер, CD-ROM) Bus Mastering IDE означает наличие определенных схем на материнской плате, позволяющих осуществлять передачу данных с жесткого диска в обход CPU. Это особенно важно при использовании многозадачных операционных систем типа Windows 95/98, Windows NT, OS/2 и т. п.

В настоящее время шина PCI стала стандартом де-факто среди шин ввода/вывода. Поэтому рассмотрим ее архитектуру (рис. 5.7) несколько подробнее.

В чем же секрет победного шествия шины PCI в мире PC? Ответить можно так.

- В шине PCI используется совершенно отличный от шины ISA способ передачи данных. Этот способ, называемый "способом рукопожатия", заключается в том, что в системе определяются два устройства: инициатор (Iniciator) и исполнитель (Target). Когда инициирующее устройство готово к передаче, оно выставляет данные на линии данных и сопровождает их соответствующим сигналом (Indicator Ready), при этом исполняющее (подчиненное) устройство записывает данные в свои регистры и подает сигнал Target Ready, подтверждая запись данных и готовность к приему следующих. Установка всех сигналов, а также чтение/запись данных производятся строго в соответствии с тактовыми импульсами шины, частота которых равна 33 МГц (сигналу CLK).

- Основное преимущество PCI-технологии заключается в относительной независимости отдельных компонентов системы. В соответствии с концепцией PCI, передачей пакета данных управляет не CPU, а включен-

ный между ним и шиной PCI мост (Host Bridge Cashe/DRAM Controller). Процессор может продолжать работу и тогда, когда происходит запись данных в RAM (или их считывание) либо при обмене данными между двумя любыми компонентами системы.

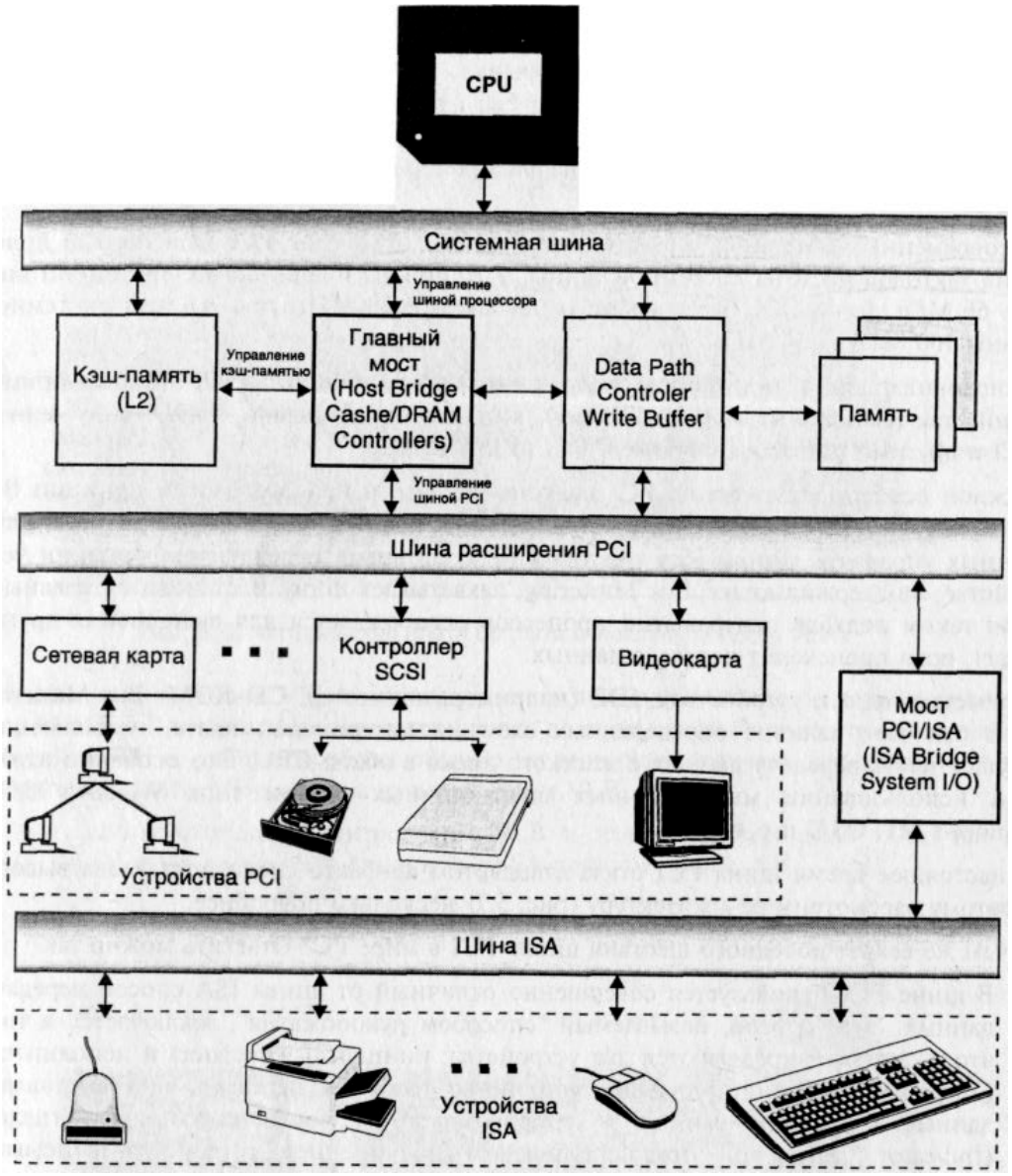


Рис. 5.7. Архитектура шины PCI

- В соответствии со спецификацией PCI 1.0 шина PCI — 32-разрядная, а PCI 2.0 64-разрядная. Таким образом, полоса пропускания шины составляет, соответственно, 33 МГц x (32 бит : 8) = 132 Мбайт/с и 33 МГц x (64 бит : 8) = 64 Мбайт/с.

- Шина PCI универсальна (или самодостаточна). Поскольку системная шина и шина PCI соединены с помощью главного моста (Host-Bridge), то последняя является самостоятельным устройстве и может использоваться независимо от типа CPU.

- В соответствии со спецификацией PCI 5.0, ширина шины увеличена до 64 разрядов, слоты PCI имеют дополнительные контакты, на которые подается напряжение 3,3 В. Большинство современных микросхем PC работает при таком напряжении.

- Система PCI использует принцип временного мультиплексирова-

ния, т. е. когда для передачи данных и адресов применяются одни и те же линии.

- Важным свойством шины PCI является ее интеллектуальность, т. е. она в состоянии распознавать аппаратные средства и анализировать конфигурации системы в соответствии с технологией Plug&Play, разработанной корпорацией Intel.

В табл. 5.4 приведено назначение контактов слота PCI.

Таблица 5.4. *Назначение контактов слота PCI*

Вывод	Сигнал (сторона пайки)	Сигнал (сторона монтажа)	Вывод	Сигнал (сторона пайки)	Сигнал (сторона монтажа)
1	TRST*	-12В	48	GND	AD10
2	+12 В	ТСК	49	AD09	GND
3	TMS	GND	50	GND/5 В	GND/5 В
4	TDI	ТОО	51	GND/5 В	GND/5 В
5	+5 В	+5 В	52	C/BEO	ADOS
6	INTA*	+5 В	53	+3,3 В	AD07
7	INTC*	INTB*	54	AD06	+3,3 В
8	+5 В	INTO*	55	AD04	ADOS
9	Зарезервировано	PRSNT1*	56	GND	AD03
10	+5 В	Зарезервировано	57	AD02	GND
11	Зарезервировано	PRSNT2	58	ADOO	AD01
12	GND/3,3 В	GND/3,3 В	59	+5 В	+5 В
13	GND/3,3 В	GND/3,3 В	60	REQ64#	ACK64#
14	Зарезервировано	Зарезервировано	61	+5 В	+5 В
15	RST#	GND	62	+5 В	+5 В
16	+5 В	CLK	63	GND	Зарезервировано
17	GNT#	GND	64	C/BE7#	GND
18	GND	REQ#	65	C/BE5#	C/BE6#
19	Зарезервировано	+5 В	66	+5 В	C/BE4#
20	AD30	AD31	67	PAR64	GND
21	+3,3 В	AD29	68	AD62	A63
22	AD28	GND	69	GND	A61
23	AD26	AD27	70	AD60	+5 В
24	GND	AD25	71	AD58	AD59
25	AD24	+3,3 В	72	GND	AD57
26	IDSEL	C/BE3*	73	AD56	GND
27	+3,3 В	AD23	74	AD54	AD55
28	AD22	GND	75	+5 В	AD53
29	AD20	AD21	76	AD52	GND
30	GND	AD19	77	AD50	AD51
31	AD18	+3,3 В	78	GND	AD49
32	AD16	AD17	79	AD48	GND
33	3,3В	C/BE2#80	80	AD46	AD47
34	FRAME*	GND	81	GND	AD45

35	GND	IRDY#	82	AD44	GND
36	TRDY#	+3,3 В	83	AD42	AD43
37	GND	DEVSEL#	84	+5 В	AD41
38	STOP#	GND	85	AD40	GND
39	+3,3 В	LOCK#	86	AD38	AD39
40	SDONE	PERR#	87	GND	AD37
41	SBO#	+3,3 В	88	AD36	+5 В
42	GND	SERR#	89	AD34	AD35
43	PAR	+3,3 В	90	GND	AD33
44	AD15	C/BE1	91	AD32	GND
45	+3,3 В	AD14	92	Зарезервировано	Зарезервировано
46	AD13	GND	93	GND	Зарезервировано
47	AD11	AD12	94	Зарезервировано	GND

Примечание

PCI-Express x16 пропускная способность ≈ 4 Гбайт/с
PCI-Express x1 пропускная способность ≈ 250 Мбайт/с

Шина AGP

Несмотря на все преимущества шины PCI, ее возможностей становится недостаточно в условиях растущей нагрузки на систему. Причина заключается в том, что новое поколение графических микросхем работает одновременно с трехмерной графикой и видео. Только для управления пользовательским графическим интерфейсом требуется половина пропускной способности шины. Очевидно, что одной шины PCI для пересылки графических и видеоданных недостаточно, — в пределах графической подсистемы необходима дополнительная шина. Специально разработанные для этой цели шины VAFC (Vesa Advanced Feature Connector) со скоростью передачи данных около 20 Мбайт/с и VMC (Vesa Media Channel) - 16 Мбайт/с не получили широкого распространения.

Чтобы, не меняя уже сложившийся стандарт на шину PC1, ускорить ввод/вывод данных на видеоадаптер и, кроме того, увеличить производительность PC при обработке трехмерных изображений без установки специализированных дорогостоящих двухпроцессорных видеоадаптеров, в 1997 г. фирмой Intel был разработан стандарт на шину AGP (Accelerated Graphics Port). AGP является каналом передачи данных между видеоадаптерами и памятью RAM, а также системной шиной процессора, при этом не пересекаясь с шиной PCI.

Примечание

Так как шина AGP соединяет только два устройства (видеоадаптер и RAM), то фактически является не шиной, а портом.

Шина AGP — это высокоскоростная локальная шина ввода/вывода,

предназначенная исключительно для нужд видеосистемы. Она связывает видеоадаптер (3D-акселератор) с системной памятью PC, поэтому на материнской плате имеется только один разъем (слот) AGP. Поскольку шину AGP использует только одно устройство, не возникает характерной для шины PCI проблемы арбитража (когда несколько устройств одновременно требуют доступа к шине), что повышает скорость обмена данными между видеоадаптером и системной памятью.

Шина AGP была разработана на основе архитектуры шины PCI, поэтому она также является 32-разрядной. Вместе с тем, у нее имеется ряд важных отличий от шины PCI, позволяющих в несколько раз увеличить пропускную способность.

- Использование более высоких тактовых частот (режимы 2x, 4x)
- Демультиплексирование (режим SBA)
- Пакетная передача данных
- Режим прямого исполнения в системной памяти (DIME)

Рассмотрим эти особенности более подробно.

Режимы 2x и 4x

Если шина PCI в стандартном варианте (32-разрядная) имеет тактовую частоту 33 МГц, что обеспечивает теоретически пропускную способность шины PCI 33 x 32 = 1056 бит/с = 132 Мбайт/с, то шина AGP тактируется сигналом с частотой 66 МГц, поэтому ее пропускная способность составляет 66 x 32 = 264 Мбайт/с (это соответствует так называемому режиму 1x). Помимо режима 1x, стандартом AGP Revision 1.0 предусмотрен режим 2x, при котором передача данных производится не только по переднему, но и по заднему фронту тактового импульса. В режиме 2x эквивалентная тактовая частота составит 132 МГц, а пропускная способность — 528 Мбайт/с. Заметим, что режим 2x идеально подходит для процессоров семейства Pentium и старше, у которых внешняя шина данных, как известно, является 64-разрядной (это позволяет за один такт выполнить две 32-разрядных команды или обработать два 32-разрядных слова).

В последних версиях шины AGP (AGP Revision 2.0), использующих пониженное напряжение питания, за один такт синхронизации удается выполнить уже не две, а четыре передачи (режим 4x), при этом скорость передачи данных через шину составляет около 1 Гбайт/с. Кроме того, наиболее современные видеоадаптеры, выполненные на основе прогрессивных технологий 0,25 мкм и 0,18 мкм, обычно устойчиво работают на более высоких частотах шины AGP, чем 66 МГц (например, при использовании в Chipset Intel 440BX тактовой частоты системной шины около 133 МГц вместо положенных 100 МГц тактовая частота шины AGP, определяемая как 66% частоты системной шины, составит не 66, а около 90 МГц). Таким образом, пропускная способность интерфейса AGP значительно выше, чем интерфейса PCI.

Pipelining — конвейерная (пакетная) передача данных

При обращении к памяти через шину ввода/вывода обязательно возникают задержки, т. е. между моментом выставления кода адреса и

моментом получения кода данных проходит какое-то время. При обмене через шину PCI эта задержка возникает при каждом обращении. Шина AGP, в отличие от PCI, предусматривает pipelining — конвейерную (пакетную) передачу данных (рис. 5.8), при которой новый запрос (код адреса) выставляется на шине сразу же после предыдущего, т. е. запросы выстраиваются в очередь (ее длина может достигать 256). Все запрошенные данные передаются по шине также в виде непрерывного пакета. В результате этого задержка получения данных может возникнуть только один раз, что значительно повышает скорость обмена данными через шину AGP по сравнению с обменом через шину PCI.

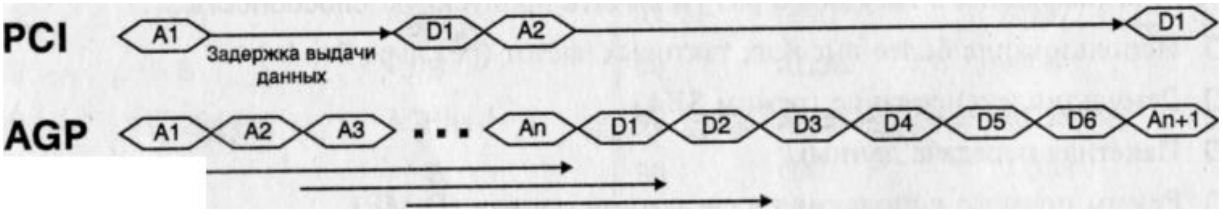


Рис. 5.8. Конвейерная обработка данных на AGP

Демультиплексирование

Как известно, шина PCI является мультиплексированной (переключаемой): одни и те же 32 линии ADO—AD31 сначала используются для передачи кода адреса, а затем — кода данных. Иногда такой режим называют AD (Address — Data).

Шина AGP также может работать в режиме AD, однако она допускает применение режима SBA (Side-Band Addressing — Адресация по боковой полосе), при котором для передачи кода адреса используются восемь дополнительных линий разъема AGP, именуемых SBO—SB7. Поскольку код адреса, как и код данных — 32-разрядный, то такое разделение является частичным демультиплексированием (для полного демультиплексирования надо выделить 32 линии вместо 8, а это весьма дорого). Заметим, что название Side-Band Addressing не совсем точно отражает суть данного режима, поскольку термин Side Band (Боковая полоса частот) традиционно используется применительно к радиоканалам, для которых уместно говорить об основной и боковой полосе выделенных частот. В шине AGP, как известно, выделяется не дополнительная полоса частот, а отдельная 8-разрядная линия передачи данных. Режим SBA используется только в режиме 2x, причем при пакетной передаче. Для выполнения адресации в режиме SBA используются три такта синхронизации (при этом, с учетом режима 2x, по проводам SBO—SB7 передается 6 байт). В течение первых двух тактов передаются 4 байта адреса, а в течение третьего такта — 1 байт длины запроса и 1 байт команды. Провода ADO—AD31 шины AGP в режиме SBA используются исключительно для передачи данных, поэтому скорость передачи данных в данном режиме существенно выше, чем в режиме AD.

Режим прямого исполнения в системной памяти (DIME)

Коль скоро стандарт AGP был разработан для использования видео-

адаптером системной памяти, следует оговорить режимы ее использования. Для видеоадаптера с интерфейсом AGP возможны два режима работы с системной памятью: DMA и DiME(DME).

Традиционным является режим DMA (Direct Memory Access — Прямой доступ к памяти), причем он, как известно, используется не только видеоадаптером, но и другими периферийными устройствами PC, имеющими более или менее интеллектуальный контроллер (например, накопители на магнитных дисках, звуковые карты и др.). Цель режима DMA ясна из его названия — обеспечить прямой обмен данными между устройством и системной памятью, минуя регистры центрального процессора (напомним, что второй вариант носит название P1O — Программный ввод/вывод). Когда 3D-акселератор работает в режиме DMA, основной для него является локальная память (именно в ней производятся все операции обработки текстур), а системная память используется только в качестве "хранилища", поэтому обмен данными по шине AGP в режиме DMA ведется большими последовательными пакетами. Значительного выигрыша в скорости работы по сравнению с интерфейсом PCI в данном режиме обычно не наблюдается.

Совершенно иначе обстоит дело в режиме DME или DiME (Direct Memory Execution — Непосредственное выполнение операций с текстурами в основной памяти компьютера). В этом режиме локальная и системная память являются для графического процессора 3D-акселератора равноценными и адресуются одинаково. В результате появляется возможность выполнить предварительную обработку текстуры в системной памяти, а в локальную память загрузить только ее окончательный вариант. Это кардинальным образом меняет характер информационного обмена — в режиме DiME обмен ведется главным образом короткими пакетами. Именно в режиме DiME радикально ускоряется выполнение операций с текстурами при их хранении в системной памяти. Поэтому только в нем 3D-акселератор с интерфейсом AGP существенно превосходит аналогичную плату с интерфейсом PCI.

В самом общем виде структурная схема видеосистемы на основе AGP может быть представлена так, как показано на рис. 5.9.

Конструктивно разъем AGP напоминает слот PC1, однако он несколько выше, поскольку контакты в разъеме AGP расположены в 2 этажа аналогично тому, как это было сделано в разъемах шины EISA или Slot 1. В зависимости от поддерживаемого напряжения питания различают 3 типа слотов AGP:

- слот AGP на 3,3 В (имеет ключ-перемычку, расположенную ближе к тыльной части материнской платы);

- слот AGP на 1,5 В (имеет ключ-перемычку, расположенную ближе к лицевой части материнской платы);

- универсальный слот AGP подходит для использования обоих напряжений на 3,3 В (ключ-перемычка отсутствует).

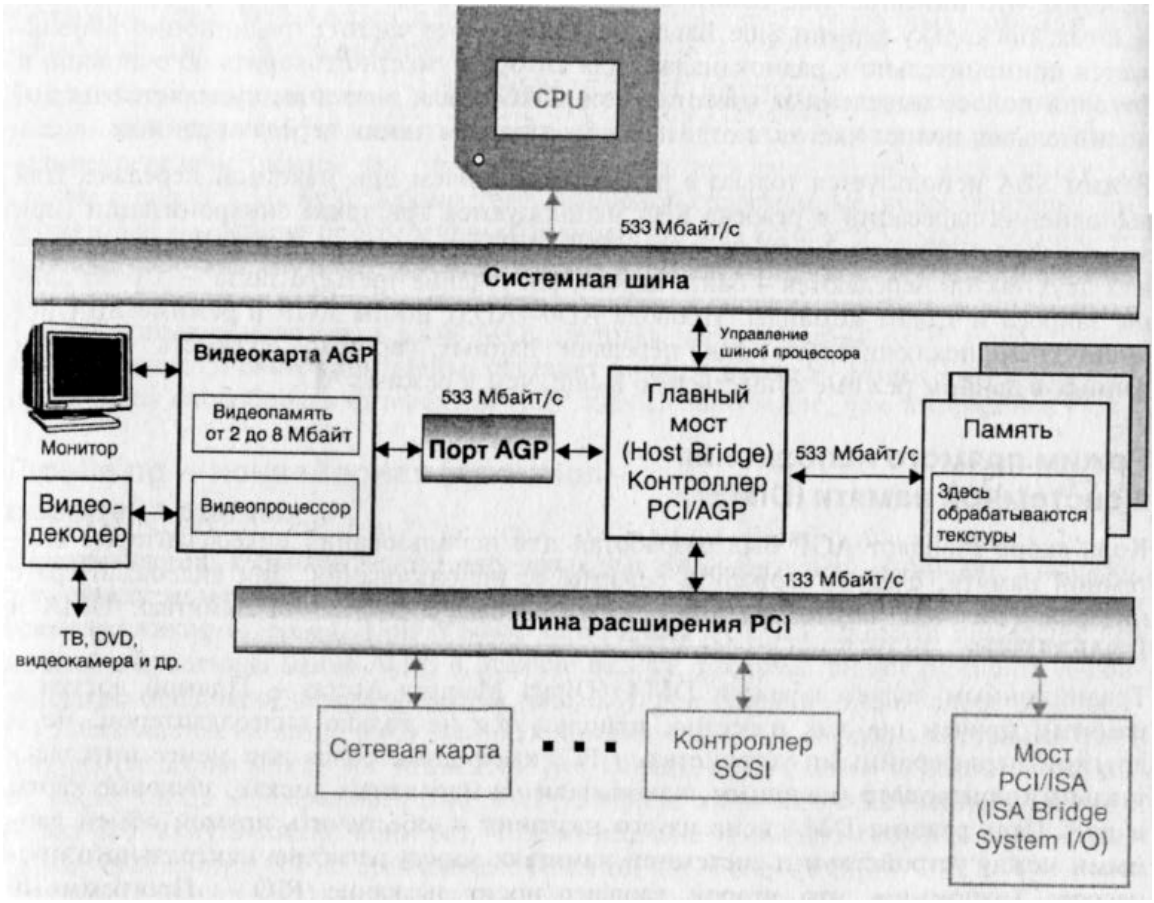


Рис. 5.9. Структурная схема видеосистемы на основе шины AGP

Поскольку режим 4x возможен только при использовании пониженного напряжения 1,5 В, то по количеству и расположению прорезей на разъеме видеоадаптера можно однозначно определить, поддерживает он режим 4x или нет. Поддерживающие режим 4x карты обычно имеют универсальный разъем с двумя прорезями (рис. 5.10, *б),* тогда как карты, рассчитанные только на режим 2x, имеют одну прорезь (рис. 5.10, *а).*

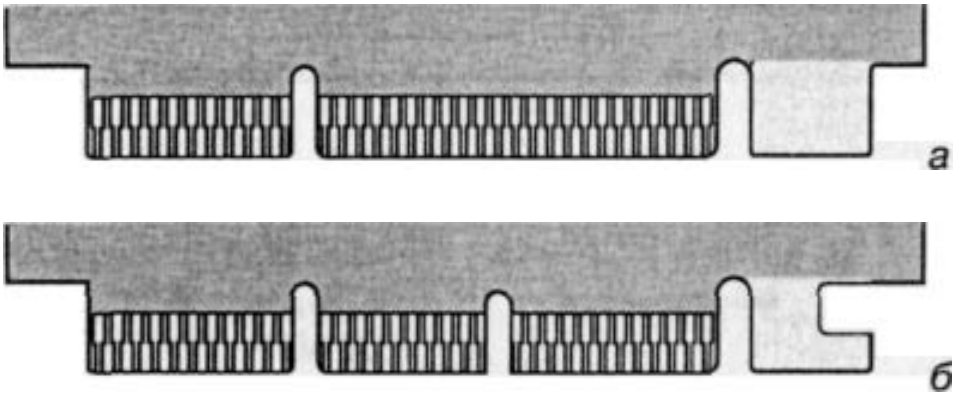


Рис. 5.10. Различные разъемы шины AGP у видеоадаптеров: *а* — для питания 3,3 В; *б* — универсальные

Шина USB

Спецификация периферийной шины USB (Universal Serial Bus) была разработана фирмами — лидерами компьютерной и телекоммуникационной промышленности — Compaq, DEC, IBM, Intel, Microsoft, NEC и Northern Telecom — для подключения периферийных устройств вне корпуса PC. Шина USB поддерживает технологию Plu&Play. Скорость обмена информацией по шине USB составляет 12 Мбит/с. На новых материнских платах имеется специальный разъем для подключения концентратора USB (USB-Hab).

К компьютерам, оборудованным шиной USB, можно подсоединять периферийные устройства (клавиатуру, мышь, джойстик, принтер и др.), не выключая питание. Как только устройство будет подключено, автоматически осуществляется его конфигурирование. Все периферийные устройства должны быть оборудованы разъемами USB и подключаться к PC через отдельный выносной блок, именуемый USB-хабом или концентратором, с помощью которого к PC можно подключить до 127 периферийных устройств.

Архитектура шины USB представлена на рис. 5.11.

Для использования шины USB под управлением операционных систем Windows 95/ 98/2000, Windows NT и OS/2 Warp разработаны специальные драйверы.

Согласно спецификациям PC 98, PC 99 и PC 2001 корпорация Intel планирует полностью заменить шину ISA шиной USB для подключения низкоскоростных периферийных устройств ввода/вывода и шиной FireWire (IEEE 1394) для подключения устройств хранения информации (CD-ROM, HDD и др.) и ввода видеоданных.

Зависимость необходимой длины кабеля USB от типа кабеля (AWG — Американский стандарт провода, см. табл. 26.2) приведена в табл. 5.5.

Таблица 5.5. *Длина кабеля USB*

Тип кабеля	Длина кабеля, м	Тип кабеля	Длина кабеля, м
AWG28	0,81	AWG22	3,33
AWG26	1,31	AWG20	5,00
AWG24	2,08		

Назначения выводов разъема USB представлены в табл. 5.6.

Таблица 5.6. *Назначение контактов разъема USB*

Вывод	Сигнал	Цвет провода	Назначение
1	VCC	Красный	+ 5В
2	D-	Белый	Данные
3	D +	Зеленый	Данные
4	Земля	Черный	Земля

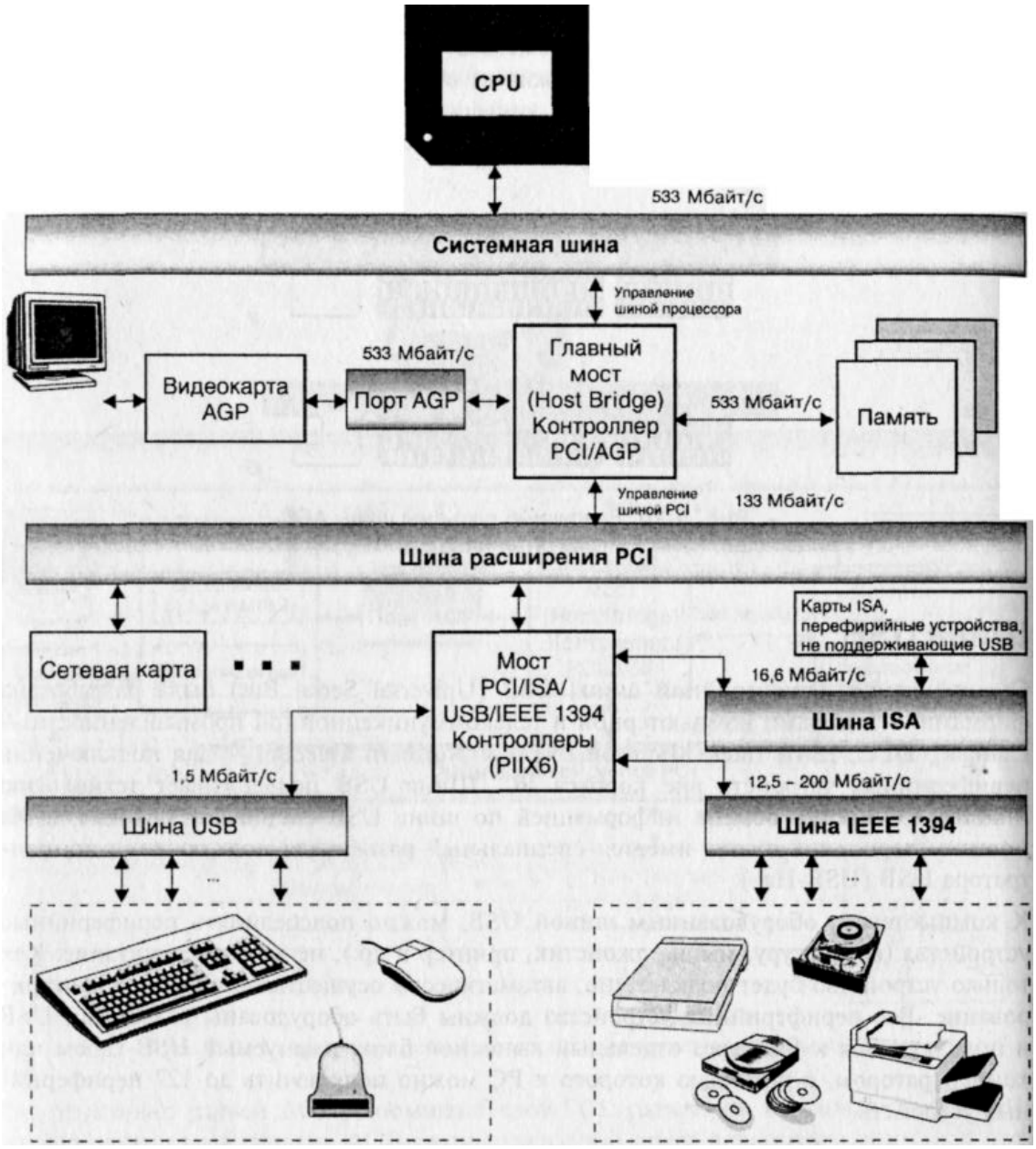


Рис. 5.11. Архитектура шины USB

Шина SCSI

Шина SCSI (Small Computer System Interface) обеспечивает скорость передачи данных до 320 Мбайт/с и предусматривает подключение к одному адаптеру до восьми устройств (винчестеры и приводы CD-ROM SCSI, сканеры, фото- и видеокамеры и др.)

В отличие от рассмотренных выше шин, шина SCSI реализована в виде кабельного шлейфа. С шиной PC (ISA или PCI) шина SCSI связывается через хост-адаптер (Host Adapter). Каждое устройство, подключенное к шине, имеет свой идентификационный номер (ID). Обычно хост-адаптеру, который должен иметь высший приоритет, назначается ID7. Типичные назначения ID для различных устройств приведены в табл. 5.7. Любое устройство, подключенное к шине SCSI, может инициировать обмен с другим устройством.

Таблица 5.7. *Типичные заводские установки ID-устройств*

SCSI ID	Устройство
7	Хост-адаптер
6	Винчестер
5	-
4	Накопитель CD-RW или стример
3	CD-ROM
2	Сканер, принтер
1	Винчестер, поддерживаемый BIOS хост-адаптера
0	Винчестер, поддерживаемый BIOS хост-адаптера

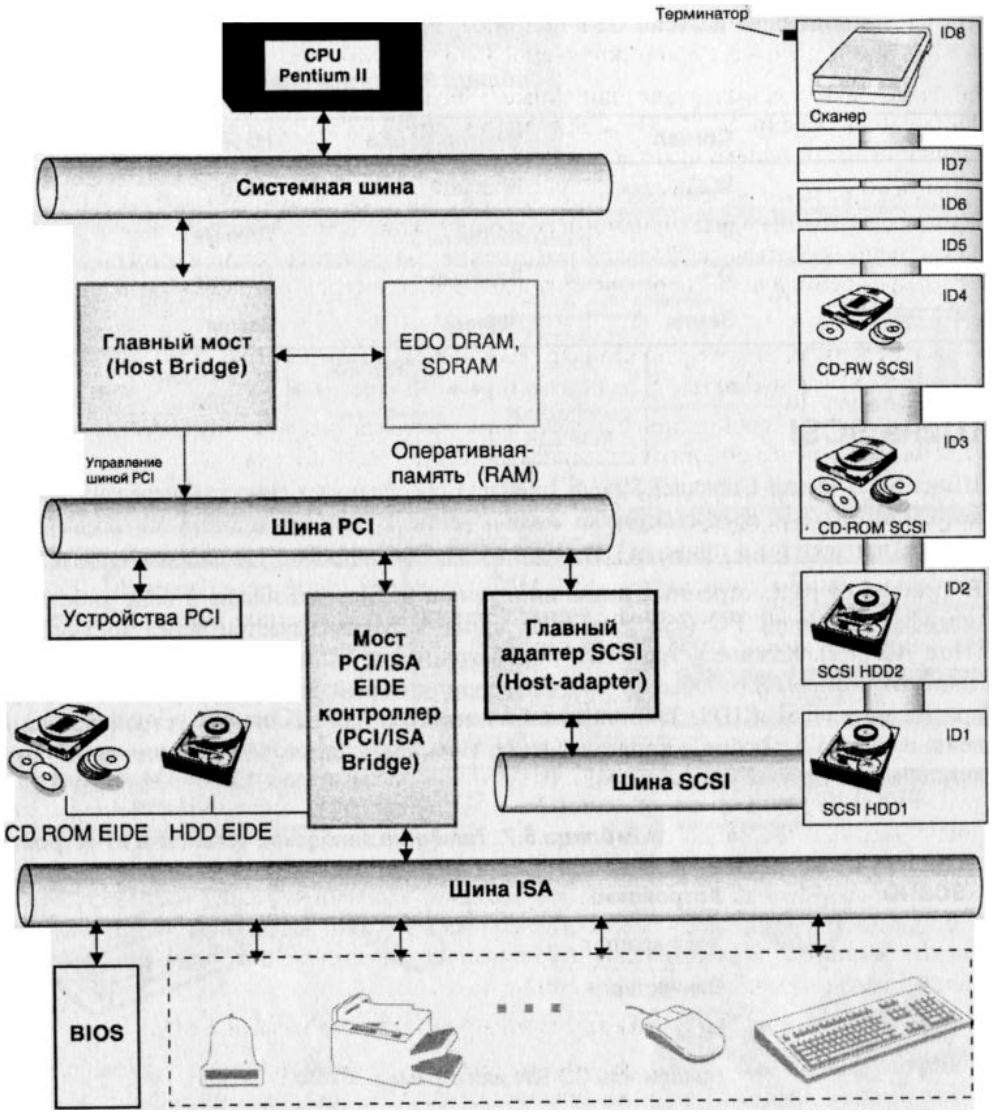


Рис. 5.12. Шина SCSI с подключенными устройствами

Как видно из рис. 5.12, скорость обмена данными через интерфейс SCSI ограничена производительностью шины ввода/вывода. Таким образом, данные могут передаваться, например, по 16-разрядной шине SCSI со скоростью до 20 Мбайт/с.

Стандарты SCSI

В настоящее время известно несколько стандартов интерфейса SCSI. Первый стандарт SCSI появился в 1986 г., стандарт SCSI II был опубликован в 1994 г. и затем был принят стандарт SCSI III.

Первоначально интерфейс SCSI использовал 50-контактный разъем и плоский ленточный кабель. Для передачи данных использовалось 8 линий (и одна линия для бита четности). Восьмиразрядная шина SCSI, функционирующая на тактовой частоте 5 МГц, обеспечивала пропускную способность 5 Мбайт/с.

По типу сигналов различают линейные (Single Ended, SE) и дифференциальные (Differential) версии SCSI. Несмотря на то, что кабели и разъемы обоих версий внешне похожи, однако они электрически несовместимы.

Дифференциальная версия SCSI для каждого сигнала использует витую пару проводников и специальные приемо-передатчики. Она менее чувствительна к шуму и может использоваться на большее расстояние, на более высокой тактовой частоте. При дифференциальной передаче сигналов использовался метод HVD (High Voltage Differential). Первая версия SCSI согласно стандарту ANSI получила название SCSI I или Narrow (узкий) SCSI (табл. 5.8).

Для повышения пропускной способности тактовая частота была увеличена до 10 МГц. Подобная шина получила наименование Fast SCSI.

Дальнейшим развитием шины SCSI стало увеличение в два раза разрядности шины. Дополнительно появилось еще 8 линий для передачи данных и одна — для контроля четности. Такая шина получила название Fast Wide SCSI. Поскольку пропускная способность шины увеличилась до 20 Мбайт/с, то эту шину также называют Fast 20. Увеличение разрядности шины данных привело к увеличению выводов разъема и проводников в кабеле до 68. Новая версия согласно стандарту ANSI получила название SCSI II.

В стандарте SCSI II утверждена система команд CCS (Common Command Set), состоящая из 18 базовых команд. Кроме того, были определены дополнительные команды для организации доступа к различным накопителям: CD-ROM, стримеру и другим периферийным устройствам. Нововведением стал метод упорядочения команд (Queuing). Согласно этому методу периферийное устройство может принять сразу несколько команд и выполнять их в том порядке, который сочтет наиболее эффективным. Данная возможность чрезвычайно важна при работе в многозадачной операционной среде, когда на шину SCSI может быть выдано одновременно несколько запросов. В рекомендательную часть стандарта вошло описание быстрых синхронных режимов обмена данными.

Следующий стандарт SCSI, определяемый ANSI, получил название

SCSI III. Описание стандарта SCSI III разбито на ряд документов. Документ, описывающий электрические соединения и назначение контактов, получил название SPI (SCSI Parallel Interface — Интерфейс для одновременной передачи данных по нескольким каналам). Другие документы описывают команды, протоколы и др. Очередным этапом развития шины SCSI явилась Ultra SCSI, которая использует тактовую частоту шины 20 МГц. Пропускная способность 8-разрядной шины составила 20 Мбайт/с. 16-разрядная шина Ultra SCSI, называемая Wide Ultra SCSI (или Fast 40), имеет пропускную способность 40 Мбайт/с.

Увеличение пропускной способности шины SCSI привело к уменьшению максимально допустимой длины кабеля. В связи с этим был разработан новый метод дифференциальной передачи данных, получивший название LVD (Low Voltage Differential). Применение данного метода позволило удвоить пропускную способность шины до 40 Мбайт/с для спецификации Ultra2 SCSI и 80 Мбайт/с для Wide Ultra2 SCSI (или Fast 80).

В сентябре 1998 г. появилась шина Ultra3 SCSI, которая имеет 63 изменения по сравнению с предыдущими версиями. После выпуска первых промышленных образцов новая спецификация получила название Ultra l60. Пропускная способность шины увеличилась до 160 Мбайт/с. Основными особенностями Ultra l60 являются:

- двойная синхронизация при передаче данных (Double Transition Clocking);

- контроль целостности данных за счет использования циклического кода с избы-] точностью (CRC);

- контроль окружения (Domain Validation), который заключается в проверке возможностей соединительных кабелей, терминаторов, карт с целью обеспечения I оптимальной производительности шины.

Следующим развитием шины SCSI явилась Ultra 320. В табл. 5.8 приведены основные характеристики различных спецификаций шины SCSI (слово "Narrow" перед названием 8-разрядной шины SCSI обычно опускается).

Таблица 5.8. *Характеристика шины SCSI*

Спецификация SCSI	Максимальная пропускная способность, Мбайт/с	Разрядность шины	Максимальная длина кабеля, м			Максимальное количество поддерживаемых устройств
			SE	LVD	HVD	
SCSII	5	8	6	Не определена	25	8
Fast SCSI	10	8	3	Не определена	25	8
Fast Wide SCSI	20	16	3	Не определена	25	16
Ultra SCSI	20	8	1,5	Не определена	25	8
Ultra SCSI	20	8	3	—	—	4
Wide Ultra SCSI	40	16	-	Не определена	25	16
Wide Ultra	40	16	1,5	—	—	8

Wide Ultra SCSI	40	16	3	—	—	4
Ultra2 SCSI	40	8	Не опре-делена	12	25	8
Wide Ultra2	80	16	Не опре-делена	12	25	16
Ultra160SCSI	160	16	Не опре-делена	12	Не оп-ре-	16
Ultra320	320	16	Не опре-делена	12	Не оп-ре-	16

Реальным соперником SCSI может стать последовательная шина IEEE 1394 (High Performance Serial Bus), чаще называемая FireWire.

Кабели и разъемы

SCSI-устройства соединяются кабелями в цепочку, на крайних устройствах устанавливаются так называемые терминаторы (от лат. *terminus* — конец). Наличие терминаторов обеспечивает устойчивость работы шины, и его отсутствие может привести к потере работоспособности. Различают пассивные и активные терминаторы. Пассивный терминатор представляет собой обычный резистор сопротивлением 132 Ом. Он не пригоден для использования на высокоскоростных шинах стандартов SCSI II и SCSI III.

Активный терминатор — это устройство, позволяющее изменять свое входное сопротивление (от 132 до ПО Ом) в зависимости от стандарта используемой шины SCSI. Активные терминаторы рекомендуется всегда использовать на несимметричных шинах независимо от быстродействия, особенно на высокоскоростных шинах SCSI. Разъемы для подключения SCSI-устройств могут быть внутренними и внешними. Различные варианты разъемов представлены на рис. 5.13.

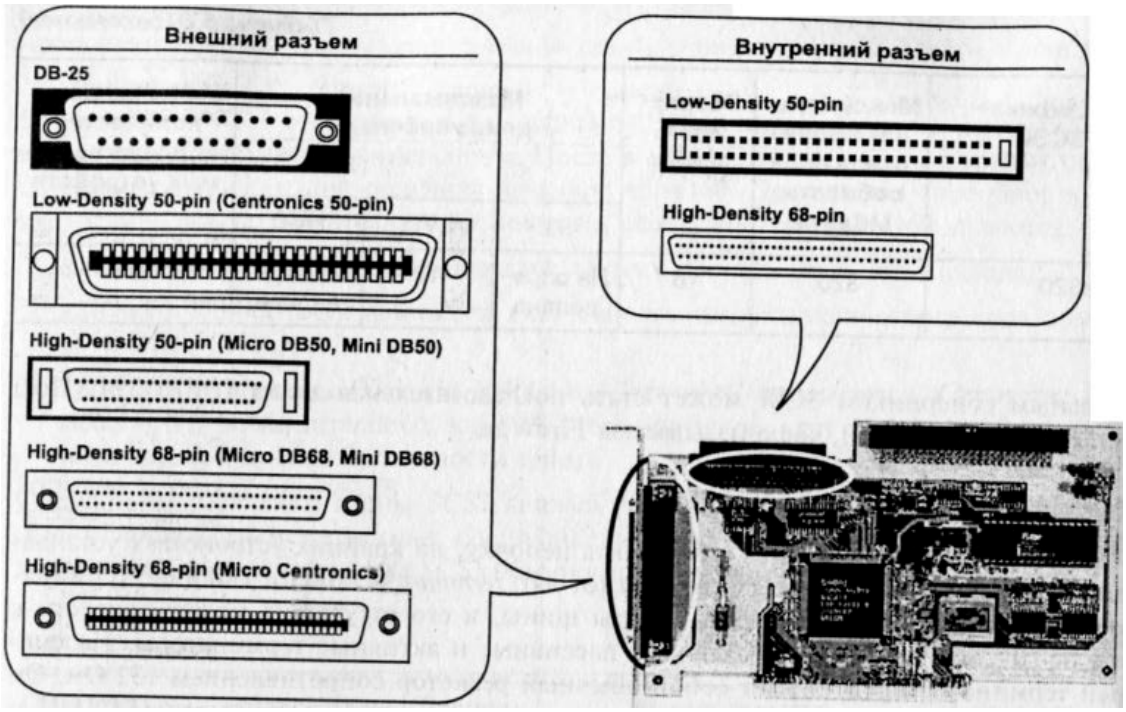


Рис. 5.13. Разъемы для подключения SCSI-устройств

Для подключения устройств SCSI используются различные типы ка-

белей. Кабель для подключения:

- NARROW устройства к шине NARROW (50 -> 50)
-WIDE устройства к шине WIDE (68 -> 68)
- NARROW устройства к шине WIDE (50 •» 68)
-WIDE устройство к шине NARROW (68 -» 50)
-WIDE SCA-2 устройства к шине WIDE (80 -> 68)
-WIDE SCA-2 устройства к шине NARROW (80 -> 50)
-WIDE SCA-2 устройства к шине WIDE (80 -> 80)

Примечание

Если после модернизации материнской платы вы не обнаружили на ней слота ISA, к которому намеревались подключить SCSI-карту сканера, то следует приобрести недорогую SCSI-карту PCI. При этом, учитывая многообразие разъемов, обязательно захватите с собой в магазин старый кабель для подключения сканера.

Назначение контактов разъема для подключения устройства SCSI Narrow к 8-разрядной шине (так называемого А-кабеля) приведено в табл. 5.9.

Таблица 5.9. *Назначение контактов разъема А-кабеля*

Вывод сигнала	Сигнал	Назначение	Вывод сигнала	Сигнал	Назначение
1..11	GND	Земля	36	GND	Земля
12	GND/Reserved	Земля/ Резерв	37	Reserved	Резерв
13	Open	Открыто	38	TERMPWR	Питание терминаторов
14	Reserved	Резерв	39	Reserved	Резерв
15.. 25	GND	Земля	40	GND	Земля
26	DBO#	Данные 0	41	ATN#	Внимание
27	DB1#	Данные 1	42	GND	Земля
28	DB2#	Данные 2	43	BSY#	Шина занята
29	DB3#	Данные 3	44	АСК#	Запрос на пересылку данных
30	DB4#	Данные 4	45	RST#	Сброс
31	DB5#	Данные 5	46	MSG#	Передача сообщений Target
32.	DB6#	Данные 6	47	SEL#	Выбор целевого устройства устройством-инициатором
33	DB7#	Данные 7	48	C/D#	Управление (0)/ данные (1) на шине
34	DBParity#	Бит четности	49	REQ#	Запрос на пересылку данных
35	GND	Земля	50	I/Q#	Направление передачи относительно инициатора

Примечание

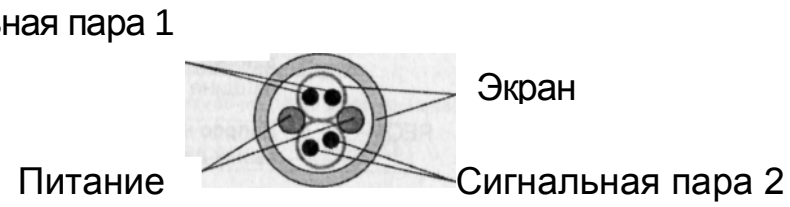
Для более простого подключения SCSI-устройств был разработан 80-контактный разъем SCA-2 (Single Connector Attachment 2), который используется только для 16-разрядных шин. Данный разъем позволяет осуществлять "горячее подключение".

Шина IEEE 1394

IEEE 1394 — это стандарт на высокоскоростную локальную последовательную шину, который был разработан на основе технологии^£1ге\¥1ге_фирмами Apple и Texas Instruments. Он является частью нового стандарта Serial SCSI (SCSI-3). Шина IEEE 1394 предназначена для обмена цифровой информацией между PC и другими электронными устройствами. Благодаря низкой стоимости и высокой скорости передачи данных эта шина становится новым стандартом шины ввода/вывода для PC. Ее изменяемая архитектура и одноранговая топология делают FireWare идеальным вариантом для подключения жестких дисков и устройств обработки аудио-и видеоинформации. Эта шина также идеально подходит для работы мультимедийных приложений в реальном времени, особенно связанных с нелинейным монтажом видеофрагментов.

Локальная последовательная шина IEEE 1394 способна передавать данные со скоростью 100, 200, 400, 800 и 1600 Мбит/с (12,5, 25, 50, 100 и 200 Мбайт/с), а при работе с файлами некоторых типов — до 1 Гбит/с. Такая высокая скорость достигается за счет передачи информации в пакетном режиме. Кроме того, шина IEEE 1394 обеспечивает одновременную работу нескольких устройств, передающих данные с разными скоростями, точно так же, как и SCSI.

Шина использует простои 6-проводный кабель (рис. 5.14), состоящий из двух различных пар линий, предназначенных для передачи тактовых импульсов и информации, а также двух линий питания. Как и USB, шина IEEE 1394 полностью поддерживает технологию Plug&Play, включая возможность "горячего подключения" (установка и извлечение компонентов без отключения питания PC). Структура шины IEEE 1394 не так сложна, как структура параллельной шины SCSI. Устройства, подключаемые к ней, могут потреблять ток до 1,5 А при напряжении от 8 до 40 В. Производительность шины IEEE 1394 выше производительности Ultra-Wide SCSI, а разъем значительно меньше разъема SCSI. Кроме того, она и стоит дешевле.



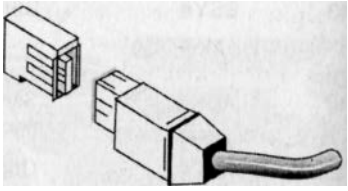


Рис. 5.14. Кабель и разъем IEEE 1394

Шина IEEE 1394 построена по разветвляющейся топологии и позволяет использовать до 63 узлов в цепочке. К каждому узлу можно подсоединить до 16-ти устройств. Если этого недостаточно, то можно дополнительно подключить до 1023 шинных перемычек, которые могут соединять более 64 000 узлов. Для передачи сигналов без искажений длина стандартного кабеля, соединяющего два узла, не должна превышать 4,5 м.

Подключать к компьютеру через интерфейс IEEE 1394 можно практически все устройства, способные работать с SCSI. К ним относятся все виды накопителей на дисках, включая жесткие, оптические, CD-ROM, цифровые видеодиски (DVD), цифровые видеокамеры, устройства записи на магнитную ленту и многие другие высокоскоростные периферийные устройства. Такие возможности делают эту шину одной из самых перспективных для объединения компьютера с бытовой электроникой. В настоящее время уже выпускаются адаптеры IEEE 1394 для шины PCI. Фирма Microsoft заявила, что во все версии Windows, начиная с Windows 98, будут добавляться драйверы для портов IEEE 1394. Компании, разрабатывающие BIOS, в дальнейшем будут включать поддержку самозагружаемых устройств. Кроме того, в соответствии со спецификацией PC 99, корпорация Intel пока рекомендует использовать в компьютерах всех типов шину IEEE 1394 наравне с USB (шина USB уже входит в перечень обязательных компонентов современного PC). Таким образом, скоро на задней панели корпуса PC можно будет увидеть выходы всего двух последовательных шин: USB, предназначенную для низкоскоростных устройств, и FireWire — для высокоскоростных. Уже сейчас доступны различные виды устройств с шиной FireWire, поддержка этой шины встроена в операционную систему Windows 98/2000

Примечание

Serial ATA – используется для внутренних устройств,
IEEE 1394 (FireWire)- используется для внешних устройств.

Последовательный и параллельный порты

Для связи с внешними периферийными устройствами еще в первых PC были предусмотрены последовательные и параллельные порты, которые сохранились и до нашего времени. Правда в последнее время их существенно теснит порт USB.

Параллельная передача данных

Параллельная и последовательная передача данных хотя и служат одной цели, обмену данными и связи между периферией (устройствами ввода/вывода) и модулем обработки данных (материнской платой), но используют различные методы и принципы обмена информацией.

Принцип действия

Параллельная связь означает, что биты пересылаются и передаются не один за другим, а все 8 бит (или иначе байт) одновременно (параллельно) или, точнее, друг возле друга. Такие параллельные связи имеют место не только при одноименных интерфейсах, но и внутри общей системы PC, например, в шине. При этом здесь принципиальным становится понятие разрядности шины.

Принцип параллельной передачи данных становится очевидным, если посмотреть на кабель, который подсоединен к разъему параллельного интерфейса, например, на кабель принтера. Если сравнить этот кабель с кабелем мыши (последовательным), то заметно, что он толще. Дело в том, что кабель для параллельной передачи данных должен, как минимум, содержать восемь проводов, каждый из которых предназначен для транспортирования одного бита.

Параллельные интерфейсы разрабатывает фирма Centronics, специализирующаяся на производстве матричных принтеров. Поэтому параллельный интерфейс часто называют интерфейсом принтера или Centronics (рис. 5.15).

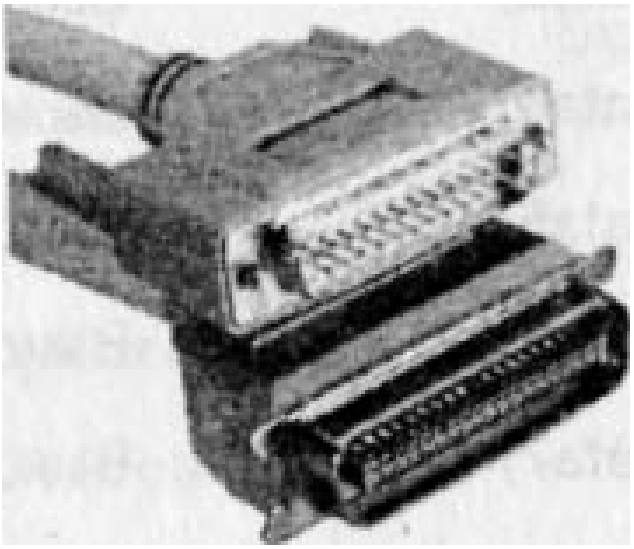


Рис. 5.15. Разъем Centronics (нижний) и 25-контактный Sub-D кабеля принтера (верхний)

Примечание

Обозначение Centronics вообще-то не совсем корректно, поскольку 25-контактный разъем (вилка) типа Sub-D кабеля принтера, которым тот подключается к разъемам параллельного интерфейса, называют Amphenolstacker. Amphenol — название крупнейшей американской фирмы, производящей разъемы (не путайте с AMP). А собственно разъем Centronics находится на другом конце кабеля принтера и представляет собой 36-контактный разъем (вилка) типа PAD.

В отличие от последовательной передачи данных, параллельная передача, как правило, однонаправленная, т. е. данные передаются только в одном направлении. Современные принтеры могут конфигурироваться и управляться с помощью программного обеспечения. Для связи им требуется двунаправленный кабель принтера. Для обмена данными между двумя PC через параллельный интерфейс *с* помощью такой программы, как Laplink, необходим специальный кабель.

Распределение сигналов

При минимальной конфигурации для реализации параллельного интерфейса было бы достаточно 11 проводов: один провод массы (корпус), два так называемых провода подтверждения (Handshake) и восемь проводов для передачи данных. На практике же имеет место параллельный интерфейс, назначение контактов разъема которого приведено в табл. 5.10. Поскольку параллельный интерфейс часто отождествляют с разъемом кабеля принтера, мы приводим также назначение выводов соответствующего 36-контактного разъема Centronics.

Таблица 5.10. *Назначение контактов разъемов кабеля Centronics*

25-контактный разъем	36-контактный разъем	Обозначение сигнала	Вход/выход	Назначение
01	01	STROBE	Выход	Готовность данных
02	02	DO (DataO)	Выход	1 бит данных
03	03	D1 (Datal)	Выход	2 бит данных
04	04	D2 (Data2)	Выход	3 бит данных
05	05	D3 (DataS)	Выход	4 бит данных
06	06	D4 (Data4)	Выход	5 бит данных
07	07	D5 (DataS)	Выход	6 бит данных
08	08	D6 (Data6)	Выход	7 бит данных
09	09	D7 (Data7)	Выход	8 бит данных
10	10	ACK (Acknowledge)	Вход	Контроль приема
11	11	BUSY	Вход	Принтер не готов к приему (занят)
12	12	PE (Paper End)	Вход	Конец бумаги
13	13	SLCT (Select)	Вход	Контроль состояния принтера
14	14	AF (Auto Feed)	Выход	Автоматический перевод строки (LF) после перевода каретки (CR)
15	32	ERROR	Вход	Ошибка
16	31	INIT (Initialize Printer)	Выход	Инициализация прин-
17	36	SLOT IN (Select In)	Выход	Принтер в состоянии on-line
18	33	GND (Ground)		Корпус

19	19	GND (Ground)		Корпус
20	20	GND (Ground)		Корпус
21	21	GND (Ground)		Корпус
22	22	GND (Ground)		Корпус
23	23	GND (Ground)		Корпус
24	24	GND (Ground)		Корпус
25	25	GND (Ground)		Корпус
	15	GND/NC (Ground/No Connect)		Корпус/свободный
	16	GND/NC (Ground/No Connect)		Корпус/свободный
	17	GND (Ground)		Корпус для монтажной платы принтера
	18	+5VDC (External +5 V)	Вход	+5 В
	26	GND (Ground)		Корпус
	27	GND (Ground)		Корпус
	28	GND (Ground)		Корпус
	29	GND (Ground)		Корпус
	30	GND (Ground)		Корпус
	34	NC (No Connect)		Корпус
	35	+5 V DC/NC (External +5 V/No Connect)		+5 В/свободный

Данные (линии 2—9 и 18—25)

Восемь линий данных передают восемь битов информации. Для каждой линии данных имеется отдельный проводник заземления (18—25).

Подтверждение (линии 1,10,11)

При передаче данных обе стороны должны сообщать друг другу информацию о своем состоянии. Это осуществляется путем передачи по определенной линии сигнала низкого или высокого уровня (напряжения О В или 5 В).

Сигнал STROBE сообщает принтеру о том, что PC установил байт данных на линии данных, и принтер может печатать символ.

Сигнал BUSY сообщает PC, что принтер занят обработкой данных, которые накопились в его буфере. После обработки данных принтер сообщает, что обработка прошла корректно и он готов к приему новой информации.

Контроль принтера (линии 12—17)

Эти линии предназначены для передачи контрольных сигналов о состоянии принтера и конфликтах в его работе, например об ошибках при передаче данных.

Paper End

По линии 12 передается сообщение PC о том, что в принтере нет бумаги. Интерфейс реагирует на это, как на срыв передачи данных, и сигнализирует об этом по другим линиям (Select и Error). В противном случае принтер печатал бы без бумаги прямо по валику, что могло бы привести к

серьезному повреждению головки принтера (в случае применения матричного принтера).

Select и Select Input

По линии 13 интерфейсу сообщается, в каком из состояний находится принтер: в состоянии on-line (готов) или off-line (выключен или не готов). Если вам неизвестны эти понятия, то объяснение им дано в *главе 10.* Уровень сигнала на линии 13 можно изменять вручную с помощью соответствующих переключателей на панели управления принтера. Сигнал Select Input, передаваемый по линии 17 или 36, устанавливает принтер в режим готовности к работе (on-line), например, после устранения какой-либо ошибки в его работе.

Error

Все ошибки, возникающие во время передачи данных, сообщаются по линии 15 или 32. Состояние линии Error влияет на состояние других линий и может остановить процесс печати.

Часто проявляющаяся ошибка при работе принтера — это так называемая ошибка времени выполнения (Time Out). Если принтер долгое время занят "изнурительной" работой с данными и не может сообщить сигналом Busy о том, что он больше не в состоянии принимать данные, то спустя некоторое время фиксируется ошибка Time Out. Регистрация этой ошибки влияет на все линии. При отсутствии сигнала об ошибке Time Out происходила бы непрерывная передача данных на принтер до тех пор, пока бесконечный цикл не привел бы к зависанию всей системы.

При инициализации (линия Init — 16 или 31) принтер переходит в свое исходное состояние. Для матричного принтера это означает, что его печатающая головка возвращается в исходное состояние. Кроме того, очищается буфер принтера, т. е. данные, обрабатываемые принтером, выгружаются из его памяти.

По линии Auto Feed (автоматический перевод строки, линия 14) передается сигнал, указывающий принтеру, как обрабатывать новую строку при поступлении команды возврата каретки.

Проще всего эту функцию можно пояснить на примере работы матричного принтера. Команда возврата каретки Carriage Return (CR) возвращает печатающую головку принтера в исходную позицию у левого края валика принтера. Если бы строка не была переведена, то при поступлении новых символов принтер печатал бы их в этой же строке. На бумаге этот результат выглядит как большое количество строк, нагроможденных одна на другую. У многих принтеров состояния этой линии переключаются соответствующими Dip-переключателями или кнопкой на панели управления принтера. Гораздо удобнее, когда установленное программное обеспечение берет на себя координацию команд Carriage Return (CR) и Line Feed (LF).

Применение параллельных интерфейсов

Параллельный интерфейс в приложениях обычно коротко обозна-

чают LPT или PRN. Последнее сокращение для принтеров эквивалентно LPT1.

LPT — это сокращение от Line Printer. Первый подключенный принтер обозначается как LPT1, а второй — как LPT2.

BIOS PC поддерживает до 3 параллельных интерфейсов, которые на практике редко кому требуются.

Стандарт IBM определяет три параллельных порта ввода/вывода, которые предусмотрены в BIOS PC и во всех версиях DOS. В адресном пространстве компьютера резервируются базовые адреса этих портов: 3BCh, 378h и 278h. Первый адрес обычно используется, если порт принтера находится, например, на карте графического адаптера Hercules или EGA. Для мультикарты (Multi I/O) или материнской платы стандартные адреса портов ввода/вывода и номеров прерываний (линий IRQ) параллельных интерфейсов представлены в табл. 5.11. При необходимости базовый адрес можно переназначить программным способом либо при помощи DIP-переключателей (перемычек).

Таблица 5.11. *Стандартные параметры параллельных интерфейсов*

Порт	Адрес	IRQ
LPT1	378h	7
LPT2	278h	5

В IBM-совместимых компьютерах за параллельными портами закреплены специальные логические имена, поддерживаемые системой: LPT1, LPT2, LPT3. Эти логические имена необязательно должны совпадать с указанными выше адресами портов ввода/вывода. При загрузке система анализирует наличие параллельных портов покаждому из трех базовых адресов. Поиск всегда выполняется в следующем порядке: ОЗВСп, 0378h и затем 0278h. Первому найденному параллельному порту присваивается имя LPTI, второму — LPT2, третьему — LPT3. В результате реализации такой схемы назначения имен можно быть уверенным в том, что в системе всегда будет порт LPTI (PRN), независимо от присвоенного ему адреса порта ввода/вывода, при условии, что компьютер оборудован хотя бы одним адаптером параллельного порта. Существует несколько типов параллельных портов:

- стандартный,
- EPP,
- ECP.

Стандартный параллельный порт

Стандартный параллельный порт предназначен только для односторонней передачи информации от PC к принтеру, что является результатом электрической конструкции порта. Он обеспечивает максимальную скорость передачи данных от 120 до 200 Кбайт/с.

Порт EPP

Фирмы Intel, Xircon, Zenith и ряд других, заинтересованных в улучшении характеристик параллельного порта, совместно разработали спецификацию улучшенного параллельного порта EPP (Enhanced Parallel Port).

Порт EPP является двунаправленным, т. е. обеспечивает параллельную передачу 8 бит данных в обоих направлениях. Это избавляет центральный процессор PC от необходимости выполнения медленных инструкций типа IN и OUT, позволяя программе заниматься непосредственно пересылкой данных. Порт EPP передает и принимает данные почти в шесть раз быстрее стандартного параллельного порта, чему способствует еще и то, что порт EPP имеет буфер, сохраняющий передаваемые и принимаемые символы до того момента, когда принтер будет готов их принять. Специальный режим позволяет порту EPP передавать блоки данных непосредственно из RAM PC в принтер и обратно, минуя процессор. Такое преимущество реализуется за счет использования такого ценного ресурса компьютера, как канал прямого доступа к памяти (DMA).

Порт EPP полностью совместим со стандартным портом. Для использования его специфических функций требуется только специальное программное обеспечение. При использовании надлежащего программного обеспечения порт EPP может передавать и принимать данные со скоростью до 2 Мбайт/с.

Подобно интерфейсу SCSI порт EPP позволяет подключать в цепочку до 64 периферийных устройств.

Порт ECP

Дальнейшим развитием порта EPP явился порт с расширенными функциями ECP (Extended Capability Port). Порт ECP обеспечивает еще большую скорость передачи по сравнению с портом EPP. Как и в EPP, в ECP сохранен тот же режим обмена данными через канал прямого доступа к памяти. Также реализован режим работы, позволяющий снизить загрузку центрального процессора при передаче данных через порт. Порт ECP позволяет подключать до 128 периферийных устройств.

Одной из наиболее важных функций, впервые реализованной в ECP, является сжатие данных. Это позволяет резко повысить реальную скорость передачи. Данная функция не является обязательной, поэтому порты, периферийные устройства и программы могут ее и не поддерживать. Однако выигрыш от сжатия данных можно получить только тогда, когда режим компрессии поддерживается как портом ECP, так и принтером. Только в этом случае может быть реализована функция сжатия данных. Если обоюдной поддержки не будет, компьютер будет обмениваться данными с принтером без сжатия.

Для сжатия данных используется метод RLE (Run Length Encoding), согласно которому длинная последовательность одинаковых символов передается всего лишь двумя байтами: один байт определяет повторяющийся символ, а второй — число повторений. При этом стандарт ECP допускает сжатие и распаковку данных как программно (путем применения драйве-

ра), так и аппаратно (схемой порта). Увеличение скорости передачи данных с помощью порта ECP существенно уменьшает время печати принтеров.

Для того чтобы воспользоваться преимуществами функциональных возможностей портов ECP и EPP, необходим компьютер, который оборудован портом, соответствующим одному из этих стандартов. Тип порта обычно задается системной BIOS персонального компьютера. Для этого вам необходимо внести соответствующие изменения в CMOS Setup, где для установки типа порта предусмотрены опции AT, PS/2 и ECP. Режим AT предназначен для стандартного параллельного порта.

Внимание!

На некоторых материнских платах к параллельному порту в режиме ECP не удается подключить наряду с принтером другие периферийные устройства (листовые сканеры, Zip-накопители и др.). Для того чтобы эти устройства работали, вам, возможно, придется переключиться в режим AT.

Стандарт IEEE 1284

В настоящее время стандарты портов EPP и ECP были включены в стандарт Американского института инженеров по электротехнике и электронике IEEE 1284. Многие современные лазерные принтеры используют этот стандарт.

Стандарт IEEE 1284 определяет четыре режима работы: полубайтовый, байтовый, EPP и ECP. Это достигается за счет выполнения требований совместимости с ранее разработанными и уже широко распространенными спецификациями. Заметим, что все они поддерживают двунаправленную передачу данных.

Дополнительно к функциям уже рассмотренных портов стандарт IEEE 1284 позволяет принтеру послать сигнал при аварии. Всякий раз при возникновении ошибки параллельный порт посылает сигнал прерывания IRQ. Следует заметить, что сигнал ошибки стандартного параллельного порта (контакт 15 разъема DB-25) не использовался для прерывания процессора и мог быть обнаружен, если только сама программа предусматривала контроль этого сигнала.

В большинстве случаев к параллельному интерфейсу подключается принтер. Однако имеются еще и другие периферийные устройства, управление которыми осуществляется через этот интерфейс. Иногда это внешние дисководы (типа Zip, Jaz), но чаще внешние стримеры. При этом возможна передача данных с максимальной скоростью 1 Мбайт/с. Также параллельные интерфейсы используются для обмена информацией между двумя PC.

Последовательная передача данных

Для последовательных интерфейсов выбор подключаемых устройств значительно шире, поэтому большинство PC одновременно оборудовано двумя интерфейсными разъемами для последовательной передачи данных (рис. 5.16). Обычно они различаются по внешнему виду. Разъемы последо-

вательного интерфейса на PC представляют собой 9-контактный (вилка) Sub-D и 25-контактный (вилка) Sub-D, назначение контактов которых приведено в табл. 5.12.

Таблица 5.12. *Назначение контактов разъемов последовательного интерфейса*

Контакт разъема DB9	Контакт разъема DB25	Обозначение сигнала	Вход/ выход	Наименование
1	8	DCD (Data Carrier Detect)	Вход	Обнаружение несущей
2	3	RXD (Recive Data)	Вход	Принимаемые данные
3	2	TXD (Transmit Data)	Выход	Передаваемые данные
4	20	DTP (Data Terminal Ready)	Выход	Готовность оконечного устройства
5	7	GND (Ground)	Корпус	Сигнальная земля
6	6	DSR (Data Set Ready)	Вход	Готовность модема
7	4	RTS (Request To Send)	Выход	Запрос передачи
8	5	CIS (Clear To Send)	Вход	Сброс
9	22	RI (Ring Indicator)	Вход	Индикатор звонка

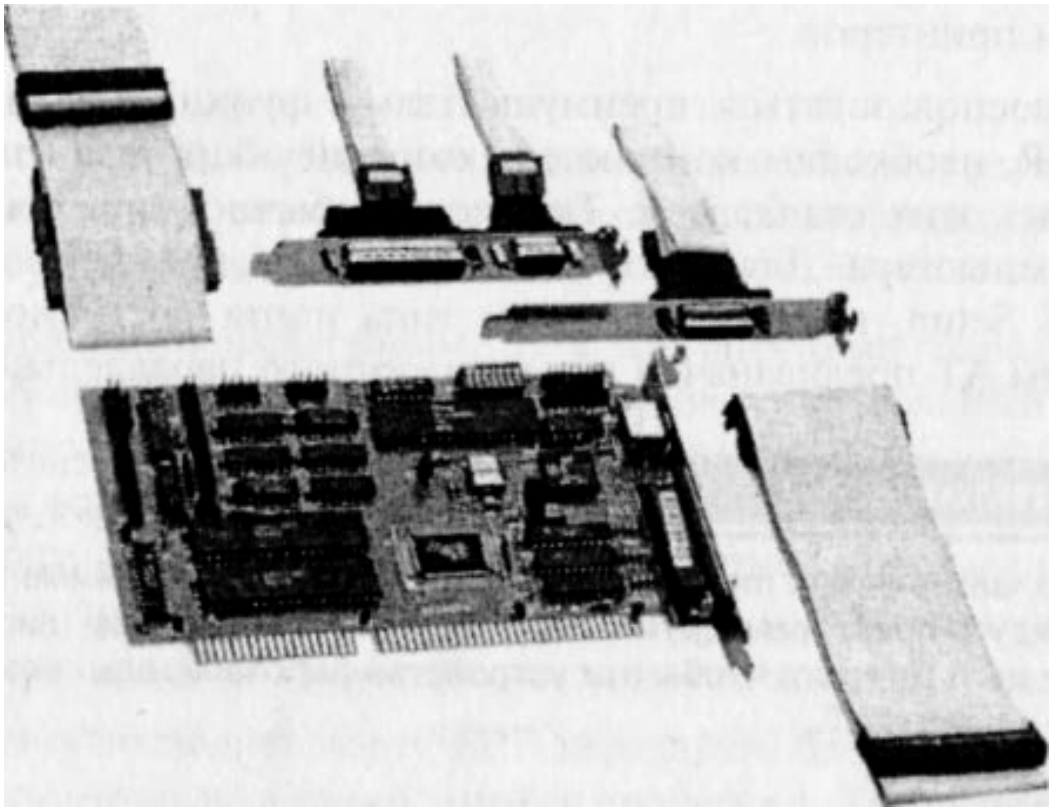


Рис. 5.16. Внешний вид мультикарты с IDE-контроллером (здесь же показаны разъемы для подключения FDD, разъемы игрового порта, порта принтера и двух последовательных портов)

В качестве стандартного обозначения для последовательного интер-

фейса чаще всего используют RS-232C.

Главный элемент последовательного интерфейса — микросхема 8250 для старых и 16 450 UART (Universal Asynchron Receiver Transmitter) для новых плат контроллеров. Контроллер на базе чипа 8250 обеспечивает максимальную скорость передачи данных 9600 бод, а чип 16 450 — 115 200 бод.

Принцип действия

В отличие от параллельной передачи данных, последовательная связь осуществляется побитно. Отдельные биты пересылаются (или принимаются) последовательно друг за другом, при этом возможен обмен данными в двух направлениях. Уровень напряжения последовательного интерфейса изменяется в пределах от -12 В до +12 В. Благодаря этому относительно высокому напряжению повышается помехоустойчивость, и данные могут передаваться без потерь по кабелю длиной 50 м и более.

В асинхронном режиме, который используют PC (передаваемая команда состоит из стартового бита, 8 бит данных и одного стоп-бита), прием и передача данных осуществляются с одинаковой тактовой частотой.

Для связи через последовательный интерфейс в принципе было бы достаточно трех проводов: провод приема, передачи и корпус. Однако на практике это часто не так, что показывает табл. 5.12.

Конфигурация

Последовательный интерфейс связывает два устройства. Для того чтобы "собеседники" при обмене данными не перебивали друг друга, они должны иметь единый протокол приема/передачи, которым определяется последовательность обмена данными.

Скорость передачи данных

Номинальная скорость передачи — это скорость передачи данных, определяемая количеством элементов двоичной информации, передаваемых за 1 с.

Эффективная (реальная) скорость — это скорость передачи с учетом необходимости передачи служебной информации (что уменьшает эффективную скорость по сравнению с номинальной) и сжатия данных (что увеличивает эффективную скорость).

Примечание

Скорость передачи измеряется в бодах, названных в честь французского ученого Жана Мориса Эмиля Бодо. Иногда вместо бод употребляют обозначение bps (bit per second), или бит/с. Однако это немного разные вещи. Величина в бодах указывает количество передаваемых битов с учетом служебных битов (стартовые биты, стоп-биты и биты контроля четности). А величина, указанная в bps, подразумевает эффективную скорость передачи самих данных. Типичные значения скорости передачи данных через последовательный интерфейс для PC и периферийных устройств, таких как модемы, составляют 1200, 2400, 4800, 9600, 19 200 бод и выше.

Обратите внимание на то, что при передаче данных, например между двумя модемами, один из которых является высокоскоростным модемом со скоростью 19 200 бод, а другой в состянии обеспечить обмен данными лишь со скоростью 2400 бод, компьютеры все равно будут общаться со скоростью 2400 бод.

Стартовый бит, стоп-бит, биты данных

Данные при последовательной передаче разделяются служебными посылками, такими как стартовый бит (Start bit) и стоп-бит (Stop bit). Эти биты указывают на начало и конец передачи последовательности бит данных (Data bits). Данный метод передачи позволяет осуществить синхронизацию между приемной и передающей сторонами, а также выровнять скорость обмена данными.

Бит контроля четности

Для идентификации и распознавания ошибок при последовательной передаче в состав посылки дополнительно включают бит контроля четности (Parity bit). Существует несколько различных вариантов использования бита контроля четности:

- бит контроля четности не посылается (No Parity);
- бит контроля четности четный (Even Parity);
- бит контроля четности нечетный (Odd Parity).

Значение бита контроля четности определяется бинарной суммой всех передаваемых битов данных. Пример определения бита контроля четности наглядно иллюстрируется в табл. 5.13.

Таблица 5. 13. *Пример определения бита контроля четности*

Данные (текстовый символ)	Бинарный код (ASCII)	Контрольная сумма	Состояние бита контроля четности (режим Even)	Состояние бита контроля четности (режим Odd)
q	01110001	4	0	1
Q	01010001	3	1	0

Для установления связи между двумя последовательными интерфейсами предварительно необходимо сконфигурировать их соответствующим образом, т. е. указать, как будет осуществляться обмен данными: скорость обмена, формат данных, контроль четности и т. п.

Аппаратное конфигурирование интерфейса путем соответствующей установки джамперов или переключателей типа Dip считается очень неудобным. Поскольку при необходимости изменить настройки последовательного порта, чтобы получить доступ к различным переключателям на карте контроллера, приходится вскрывать корпус PC. Наиболее простым и удобным является конфигурирование последовательного интерфейса программным способом. Здесь идет речь, прежде всего, о среде Windows, предоставляющей такую возможность. Синтаксис команды операционной системы, выполняющей программное конфигурирование

последовательного интерфейса:

MODE COMx: скорость_в_бодах, вид_четности, число_бит_данных, число_стоп_бит, повторение

На практике параметры указывают только в краткой формулировке. Например, запись 8E1 обозначает протокол обмена данными с числом бит 8, бит контроля четности четный и один стоп-бит. Запись 7N2 указывает на 7 бит данных, без контроля четности и два стоп-бита.

Распределение сигналов

Назначение контактов разъема последовательного интерфейса было приведено в табл. 5.12. В PC в качестве разъемов последовательного интерфейса применяются две модификации: 9-контактный и 25-контактный разъемы, обозначаемые как DB9 и DB25 соответственно. В связи с этим обратите внимание на нумерацию контактов этих разъемов, показанную в табл. 5.12.

Рассмотрим подробнее назначение сигналов последовательного интерфейса. Приведенный здесь технический материал поможет разобраться с назначением индикаторов состояния на модеме и правильно настроить коммуникационные программы. П Сигнал DCD используется в модемах для сообщения компьютеру и коммуникационной программе об установлении связи "модем-модем". Когда локальный модем связывается с удаленным модемом и получает в ответ хороший сигнал несущей, он формирует положительный сигнал DCD.

- Сигнал RXD представляет собой данные, переданные удаленным PC и полученные компьютером/модемом.

- Сигнал TXD представляет собой данные, передаваемые компьютером/модемом. Отметим наличие двух линий данных, одна из которых предназначена для передачи, а другая для приема. Следовательно, при наличии соответствующей коммуникационной программы два последовательных устройства могут передавать данные одновременно.

- Сигнал DTR (положительный) сообщает удаленному PC о готовности компьютера/модема к приему данных. Дополнительным для этого сигнала является сигнал DSR. Чтобы два устройства могли взаимодействовать, оба эти сигнала должны быть высокого уровня, сообщая о наличии устройств и их готовности к обмену данными.

- Линия GND является сигнальной землей, т. е. второй линией, необходимой для передачи и приема сигналов.

- Сигнал DSR наряду с сигналом DTR сообщает PC о включении (режим on-line) и готовности к обмену данными с удаленным компьютером/модемом (сигнал положительный).

- Сигнал RTS является одним из двух сигналов (второй — CTS), благодаря которым осуществляется обмен данными между двумя соединенными компьютерами/модемами. Это сигналы готовности к приему данных. Сигнал RTS формирует локальный, а сигнал CTS — удаленный модем.

- Сигнал CTS дополняет пару сигналов RTS/CTS. В случае отсутствия на соответствующих линиях сигналов RTS и CTS положительной полярности практически во всех системах связи передача данных по последова-

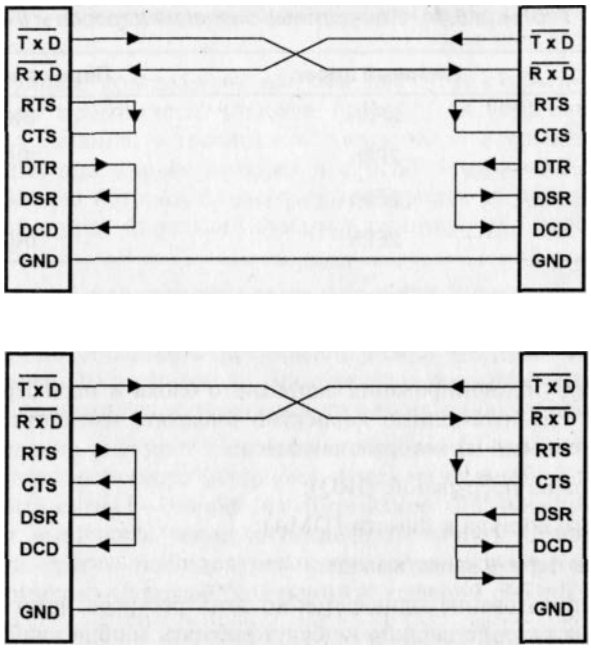
тельному каналу невозможна. Однако имеются исключения. Чаще всего встречается подключение последовательного оконечного устройства к удаленному компьютеру. При таком способе подключения линии RTS/CTS можно как использовать, так и не использовать. Обычно для того чтобы сэкономить количество проводников в соединительном кабеле, эти линии коммутируют соответствующим образом непосредственно на локальном разъеме интерфейса. Например, можно соединить контакты 4 и 7, а также 8 и 6 внутри на 9-контактном разъеме DB9 последовательного порта PC. После этого остается только соединить контакт 3 (передаваемые данные) на разъеме PC с контактом 3 (принимаемые данные) на принтере или другом устройстве, оборудованном разъемом DB25; соединить контакт 5 на PC с контактом 7 на удаленном устройстве, а также соединить контакт 6 (квитирующий проводник) на PC с контактом 19 разъема принтера или другого устройства. В результате получается однонаправленный кабель PC-принтера, состоящий всего из трех проводников.

- Сигналом RI локальный модем сообщает компьютеру (коммуникационной программе), к которому он подключен, о поступлении телефонного вызова, т. е. о предстоящем сеансе связи.

Монтаж кабельной проводки оконечного устройства, в нашем случае — PC, для передачи данных не всегда прост. Следует использовать кабель, прилагаемый к периферийному устройству.

Если вы хотите связать через последовательный интерфейс два PC, то должны использовать так называемый кабель Null-Modem, потому что в процессе связи не принимает участие специальное оборудование передачи данных, например модем. В этом случае вам нужно самостоятельно изготовить такой кабель. Возможные схемы соединения двух PC через разъемы DB9 приведены на рис. 5.17.

Прерывания и адреса



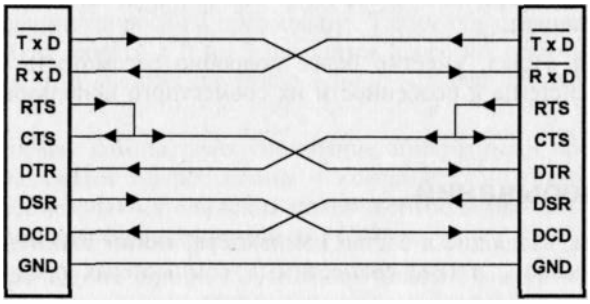


Рис. 5.17. Соединение двух PC через кабель Null-Modem

COM-порты могут быть сконфигурированы различным образом. BIOS PC поддерживает до 4 последовательных интерфейсов. С конфигурацией двух, как правило, проблем не бывает, тем более что стандартные установки на плате интерфейса обычно соответствуют оптимальным. Проблемы могут возникнуть при конфигурировании портов COM3 и COM4, поскольку для них необходимо указать непересекающиеся с другими устройствами адреса и номера линий прерывания.

Внимание!

При переустановке с помощью джемперов на плате контроллера адреса и/или номера IRQ в каждом случае следует обязательно записывать первоначальные установки. При покупке нужно обращать внимание на то, чтобы в документации на карту расширения были описаны соответствующие возможности конфигурирования. Если вы позднее будете вставлять дополнительную карту, которая требует переустановки адреса портов, эта документация вам поможет.

Стандартные значения адресов и IRQ для COM-портов приведены в табл. 5.14.

Таблица 5.14. *Стандартные значения адресов и IRQ для COM-портов*

Порт	Базовый адрес	Линия прерывания
COM1	3F8h	IRQ 4
COM2	2F8h	IRQ3
COM3	3E8h	IRQ 4
COM4	2E8h	IRQ3

Системные ресурсы

Для нормального функционирования системного блока и периферийных устройств, подключенных к PC, необходимо корректно разделять имеющиеся общие системные ресурсы, основными из которых являются:

- линии запросов на прерывание (IRQ);
- каналы прямого доступа к памяти (DMA);
- базовые адреса портов ввода/вывода.

Некорректное использование одновременно этих ресурсов ведет к конфликтам, в результате которых устройства либо не будут работать вооб-

ще, либо будут вести себя непредсказуемо. Эти конфликты могут быть успешно устранены только путем грамотной настройки программно-аппаратных средств. Эту процедуру обычно называют конфигурированием.

Поэтому, на наш взгляд, уместно более подробно рассмотреть специфику имеющихся ресурсов системы и особенности их совместного использования различными устройствами.

Система прерываний

Чтобы устройства, входящие в состав компьютера, могли взаимодействовать с центральным процессором, в IBM-совместимых компьютерах предусмотрена система прерываний (Interrupts).

Система прерываний позволяет компьютеру приостановить текущие действия и переключиться на другие в ответ на поступивший запрос, например, на нажатие клавиши на клавиатуре.

Без прерываний было бы очень трудно обеспечить эффективную работу компьютера. С одной стороны, желательно, чтобы компьютер был занят возложенной на него работой; с другой стороны, необходима его мгновенная реакция на любой требующий внимания запрос. Прерывания обеспечивают немедленную реакцию системы. Каждому компоненту компьютера, которому может потребоваться запросить внимание процессора, выделяется особый номер прерывания. Например, клавиатура имеет свой номер прерывания, поэтому при нажатии клавиши процессор "узнает" об этом. Номера прерываний имеют также дисковые накопители и принтеры. Накопители на дисках с помощью прерываний сообщают об окончании запрошенной программной операции, а принтеры сигнализируют об отсутствии бумаги или о готовности печатать следующий символ.

В IBM PC-совместимых компьютерах имеется два вида прерываний: аппаратные (Hardware interrupts) и программные (Software interrupts). К аппаратным относятся, в первую очередь, прерывания, встроенные в процессор — прерывания при делении на ноль, прерывания при аварии питания и т. п. К аппаратным также относятся прерывания, с помощью которых процессору сообщается об аппаратных событиях, например, уже упомянутых отсутствии бумаги в принтере или окончании дисковой операции.

С помощью прерываний прикладные программы могут выполнять операции, запрограммированные в операционной системе, ROM BIOS или в других сервисных программах. Отметим, что аппаратное прерывание может получить управление и при выполнении программного прерывания. Программные прерывания действуют практически так же, как и аппаратные, и отличаются только источником прерывания.

Аппаратные прерывания работают следующим образом. Когда какому-либо устройству требуется участие процессора (например, когда на клавиатуре нажата клавиша), оно посылает особый сигнал — запрос на прерывание. Получив такой запрос, процессор прекращает выполнять текущую последовательность команд, а вместо нее начинает выполнять другую последовательность, соответствующую данному прерыванию (в нашем при-

мере — передает код нажатой клавиши работающей программе).

Для простой и эффективной локализации процедуры обслуживания прерываний служит таблица векторов прерываний, содержащаяся в первых ячейках памяти компьютера. Вектор — это полный адрес памяти (4 байта) той процедуры, которая вызывается при появлении запроса на прерывание. Таким образом, в таблице векторов прерываний в ячейках памяти с 0 по 3 находится адрес программы обработки прерывания с номером 0, в ячейках памяти с 4 по 7 — адрес программы обработки с номером 1 и т. д.

В IBM PC-совместимых компьютерах управление аппаратными прерываниями осуществляется специальными микросхемами — контроллерами прерываний. Как уже отмечалось, на современных материнских платах контроллеры прерываний интегрированы в микросхему контроллера периферии Chipset.

В PC XT с восьмиразрядной шиной ISA имелось только 8 внешних аппаратных прерываний. В PC AT с процессором 80286 количество линий прерываний было увеличено вдвое благодаря использованию уже двух контроллеров прерываний.

Каждый из контроллеров имеет по 8 входных линий для приема запросов на прерывание. Линии запроса на прерывание называются IRQ (Interrupt-Requests). Прерывания, используемые вторым контроллером, подаются на неиспользованный вход IRQ 2 первого (рис. 5.18).

Каждая линия имеет свой приоритет. Наивысший приоритет соответствует линии IRQ 0. Отметим, что контроллеры прерываний включены таким образом, что линии IRQ 8—IRQ 15 имеют приоритет ниже приоритета линии IRQ 2, но выше IRQ 3. Каждой линии IRQ соответствует вектор прерываний, указывающий местонахождение процедуры обслуживания запроса на прерывание в ROM BIOS. Линиям IRQ I — IRQ 7 соответствуют векторы прерываний от 8H до OFH, а линиям IRQ 8— IRQ 15 — векторы от 70H до 77H.

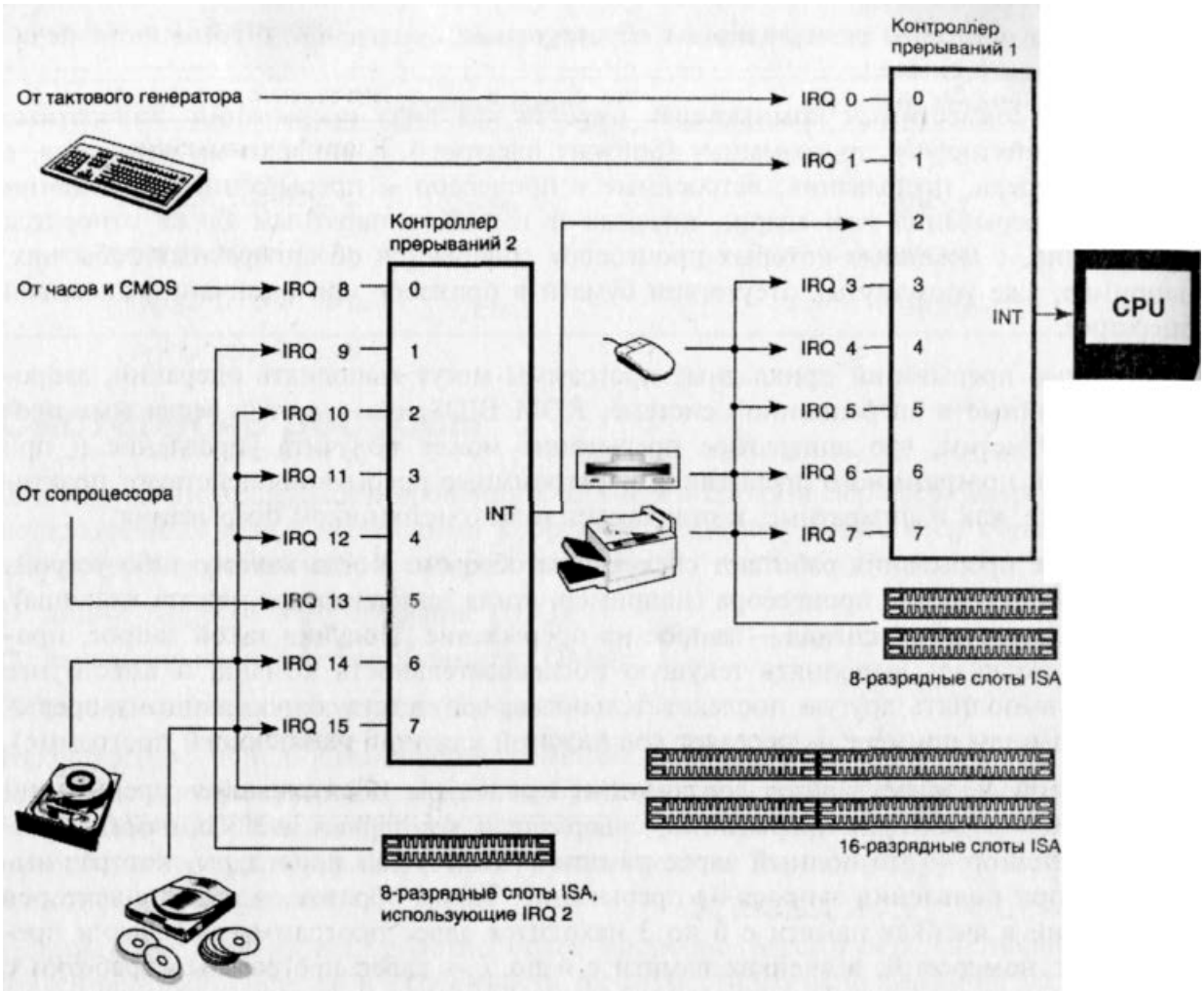


Рис. 5.18. Назначение прерываний в 16-разрядных шинах ISA

Часть линий прерываний резервируется системой, а часть может быть предоставлена для использования дополнительным оборудованием, необходимым пользователю. Так, например, IRQ 13 отводится для математического сопроцессора и оно не может быть использовано другим устройством, даже если математический сопроцессор не установлен. Обычно для IBM PC-совместимых компьютеров свободны IRQ 3, IRQ 5, IRQ 7, IRQ 10, IRQ 11 и IRQ 12. Стандартное распределение аппаратных прерываний приведено в табл. 5.15.

Таблица 5.15 *Стандартное распределение аппаратных прерываний*

IRQ	Назначение	Тип адаптера
00	Прерывание от таймера	—
01	Прерывание от клавиатуры	—
02	Связь со вторым контроллером прерывания (каскадное прерывание)	—
03	COM2, COM4	8- или 16-разрядный
04	COM1.COM3	8- или 16-разрядный

05	LPT2 или звуковая карта	8- или 16-разрядный
06	Контроллер дисковода	8- или 16-разрядный
07	LPT1	8- или 16-разрядный
08	Текущее время	—
09 10	Свободен или сетевая карта Свободен	8- или 16-разрядный 16-разрядный
11	Свободен, SCSI адаптер или поддержка IRQ для управления PCI	16-разрядный
12	Свободен и порт мыши Bus Mouse	16-разрядный
13	Сопроцессор	—
14	Первичный IDE (контроллер винчестера)	16-разрядный
15	Вторичный IDE (контроллер винчестера)	16-разрядный

Прямой доступ к памяти

Передача данных в режиме прямого доступа к памяти (Direct Memory Access, DMA) требуется при обмене данными между оперативной памятью и высокоскоростными устройствами. В режиме прямого доступа периферийное устройство связано с оперативной памятью непосредственно через каналы прямого доступа (каналы DMA), а не через внутренние регистры микропроцессора. Наиболее эффективным такой режим обмена данными бывает в ситуациях, когда требуется высокая скорость для передачи большого объема информации (например, при загрузке данных в память с компакт-диска).

Для инициализации процесса прямого доступа на системной шине используются соответствующие сигналы. Так, устройство, требующее прямой доступ к памяти, по одному из свободных каналов DMA обращается к контроллеру, сообщая ему путь (адрес), откуда или куда переслать данные, начальный адрес блока данных и объем данных (рис. 5.19). Инициализация обмена происходит с участием процессора, но собственно передача данных осуществляется уже под управлением контроллера DMA, а не процессора.

Для организации прямого доступа в память в компьютерах IBM PC/XT использовалась одна 4-канальная микросхема DMA 18237, канал 0 которой предназначен для регенерации динамической памяти. Каналы 2 и 3 служат для управления высокоскоростной передачей данных между дисководами гибких дисков, винчестером и оперативной памятью соответственно. Доступным является только канал DMA 1.

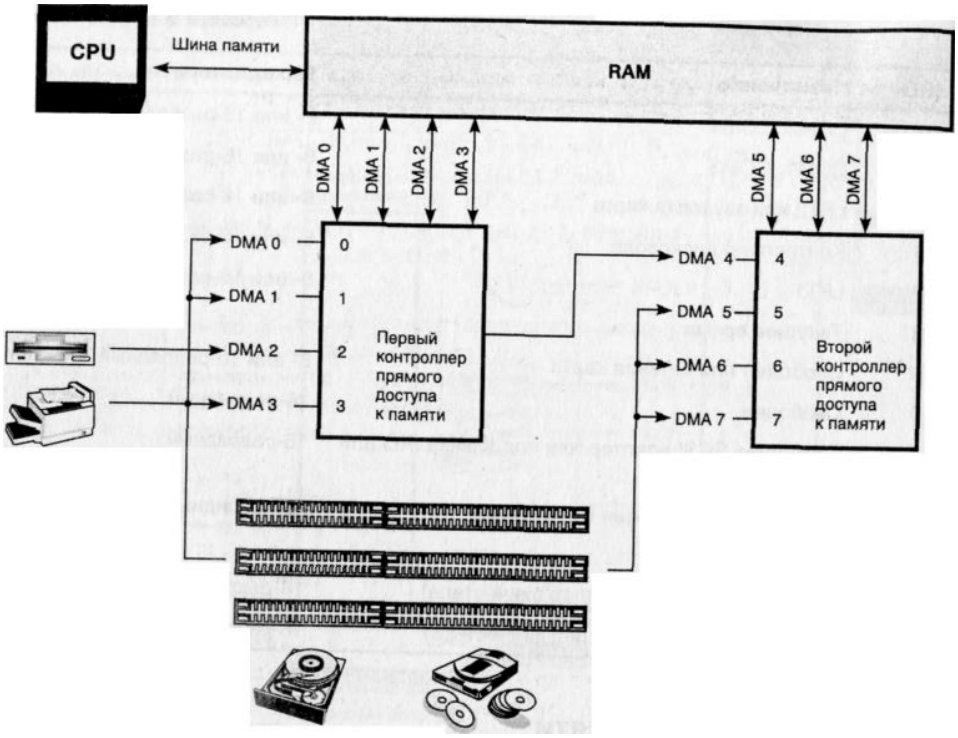


Рис. 5.19. Назначение каналов DMA

IBM PC/AT-совместимые компьютеры имеют уже 7 каналов прямого доступа к памяти. Как и для контроллеров прерываний, это достигается путем каскадного включения двух микросхем 18237, интегрированных в микросхему контроллера периферии; одна ИЗ ЛИНИЙ (Канал DMA4) используется для подключения каналов DMA 0—DMA 3.

Из всех каналов DMA стандартно задействован только канал DMA 2 для обмена данными с дисководом гибких дисков. Каналы DMA l и DMA 2 обычно используются звуковыми картами.

Один канал DM может использоваться различными устройствами, но не одновременно, например, канал DMA I - для звуковой карты и стримера. Однако в этом случае вы не сможете одновременно слушать музыку и записывать данные на ленту.

Порты ввода/вывода

В PC любое устройство (контроллеры, установленные на картах расширения или на материнской плате) за исключением оперативной памяти рассматривается центральным процессором как периферийное.

Обмен данными между CPU и периферийными устройствами осуществляется через так называемые порты ввода/вывода. Конструктивно порт ввода/вывода — это буферное устройство или регистр контроллера, процессора обработки сигналов и т. п., которые непосредственно подключены к шине ввода/вывода PC.

Для управления обменом данными между аппаратными компонентами

компьютера каждому порту ввода/вывода присваивается свой уникальный шестнадцатеричный номер (адрес порта), например 2F8h, 370h. Можно провести аналогию с почтой: чтобы письмо попало по назначению, на конверте должен быть правильно указан адрес получателя. Напомним — символ "h" (hex) означает, что адрес указывается в шестнадцатеричной системе исчисления.

В IBM-совместимых PC можно адресовать (использовать) 65 536 (216) портов ввода/вывода (хотя большинство из них, как правило, не используется). Причем адресное пространство портов ввода/вывода не совпадает с адресным пространством памяти, что дает возможность иметь полный объем памяти и полный набор портов ввода/вывода. Стандартный диапазон адресов портов ввода/вывода для IBM PC-совместимых компьютеров составляет 0—3FFh включительно, хотя реально можно использовать адреса вплоть до FFFFh (например, порты процессора WT-синтеза звуковой карты *(см. главу 14)* имеют адреса в диапазоне 620h—E23h). Сюда входят порты контроллеров клавиатуры, жестких и гибких дисков, видеоадаптеров EGA/VGA, звуковых карт, последовательных и параллельных интерфейсов, игровых портов и любого другого периферийного оборудования.

Отметим, что периферийными устройствами могут использоваться несколько портов ввода/вывода. Иногда их количество может достигать нескольких десятков. Например, контроллер параллельного интерфейса, к которому обычно подключается принтер, имеет три регистра: регистр вывода данных, регистр состояния и регистр управления, адресуемые через свои порты ввода/вывода, а контроллер последовательного интерфейса — десять регистров, адресуемых через семь портов ввода/вывода.

Естественно, адресация портов осуществляется центральным процессором при выполнении той или иной программы. Для того чтобы исключить необходимость указания конкретного адреса каждого порта ввода/вывода при программировании, а также для оперативного их изменения в зависимости от конкретной конфигурации компьютера, существует понятие базовый адрес порта ввода/вывода (Base Address Input/Output).

Базовый адрес порта ввода/вывода присваивается каждому периферийному устройству и соответствует младшему адресу из группы портов (обычно адресу порта регистра данных). Адресация остальных портов периферийного устройства осуществляется путем задания смещения (целое число) относительно базового адреса. Например, для адресации порта регистра состояния контроллера параллельного интерфейса необходимо значение базового адреса порта LPT увеличить на единицу. Следует помнить, что под базовым адресом ввода/вывода любого периферийного устройства понимается весь диапазон адресов портов ввода/вывода.

BIOS резервирует ряд диапазонов адресов портов ввода/вывода стандартных аппаратных компонентов PC, которые не могут быть использованы другими периферийными устройствами (табл. 5.16).

Например, под интерфейс LPT1 резервируется диапазон адресов 378п—37Eh, в пределах которого можно выбирать базовый адрес порта ввода/вывода. Тогда будет исключена возможность конфликтов при адресации портов на аппаратно-программном уровне. Поскольку для управления и контроля LPT1 используются три регистра, в пределах этого диапазона адресов имеется 5 возможных значений базового адреса — 378h—37Ch. Диапазон адресов 200h—207h зарезервирован под игровой порт для джойстика, хотя фактически из восьми адресов обычно используется только один — 200h или 20In. Подобная ситуация наблюдается и для других устройств.

Таблица 5.16. *Стандартное распределение адресов* ввода/вывода

Диапазон адреса	**Назначение**
100-1EF	Свободен
280-2EF	Свободен
3E0-3EF	Свободен
250-277	Свободен
200-217	Свободен
370-377	Свободен
000-01F	Первый контроллер DMA
0 F0-0 FF	Сопроцессор
0AO-0BF	Второй контроллер прерывания
0C0-0DF	Второй контроллер DMA
1F0-1F8	Контроллер винчестера
1F9-1FF	Свободен
2F8-2FF	COM2
3A0-3AF	SDLC 1 (синхронное управление передачей данных 1)
3B0-3BF	Монохромная графическая карта, параллельный интерфейс (IBM PS/2)
3C0-3CF	Графическая карта EGA
3D0-3DF	Графическая карта CGA
3F0-3F7	Контроллер дисковода
3F8-3FF	COM1
020-03F	Первый контроллер прерываний
040-05F	Таймер
060-06F	Контроллер клавиатуры
070-07F	Текущее время
080-09F	Регистр страниц DMA
200-20F	Игровой порт (джойстик)
220-24F	Свободен
278-27F	LPT2
300-31F	Свободен
330-35F	Свободен
360-36F	Сетевая карта
378-37F	LPT1
380-38F	SDLC 2 (синхронное управление передачей данных 2)
390-39F	Свободен

К сожалению, на практике стандартные адреса портов и прерывания используются не всеми изготовителями аппаратного обеспечения так, как было описано. Тем не менее, вы можете самостоятельно сконфигурировать плату расширения, чтобы это не привело к конфликту между двумя прерываниями или даже адресами портов.

Изменить базовый адрес порта ввода/вывода можно с помощью джамперов на карте контроллера (материнской плате), программно (например, используя команду **Пуск** (Start) | **Настройка** (Setting) | **Панель управления** (Control Panel) | **Система** (System) в Windows 95/98/2000) или посредством CMOS Setup.

1. ИНТЕРФЕЙСЫ

КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ИНТЕРФЕЙСАХ

Все компоненты компьютерной системы соединяются между собой через стандартные интерфейсы. Так как это понятие является основополагающим, базовым для понимания принципов функционирования и сборки компьютера, дадим краткую характеристику существующих сегодня и перспективных интерфейсов. В дальнейшем особенности интерфейсов будет рассмотрены подробнее. Для тех, кто не желает вдаваться в подробности, будет вполне достаточно кратких сведений, изложенных ниже.

ISA (Industry Standard Architecture — архитектура промышленного стандарта, другое название AT-Bus). Является основной шиной на системных (материнских) платах устаревших компьютеров типа PC AT. На новых материнских платах этот интерфейс либо отсутствует, либо представлен всего 1-2 слотами (разъемами) расширения для совместимости с устаревшими компонентами. Конструктивно представляет собой выполненный на материнской плате разъем, состоящий из двух частей 62-контактного и примыкающего к нему 36-контактного сегментов. Пиковая пропускная способность не превышает 5,55 Мбайт/с. Устройство, установленное в слот ISA, не может управлять обменом данных по шине, поэтому скорость обмена совершенно недостаточна для современных требований. Через интерфейс ISA раньше подключались такие компоненты, как видеокарты, контроллеры ввода-вывода, контроллеры жестких и гибких дисков, модемы, звуковые карты и прочие устройства. Сегодня подключать что-либо через ISA нежелательно (во всяком случае, на вновь приобретаемом компьютере). В крайнем случае при модернизации компьютера допустимо оставить на этом слоте некритичные устройства — модем или звуковую карту, которые позже можно сменить на компоненты с более новым интерфейсом.

Рис. 1.1. Слот ISA (16-битный)

EISA (Enhanced ISA — расширенная ISA). Является функциональным и конструктивным расширением интерфейса ISA. В разъемы можно вставлять как платы для шины ISA, так и для EISA. Платы EISA имеют более высокую ножевую часть разъема с дополнительными рядами контактов, а слот имеет расположенный в глубине такой же ряд дополнительных контактов. Пиковая пропускная способность — 32 Мбайт/с. Поддерживает режим управления шиной со стороны любого из устройств, установленных в разъем (Bus Mastering). В настоящее время считается устаревшим интерфейсом и на современных системных платах не встречается. Приобретать системную плату с таким интерфейсом из числа бывших в употреблении не рекомендуется.

VLB (VESA Local Bus — локальная шина стандарта VESA). Этот интерфейс является 32-разрядным расширением шины ISA. Расположен также на материнской плате. Конструктивно выглядит как 116-контактный дополнительный разъем, продолжающий линейку слотов ISA (итого — три расположенные подряд секции). Допустимая тактовая частота до 50 МГц, пиковая пропускная способность 130 Мбайт/с. Этот интерфейс широко применялся ранее

(главным образом для видеокарт). Обмен данными с процессором осуществляет непосредственно каждый компонент, установленный на шине VLB, без промежуточной буферизации. Такое решение увеличивает нагрузку на выходные каскады процессора, ухудшает прохождение сигналов по шине и снижает надежность обмена данными. Поэтому интерфейс VLB имеет жесткое ограничение на количество устанавливаемых устройств в зависимости от тактовой частоты шины: при 33 МГц — три, 40 МГц — два, 50 МГц — одно. В настоящее время интерфейс устарел и может встречаться лишь на материнских платах, изготовленных ранее.

PCI (Peripheral Component Interconnect — соединение внешних компонентов). Внешний вид слота представлен ниже на рис. 1.4. Этот интерфейс не совместим ни с одним из предшествующих. Поддерживает тактовую частоту до 33 МГц (вариант PCI 2.1 - до 66 МГц), имеет пиковую пропускную способность до 132 Мбайт/с (264 Мбайт/с для 32-разрядных и 528 Мбайт/с для 64-разрядных данных на частоте 66 МГц). Конструктивно разъем состоит из двух следующих подряд секций по 64 контакта. Внутри второй секции имеется

пластмассовая поперечная перегородка (ключ) для предотвращения неправильной установки карт. Разъемы и карты к ним поддерживают уровни сигналов либо 5В, либо 3,3В, либо оба уровня (универсальные). В первых двух случаях карты должны соответствовать уровню сигнала разъема, универсальные карты ставятся в любой разъем. Интерфейс обеспечи-

вает поддержку режима Bus Mastering и автоматической конфигурации компонентов при установке (Plug-and-Play). Все слоты PCI на материнской плате сгруппированы в сегменты, число разъемов в сегменте ограничено четырьмя. Если сегментов несколько, они соединяются посредством так называемых мостов (bridge). В настоящее время PCI является самым распространенным и универсальным интерфейсом. С его помощью подключаются к материнской плате самые разные компоненты: звуковые карты, контроллеры SCSI, видеокарты и прочие устройства.

PC Card/PCMCIA (Personal Computer Memory Card International Association — стандарт международной ассоциации производителей плат памяти для персональных компьютеров). Служит интерфейсом внешней шины мобильных компьютеров класса NoteBook. Современное название модуля — PC Card. Поддерживает адресное пространство до 64 Мбайт, автоматическую конфигурацию, обеспечивает «горячее» подключение и отключение устройств (в процессе работы компьютера). Конструктивно представляет собой миниатюрный 68-контактный разъем. Контакты питания удлиненные, что позволяет вставлять и вынимать карту при включенном питании компьютера..

USB (Universal Serial Bus — универсальная последовательная шина). Этот сравнительно новый интерфейс служит для подключения различных внешних устройств. Предусматривает присоединение до 127 внешних устройств к одному USB-каналу (по принципу общей шины). На современных материнских платах обычно имеется два-четыре канала на контроллер. Обмен данными по шине USB происходит в пакетном режиме при пиковой пропускной способности до 12 Мбит/с

AGP (Accelerated Graphics Port—ускоренный графический порт). Этот интерфейс предназначен исключительно для подключения видеоадаптеров к отдельной (не связанной с системной шиной) магистрали AGP, имеющей выход непосредственно на системную память. Внешний вид слота AGP приведен ниже на рис. 1.5. В системной памяти размещаются преимущественно параметры трехмерных объектов (текстуры, альфа-канал, Z-буфер), требующие быстрого доступа со стороны как процессора, так и видеоадаптера. Пиковая пропускная способность шины до Т066 Мбайт/с (в режиме четырехкратного умножения AGP/4x). Конструктивно выглядит как отдельный разъем на материнской плате. Никакие другие компоненты, кроме видеоадаптеров, к AGP подключить нельзя.

IEEE1394 (Institute of Electrical and Electronic Engineers 1394 — стандарт института инженеров по электротехнике и электронике № 1394. Этот орган стандартизации, в том числе и в области компьютерной техники, находится в США). Данный последовательный интерфейс ведет свою родословную от интерфейса 1394 (называемого также FireWire — нам нравится перевод «огненная линия»), применяемого на компьютерах фирмы Apple (не совместимых с IBM PC). С его помощью подключаются внутренние компоненты компьютера и внешние устройства (всего до 127

устройств на один контроллер). Пиковая пропускная способность достигает сегодня 50 Мбайт/с, разрабатываются модификации интерфейса, способные передавать 200 Мбайт/с и даже 800 Мбайт/с. Главным преимуществом интерфейса IEEE 1394 является простота подключения множества устройств по единому шестижильному кабелю: две жилы обеспечивают питание, четыре служат для обмена данными. Не менее интересен способ адресации устройств. Воедино может быть связано 1024 сети по 63 устройства в каждой, причем в каждом устройстве адресуется до 281 Тбайт памяти. Весь этот массив невообразимого размера воспринимается процессором как единая область памяти со страничным доступом. Согласно требованиям спецификации PC99 новый интерфейс призван заменить IDE/ATA при подключении внешних жестких дисков, дисководов CD и DVD, а также послужить для соединения с высокоскоростными внешними устройствами: цифровыми видеокамерами, видеомагнитофонами, накопителями, музыкальными центрами. Пока встроенной поддержки IEEE 1394 в большинстве материнских плат не предусмотрено (хотя выпускаются отдельные платы расширения), но в ближайшем будущем такие контроллеры станут необходимым элементом.

SCSI (Small Computer System Interface — интерфейс малых компьютерных систем). Первоначально этот интерфейс появился в 1980 году для работы с дисковыми подсистемами. В настоящее время существует несколько спецификаций интерфейса, отличающихся параметрами подключаемых устройств, пиковой пропускной способностью, максимальной длиной шлейфа. В качестве SCSI-устройств сейчас чаще всего выступают высокоскоростные компоненты с большим объемом передаваемых данных: жесткие диски, CD-дисководы, сканеры. По-видимому, SCSI будет постепенно вытесняться более современным и удобным интерфейсом IEEE 1394.

Для обеспечения работы компонентов с интерфейсом SCSI требуется наличие на компьютере специального SCSI хост-адаптера (вставляемого в слот расширения или встроенного в системную плату), который согласует сигналы устройства со спецификациями шины системной платы, присваивает идентификационные номера подключенным SCSI-компонентам, обрабатывает данные с помощью специального драйвера. К сегодняшнему дню имеются следующие спецификации SCSI:

- оригинальная (или SCSI-1);
- Fast SCSI-2;
- FastWide SCSI-2;
- Ultra SCSI-2;
- UltraWide SCSI-2;
- Ultra SCSI-3;
- Ultra/160 SCSI.

Скорость передачи данных варьируется от 5 (SCSI-1) до 160 (Ultra/160 SCSI) мегабайт в секунду, частота шины от 5 (SCSI-1) до 40 (SCSI-3) мега-

герц, количество поддерживаемых устройств от 8 (SCSI-1, Fast SCSI-2, Ultra SCSI-2) до 16 (остальные спецификации SCSI), длина шлейфа от 1,5 (Ultra SCSI-2, UltraWide SCSI-2) до 12 (Ultra SCSI-3) метров. Все устройства SCSI подключаются по цепочке, причем первое (т. е. SCSI хост-адаптер) и последнее устройства в цепочке должны иметь терминаторы (активные или пассивные), обеспечивающие определенные электрические характеристики (по напряжению и сопротивлению) в цепи.

IDE/ATA (Integrated Drive Electronics — встроенная электроника накопителя; AT Attachment — подключение к AT). Этот интерфейс предназначен исключительно для обеспечения работы жестких дисков и других накопителей. В настоящее время используется только спецификация ATA—2, имеющая рас ширенные возможности. Для работы компонентов с интерфейсом IDE/ATA требуется наличие соответствующего контроллера. В большинстве случаев он выполняется встроенным на системной плате и поддерживает ~~два разъема~~

IDE (Primary — первичный и Secondary — вторичный), к каждому из которых можно подключать по два устройства (Master и Slave — ведущий и ведомый). Преимущества интерфейса ATA-2 обусловлены поддержкой режимов LBA (Logical Block ~~Address — логическая ад~~ресация блоков), что обеспечивает работу с дисками большой (свыше 528 Мбайт) емкости; PIO (Programmed Input-Output — программный ввод-вывод), DMA (Direct Memory Access — прямой доступ к памяти). Пиковая пропускная способность IDE До 100 Мбайт/с (по протоколу Ultra DMA-100). Для обеспечения совместимости с накопителями, отличными от жестких дисков, существует протокол обмена данными ATAPI (ATA Packet Interface — пакетный интерфейс ATA), поддерживаемый программным кодом в BIOS. Согласно пожеланиям спецификации PC2001 интерфейс IDE/ATA будет постепенно заменяться интерфейсом Serial ATA.

ACPI (Advanced Configuration Power Interface — расширенный интерфейс конфигурирования и питания). Представляет собой единую систему управления питанием для всех компонентов компьютера. В частности, предусмотрено сохранение состояния системы перед отключением питания, с после~~дующим его восстановлением без пол~~ной перезагрузки. Поддерживается новейшими модификациями BIOS системных плат и блоками питания в корпусах типа ATX.

Device Bay (установочный узел). Спецификация этого интерфейса описывает механические, электрические и программные требования к подсоединяемым компонентам. По замыслу разработчиков (Intel, Microsoft, Compaq) новый интерфейс должен заменить существующие сегодня разнотипные стандарты на разъемы устройств (ISA, SCSI, COM, LPT, IDE). Физически представляет собой разъемы трех типоразмеров — DB32, DB20, DB13, к которым должны подключаться как внешние, так и внутренние компоненты. Требует наличия специального контроллера. Разъемы содержат шины питания и данных, конструктивно выполнены так, чтобы

не допустить неправильной установки. Предусмотрено «горячее» включение в систему, соединение с интерфейсами USB и IEEE 1394. Видимо, интерфейс Device Bay в скором времени заменит большинство разъемов для внутренних и внешних устройств. Пока на выставках были представлены только опытные образцы.

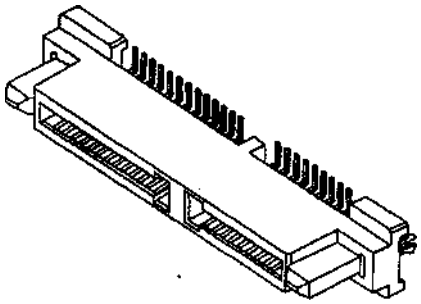


Рис. 12. Разъем (розетка) интерфейса Device Bay

RS-232C — интерфейс обмена данными по последовательному коммуникационному порту (COM — communication). Для поддержки портов (обычно до четырех) с этим интерфейсом имеется специализированная микросхема UART16550A, встроенная в системную плату. Физически разъем COM-порта может быть 25-ти (оригинальный интерфейс RS-232) или 9-ти контактным (улучшенная спецификация последовательного интерфейса EIA-232D — Electrical Industry Association 232D — ассоциация электронной промышленности, орган стандартизации в США, стандарт 232D) спецификации DB. Гарантированный обмен данными обеспечивается по кабелю длиной 30 м и более, пиковая пропускная способность зависит от возможностей подключенных к линии устройств. В настоящее время интерфейс RS-232 заменяется интерфейсом USB.

IEEE1284 (Institute of Electrical and Electronic Engineers 1284 — Ассоциация инженеров по электротехнике и электронике, стандарт №1284). Этот стандарт описывает спецификации параллельных скоростных интерфейсов SPP (Standard Parallel Port — стандартный параллельный порт), EPP (Enhanced Parallel Port — улучшенный параллельный порт) и ECP (Extended Capabilities Port — порт с расширенными возможностями). Они обычно используются для подключения через параллельные порты компьютера (LPT) принтеров, сканеров, цифровых фотокамер и внешних запоминающих устройств. Встроенный контроллер параллельного порта имеется на материнской плате. Со стороны порта установлен стандартный разъем DB-25, со стороны устройства обычно применяют разъем Centronics. Интерфейсы поддерживают одностороннюю (SPP) или двустороннюю (EPP, ECP) передачу данных при пиковой пропускной способности до 5 Мбайт/с (ECP). В настоящее время рекомендуется замена на интерфейсы USB или IEEE 1394.

AMR (Audio-Modem Riser) - 48-контактный разъем и спецификация на

подключение дочерних плат, объединяющих обработку звука и связные функции (модем, факс, телефония). Материнские платы с разъемом AMR широко представлены на рынке.

CNR (Communication Network Riser) — разъем для подключения дочерних плат, пришедший на смену AMR. Он предназначен, в основном, для устройств, обеспечивающих коммуникацию (модемы) и работу в сети (сетевые адаптеры). Однако в него могут устанавливаться и устройства обработки звука. Надо понимать, что такого рода устройства возлагают основную нагрузку на центральный процессор, исполняя лишь функции коммутаторов и маршрутизаторов.

I_2O (Intelligent Input/Output — интеллектуальный ввод/вывод) — этот интерфейс призван окончательно решить застарелую проблему совместимости устройств с различными операционными системами и, как следствие, с прикладными программами. Не секрет, что сегодня каждая модификация любого устройства должна обладать драйвером, написанным для определенной операционной системы. Не всегда драйверы выходят удачными, что создает множество проблем для пользователя. Простейший пример — драйверы для некоторых марок видеокарт. Интерфейс I_2O предусматривает, что общением со всеми внешними (по отношению к центральному процессору, системному набору и памяти) устройствами должен заниматься специальный процессор ввода-вывода (Input/ Output Processor — IOP). Тем самым центральный процессор освобождается от обработки низкоуровневых прерываний операций ввода-вывода. Для реализации интерфейса I_2O необходимы программно-аппаратный драйвер, встроенный в устройство (разрабатывается изготовителем), программный драйвер для определенного класса устройств, принадлежащий операционной системе, а также IOP. В итоге изготовитель, встроив драйвер, больше не волнуется о совместимости устройства с различными операционными системами, а разработчики операционных систем должны написать драйверы лишь для классов устройств (например жестких дисков или видеокарт), что на два порядка меньше по трудоемкости. Для пользователя внедрение I_2O означает отсутствие проблем при подключении любых устройств и повышение производительности системы за счет снятия с ЦП задач обработки операций ввода-вывода.

УЗКИЕ МЕСТА ИНТЕРФЕЙСОВ

При планировании конфигурации своего компьютера постарайтесь не только избежать узких мест, препятствующих повышению общей производительности системы, но и не допустить излишеств, которые все равно не дадут никакого эффекта. А сэкономленные деньги лучше потратить на улучшение очевидных характеристик — объема жесткого диска, оперативной памяти, параметров монитора. Для наглядности представим принципиальную схему современного компьютера с указанием его узких мест (а точнее, интерфейсов).

На рис. 1.3 показаны значения теоретически достижимой пиковой пропускной способности различных интерфейсов и устройств. Серым цветом указаны реальные значения этих величин, полученные в ходе замеров на разных системных платах, а цифрами — места, где интерфейсы стыкуются друг с другом.

1. Внутренний кэш 200-мегагерцо-вых процессоров с интерфейсом Socket 7 пропускает данные на запись со скоростью от 440 (Cyrix) до 770 (AMD) Мбайт в секунду. Скорость чтения чуть повыше — от 650 (Cyrix) до 790 (AMD) Мбайт в секунду. Pentium MMX по этому показателю находится ближе к AMD. При повышении частоты пропускная способность растет незначительно. Все процессоры для Slot 1/ Slot A имеют выдающиеся результаты, в среднем около 1,6 Гбайт в секунду. Xeon вообще вне конкуренции — 3,2 Гбайт!

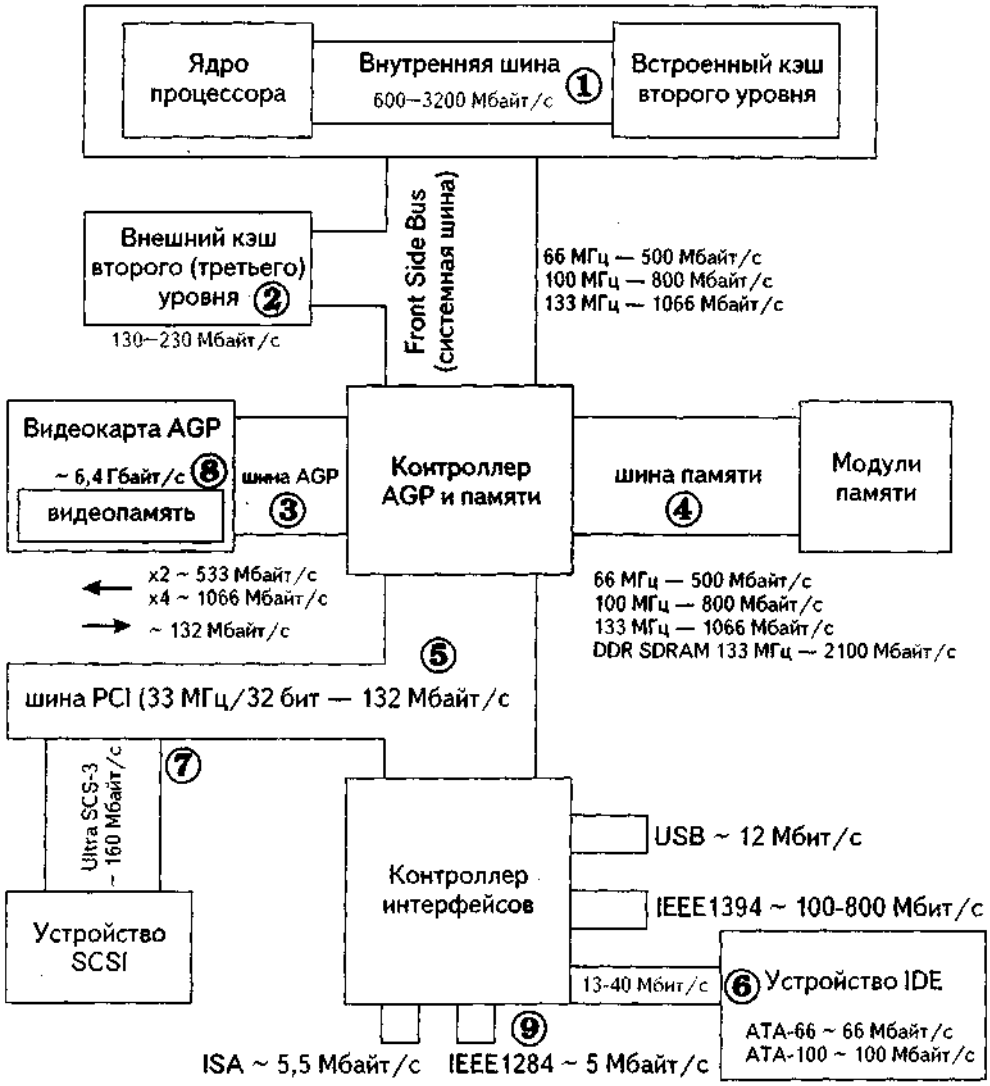


Рис.1.3. Узкие места современных интерфейсов

Вывод: скорость работы встроенной кэш-памяти пока не ограничивает повышение общей эффективности системы.

2. Совсем другая картина наблюдается при обмене данными с внешним кэшем, расположенным на систем ной плате. Здесь показатели падают до 130-230 Мбайт в секунду (соответственно для операций записи и чтения). Вывод: некоторые требовательные к ресурсам приложения могут «тормозиться» за счет того, что кэш не успевает пересылать данные. Но это будет заметно только в системе, остальные компоненты которой (прежде всего видеокарта и оперативная память) пересылают данные с более высокой скоростью. Вряд ли владельцы компьютеров с интерфейсом Socket 7 (на материнских платах которых в основном и применяется кэш-память второго уровня) почувствуют «торможение» приложений из-за медленной работы кэш-памяти.

3. В режиме двукратного умножения (в котором работает большинство представленных на рынке видеокарт) пропускная способность AGP/2x достигает 533 Мбайт/с, а AGP/4x — 1066 Мбайт/с. Но такой мощный поток данных движется только в одну сторону—от системной шины к видеокарте. Обратно информация передается с пиковым значением скорости 132Мбайт/с. Это справедливо и для режима четырехкратного умножения, который поддерживают новые модели видеокарт. Вывод: верхняя граница пропускной способности в режиме двукратного умножения может быть достигнута только в условиях монопольного доступа устройства AGP к системной памяти. На практике такое возможно исключительно редко. Поэтому карты с четырехкратным умножением пока обладают избыточной эффективностью, значительная часть вложенных в них денег явится «омертвленным» капиталом. Узким местом является нестыковка пропускных способностей шин AGP и системной памяти. В результате возможности AGP используются не полностью.

4. Реальная скорость обмена с оперативной памятью весьма далека от теоретически достижимого значения 800 Мбайт/с и зависит в основном от модели чипсета, установленного на системной плате. Средняя скорость чтения-записи двойных слов в оперативную память выше у систем, построенных на интерфейсе Slot 1 (Socket 370, FC-PGA 370). Так, например, с набором Intel 440BX этот показатель в среднем составляет 300-180 Мбайт/с, с набором Intel 440LX достигает 180 Мбайт/с при записи и 95 Мбайт/с при чтении. Что интересно, новый чипсет Intel 815 работает с памятью не лучше старичка 440BX. Системы с интерфейсом Socket 7 в силу особенностей архитектуры вряд ли смогут далеко уйти за рубеж 100 Мбайт/с. Вывод: сегодня низкая скорость работы с оперативной памятью становится серьезным «тормозом» в повышении эффективности компьютеров. Хотя системы с интерфейсом Slot 1 (Socket 370, FC-PGA 370) выглядят получше, их 300-180 Мбайт/с недостаточно для некоторых задач. Кардинальное решение проблемы возможно либо с появлением новых чипсетов, более корректно работающих с памятью (ведь до теоретического предела пока далеко), либо с внедрением новых типов памяти. Здесь

большие надежды возлагаются на память DDR DRAM с пиковой пропускной способностью до 2.1 Гбайт/с (при частоте системной шины 133 МГц).

5. Теоретически достижимая пропускная способность шины PCI до 132 Мбайт/с уже сегодня не удовлетворяет требованиям пересылки огромных объемов графической информации. Поэтому видеоконтроллеры быстро мигрируют на интерфейс AGP. Внедрение же нового протокола PCI. предусматривающего частоту шины 66 МГц и скорость до 528 Мбайт/с (при ширине шины 64 бита), потребует новых системных плат с 64-битными линиями и чипсетов, поддерживающих этот протокол. Самое неприятное для пользователя, что реальная пропускная способность PCI гораздо ниже предельно допустимой. Для систем с интерфейсом Socket 7 разброс составляет от 66 (VIA Apollo) до 89 (Intel 430, ALI Alladin, SiS) Мбайт в секунду. Совсем удручающая картина у чипсетов с интерфейсом Slot 1 (Socket 370). При частоте системной шины 66 МГц пропускная способность составляет 33 Мбайт/с, при 100 МГц — 50 Мбайт/с. Вывод: даже в случае исправления положения с интерфейсом PCI в последующих чипсетах под Slot 1 пропускной способности стандартной шины будет не хватать. Видимо, пользователям придется смириться с очередным переходом на новые платформы, в которых появится интерфейс PCI с параметрами 64 бит при 66 МГц.

6. Эксперименты показывают, что по 40-жильному шлейфу IDE можно передать максимум 16 Мбайт/с. Реальные замеры показали, что данные пересылаются со скоростью от 8 до 13 Мбайт/с. Вообще шлейф IDE плохо приспособлен для быстрой пересылки данных. Даже шлейф с 80 проводниками (по спецификации Ultra ATA-66/ATA-100) не обеспечит уверенную передачу потока 66-100 Мбайт/с. Вывод: в ближайшие годы неизбежен переход на интерфейс SerialATA для внутренних устройств и IEEE1394—для внешних. Сегодня главным сдерживающим фактором в повышении производительности жестких дисков выступает интерфейс IDE. Учитывая низкую пропускную способность шлейфа IDE, не имеет смысла приобретать жесткие диски с этим интерфейсом для мощных систем. При сборке нового высокопроизводительного компьютера следует ориентироваться либо на устройства SCSI, либо на диски с интерфейсом IEEE 1394, которые уже появились на рынке. В какой-то мере в некритичных случаях можно использовать RAID-системы с интерфейсом ATA-66/ ATA-100.

7. При подключении высокоскоростных устройств к шине PCI необходимо согласовать их возможности с пропускной способностью шины на конкретном системном наборе микросхем. В частности, для чипсета Intel 440BX нет смысла устанавливать SCSI устройства или RAID-контроллеры IDE с производительностью более 33 Мбайт в секунду.

8. В современных графических адаптерах узким местом становится скорость обмена с локальной памятью. В высоких разрешениях поток данных превышает 13 Гбайт/с, а пиковая пропускная способность 128-битной

памяти DDR SDRAM на частоте 200 МГц составляет всего 6,4 Гбайт/с.

9. Для внешних устройств (сканеры, цифровые фотокамеры, накопители и прочие) узким местом являются устаревшие интерфейсы последовательного (RS-232) и параллельного (IEEE 1284) портов. Необходимо срочно переводить такие устройства на интерфейс USB.

ИНТЕРФЕЙС PCI

«Зачатие» интерфейса PCI происходило весной 1991 года в недрах корпорации Intel. Перспективные процессоры 80486 и Pentium требовали новой ~~организации взаимодействия с пери~~ферийными компонентами. Инженеры Intel решили начать «с нуля» и в результате разработали шину, напрямую не связанную с системной. Так удалось обеспечить независимость интерфейса от конкретного типа процессора и его параллельную работу с устройствами PCI. Новый интерфейс оказался несовместимым ни с одним из предшествующих и потребовал разработки соответствующего набора системных микросхем. С целью обеспечить поддержку сторонних производителей Intel сделала архитектуру и спецификации PCI открытыми, поэтому вскоре образовалась группа заинтересованных организаций, создавшая и утвердившая спецификацию версии 2.1, которая действует в настоящее время.

Популярность PCI объясняется рядом преимуществ, предоставляемых интерфейсом по сравнению с его предшественниками. Во-первых, поддерживается синхронный обмен данными формата 32 или 64 бита. При этом используется метод мультиплексирования (передача адресов и данных по очереди по одним линиям), что позволило снизить число контактов в разъемах. Во-вторых, предусмотрена установка компонентов с уровнями сигналов 5В или 3,3В. «Ключи» (пластмассовые перемычки) на разъемах исключают установку плат в «чужой» слот. Возможно изготовление универсальных плат, поддерживающих оба уровня сигналов (что сейчас и делает большинство производителей). Сочетание частот шины 33 МГц или 66 МГц с разрядностью данных предоставляет широкий диапазон пропускных способностей шины. Заметим и что при 66 МГц допустим уровень сигнала только 3,3В (а 33 МГц устройства могут выйти из строя на более высокой частоте). 64-разрядные слоты пока встречаются только на высокопроизводительных серверах и рабочих станциях. Однако возросшая производительность компонентов, подключаемых к PCI, заставляет производителей постепенно переходить на 64-битный протокол и в системах массового пользования.

Спецификация PCI требует поддержки режима Multiple Bus Mastering (многостороннее управление шиной). В таком режиме устройства перехватывают управление шиной и самостоятельно распределяют ее ресурсы. Специальный таймер, имеющийся на устройстве, определяет максимальное время, в течение которого возможен монопольный доступ. Кроме того, предусмотрено автоматическое конфигурирование компонентов при

включении питания.

По шине PCI возможна передача комбинированных данных (до восьми типов), например звуковых, видео, цифровых. Один канал контроллера PCI поддерживает до четырех слотов расширения. Для удвоения их числа применяется мост между парой контроллеров.

Метод передачи данных по шине называют Linear Burst (метод линейных пакетов). То есть, данные при записи-чтении идут единым пакетом, так как адрес для каждого следующего байта автоматически увеличивается на единицу. Таким образом отпадает необходимость передавать адресный блок Для ускорения передачи применяется кэширование (поддерживаются методы отложенной «write-back» и сквозной «write-through» записи).

Важной особенностью интерфейса PCI является поддержка протокола Plug-and-Play (PnP). Спецификацией 2.1 определены три типа ресурсов: диапазон памяти, диапазон ввода-вывода и так называемое «пространство конфигурации». Последний ресурс включает три региона: заголовок (не зависит от конкретного типа устройства), блок устройства, пользовательский блок.

Рис.14.Слот PCI

Заголовок содержит информацию об изготовителе, классе устройства (контроллер жесткого диска, адаптер SCSI и прочее), другие служебные сведения. Содержание блока устройства зависит от конкретного его типа. В зависимости от метода, выбранного изготовителем, конфигурация устройства производится либо через BIOS (если в нем присутствует эта функция), либо программно через драйвер. Поле CIS (CardInformation Structure — информационная структура платы) используется для идентификации устройств с интерфейсом PCMCIA. Еще одно поле определяет прерывание и время монопольного владения шиной.

В целом интерфейс PCI справляется с возложенными на него задачами. Те же задачи, которые он не смог решить (например, передача больших массивов графических данных с высокой скоростью), были ловко переброшены фирмой Intel на плечи другого интерфейса (AGP).

ИНТЕРФЕЙС AGP

Фирма Intel, заметив, что дальнейшее повышение общей производительности персонального компьютера «упирается» в видеоподсистему, уже сравнительно давно предложила выделить для передачи потока видеоданных отдельную интерфейсную шину — AGP (Accelerated Graphics Port — ускоренный графический порт). Буквально за год этот стандарт вытеснил существовавшие ранее интерфейсы, использовавшиеся видеокартами: ISA,

VLB и PCI. Главным преимуществом новой шины стала ее высочайшая пропускная способность. Если шина ISA позволяла передавать до 5,5 Мбайт/с, VLB — до 130 Мбайт/с (однако при этом чрезмерно загружала центральный процессор), а PCI — до 133 Мбайт/с, то шина AGP теоретически имеет пиковую пропускную способность до 1066 Мбайт/с (в режиме передачи четырех 32-разрядных слов). Этого более чем достаточно для передачи изображения высочайшего качества: например, для разрешения 1600x1200 точек при 32-разрядном цвете и частоте кадров 75 Гц номинальная пропускная способность составляет 550 Мбайт/с.

Компания Intel разрабатывала интерфейс AGP для решения двух основных проблем, связанных с особенностями обработки 3D графики на персональном компьютере.

Во-первых, 3D графика требует выделять как можно больше памяти для хранения данных текстур и Z-буфера. Чем больше текстурных карт доступно для D-приложений, тем лучше выглядит картинка на экране монитора. Обычно для Z-буфера используют ту же память, что и для текстур. Разработчики видео-контроллеров и раньше имели возможность использовать обычную оперативную память для хранения информации о текстурах и Z-буфере, но серьезным ограничением здесь выступала пропускная способность шины PCI. Ширина полосы пропускания PCI оказалась мала для обработки графики в режиме реального времени. Эту проблему компания Intel решила путем внедрения стандарта шины AGP.

Во-вторых, интерфейс AGP обеспечивает прямое соединение между графической подсистемой и оперативной памятью. Таким образом, выполняются требования вывода 3D-графики в режиме реального времени и, кроме того, более эффективно используется память буфера кадра (frame buffer), тем самым увеличивается скорость обработки 2D-графики. В действительности шина AGP соединяет графическую подсистему с блоком управления системной памятью, разделяя доступ с центральным процессором компьютера. Через AGP возможно подключение единственного типа устройств — графических плат. При этом видеоконтроллеры, встроенные в материнскую плату и использующие интерфейс AGP, не подлежат модернизации.

Для контроллера AGP конкретный физический адрес, по которому информация хранится в оперативной памяти, не имеет значения. Это является ключевым решением новой технологии, обеспечивая доступ к графическим данным, как к единому блоку, независимо от физической «разбросанности» информации по блокам памяти. Кроме того, AGP работает с частотой системной шины до 133 МГц.

Спецификация AGP фактически базируется на стандарте PCI версии 2.1, но отличается от него следующими основными особенностями:

• шина способна передавать два (AGP/2x) или четыре (AGP/4x) блока данных за один цикл;

• устранена мультиплексированность линий адреса и данных (в PCI для

удешевления материнских плат адрес и данные передаются по одним и тем же линиям);

• дальнейшая конвейеризация операций чтения/записи, по мнению разработчиков, позволяет устранить влияние задержек в модулях памяти на скорость выполнения этих операций.

Шина AGP работает в двух основных режимах: DIME (Direct Memory Execute) и DMA (DirectMemoryAccess). В режиме DMA основной памятью считается память на карте. Текстуры могут храниться в системной памяти, но перед использованием копируются в локальную память видеокарты. Таким образом, интерфейс AGP действует в качестве «подносчика патронов» (текстур) к огневой позиции (в локальную память). Обмен ведется большими последовательными пакетами данных. В режиме Execute локальная и системная память для видеокарты логически равноправны.

Рис. 1.5. Слот AGP/2x

Текстуры не копируются в локальную память, а выбираются непосредственно из системной. Таким образом, приходится передавать сравнительно небольшие случайно расположенные куски. Поскольку системная память требуется и другим устройствам, она выделяется динамически, блоками по 4 Кбайт. Поэтому для обеспечения приемлемого быстродействия предусмотрен специальный механизм, отображающий последовательные адреса на реальные адреса блоков в системной памяти. Эта задача выполняется с использованием специальной таблицы (GraphicAddressRe'-mapping Table или GART), расположенной в памяти.

Адреса, не попавшие в диапазон GART (GART range), не изменяются и непосредственно отображаются на системную память или область памяти устройства (device specific range). Точная спецификация на правила функционирования GART не определена, и конкретное решение зависит от управляющей электроники видеокарты.

Шина AGP поддерживает все стандартные операции шины PCI, поэтому поток данных по ней можно представить как смесь чередующихся AGP и PCI-операций чтения/записи. Операции шины AGP являются раздельными (split). Это означает, что запрос на проведение операции отделен от собственно пересылки данных. Такой подход позволяет AGP-устройству генерировать очередь запросов, не дожидаясь завершения текущей операции, что также повышает быстродействие шины. Версия AGP 2.0 благодаря использованию низковольтных электрических спецификаций предусматривает осуществление четырех транзакций (пересылок блока данных) за один такт (режим AGP/4x — четырехкратного умножения).

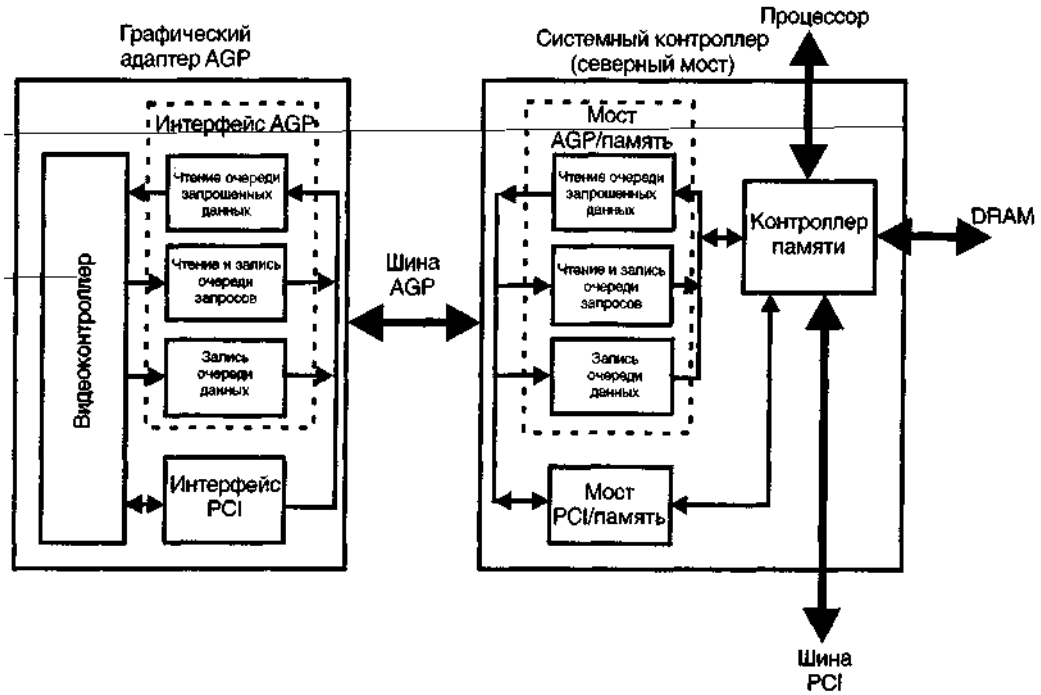


Рис..1.6. Принципиальная схема взаимодействия видеокарты AGP с системными устройствами

В настоящее время, хотя даже возможности AGP/4x еще не исчерпаны многими видеокартами, Intel продвигает новую спецификацию — AGP Pro. Основное отличие этого интерфейса заключается в возможности управления мощным энергопитанием. С ~~этой~~ целью в разъем AGP Pro добавлены новые линии. Предполагается, что будет существовать два типа карт нового стандарта — High Power и Low Power. Карты High Power могут потреблять от 50 Вт до 110 Вт. Естественно, они потребуют хорошего охлаждения. С этой целью спецификация требует наличия двух свободных слотов PCI со стороны размещения основного набора микросхем видеокарты. Эти разъемы могут использоваться для устройств охлаждения видеокарты, подвода дополнительного питания и даже для обмена по шине PCI. Карты Low Power могут потреблять 25-50 Вт, поэтому для обеспечения охлаждения требуется наличие одного свободного слота PCI.

Карты AGP Pro приобретают специальную накладку шириной в 3 или 2 слота, при этом вся конструкция выглядит устрашающе. Конечно, интерфейс AGP Pro предназначен для графических станций и на обычных PC вряд ли потребуется. Если только не использовать ~~его для отопления.~~

ИНТЕРФЕЙС USB

Те из наших читателей, кто в свое время помучился с распределением прерываний, адресов и каналов DMA для модема, мыши, «навороченного» джойстика на COM-портах, наверное, полнее всего ощутят преимущества нового последовательного интерфейса USB. С его появлением уходят в

прошлое оставшиеся со времен первых IBM PC реликты, связанные с архитектурой шины ISA: COM- и LPT-порты, интерфейс подключения FDD. Чипсеты материнских плат, в которых отсутствует какая-либо поддержка шины ISA, уже занимают значительную долю рынка. Все современные чипсеты (начиная с 1995 года) поддерживают интерфейс USB.

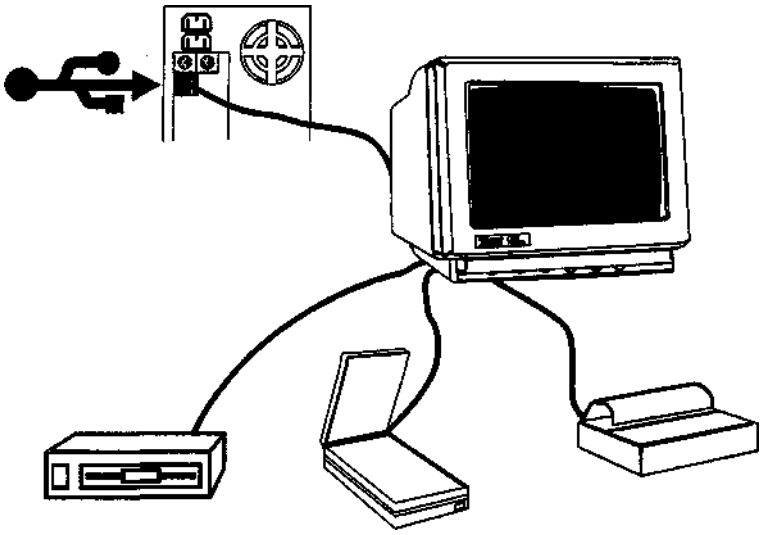


Рис. 1.7. Пример подключения устройств USB

Архитектурой USB предусмотрена топология так называемой «звезды». То есть в системе должен быть корневой (ведущий) концентратор, к которому подключаются периферийные концентраторы, а к последним — устройства USB. Корневой концентратор расположен в одной из микросхем системного набора (обычно в «южном мосту»). Периферийные концентраторы могут подключаться друг к другу, образуя каскады. Всего через один корневой концентратор может быть подключено до 127 устройств (концентраторов и устройств USB). Однако, учитывая относительно невысокую пропускную способность шины — до 12 Мбит в секунду, что с учетом служебных расходов составит около 1 Мбайт в секунду, оптимальным числом следует считать 4-5 устройств. При этом рекомендуется более скоростные устройства подключать ближе к корневому концентратору.

Спецификация USB определяет две части интерфейса: внутреннюю и внешнюю. Внутренняя часть делится на аппаратную (собственно корневой концентратор и контроллер USB) и программную (драйверы контроллера, шины, концентратора, клиентов). Внешнюю часть представляют устройства (концентраторы и компоненты) USB. Для обеспечения корректной работы все устройства делятся на классы: принтеры, сканеры, накопители и так далее. Классы устройств и особенности их функционирования подробно описаны в спецификации USB. При отклонении от этих требований могут возникнуть проблемы с загрузкой драйверов и подключением

устройств. Напротив, точное следование спецификации позволяет создавать драйверы для любых устройств сторонним производителям программного обеспечения: операционных систем, прикладных программ, игр, — что избавляет пользователя от многих проблем.

Разделение устройств на классы происходит не по их целевому назначению, а по единому способу взаимодействия с шиной USB. Поэтому драйвер класса принтеров определяет не его разрешение или цветность, а способ передачи (односторонний или двунаправленный) и форматирования данных, порядок инициализации при подключении.

Данные по шине USB передаются в различных форматах. Самый простой способ заключается в передаче потока байтов с маркером. При этом маркер путешествует в направлении корневого концентратора от устройства к устройству, а данные передаются при наличии свободной полосы пропускания.

Гарантированную полосу пропускания обеспечивает изохронный формат. В этом случае опрос изохронных устройств производится с частотой, требуемой для полосы пропускания. Также производится синхронизация тактовых частот приемника и передатчика. Изохронный режим чаще всего применяют для подключения звуковых устройств, которым требуется постоянная полоса пропускания.

Формат прерываний применяют для устройств, работающих в реальном масштабе времени до наступления требуемого события. Опрос таких устройств происходит с фиксированной частотой, а передача данных осуществляется при получении сигнала о произошедшем событии.

Формат управления является специфическим и служит для конфигурирования и управления концентраторами и устройствами.

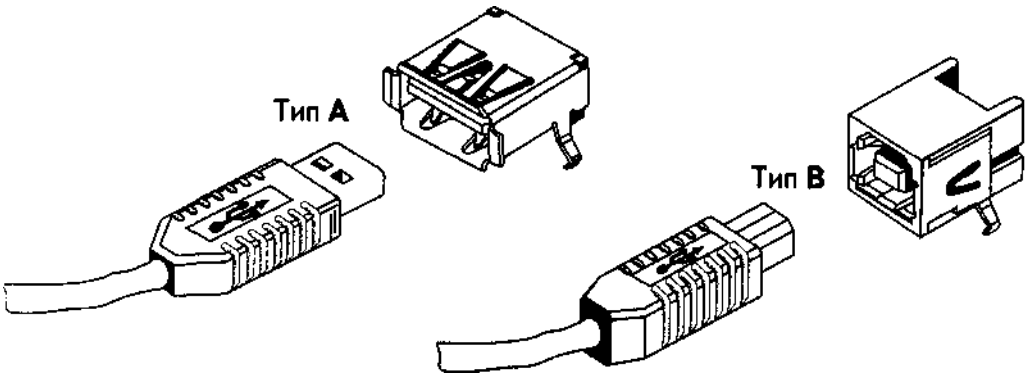


Рис. 1.8. Разъемы USB

Все устройства USB соединяются между собой четырехжильным кабелем. По одной паре передаются данные, по другой — электропитание (автоматически подключается устройством при необходимости). На концах кабеля монтируются разъемы типов -А» и «В». С помощью разъема «А»

устройство подключают к концентратору. Разъем ~~типа «В» устанавливают на кон~~центраторы для связи с другим концентратором и на устройства, от которых кабель должен отключаться (например, сканеры) — рис. 1.8.

В духе современной тенденции к упрощению пользования компьютером реализована процедура подключения периферии к шине USB. Все происходит «в горячем режиме», то есть без отключения компьютера. Подключенное в свободный порт устройство вызывает перепад напряжения в цепи. Концентратор немедленно направляет запрос на этот порт. Присоединенное устройство принимает запрос и посылает пакет с данными о классе, затем ему присваивается уникальный идентификационный номер. Далее происходит загрузка драйвера устройства, его конфигурирование, активация драйвера и, тем самым, окончательное подключение. Устройство готово к работе. Заметьте — никаких запросов пользователю об адресах, прерываниях, каналах DMA!

ИНТЕРФЕЙС IEEE1394

Несмотря на то что некоторые технические параметры интерфейса ~~IEEE 1394 до сих пор не согласованы~~ производителями (например, компания Intel в конце концов изъяла поддержку IEEE 1394 из нового системного чипсета i815), с его целевым назначением согласны практически все ведущие фирмы компьютерной индустрии. Интерфейс призван заменить IDE, SCSI, обеспечить комфортную работу с жесткими дисками, цифровыми видео- и аудиоустройствами, другими высокоскоростными компонентами (в основном — внешними). Дело в том, что даже простое воспроизведение на компьютере видео стандартного качества (30 кадров в секунду, 24-битный цвет, разрешение 640x480) требует пропускной способности канала не ниже 221 Мбит в секунду (то есть за секунду прокачивается около 28 Мбайт данных). Как видно, такая величина близка к теоретически достижимой пиковой пропускной способности интерфейса IDE по протоколу Ultra ATA-33 и значительно превышает реальные возможности IDE (сегодня около 13 Мбайт в секунду). Повышение качества видео, необходимость его обработки в реальном масштабе времени, одновременная передача качественного стереозвука еще более поднимают планку минимальной пропускной способности интерфейса.

Спецификация интерфейса

IEEE 1394 предусматривает последовательную передачу данных со скоростями 100, 200, 400, 800 и 1600 Мбит/с (последние два значения являются нестандартизованными расширениями). Выбор последовательного интерфейса обусловлен необходимостью связать удаленные внешние устройства, работающие с различными скоростями. В этом случае обеспечивается их работа по одной линии, отсутствие громоздких кабелей и шлей-

фов, габаритных разъемов. IEEE 1394 вместе с USB по сути означает отказ от параллельного интерфейса для внешних устройств.

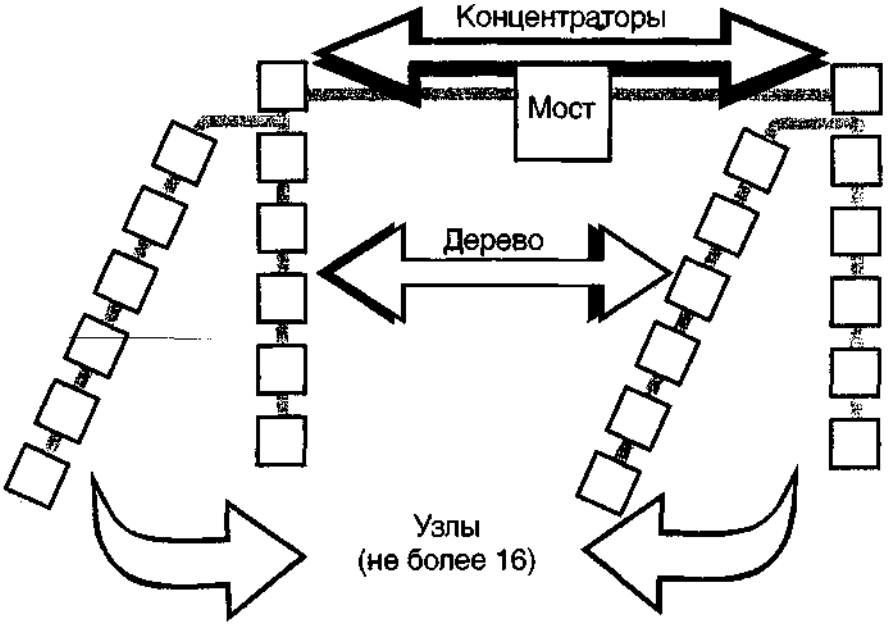


Рис. 1.9. Топология построения сетей на основе интерфейса IEEE1394

Полностью цифровой интерфейс позволяет передавать данные без потери информации. Отсутствие каких-либо терминаторов, идентификаторов, возможность «горячего» подключения упрощают эксплуатацию компьютера.

Топология интерфейса «древовидная», при этом система адресации обеспечивает подключение до 63 устройств в одной сети. Для связи между сетями существуют мосты, для объединения ветвей в один узел — концентраторы. Повторители служат для усиления сиг-налов при длине соединения более 4,5 метров. Всего может быть связано до 1024 сетей по 63 устройства в каждой!

Все устройства IEEE 1394 соединяются между собой шестижильным экранированным кабелем, имеющим две пары сигнальных и пару питающих проводников. Подключение осуществляется с помощью стандартной пары вилка-розетка. Провода питания рассчитаны на ток до 1,5 А при напряжении до 40В. Если устройство имеет собственное питание, применяется гальваническая развязка с интерфейсным кабелем.

Корневое устройство интерфейса выполняет функции управления шиной и может содержать мост 1394-PCI. Сейчас такие устройства предлагаются большей частью в виде плат расширения, но уже включаются в состав системного набора некоторых материнских плат.

Спецификация ШЕЕ 1394 описывает два типа передачи последовательных данных: синхронный и асинхронный. При асинхронном методе при-

емник подтверждает получение данных, а синхронная передача гарантирует стабильную полосу пропускания.

Временная диаграмма работы интерфейса разбита на фреймы (окна, интервалы) продолжительностью 125 микросекунд, задающиеся внешними сигналами. Внутри фреймов данные размещаются в соответствии с правилами арбитража. Начальная часть фрейма отведена для передачи изохронных данных. Устройство, которому необходима постоянная полоса пропускания, самостоятельно запрашивает и занимает необходимую изохронную часть фрейма. Таким образом обеспечивается, например, передача звука без «заиканий». Асинхронные данные занимают оставшуюся часть фрейма. Их пакет включает адрес приемника, передатчика и собственно данные. Передача прекращается только после получения подтверждения о получении.

Автоматическая конфигурация интерфейса происходит после включения питания, отсоединения или подключения устройства. При изменении конфигурации подается сигнал сброса и производится новая идентификация дерева. Затем происходит фаза самоидентификации узлов (устройств) с выделением номеров и каналов. Далее продолжается обычная работа со стандартными фреймами.

Протокол IEEE 1394 реализует три нижних уровня эталонной модели международной организации по стандартизации OSI: физический, канальный и сетевой. Существует «менеджер шины», которому доступны все три уровня. На физическом уровне обеспечивается электрическое и механическое соединение, на других уровнях — взаимодействие с прикладной программой.

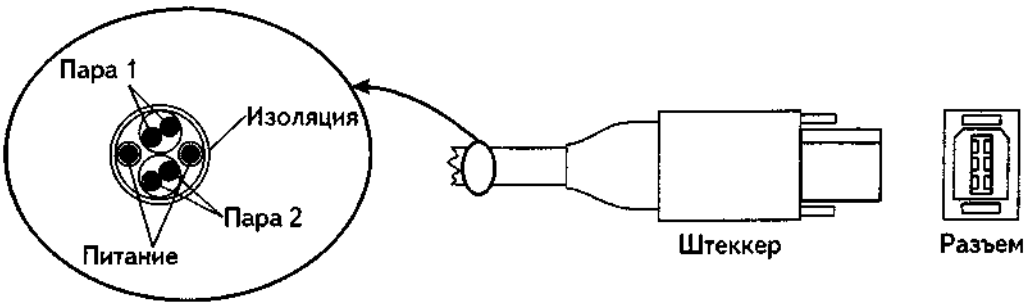


Рис. 1.10.Разъемы и кабель IEEE 1394

На канальном уровне обеспечивается надежная передача данных через физический канал, осуществляется обслуживание двух типов доставки пакетов — синхронного и асинхронного. На сетевом уровне поддерживается асинхронный протокол записи, чтения и блокировки команд, обеспечивая передачу данных от отправителя к получателю и чтение полученных данных. Блокировка объединяет функции команд записи/чтения и производит маршрутизацию данных между отправителем и получателем в обоих

направлениях.

«Менеджер шины» обеспечивает общее управление ее конфигурацией, выполняя следующие действия:

• оптимизацию арбитражной синхронизации;

• управление потреблением электрической энергии устройствами, подключенными к шине;

• назначение ведущего устройства в цикле;

• присвоение идентификатора синхронного канала и уведомление об ошибках.

В скором будущем можно ожидать, что на задней панели компьютера будут выходы всего двух последовательных шин: USB для низкоскоростных устройств (заменит COM, LPT) и IEEE1394 — для высокоскоростных (заменит SCSI, видео- и аудио входы). Уже сегодня можно приобрести адаптеры IEEE 1394 для подключения цифровых видеомагнитофонов (стандарта DV) и видеокамер, контроллеры для подключения через IEEE 1394 любых IDE (ATAPI) устройств к шине PCI.

ИНТЕРФЕЙС SCSI

Стало уже традицией сравнивать интерфейс SCSI (читается — «скази») исключительно с интерфейсом IDE. На самом деле такое сравнение не совсем корректно: SCSI, в отличие от IDE, позволяет подключать не только носители. Часто забывают, что SCSI является универсальным интерфейсом и до появления ШЕЕ 1394 ему практически не было альтернативы в работе с высокоскоростными устройствами. К тому же и монополия IDE на рынке жестких дисков относится к области мифов — реальная доля SCSI устройств составляет 25-27%. Обычно преимуществами IDE называют более низкую стоимость и производительность, якобы достигшую уровня SCSI. Если же сравнить изделия для этих интерфейсов по критерию стоимость-эффективность, то SCSI выглядит явным лидером.

Конечно, выбор SCSI со стороны пользователя обусловлен, прежде всего, характером задач, которые призвана решать компьютерная система. Если предполагается профессиональная работа с видео, 3D-графикой, большими массивами данных, оцифровка изображений, то альтернативой SCSI могут быть только интерфейсы, присутствующие на существенно более дорогих рабочих станциях.

Сегодня максимальная (теоретическая) скорость передачи информации по шине IDE составляет 100 Мбайт/с (протокол Ultra ATA-100). Для спецификации SCSI пропускная способность достигает 160 Мбайт/с (уже есть устройства с пропускной способностью до 320 Мбайт/с). Реальные преимущества SCSI особенно заметны в многозадачных операционных системах и при обработке непрерывных потоков данных (например, видео).

Многие известные производители (в частности, Iwill) выпускают материнские платы со встроенными контроллерами SCSI. Но все же большинство покупателей предпочитает платы расширения, которые обеспечивают

возможность последующей модернизации.

В обоих случаях для инициализации требуется собственная система SCSI BIOS. На материнских платах со встроенным контроллером она обычно присутствует в системной BIOS в качестве дополнения. На платах расширения помещают собственную микросхему BIOS. Возможен и вариант (в самых дешевых системах) отсутствия BIOS и обеспечения поддержки интерфейса исключительно драйверами операционной системы.

Стандартные функции SCSI BIOS весьма похожи на функции системной

BIOS:

• настройка конфигурации адаптера;
• проверка поверхности жестких дисков;
• форматирование на низком уровне;
• настройка параметров инициализации устройств;

• задание номера загрузочного устройства;
• выбор загрузочного устройства и прочие.

Для запоминания и хранения конфигурации SCSI-устройств служит микросхема флэш-памяти (функциональный аналог CMOS системной платы).

В системе SCSI взаимодействие между устройствами осуществляется по принципу отправитель-адресат. Отправитель инициирует запрос и, дождавшись ответа от адресата, начинает обмен данными. Каждое устройство в цепочке должно иметь уникальный идентификационный (ID) номер в диапазоне от О до 7 (в последних спецификациях от 0 до 31), который выставляется специальным переключателем, перемычкой или присваивается автоматически (в современных устройствах). Причем номер 7 по умолчанию присвоен SCSI хост-адаптеру.

В свою очередь, устройства, входящие в компонент, имеющий ID, получают номер логического устройства — Logical Unit Number (LUN). Например, при подключении массива из нескольких жестких дисков он получит собственный ID, а каждый жесткий диск — собственный LUN. Таким способом можно выстраивать цепочки до 256 устройств. Хотя в реальных задачах такие конструкции вряд ли потребуются.

Данные по шине SCSI передаются в синхронном или асинхронном режимах. В асинхронном режиме адресат подтверждает получение каждого байта, в синхронном — только пакета данных.

Начиная со спецификации SCSI-2 появились сценарии, когда весь набор процедур обмена формируется в один пакет и передается целиком. Также возможно независимое выполнение команд устройством. Например, стримеру дается команда на перемотку, и затем он отключается от шины до окончания процесса.

В настоящее время действуют несколько спецификаций SCSI, различа-

ющихся шириной шины, тактовой частотой, физическим типом интерфейса подключения.

Для устройств, соответствующих спецификациям SCSI-1 и SCSI-2, должны применяться следующие правила присвоения суффиксов:

Fast — тактовая частота 10 МГц;

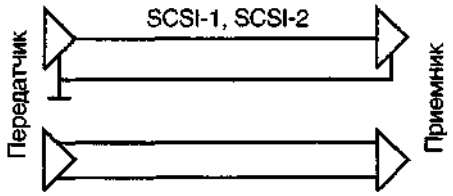
Ultra — тактовая частота 20 МГц;

Ultra2 — тактовая частота 40 МГц;

Wide — ширина шины 16 бит.

Например, наименование Ultra2 Wide SCSI-2 означает, что устройство отвечает требованиям спецификации SCSI-2, имеет шину шириной 16 бит с тактовой— частотой 40МГц (пропускная способность — до 80 Мбайт в секунду).

Сейчас значительная часть устройств SCSI выпускается в соответствии со спецификацией LVD (LowVoltageDifferential), предусматривающей использование сигналов низкого потенциала. Для согласования LVD с «высоковольтными» устройствами обычно применяют ак-тивные терминаторы. При этом сохраняется совместимость по принципу «снизу вверх».



SCSI-3 (LVD)

Рис. 1.11. Принципиальная схема электрического подключения устройств SCSI

Терминаторы. Необходимым элементом любой SCSI-цепочки являются терминаторы — устройства, обеспечивающие согласование уровней сигналов в цепи, уменьшающие помехи и затухание. Они должны присутствовать на начальном (SCSI хост-адаптере) и конечном устройствах в цепочке. Каждое устройство должно обеспечивать включение/отключение терминатора. Терминаторы бывают внутренние, внешние, переключаемые и автоматические. Обычно внутренние терминаторы применяют на жестких дисках и сканерах, внешние выглядят как сборки резисторов на панельках (встречаются на CD-ROM дисководах) или как корпус с вилкой для подсоединения к выходному разъему устройства. Переключение терминаторов осуществляется перемычками, переключателями или просто изъятием их из цепи (для внешнего исполнения). В современных устройствах в большинстве случаев обеспечивается автоматическое переключение терминаторов.

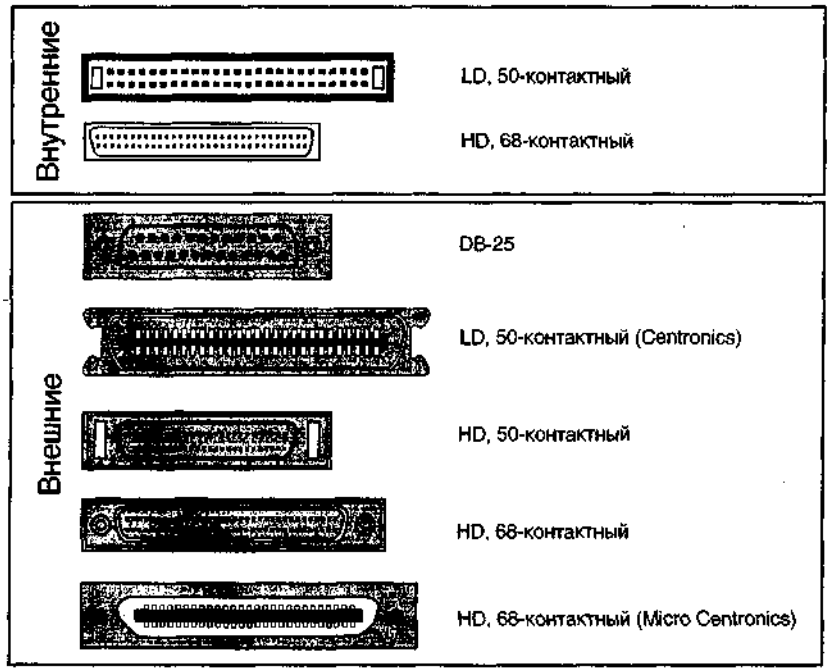


Рис. 1.12. Разъемы для устройств SCSI

Сегодня большинство терминаторов активные, так как требуется высокая помехоустойчивость на высоких скоростях обмена данными. Пассивные терминаторы лучше не применять в одной цепочке с активными или, в крайнем случае, ставить такие устройства на проходе.

Разъемы. Важное место в правильной установке SCSI-устройств занимают разъемы. Пожалуй, это один из самых запутанных разделов интерфейса. Здесь утвердились такие понятия, как narrow (узкий) и wide (широкий), low-density (низкой плотности) и high-density разъемы. Понятия «узкий» и «широкий» относятся к ширине шины (8 или 16 бит). Шлейф «wide» физически как раз уже, чем «narrow». Low/high-density обозначает плотность размещения контактов на разъеме.

Самым первым разъемом для подключения внутренних 8-битных SCSI-устройств служил 50-контактный разъем «narrow/ low-density». Он встречается до сих пор на некоторых адаптерах. Более современным вариантом является 68-контактный разъем «wide, high-density» для 16-битной шины. По такому же принципу различают и разъемы для подключения внешних устройств.

К сожалению, наличие большого числа стандартов на уровень и формат сигналов, различия в электрических характеристиках устройств SCSI в разных модификациях интерфейса существенно затрудняют подключение компонентов разного поколения. Хотя в принципе задача эта решаема в подавляющем большинстве случаев, иногда приходится повозиться длительное время.

Для согласования разъемов разных типоразмеров выпускаются переходники. Цена таких устройств, особенно источающих активные термина-

торы, достигает десятков и даже сотен долларов и может превышать стоимость самого SCSI компонента.

ИНТЕРФЕЙС ACPI И ТЕХНОЛОГИЯ ON-NOW

Advanced Configuration and Power Interface (интерфейс расширенного конфигурирования и управления питанием) призван обеспечить взаимодействие между операционной системой, аппаратным обеспечением и BIOS системной платы. К сожалению, только сегодня появляются версии BIOS хоть как-то поддерживающие спецификации ACPI (см. приложение 8). Поэтому до сих пор взаимодействие в этой сфере между компонентами практически отсутствует: жесткие диски крутятся сами по себе, монитор «засыпает» по своему разумению, CD-ROM принципиально во всем этом не участвует...

Системы BIOS системной платы и SCSI хост-адаптера, операционная система и активные приложения соревнуются за право захватить контроль над аппаратными ресурсами компьютера. Но, в конце концов, процесс управления энергопотреблением регулирует BIOS, в том числе и для внешних компонентов.

Сегодняшние способы управления энергопотреблением отличаются крайней несогласованностью. Например, если Windows 98 записывает на жесткий диск файл подкачки, то любому пользователю ясно, что в этот момент диск потребляет энергию. Но для программ BIOS это не факт, и они начинают проверять состояние винчестера.

Наконец, «горячая» замена с конфигурированием в реальном времени реализована для ныне действующих интерфейсов только в USB. Попробуйте вытащить жесткий диск из работающего компьютера, и вы быстро в этом убедитесь.

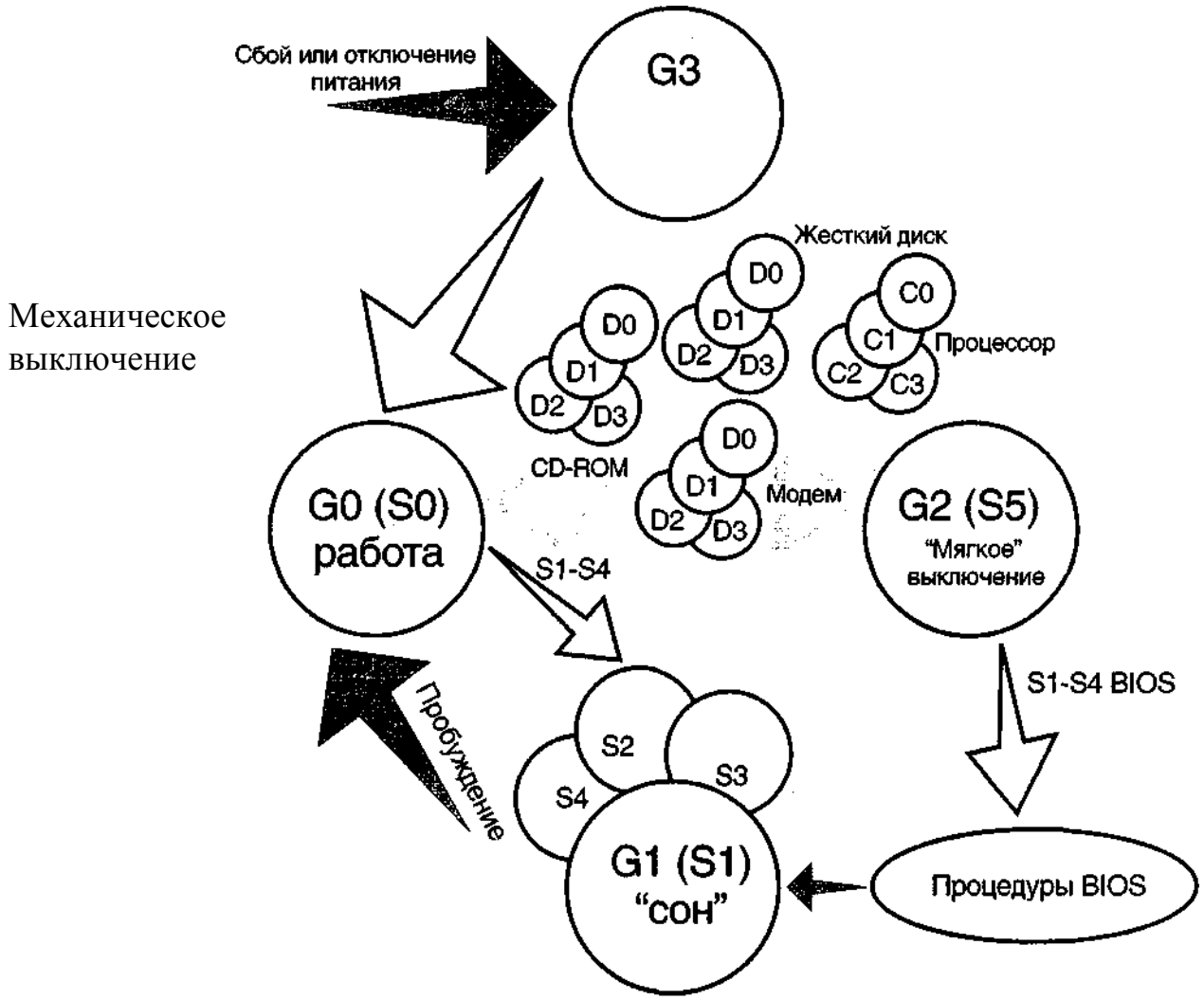


Рис. 1.13. Состояния и переходы системы согласно спецификации ACPI

Интерфейс ACPI был придуман, чтобы разумно включать (выключать) сам компьютер и всю периферию. Представьте, что видеомагнитофон, подключенный к PC, при установке кассеты «будит» компьютер, а тот уже включает телевизор. Пока это кажется фантастикой и интересует обычного пользователя чисто теоретически.

Однако именно на интерфейсе ACPI основана технология On-Now, совсем недавно начавшая внедряться в компьютерных системах. Она призвана сократить длительный процесс при включении (выключении) компьютера, обеспечить служебным приложениям (например, процедурам проверки жесткого диска) возможность работы в то время, когда компьютер выключен, улучшить положение с энергопотреблением.

Согласно спецификации ACPI компьютер может находиться в следующих состояниях:

- G1 - спящий режим (suspend);
- G2 - питание отключено, но блок питания находится под напряже-

нием (soft-off).

• G3 - питание отключено механическим выключателем (mechanical off).

Технология On-Now предусматривает расширения для режима G1. Добавляются новые уровни функционирования.

• S1 (Standby 1) — останавливаются таймеры системной платы, но сохраняется состояние оперативной памяти. Выход из режима S1 в рабочий режим происходит мгновенно.

• S2 (Standby 2) — дополнительно отключается питание кэш-памяти системной платы и процессора, а данные, хранившиеся там, переправляются в оперативную память. Переход в рабочий режим происходит достаточно быстро.

• S3 (Suspend-to-memory) — обесточиваются все компоненты системы кроме оперативной памяти. Включение с восстановлением предыдущего состояния компьютера занимает чуть больше времени, чем из режима S2.

• S4 (Suspend-to-disk) — данные о состоянии системы и содержимое памяти записываются в специально отведенное место на жестком диске. Переход в рабочий режим занимает сравнительно большое время.

Режим S3 сейчас поддерживается слабо, так как нынешние системные платы часто не имеют схем раздельного питания компонентов. Пока путем модификации BIOS удается как-то обеспечить режим S4. Среди системных плат, имеющих раздельные схемы питания компонентов, можно назвать ASUS P2B-E (модифицированный вариант P2B).

Так как спецификацию On-Now разрабатывала фирма Microsoft, то управляющим центром всей технологии, естественно, стала операционная система Windows. Учитывая любовь Била Гейтса к идее информационной магистрали, было предусмотрено многое для работы в локальных и глобальных сетях. В частности, обеспечивается автоматическая загрузка файлов из Интернета и выполнение системных задач. Например, можно задать включение компьютера ночью для просмотра Web-страниц и получения новых файлов. По такому же принципу функционируют другие программы (антивирусы, средства резервного копирования, проверки диска и прочие).

Сохранение сетевых соединений обеспечивается автоматическим сохранением используемых файлов на локальном диске и восстановлением соединения после включения компьютера. Поддержка специфических функций предусматривает, например, непрерывную 24-часовую работу факс-модема независимо от состояния компьютера. При необходимости модем включает систему и запускает необходимые приложения.

С практическим использованием технологий ACPI и On-Now дела обстоят неважно. Как часто случается у Microsoft, новая технология первоначально отказывалась работать в Windows без ошибок. Не поддерживались некоторые функции управления питанием через ACPI. Например, блок питания при переходе в спящий режим через ACPI должен выключаться, а он оставался включенным. Поэтому уровень контроля со стороны Windows

явно недостаточен. Кроме этого, для полноценной работы необходимы поддерживающие технологию On-Now драйверы видеокарты. Пока их не так много. Многие из выпускаемых CD-ROM и SCSI-адаптеров с On-Now в полном объеме работать не могут. Так что Microsoft пришлось решать эти проблемы выпуском «заплаток» к Windows, а производителям компонентов писать новые драйвера.

К счастью, On-Now умеет работать и через BIOS, в обход операционной системы. Например, для системной платы ASUS P2B-E вовсе не обязательны команды Windows для перехода в режим S3, а системная плата AOpen AX-6BC умеет переходить даже в режим S4.

I_2O — ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ ВВОД/ВЫВОД

Этот интерфейс известен сравнительно давно и применяется на мощных серверных системах под управлением Windows NT и Unix. Сейчас рассматриваются проблемы его внедрения на рабочих станциях и персоналках. В качестве альтернативы иногда рассматривают интерфейс NGIO (Next Generation Input/Output — система ввода-вывода следующего поколения).

Суть архитектуры I_2O заключается в обработке низкоуровневых прерываний ввода-вывода, поступающих от устройств, не центральным процессором, а специализированным процессором ввода-вывода.. В настоящий момент для этой цели применяют RISC-процессор i960 с рабочей частотой 66 МГц, имеющий собственную память объемом до 64 Мбайт. I_2O разгружает центральный процессор, особенно при выполнении задач, требующих интенсивного ввода-вывода и широкой полосы пропускания, например обработки видео, рендеринга трехмерных сцен или работе в среде клиент-сервер.

Спецификация I_2O определяет разбиение драйвера устройства на две части: ОС-зависимого (драйвер операционной системы—ДОС) и аппаратно-зависимого модуля (драйвер устройства — ДУ). Обе части работают автономно и могут выполнять задачи независимо. В настоящее время поддержка I_2O обеспечивается в NetWare 4, Windows 2000 Server и UnixWare. Таким образом, уменьшается общее число требуемых драйверов: производители операционных систем пишут по одному драйверу на каждый класс устройств, например дисковые контроллеры, а производители оборудования — по одному драйверу на каждое собственное устройство, которые могут быть использованы с любой операционной системой, поддерживающий I_2O.

Модель связи в I_2O — это система обмена сообщениями (пакет сообщений — ПС). Когда ДОС получает запрос от операционной системы, он транслирует его в формат запроса I_2O и передает ДУ для обработки. После обработки запроса ДУ возвращает результат обратно ДОС, посылая пакет посредством уровня сообщений I_2O. Далее результат передается операционной системе, как от любого другого драйвера устройства.

Уровень сообщений определяет открытый, стандартный, абстрактный механизм для связи между сервисными модулями, обеспечивая основу для интеллектуального ввода-вывода. На этом уровне происходит управление пересылкой всех запросов, а также обеспечивается функционирование API (Application Programming Interface).

ПС состоит из трех основных компонентов: дескриптора сообщения, сервисной программы сообщения (СПС) и очереди сообщений. Дескриптор по существу является адресом ресурса, к которому идет обращение. То есть, для каждого сообщения создается свой дескриптор. Очередь сообщений организуется между передающим и приемным устройствами.

Когда драйвер формирует сообщение, оно помещается в очередь, и для его обработки активизируется СПС. Сообщение содержит две части: заголовок и тело. Заголовок содержит тип сообщения и адрес его отправителя.

Интерфейс I_2O базируется на очереди между СПС и отправителем. Инициатор запроса и сервисный модуль обслуживаются I_2O. Спецификация I_2O определяет также формат памяти, необходимой для функционирования интерфейса, не зависящий от организации операционной системы.

Гибкая, открытая архитектура I_2O предоставляет разработчикам различные варианты для реализации. В настоящее время возможны следующие варианты реализации интерфейса:

• установка ЮР на материнскую плату. В этом случае I_2O используется в качестве стандартного моста PCI и просто добавляет «интеллектуальности» шине PCI;

• установка I_2O на дополнительной плате расширения. Интеллектуальный контроллер I_2O инсталлируется как обычная карта расширения;

• установка платы расширения с ЮР в специализированный слот на материнской плате. Интерфейс будет функционировать со всеми устройствами, требующими интеллектуального ввода-вывода. Устройства, совместимые с технологией I_2O, будут маркироваться производителями как «I_2O ready». Однако в одной системе можно будет применять как устройства I_2O, так и обычные. Это позволит организовать легкий переход к новой архитектуре. Тем более, что стоимость материнской платы с ЮР возрастет максимум на $10-15.

Иногда утверждают, что введение дополнительных устройств (IOP) и разделение драйвера на две независимые части приведет к снижению скорости обмена информацией устройств с памятью. Однако сами драйверы станут проще, а центральный процессор освободится от задач ввода-вывода. Поэтому общая эффективность системы должна возрасти.

Внедрение технологии интеллектуального ввода-вывода должно произойти в ближайшем будущем. Ведущие производители материнских плат уже представили свои изделия с установленным ЮР i960.

ИНТЕРФЕЙС IEEE 1284

Стандарт IEEE 1284 определяет параметры параллельного интерфейса

обмена данными с внешними устройствами компьютера. Практически единственным широко распространенным внешним устройством с параллельным интерфейсом является принтер. Прочие компоненты (как то: «электронные ключи», стримеры, сканеры, дисководы ZIP) на самом деле для IEEE 1284 «неродные» и работают, надо сказать, отвратительно. В частности, «электронный ключ» на LPT-порту легко эмулируется программными методами, а дисковод ZIP записывает так долго, что пользователь успевает состариться. Поэтому в дальнейшем мы будем рассматривать параметры IEEE 1284 применительно к принтерам. Однонаправленный параллельный интерфейс для подключения принтеров получил наименование Centronics. Он объединяет спецификацию на параметры сигналов, протоколы взаимодействия и применяемые разъемы.

Интерфейс Centronics реализован на современных компьютерах как SPP (Standard Parallel Port — стандартный параллельный порт). В качестве разъема применяется DB-25S, обычно размещаемый на отдельной планке. Иногда встречаются и внутренние разъемы LPT.

Рис. 1.14.Разъем DB-25

Контроллер параллельного интерфейса поддерживает 8-битную шину данных, 5-битную шину сигналов состояния и 4-битную шину управляющих сигналов. Обычно поддерживаются три 8-битных регистра в пространстве ввода-вывода и одна линия запроса прерывания. Схемотехника порта LPT базируется на TTL-логике.

Рис. 1.15. Разъем LPT на системной плате

Для вывода одного байта на внешнее устройство требуется 4-5 операций ввода-вывода, что обусловливает скорость обмена не выше 150 Кбайт/с при значительной загрузке процессора. Очевидно, что для современных устройств печати, особенно цветной, где размер ~~файла нередко превышает 100 Мбайт,~~ такая скорость совершенно недоста-

точна. К тому же значительная загрузка процессора операциями ввода-вывода практически исключает выполнение каких-либо иных работ во время печати.

В1994 г.был принят стандарт IEEE1284, определивший спецификацию портов SPP, EPP и ECP. Дополнительные режимы EPP (Enhanced Parallel

Port — улучшенный параллельный порт) и ECP (Extended Capability Port — порт с расширенными возможностями) позволили ввести поддержку двунаправленного обмена с аппаратным сжатием данных, использованием буферов FIFO и каналов DMA.

В качестве разъемов спецификацией определены Тип A (DB-25), Тип B (Centronics) и тип C (компактный 36-контактный). Требования к кабелям также ужесточены: перевитые провода, экранировка и другие параметры должны обеспечить пропускную способность до 2 Мбит/с при длине кабеля до 10м. Однако надо следить за тем, чтобы кабель, идущий в комплекте с принтером или приобретаемый отдельно, соответствовал спецификации и был маркирован «IEEE Std 1284-1994 Compliant».

Конфигурирование параллельного порта осуществляется средствами BIOS (см. приложение 8). Обычно предоставляется возможность изменять адреса регистров портов и режим обмена данными. Для современных печатающих устройств однозначно следует назначать режим ECP.

ИНТЕРФЕЙС RS-252C

Обмен данными в соответствии со спецификацией протокола RS-232 происходит методом асинхронной передачи. При этом каждому байту предшествует так называемый старт-бит (всегда имеющий значение логического «0»), который сигнализирует приемнику о начале пакета. За ним следуют биты данных и (не всегда) бит четности. Завершает посылку стоп-бит, сигнализирующий о начале паузы между пакетами. Продолжительность паузы может быть произвольной. Таким образом, передатчик и приемник должны работать на одной скорости, так как синхронизация производится по единственному старт-биту.

На практике допускается некоторое рассогласование скоростей, так как в приемнике по сигналу старт-бита генерируются внутренние стробы, по которым фиксируются биты. Стробы могут несколько отклоняться от середины ~~битовых интервалов, такой допуск на~~ 8-битном пакете теоретически достигает 5%. В реальных условиях отклонение не должно превышать 2-3%.

Существуют методы контроля формата асинхронной передачи, позволяющие выявить некоторые ошибки. Самым распространенным является посылка бита, дополняющего количество единичных бит в посылке до четного (или нечетного) значения, в соответствии с принятым соглашением. Прием байта с неверным значением позволяет зафиксировать ошибку передачи.

Для асинхронного режима принято несколько стандартных скоростей обмена. Сегодня актуальными можно считать скорости 9600 бит/с, 19200 бит/с, 38400 бит/с, 57600 бит/с и 115200 бит/с Тем самым эти скорости являются стандартными для последовательного порта компьютера, реализованного на интерфейсе RS-232C.

Интерфейс стандарта RS-232C использует несимметричные передатчи-

ки и приемники, то есть сигнал передается относительно общего провода, высокий уровень (+3 -- +12В) соответствует логическому «О», а низкий уровень (-3 -- -12В) — логической «1». Для формирования этих сигналов на внешних устройствах используют передатчики типа 1488 и приемники типа 1489. В компьютерных системах применяют универсальные асинхронные приемопередатчики (UART — Universal Asynchronous Receiver-Transmitter), совместимые на уровне регистров с типом 16550А.

Микросхема UART 16550А обеспечивает поддержку буферов ввода-вывода (FIFO) емкостью по 16 байт, режим прямого доступа к памяти (DMA), все стандартные скорости обмена данными.

Последовательные порты компьютера реализованы на микросхеме UART и имеют внешние разъемы стандарта DB25P ~~или DB-9P, которые должны~~ быть выведены на заднюю стенку корпуса напрямую или через планку.

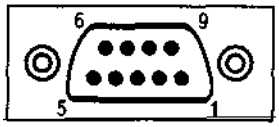


Рис. 1.16. Разъем DB-9P

К последовательному порту могут быть подключены различные манипуляторы (мышь, трекбол), внешние модемы, печатающие устройства (принтеры, плоттеры), инфракрасные приемопередатчики, так называемый «нуль-модемный» кабель для соединения с ~~другим компьютером, электронные~~ ключи, измерительные комплексы, устройства управления блоков бесперебойного питания и т. д. Компьютер ~~имеет четыре последова~~тельных порта (COM1 — COM4), каждой паре которых выделяется своя линия запроса прерывания. Для COM 1 /COM3 это линия IRQ 4, для COM2/COM4 — линия IRQ 3. Если к одному из портов подключена мышь, то линию запроса прерывания на нем переназначить нельзя, так как она жестко задана в драйвере устройства.

Конфигурирование последовательных портов осуществляется на аппаратном уровне средствами BIOS системной платы, а на программном уровне — динамически соответствующими приложениями. В период инициализации BIOS проверяет наличие портов по стандартным адресам и присваивает им логические имена (COM1 — COM4). Затем обнаруженным портам назначаются линии запроса прерывания.

В принципе, помимо линий IRQ 3/4 можно задействовать линии IRQ 10/11. Но многие программы и драйверы настроены только на стандартные линии и не могут работать с другими. Особенно это касается манипуляторов, модемов, устройств бесперебойного питания.

В некоторых случаях прерывания не используются. Например, при связи двух компьютеров нуль-модемным кабелем или при подключении печатающих устройств.

Проблемы с функционированием подключаемых к последовательным

портам устройств обычно заключаются в конфликтах по ресурсам. Однако бывает и так, что ошибки начинаются с BIOS. Иногда BIOS не может найти физически присутствующие порты, поскольку не все версии BIOS проверяют альтернативные базовые адреса. В таком случае можно найти базовые адреса реальных портов с помощью специальных служебных утилит (типа Port Finder) и затем выставить их вручную с помощью других утилит.

В иных случаях BIOS ошибочно назначает двум портам одинаковый адрес. Причем такая ошибка тестирующими программами обнаруживается только при установке внешней заглушки на разъем. В противном случае оба порта могут работать параллельно, удачно проходя тесты, но мешая друг другу при реальном обмене данными.

Чаще других конфликтов бывает борьба за линии запросов прерывания между мышью и модемом. Здесь лучше всего «развести» конфликтующие устройства по разным парам портов. А как быть, если помимо мыши на последовательном порту «висит» еще какое-либо устройство? В таком случае модему можно назначить прерывание из числа альтернативных (IRQ 10 или 11), если позволяет его драйвер.

ИНТЕРФЕЙС IDE

За долгую историю развития интерфейса IDE появилось множество обозначений его стандартов, в которых неспециалисту порой разобраться трудно. Во избежание путаницы попробуем расставить все по своим местам. Начнем с уже далеких 80-х годов, когда фирма IBM выпустила компьютер AT (Advanced Technology — передовая технология). Несмотря на громкое название, винчестер этого компьютера был подсоединен к 16-битной шине ISA и управлялся собственным контроллером. Крупнейший производитель жестких дисков фирма Western Digital в союзе с изготовителем компьютеров Compaq предложила управляющую электронику встроить в сам винчестер.

Согласованный стандарт на такой интерфейс получил название ATA (AT Attachment — подключение к AT) и обеспечил возможность модернизации путем простой замены (или добавления) жестких дисков. Чуть позднее появилось обозначение этого же интерфейса IDE. Так что в смысловом отношении ATA и IDE — синонимы.

Ныне под аббревиатурой IDE часто подразумевают вообще все устройства, совместимые с интерфейсом ATA «сверху вниз»: Fast ATA, EIDE, Ultra ATA и прочие. Подчеркнем, что все варианты основаны на параллельном интерфейсе, что и определяет его «родовые» недостатки.

Спецификация ATA определила, что к одному каналу можно подключать два устройства (Master и Slave), установила режимы обмена данными PIO (0, 1, 2) и DMA (SW 0, 1, 2 и MW0).

Режим PIO (Programmed Input-Output — программный ввод-вывод) предусматривает участие центрального процессора в обмене данными между диском и оперативной памятью.

В режиме DMA (Direct Memory Access — прямой доступ к памяти) устройство напрямую общается с системной памятью, перехватывая управление шиной.

Протоколы SW (Single Word — однословный) и MW (Multi Word — многословный) определяют, в каком виде передаются данные. Номера режимов указывают на продолжительность цикла обмена и, тем самым, на скорость передачи данных (например, 1 — 240 нс, 2 — 180 нс). В сокращенном виде обычно это записывают так: SW2 DMA, MW1 DMA, PIO2 и так далее. Особенности 16-битной адресации шины ISA не позволяли поддерживать жесткие диски объемом свыше 528 Мбайт.

Интерфейс ATA не мог обеспечить подключения никаких других устройств, кроме ~~жестких дисков. Между~~ тем появились новые компоненты: дисководы CD-ROM, магнитооптика, стримеры, — каждый из которых оснащался собственным интерфейсом от производителя и обычно требовал подключения к слоту ISA уникальной карты расширения, несовместимой с другими устройствами. К тому же и скорость жестких дисков значительно выросла и режимы, предусмотренные ATA, уже не удовлетворяли современным требованиям.

Так появился стандарт на интерфейс ATA- 2, который устанавливал более скоростные протоколы PIO (3 и 4), MW DMA (1 и 2), определял новый режим обмена данными Block transfer (передача блоками) и адресацию дискового пространства LBA (Logical Block Addressing — адресация логическими блоками). Кроме того, были расширены команды идентификации диска, выдающие информацию по системным запросам о характеристиках устройства.

Как уже говорилось, интерфейс IDE/ ATA даже в самых последних реализациях остается 16-битным. Шина же PCI, к которой подключены IDE-контроллеры чипсета материнской платы, является 32-разрядной. Поэтому контроллер составляет из двух переданных подряд 16-битных пакетов один 32-битный и пересылает его дальше по шине. Ясно, что даже в самом скоростном режиме 16-битный пакет, отправляемый с жесткого диска, тормозит работу системы. Именно поэтому для высокопроизводительных устройств предпочитают диски с интерфейсом SCSI.

В 1997 г. был принят очередной стандарт ATA-3, фактически имевший, по сравнению с ATA-2, единственный новый элемент — технологию S.M.A.R.T. (Self-Monitoring Analysis and Reporting Technology — технология самотестиро~~вания и анализа). По режимам обмена~~ данными ATA-3 полностью соответствует ATA—2.

Существенным шагом вперед в развитии интерфейса стало появление протокола ATAPI (ATA Packet Interface — пакетный интерфейс ATA). Он обеспечивал подключение к каналу IDE компонентов, отличных от жестких дисков. При этом с точки зрения пользователя разницы в доступе к устройствам различного типа не имелось. Протокол ATAPI требует соответствующей поддержки со стороны BIOS, причем последние версии BIOS могут на-

значить любое устройство, присоединенное по протоколу ATAPI, загрузочным. Протокол вошел в новый стандарт ATA/ATAPI-4, утвержденный в 1998 г. Протоколы обмена данными также пополнились новыми стандартами: режимом Ultra DMA mode 2 и режимом коррекции ошибок по контрольной сумме (CRC — Cyclic Redundancy Check). Кроме того, появились многозадачные режимы, то есть, режимы параллельного выполнения команд и создания очередей двумя устройствами на одном канале IDE (правда, с существенными ограничениями). Жесткие диски, соответствующие стандарту ATA/ATAPI-4, появились на рынке под обозначением Ultra ATA—33.

Достаточно стройную и целостную систему интерфейсов ATA, ATA-2, ATA-4, описанную выше, не преминули запутать конкурирующие между собой производители жестких дисков и других носителей информации. Для того чтобы выделить свою продукцию на рынке, они придумали собственные названия интерфейсов, которые отличаются между собой лишь методами поддержки спецификаций ATA-2 и дополнительными функциями, расширяющими (или урезающими) стандарт.

Первой по этому пути пошла компания Seagate, придумавшая название Fast ATA. На самом деле ее продукт отличается от ATA-2 как раз отсутствием самых быстрых режимов обмена (PIO4 и MW2 DMA). Фирма Quantum «изобрела» название Fast ATA-2 для своего интерфейса, ничем не отличающегося по существу от стандарта ATA-2.

Больше всех ситуацию запутала компания Western Digital, с чьей легкой «руки» появилось обозначение EIDE (Enhanced IDE — улучшенный IDE). Этот термин и сейчас достаточно широко применяется как в компьютерной индустрии, так и продавцами комплектующих. Если же попытаться определить отличия EIDE от ATA-2, то выясня-ются удивительные вещи. Оказывается, EIDE целиком включает все спецификации ATA-2 и протокола ATAPI.

Таким образом, выражение «жесткий диск с интерфейсом EIDE» по смыслу равнозначно фразе «жесткий диск с интерфейсом ATA-2». Тогда чем же отличается EIDE? Дело в том, что WD придумала хост-адаптер Dual IDE/ATA, позволяющий использовать до четырех устройств. Однако такой адаптер никакого отношения к собственно стандарту на интерфейс IDE не имеет и является для любого компонента IDE/ATA внешним устройством, обеспечивающим обычное функционирование согласно стандартам. То же самое относится и к любому устройству ATAPI. Таким образом, термин EIDE — ловкий маркетинговый ход WD, который, может быть, и увеличил объем ее продаж, но вконец запутал пользователей.

В 1999 г. фактически был принят стандарт ATA/ATAPI-5, так как большинство производителей поддержали его реальными продуктами. Протокол Ultra ATA-66 нового стандарта оговаривал режим передачи данных со скоростью до 66 Мбайт/с (спецификация Ultra DMA mode 4). Для подключения таких дисков понадобились новые шлейфы (с чередованием сигнальных проводников и линий, замкнутых на «землю»), имеющие 80 проводников,

совместимые, к счастью, с существующими 40-контактными разъемами IDE.

Исследования, проводившиеся многими фирмами, позволили еще более расширить полосу пропускания устройств IDE, использующих новый 80-жильный шлейф. Так появилась спецификация ATA/ATAPI-6, определяющая требования к жестким дискам и интерфейсу с пиковой пропускной способностью до 100 Мбайт/с (режим Ultra DMA mode 5). В частности, предусмотрено увеличение LBA с 32 до 64 бит, поддержка особых режимов передачи потокового видео, меры по уменьшению шумности дисков. Жесткие диски с интерфейсом ATA/ATAPI-6 сейчас представлены достаточно широко и обычно обозначаются продавцами как ATA-100.

Как показывает тестирование, жесткие диски с интерфейсом ATA-100 действительно серьезно продвинулись по пути повышения производительности. Однако возможности дальнейшего совершенствования параллельного интерфейса IDE практически исчерпаны и потому в качестве перспективного направления рассматривается последовательный интерфейс Serial ATA.

ИНТЕРФЕЙС SERIAL ATA

Хотя официального стандарта на Serial ATA не существует, первые жесткие диски с новым интерфейсом уже выпускаются. Естественно, что чипсеты на системных платах пока напрямую их не поддерживают, и потому необходимо иметь отдельный контроллер, устанавливаемый в слот PCI.

Главное отличие нового интерфейса состоит в принципиально ином — последовательном — способе обмена данными. Пока спецификация на SerialATA не стандартизирована, о ней известно немногое. Данные передаются по восьмижильному кабелю, уровень сигналов составляет 3,3 В. На сегодняшний день реализация интерфейса позволяет достичь пиковой пропускной способности 1,5 Гбит/с (примерно 187 Мбайт/с), однако разработчики обещают в ближайшем времени увеличить этот показатель вдвое. Таким образом, наконец-то полоса пропускания внешнего интерфейса будет соответствовать скорости внутренней передачи данных жестких дисков. Первой летом 2000 г. представила жесткий диск с интерфейсом SerialATA фирма Seagate.

Стандарты на режимы обмена ATA

Режим	Скорость обмена, Мбайт/с
SW DMA mode 0	2,08
SW DMA mode 1	4,16
SW DMA mode 2	8,33
MW DMA mode 0	4,12
MW DMA mode 1	13,3
MW DMA mode 2	16,6
Ultra DMA mode 0	16,6
Ultra DMA mode 1	25
Ultra DMA mode 2	33
Ultra DMA mode 3	44
Ultra DMA mode 4	66
Ultra DMA mode 5	100

Рис. 1.17.

Разъем IDE на системной плате и шлейф IDE

С точки зрения пользователя интерфейс SerialATA предоставит ряд преимуществ. Во-первых, впервые появятся дешевые жесткие диски, превосходящие по производительности устройства с интерфейсом SCSI. Во-вторых, предусмотрено автоматическое конфигурирование компонентов (к одному кабелю можно подсоединить несколько устройств), подключаемых к SerialATA: жестких дисков, CD-ROM/RW и DVD/CD приводов, накопителей со съемными носителями (Zip, Orb, Jazz, LS-120, магнитооптика) и других внутренних устройств. В-третьих, из системного блока исчезают шлейфы, сильно затруднявшие доступ к компонентам и мешавшие циркуляции охлаждающего воздуха. Наконец, не потребуется замены операционной системы, так как драйверы устройств SerialATA без проблем подключаются к семейству Windows.

С другой стороны, пройдет какое-то время (по-видимому, не менее го-

да), прежде чем поддержка SerialATA будет включена в чипсеты системных плат. Пока придется устанавливать специальные контроллеры на платах расширения в слот PCI. Правда, разработчики обещают совместимость устройств SerialATA с интерфейсом IDE. То есть жесткие диски SerialATA можно будет брать «на вырост», дожидаясь появления нужных системных плат.

ПРОЧИЕ ИНТЕРФЕЙСЫ

MIDI

Интерфейс MIDI (Musical Instriment Digital Interface) служит для сопряжения компьютеров и электронных музыкальных устройств: синтезаторов, микшеров, сэмплеров и т. д. Электрически интерфейс реализован по схеме «токовая петля» с гальванической развязкой входной цепи, что исключает помехи.

Формат двустороннего обмена данными асинхронный, с частотой передачи 31,25 Кбит/с. Пакет передачи содержит старт-бит, 8 бит данных и один стоп-бит. Старший бит в блоке данных служит признаком идентификации —

передается команда или данные. Если он соответствует логическому нулю, остальные семь бит интерпретируются как данные. В противном случае следующие три бита воспринимаются как код команды, а последние четыре — как номер канала.

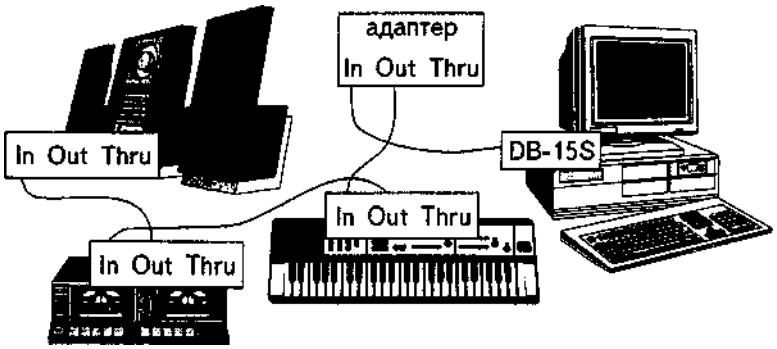


Рис. 1.18. Вариант сети MIDI

Спецификацией интерфейса определены три типа портов — MIDI In, MIDI Out и MIDI Thru. Порт MIDI In служит для приема данных и команд. Порт MIDI Out служит для передачи информации на внешние устройства. Порт MIDI Thru служит для ретрансляции сигнала, поступившего на вход MIDI In. Физически порты выполнены на разъемах DIN 5, являющихся стандартными и для бытовой звуковой аппаратуры.

Стандартом MIDI предусмотрено подключение до 16 устройств по различной топологии сетевого соединения. Общие принципы построения сети MIDI-устройств достаточно просты. Управляющие компоненты (клавиатуры, синтезаторы) должны находиться перед управляемыми. При дву-

стороннем обмене устройства соединяются в кольцо.

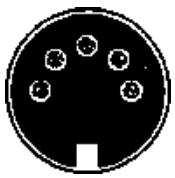
Реализация интерфейса MIDI на компьютере имеет ряд особенностей. Во-первых, сигналы выведены на неиспользуемые контакты (12 и 15) разъема DB-15S игрового порта (см. далее Game-port). Поэтому для согласования с внешними устройствами MIDI требуется переходный адаптер, обеспечивающий реализацию «токовой петли». Хотя изредка встречаются компьютеры (обычно Brand-name), в которых такой адаптер встроен и имеется разъем DIN5.

В качестве контроллера интерфейса MIDI в компьютерах используют микросхему MPU-401 фирмы Roland. В современных компьютерах она встроена в микросхему UART (типа 16650). Иногда встречаются варианты BIOS, позволяющие конфигурировать микросхему UART для использования в качестве последовательного порта или порта MIDI.

КЛАВИАТУРА и PS/2

В персональных компьютерах, начиная с AT, клавиатура подключается через разъем DIN 5 к специальному контроллеру (UPI — Universal Peripheral Interface) на системной плате. В самой клавиатуре имеется микроконтроллер, который соединен последовательным каналом с микросхемой типа 8042 универсального интерфейса периферийных устройств. Данные по каналу передаются пакетами по 11 бит, из которых 8 бит отведено под собственно данные, а остальные — под синхронизирующие и управляющие сигналы. Заметим, что последовательный интерфейс клавиатуры не совместим с последовательным интерфейсом RS-232C. Микросхема UPI 8042 (или другая, совместимая с ней по интерфейсу) содержит собственную оперативную память и ПЗУ. Контроллер, установленный в клавиатуре (обычно типа 8048 или 6805), при нажатии на клавишу определяет координаты замкнутого контакта в матрице и передает контроллеру типа 8042 так называемый «скан-код». В свою очередь, контроллер 8042 преобразует поступивший скан-код в один из предусмотренных в системе скан-кодов и направляет его в процессор.

Разъем DIN 5



Для этой операции монопольно используется линия запроса прерываний IRQ1. Очевидно, что контроллер прерываний, обрабатывающий запросы в соответствии со статусом линии, предоставит IRQ1 приоритет по сравнению со всеми другими линиями, за исключением таймера (занимающего линию IRQ0). Именно этим объясняется, что при некоторых сбоях остается возможность перехватить управление операционной системой, даже если «свалился» драйвер мыши или какая-то программа «зависла» намертво.

Рис. 1.19. Подключение клавиатуры к разъему DIN5

Интерфейсы клавиатур XT и AT совпадают только по электрическим параметрам. Логический формат пакетов данных заметно различается и потому старые клавиатуры XT нельзя использовать в современных компьютерах.

Интерфейс PS/2 отличается от AT только разъемом и контроллером, установленным на системной плате. В качестве разъема применяют mini-DIN6, а контроллером является микросхема 8242B. Интерфейс PS/2 использует однополярный сигнал с уровнем +5 В, соответствующими схемотехнике TTL. Передача данных происходит в синхронном режиме. Контроллер 8242B часто используют для подключения мыши по интерфейсу PS/2.

Так как обычная мышь с последовательным интерфейсом RS-232C является асинхронной и для питания используется двуполярный сигнал, она не совместима с портом PS/2. Попытка подсоединить мышь RS-232C через переходник к порту PS/2 может привести к выходу ее из строя. Таким образом, через переходник к разъему PS/2 можно подключать только клавиатуру, а также те мыши, которые комплектуются специальным переходником.

Разъем mini-DIN6

ИНТЕРФЕЙС GAME-PORT

Интерфейс игрового адаптера (Game-port) предназначен для подключения джойстиков и других игровых манипуляторов, хотя благодаря своим уникальным свойствам часто используется в серьезных целях. Уникальность интерфейса заключается в его способности выполнять функции простейшего аналого-цифрового преобразователя. Для подключения

устройств предназначен разъем DB-15S, восемь контактов которого используются для передачи сигналов. Первые четыре линии (№0-3) связаны с резисторами джойстиков, а остальные — с кнопками.

Сопротивление каждого из четырех резисторов (а к порту можно подключать два джойстика, имеющих по два резистора с величиной сопротивления 0-100 кОм) преобразуется в цифровую последовательность самым простейшим способом, основанном на программном определении продолжительности импульса, пропорционально сопротивлению резисторов. При инициализации джойстика в контроллере адаптера биты 0-3 выставляются в состояние логической единицы. Затем сигнал с аналоговых входов преобразуется по формуле:

T = 24,2 + 11xR, где T — время в микросекундах, R — сопротивление в кОм.

Таким образом, замеряется время возврата в нулевое состояние битов 0-3. Опрос состояния линий осуществляется с промежутком 11,2 мкс. Тем самым формируется последовательность битов, пропорциональная положению движка на переменном резисторе джойстика по соответствующей координате. Такая последовательность поступает в игровую программу, которая инициирует управляющее воздействие на определенный объект, пропорциональное длине битового пакета.

Очевидно, что точность такого аналого-цифрового преобразования невысока, поэтому в последнее время расширяется рынок джойстиков с интерфейсом USB. Но во многих случаях этой точности достаточно, в том числе для исследовательских работ или управления бытовыми устройствами. В

Интернете можно найти десятки описаний нестандартного применения интерфейса Game-port.

Более подробно о характеристиках джойстиков, влияющих на точность преобразования и, следовательно, на точность управления в играх, рассказано в главе 11.

PC Card (PCMCIA)

Интерфейс PC Card является универсальным для подключаемых к компьютеру (как правило — портативному) внешних устройств. Через шину PC Card подсоединяют модемы, модули памяти, контроллеры различного типа, сетевые карты и прочие компоненты. Сразу заметим, что существуют проблемы с совместимостью устройств PC Card от различных производителей, так как имеются различные толкования спецификации.

Основные характеристики интерфейса PC Card выглядят по современным меркам не слишком внушительно:

- ширина шины 16 бит;
- адресуемое пространство 64 Мбайт;
- тактовая частота 33 МГц;
- поддержка режима прямого доступа к памяти (DMA);
- поддержка программного конфигурирования устройств на шине (Bus Mastering);

• поддержка до 4080 слотов;
• «горячее» подключение устройств.

Однако для компактных переносных компьютеров устройства PC Card просто незаменимы, так как впихнуть все необходимое в корпус ноутбука не удается. Сейчас разъемы PC Card все чаще встречаются на обычных (настольных) компьютерах. Появился целый класс бытовых устройств, ориентированных на интерфейс PC Card: персональные идентификаторы, электронные платежные средства, цифровые фотокамеры, СВЧ печи и прочие.

В настоящее время известно четыре более-менее стандартизированных типа устройств PC Card. Все они совместимы по электрическим и логическим параметрам и отличаются только размерами. При этом сохраняется преемственность «снизу вверх». То есть меньшие адаптеры можно устанавливать в гнезда большего размера.

Устройство PC Card тип 1 имеет размеры 54x85x3,5 мм, PC Card тип 2 — 48x75x5 мм, PC Card тип 3 — 48x75x 10,5 мм. Допустимая толщина жестких дисков формата PC Card тип 3 составляет 13 мм. Для устройств памяти различного типа (динамической, статической, постоянной) введен формат Miniature Card с размером устройств 33x38x3,5 мм. Компоненты с интерфейсом PC Card оснащены разъемами с 68-ю контактами, два из которых (Card Detect — обнаружения карты) короче остальных. Устройства Miniature Card имеют 60-контактный разъем, но могут устанавливаться в слот PC Card тип 2 через переходник

Шина Card Bus является 32-разрядной, так как в ней происходит мультиплексирование шин адреса и данных стандартных 16-разрядных устройств PC Card.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕРЫВАНИЙ PCI/AGP

Исторически на шине ISA под входы запросов на прерывания отводилось 11 линий (это для 16-разрядной шины!). По спецификации PCI на прерывания отведено 4 линии (напомним, что шина PCI может быть 32- или 64-разрядной). К тому же в смысле распределения прерываний устройства на шине AGP полностью идентичны устройствам на шине PCI. Таким образом, без применения арбитража на одной шине одновременно могут функционировать лишь четыре устройства PCI (включая видеокарту AGP).

На системных платах можно встретить четыре-шесть слотов PCI и обязательный слот AGP. При этом сама шина PCI соединяется с системной шиной посредством главного моста (PCI Host Bridge). Дополнительные шины подключены через одноранговый мост (PCI Peer-to-Peer Bridge). Очевидно, что устройства на всех слотах вынуждены использовать лишь четыре линии прерываний. Как же более современный интерфейс обходится меньшим числом линий?

Дело в том, что параметры сигналов прерываний на шинах ISA и PCI в корне отличны друг от друга. Контроллер ~~прерываний на шине~~ ISA сраба-

тывает по перепаду сигнала на линии с низкого на высокий уровень (то есть при переключении из «0» в «1»), В этом случае попытка другого устройства запросить прерывание по той же линии не вызовет никаких последствий, поскольку на линии уже присутствует высокий уровень сигнала и перепад не фиксируется, В итоге на шине ISA действует простой, как правда, закон: одно устройство — одно прерывание.

По спецификации PCI линии запросов прерываний подключены по схеме «монтажного И» (с открытым стоком). Если хотя бы на одном из выходов присутствует низкий уровень (логический «О»), то и на всей линии будет выставлен «0». Контроллер прерываний PCI реагирует только на уровень сигнала, не обращая внимания на перепады. Мы знаем, что на линии может присутствовать несколько устройств. Как же определить, какое из них запрашивает прерывание?

Для этого предназначены программы — обработчики прерываний. В спецификации PCI к программам-обработчикам выдвинуты всего два обязательных требования: умение работать с разделяемыми прерываниями и выстраивать очередь (цепочку) запросов. Тем самым выбор конкретного способа реализации механизмов обработки прерываний возложен на изготовителей устройств.

Каждой линии прерываний ставится в соответствие конкретный вектор, генерируемый контроллером прерываний. Этот вектор указывает на регистр, где выставлен либо флажок, повторяющий состояние запроса прерывания данного устройства, либо число не обслуженных прерываний. В качестве регистра может выступать практически любой программно-доступный компонент: порт ввода-вывода, ячейка памяти и т. д. Теоретически такой механизм позволяет задействовать всего одну линию запросов прерываний для всех устройств. Рассмотрим, как он действует.

Если два устройства запросили прерывание по одной линии, то программа-обработчик проверяет, ее ли «родное» устройство вызвало прерывание. В случае положительного ответа прерывание обрабатывается, а запрос снимается. Однако на линии остается логический «О», выставленный вторым устройством. Контроллер прерываний, отреагировав на низкий уровень сигнала, вновь вызывает программу-обработчик. Последняя, проверив состояние «своего» устройства, обнаруживает, что запроса не было и вызывает «по цепочке» следующий обработчик. Он также осуществляет проверку и выполняет запрос «своего» устройства. По окончании его работы на линии выставляется «1» и контроллер вновь готов к обработке прерываний.

Если все устройства PCI могут работать на одной линии, то зачем выделены еще три? Они предназначены для обеспечения функционирования комбинированных устройств. Предположим, на одной плате смонтированы два блока, которые должны работать самостоятельно. Например, это могут быть контроллер SCSI и контроллер IEEE 1394.

Тогда им необходимо задействовать две отдельные линии запросов пре-

рываний.

В спецификации PCI версии 2.0 механизм реализации связи между устройством и контроллером прерываний особо не оговаривался. В спецификации версии 2.1 был разработан пример универсального механизма назначения прерываний. Рассмотрим его более подробно.

Линия Int A на первом слоте PCI соединена с линией Int B на втором слоте, Int C на третьем и Int D — на четвертом. Напомним, что в современных платах одним из слотов PCI в действительности является AGP. Остальные линии также сдвинуты по цепочке на одну позицию. Таким образом, к матричному коммутатору подходят четыре линии. Коммутатор, в свою очередь, соединяется со свободными линиями контроллера прерываний.

До недавнего времени коммутатор являлся частью моста PCI-ISA, так как контроллер прерываний «сидел» на шине ISA. Сама шина PCI использовалась еще и для соединения микросхем «северного» и «южного» моста. В чипсетах последнего поколения фирмы Intel коммутатор вместе с контроллером реализован в рамках микросхемы ICH (I/O Controller Hub), а концентраторы GMCH (Graphics and Memory Controller Hub) и ICH соединяются отдельной независимой шиной. Тем самым шина ISA окончательно «выпала» из системного набора и может быть реализована только через мост к PCI, как дополнительный интерфейс, не имеющий собственных каналов прерываний.

При наличии на системной плате более четырех слотов PCI каждый дополнительный слот через мост PCI Peer-to-Peer Bridge встает в пару к уже существующему слоту. Естественно, что они «садятся» на одну линию запроса прерываний. Именно в таком случае встает во весь рост проблема правильной реализации всех требований спецификации PCI 2.1 со стороны изготовителей аппаратуры — как в аппаратной, так и в программной части.

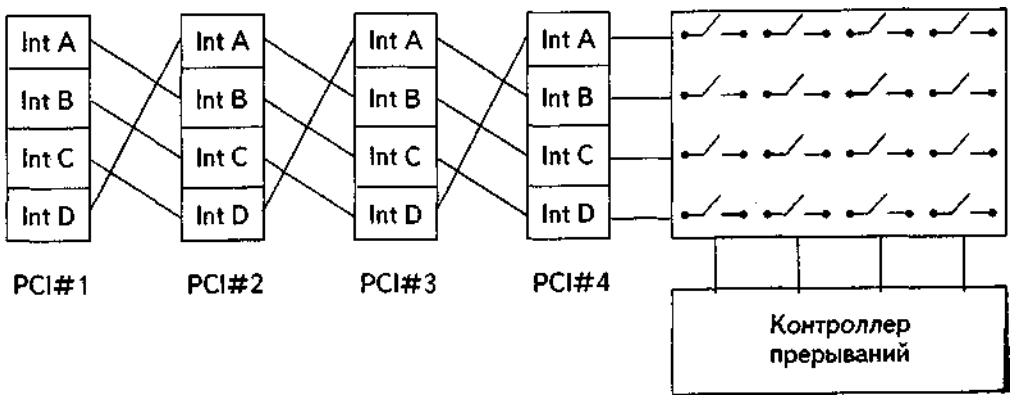


Рис. 120. Принцип распределения прерываний по шине PCI

Контроллер прерываний построен особым образом. Для обеспечения

совместимости с устаревшим оборудованием и программами он выполняется программно совместимым с контроллером Intel 8259A. Всего имеется восемь входов запросов прерываний от внешних источников. Для расширения линий применяется связка из пары контроллеров. Первый (ведущий) контроллер 8259A*1 обслуживает запросы по входам О, 1, 3-7. К его линии 2 подключен второй (ведомый) контроллер 8259A*2, обслуживающий запросы по линиям 8-15. При этом выстраивается следующая цепочка приоритетов обработки запросов:

0,1,[8,9, 10, 11,12,13,14,15], 3,4,5,6,7.

Как видно, ведомый контроллер вклинивается своими линиями в приоритетную цепочку ведущего контроллера. Некоторые линии жестко выделены определенным устройствам, и не могут быть использованы иными компонентами:

0 — таймер;
1 — клавиатура;
2 — ведомый контроллер 8259A*2;
3 — последовательные порты COM2, COM4;
4 — последовательные порты COM 1, COM3;
6 — контроллер FDD;
8 — часы реального времени, CMOS;
13— математический сопроцессор;
14— контроллер IDE.

Относительно прерываний для последовательных портов следует оговориться особо. Многие модемы с интерфейсом PCI или USB могут эмулировать последовательный порт и использовать соответствующую линию прерывания. Устаревшие модемы для шины ISA и внешние модемы, подключаемые к COM-порту, реально занимают все его ресурсы.

Распределение прочих линий прерывания жестко не задано. На многих линиях могут одновременно работать несколько устройств. В качестве примера приведем распределение линий прерываний на компьютере с материнской платой Intel 440BX (рис. 1.22).

Заметим, что при попытке установить в этот компьютер видеоадаптер AGP Matrox G400 (OEM-вариант), он, заняв линию запроса прерываний IRQ 11, отказался работать в режиме AGP/2x. Такая же проблема возникла при его установке в компьютер с материнской платой Intel 815E. Пришлось поменять Matrox на видеокарту AGP ASUS V6600 GeForce 256, которая автоматически подключилась и заработала без проблем.

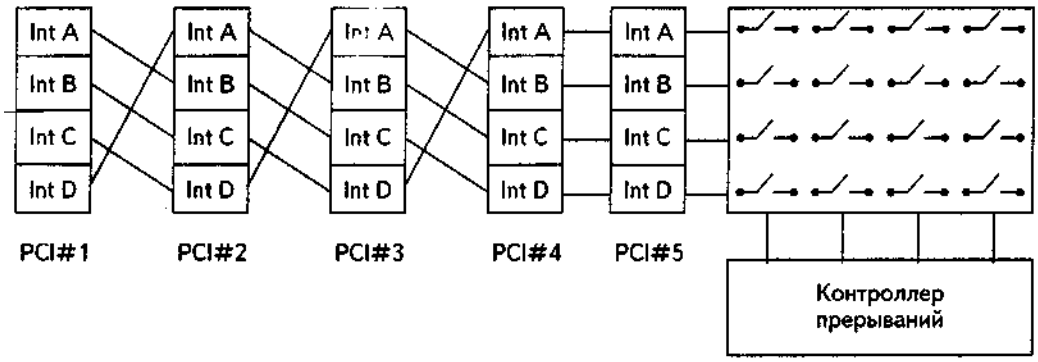


Рис.1.21. Распределение прерываний на шине PC1 при числе устройств более четырех

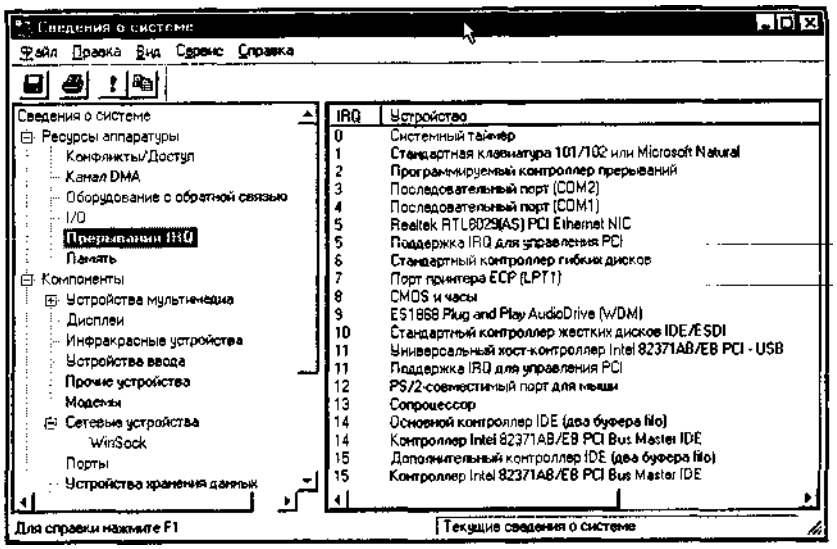


Рис. 1.22. Стандартная программа Сведения о системе позволяет получить сведения о распределении линий запроса прерывания между устройствами

К сожалению, до сих пор не редкость, когда два устройства категорически отказываются работать на одной линии прерываний. Не меньшую головную боль вызывает и вариант, когда устройства вроде бы работают, но либо не выполняют каких-либо функций, либо сильно «тормозят». Такие недочеты практически полностью лежат на совести изготовителей компонентов. Если строго следовать общепринятым стандартам, арбитраж на линиях прерываний должен происходить без конфликтов.

Рискнем дать несколько советов, как избежать проблем с распределением прерываний на шине PCI. Во-первых, если на системной плате с AGP-портом более трех слотов PCI, обычно ближайший к AGP слот стоит на одной линии запроса прерываний с видеокартой. Поэтому лучше в него не ставить никаких устройств.

Во-вторых, если какие-либо устройства встают на одну линию прерываний и начинают конфликтовать, то попробуйте одно ~~из них перевести в дру~~гой слот.

В-третьих, используйте самые свежие драйверы устройств и версии BIOS. Например, собственными BIOS обладают многие видеокарты, контроллеры SCSI и прочие компоненты.

Наконец, постарайтесь все же избавиться от устаревших устройств для шины ISA. Они могут не вполне корректно обрабатывать прерывания даже при посредничестве моста ISA-PCI.

Назначение шин ПК

Для организации взаимодействия устройств на системной плате используются шины.

Шина — это общий канал связи, применяемый в ПК для передачи данных, адресов и сигналов управления, сигнализации и контроля.

Шины бывают внутренними и внешними.

Внутренние шины

Внутренние шины (данных, адреса и управления) расположены на системной плате. Они объединены в несколько стандартных формирований. Таким образом, шины — не только линии связи, но также и логика управления, позволяющая сопрягать разнотипные элементы ПК. Чипсет может поддерживать сразу несколько протоколов внутренних и внешних шин (например, ISA, PCI, USB, AGP). Между чипсетом и системой также организована стандартная шина (например, hub-bus), а центральный процессор подключен к системе посредством шины FSB. Внутренние шины — это шина процессора, шина ОЗУ, hub-шина, AGP, PCI, ISA.

Внешние шины

С помощью внешних шин к ПК подключаются периферийные устройства различного быстродействия. К числу таких шин относятся SCSI, IDE, USB, Fire Wire и т.д.

Шина процессора

Как отмечалось в главе 2, шина процессора FSB (Front Side Bus) — наиболее скоростная на системной плате. Она используется центральным процессором для обмена данными между кэш-памятью L2 и контроллером ОЗУ, расположен-

ным в North Bridge или hub чипсета.

Важнейшая характеристика любой шины — ее пропускная способность (bandwidth), или скорость передачи данных.

Для подсчета пропускной способности шины процессора (количества байтов, передаваемых в одну секунду), например, для системы на Pentium 4, вы можете воспользоваться следующим выражением:

(Частота шины FSB) 266,66 МГц х(Формат слова данных) 8 байтов (64 бита)=2133 Мбайт/с.

В табл. 3.8. представлена пропускная способность шины процессора.

Таблица 3.8. Пропускная способность шины FSB

Тактовая частота, МГц	Стандарт, разъем	Пропускная способность шины FSB, Мбайт/с
66	P5. Socket 7	533
100	P6. Slot 1	800
133	P6. Socket 370	1130
266	Athlon. Socket A	2133
400	P7. Socket 423	3200
533	P7. Socket 478	4200
800	P7.mPGA478.	6400
1066		

Шина ОЗУ

Эта шина подключает ОЗУ к контроллеру памяти, встроенному в чип North Bridge или Memory Controller Hub. Пропускная способность шины зависит от типа памяти и тактовой частоты. В оптимальном случае пропускная способность шин памяти и процессора должны быть одинаковыми. Примеры быстродействия этой шины приведены в табл. 3.3.

Шины ввода/вывода

Стандарты шин ввода/вывода

В IBM-совместимых ПК известно несколько типов шин ввода/вывода (табл. 3.9).

Таблица 3.9. Характеристики шин ввода/вывода

Типы шин	Ширина шины дан-	Рабочая частота, МГц	Скорость передачи данных, Мбайт/с
ISA	8	4,7	2,39
ISA(PC	8	8,33	4,17
ISA (AT-	16	8,33	8,33
EISA	32	8,33	33
VL-Bus	32	33	133
MCA	16	5	10
MCA	32	5	20
MCA	16	10	20
MCA	32	10	40
MCA	64	10	80
MCA	64	20	160

PCMCIA	16	10	20
PCI	32	33	133
PCI	32	66	266
PCI	64	33	266
PCI	64	66	533
PCI-X	64	133	1066

Подобная вариация шин свидетельствует об исключительно важном значении для ПК этого компонента.

Для управления операциями ввода/вывода шина использует логические элементы, которые и определяют в общих чертах архитектурное построение ПК. Установка адаптеров устройств ввода/вывода осуществляется в разъемы слотов расширения системы, вмонтированные на системную плату.

Количество разъемов слотов расширения ограничено формфактором системной платы и типом шины. Этим объясняется наличие на современных системных платах встроенных контроллеров и дополнительных разъемов для подключения УВВ. Наиболее типичны микросхемы контроллеров и разъемы, подключающие ПК к локальной сети, аудиоустройствам, монитору, принтеру, сканеру, клавиатуре, мыши. Такая интегрированная система носит название все в одном (all in one) (рис. 3.17).

Компьютер со значительной процессорной мощностью и быстрым ОЗУ "растеряет все свои преимущества при использовании шины такой архаичной архитектуры, как' ISA. .Долголетию этой шины-тихохода можно позавидовать. Обычно срок службы; этой шины отсчитывается с момента выпуска IBM PC XT до принятия спецификации PC-98. За время эксплуатации данной шины производители создали для ПК на ее основе огромное количество плат расширения. Этот фактор в значительной степени сдерживал внедрение в архитектуру ПК новых шин.

Программа выполнения работы.

1. Подготовить протокол работы, содержащий название работы, цель работы.

2. Получить задание преподавателя и согласно этому заданию выписать важнейшие характеристики шин и интерфейсов ПК.

3. Пользуясь полученными результатами работы, определить на системных платах, представленных преподавателем шины и интерфейсы и дать им характеристику.

Приборы и оборудование.

1. Персональный компьютер.
2. Файл №11.
3. Набор системных плат.

Порядок выполнения работы.

1. Ознакомиться с рекомендованной литературой.
2. Заполнить протокол лабораторной работы.
3. Пользуясь полученными результатами работы, изучить устройство и характеристики шин и интерфейсов.
4. Защитить выполненную лабораторную работу.

Контрольные вопросы.

1. Какие шины бывают?
2. Что такое интерфейс?
3. Отличие локальной шины от стандартной?
4. Что такое системная шина?
5. Какие системные шины Вы можете назвать?
6. В чем проявилась новизна шины PCI?
7. Особенности шины AGP: конвейерная (пакетная) передача данных, демультиплексирование.
8. Сколько устройств можно подключить через один разъем USB?
9. Какие сигналы проходят через
   - красный –
   -белый –
   -зеленый –

-черный –
провода разъема USB?

10. Какие разновидности шин SCSI Вы можете назвать?
11. Особенности шины SCSI?
12. Для каких устройств, используется IEEE 1394 (FireWire)?
13. Для каких устройств, используется Serial ATA ?
14. Почему у последовательной шины Serial ATA скорость передачи данных выше, чем у параллельной шины IDE ATA?
15. Назначение интерфейса GAME-PORT.
16. Назначение интерфейса MIDI.
17. Назначение интерфейса ACPI.
18. Начертить схемы шлейфа соединения двух PC через кабель Null-Modem.
19. Привести формулу определения пропускной способности шины
20. Заполнить таблицу:

Таблица *Основные характеристики шин и интерфейсов*

Шина	**Разрядность, бит**	**Тактовая частота, МГц**	**Пропускная способность, Мбайт/с**
Внутренняя шина процессора			
FSB			
GTL+			
EV6			
Шина кэш-памяти (L2)			
Шина ОЗУ			
ISA 8-разрядная			
ISA 16-разрядная			
MCA			
EISA			
VLB (VESA)			
PCI			
PCI 2.1 64-разрядная			
AGP(1x)			
AGP (2x)			
AGP (4x)			
PCI-Express x16			
PCI-Express x1			
USB (Universal Serial Bus)			
SCSI (Small Computer System Interface)			
IDE			
Serial ATA			
IEEE 1394 (FireWire)			
RS-232C			

IEEE 1284
I_2O
PS/2
PC Card

Лабораторная работа № 21.

Типы корпусов ПК.

Цель работы: Научиться определять различные типы корпусов ПК по их внешнему виду.

Краткие теоретические сведения.

Теоретические сведения приведены в файле №11 «Скотт Мюллер» на рабочем столе ПК (см. «БПт и корпуса» стр. 819) и ниже по тексту.

Типы корпусов ПК.

Описание составных частей PC мы начинаем с конструктивного элемента, не являющегося необходимым для функционирования вычислительной системы, т. е. корпуса. Корпус PC *(Case)* — не только "упаковочный ящик", но и функциональный элемент, защищающий компоненты PC от внешнего воздействия; это основа для последующего расширения системы. Можно усовершенствовать PC путем добавления в него новых или замены старых комплектующих. Поэтому при выборе корпуса рекомендуется руководствоваться не только эстетическими критериями; следует учитывать назначение PC и тип задач, которые будут решаться с его помощью.

При покупке корпуса особое внимание следует обратить на способ его изготовления. Корпус, элементы конструкции которого соединены заклепками, хотя и стоит дешевле, но при его эксплуатации могут возникнуть проблемы, которых смогут избежать владельцы сварных корпусов. Пользователь, вынужденный часто транспортировать свой PC, или экспериментатор, которому постоянно приходится вскрывать корпус компьютера, должны выбирать надежный сварной корпус.

В недорогих корпусах монтажные отверстия и съемные крепежные элементы для материнской платы, карт и дисководов зачастую изготовлены не совсем точно. В результате возникают определенные проблемы при установке компонентов PC. Это не столько портит внешний вид, сколько может явиться причиной короткого замыкания или нарушения функционирования PC.

Многие фирмы-изготовители предлагают для корпуса различные фальш-панели на любой вкус покупателя. Цена корпуса от этого меняется несущественно.

Не так давно на лицевой панели корпуса располагался цифровой индикатор тактовой частоты процессора. Впоследствии вместо значения тактовой частоты на индикаторе появились буквы HI *(High)* и LO *(Low)*, которые обозначали режимы работы CPU (HI — на "нормальной" тактовой частоте, LO — на пониженной). Режим работы CPU на пониженной тактовой частоте был необходим для нормального функционирования некоторых программ, написанных под DOS. В настоящее время цифровой индикатор на корпусе как правило отсутствует.

Не следует приобретать первый попавшийся корпус. Сделайте свой выбор, сравнив несколько корпусов.

Внимание!

Все кабели, по которым подается напряжение питания компьютера, перед вскрытием корпуса должны быть отсоединены. Включать PC со снятым кожухом допускается только в особом случае, например, при специальном тестировании плат. Никогда и ни при каких обстоятельствах (кроме ремонта) не вскрывайте блок питания.

Корпус типа Slimline

Корпус типа Slimline относится к компактным корпусам (рис. 1.1). Такие корпуса незаменимы там, где дорог каждый сантиметр рабочего стола и где требуется PC, имеющий элементарный набор компонентов вычислительной системы. Это необходимо, например, в том случае, если персональный компьютер используется как рабочая станция локальной сети.

Рис. 1.1. Корпус типа Slimline

В корпус Slimline можно установить материнскую плату только определенного размера. Допустимые размеры материнской платы представлены в табл. 1.1. При покупке Slimline необходимо убедиться, что материнская плата, которую вы намереваетесь использовать в PC, подходит по размеру к данному корпусу.

Таблица 1,1. *Размеры материнских плат для корпуса типа Slimline*

Типы платы	Размер, см
Fullsize (полный размер)	35x35
Halfsize (половинный размер)	25x35
Babysize (детский размер)	25x25
Minisize (мини-размер)	25x19

Другим недостатком Slimline является то, что в нем использовано фактически все внутреннее пространство. Хотя при такой конструкции системного блока экономится место, если нужно заменить плату или другой компонент PC, приходится разбирать практически весь системный блок. Кроме того, мощности вентилятора порой не хватает для поддержания нормальной температуры внутри корпуса, в результате чего температура может возрасти до экстремальных значений.

Но самый большой недостаток Slimline состоит в ограничении места для установки компонентов, расширяющих возможности PC.

Типичный Slimline имеет высоту 7 см, ширину 35 см и длину 45 см. Такие размеры ограничивают возможности модернизации PC. Это означает, что можно подсоединить только дисковод 5,25", дисковод 3,5" и один винчестер. Причем подсоединение двух дисководов 5,25" и 3,5" возможно не для всех корпусов Slimline. Хотя, в принципе, можно подсоединить внешний дисковод и установить его рядом с корпусом PC.

Практически все корпуса типа Slimline поставляются вместе с материнской платой. При покупке необходимо обращать на это особое внимание.

Почти все материнские платы, предназначенные для установки в корпус типа Slimline, не имеют слотов расширения. Для подключения дополнительных карт (видеоадаптера, контроллеров, звуковой карты и т. п.) используется специальная карта расширения системной шины — так называемая *карта адаптера* (рис. 1.2). Использование этой карты обусловлено необходимостью горизонтального размещения дополнительных компонентов PC из-за офаниченной высоты корпуса данного типа. С помощью платы адаптера можно установить от трех до пяти дополнительных карт расширения.

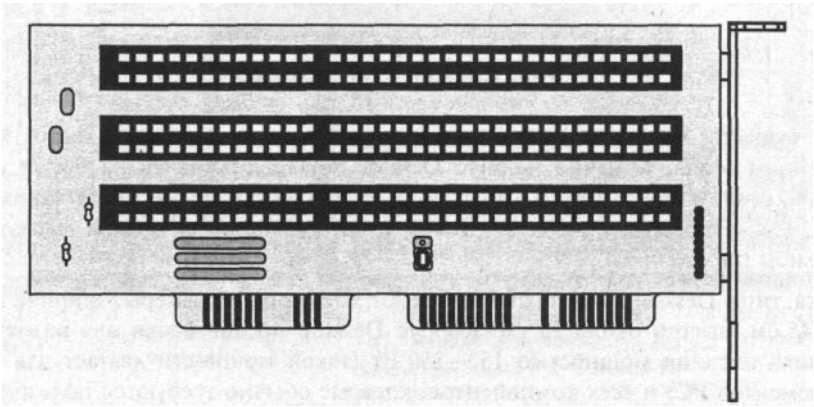


Рис. 1.2. Плата адаптера для корпуса типа Slimline

Корпус типа Slimline, как правило, оборудован блоком питания мощностью не более 150 Вт.

Для снятия крышки корпуса необходимо открутить два винта, расположенных по бокам корпуса. Иногда в середине задней стенки корпуса находится еще один винт (немного выше нижнего канта крышки).

Не нужно откручивать другие винты, т. к. в этом случае высвобождается блок питания и другие внутренние элементы конструкции корпуса, что может привести к нарушениям работы компьютера. Крышка приподнимается с обратной стороны корпуса и сдвигается назад. Не бойтесь, крышка не связана с какими-либо электронными конструктивными элементами.

Корпус типа Desktop

Корпус Desktop *(Desktop* — письменный стол) был наиболее распространен до середины 1990-х годов (рис. 1.3).

Рис. 1.3. Корпус типа Desktop

Самый существенный недостаток этих корпусов — они занимают много места на письменном столе. Конечно, корпус Desktop можно поставить на бок и расположить под столом, но только в том случае, если компьютер не имеет таких компонентов, как, например, привод CD-ROM, работа которого возможна только в горизонтальном положении.

Корпуса типа Desktop, как правило, имеют следующие размеры: ширина и длина около 45 см, высота около 20 см. Корпус Desktop предназначен для размещения в нем блока питания мощностью 150—250 Вт (такой мощности хватает для питания всех элементов PC) и всех компонентов, которые обычно требуются пользователю.

При покупке корпуса типа Desktop необходимо обратить особое внимание на то, чтобы корпус был оснащен тремя сменными блоками высотой 5,25", предназначенными для расширения функциональных возможностей PC, например, для установки привода CD-ROM или стримера.

В последнее время в связи с широким распространением мультимедиа была разработана специальная модификация корпуса типа Desktop, включающая встроенную акустическую систему. Данная конструкция уже давно используется в компьютерах фирмы Macintosh. На переднюю панель выведены регуляторы громкости и баланса звука. Преимущество таких корпусов очевидно: освобождается от лишних проводов стол и не требуется место для акустической системы.

В некоторых конструкциях на переднюю панель также выведены регуляторы тембра и гнезда для подключения микрофона и наушников.

Вскрытие корпуса Desktop аналогично вскрытию корпуса Slimline. Если корпус не имеет захлопывающейся крышки, то он крепится винтами, расположенными по бокам корпуса.

Корпус типа Tower

Корпус типа Desktop занимал на рабочем столе много места. Поэтому был разработан корпус типа Tower, который можно размещать под столом (рис. 1.4).

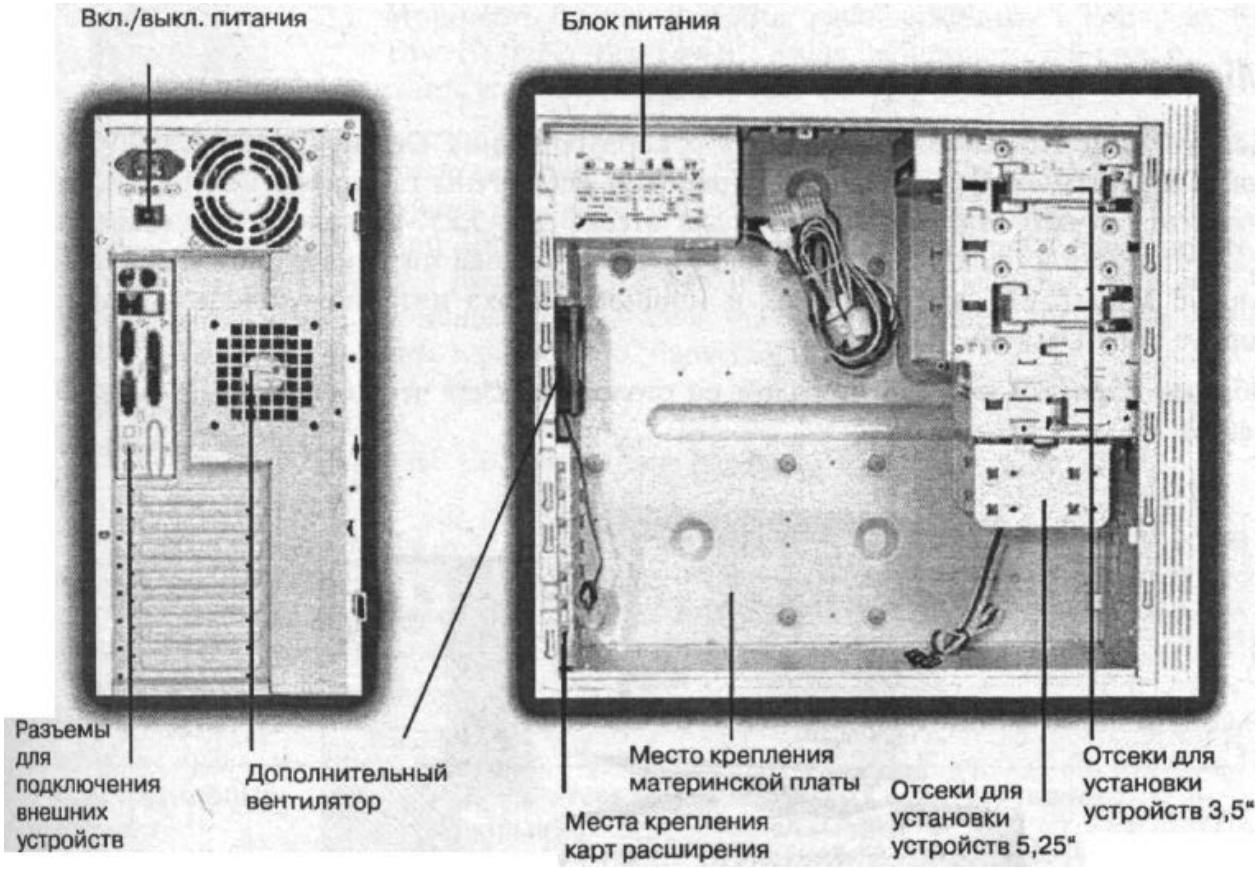


Рис. 1.4. Основные компоненты современного корпуса типа Tower

Корпус типа Tower можно легко открыть. Этот корпус состоит из двух изогнутых в форме буквы U стальных листов, вставленных друг в друга. Встречаются два варианта, указанные ниже.

D В дешевых корпусах часть кожуха находится под фронтальной обшивкой. На обратной стороне по периметру (справа и слева) расположены три для Big-Tower и четыре для Super-Big-Tower винта, которые фиксируют крышку на тыльной стороне корпуса. После удаления винтов крышку слегка приподнимают. Крышка выходит из нижней части корпуса. После этого легким рывком ее извлекают из фронтальной части корпуса.

П Альтернативу вышеописанной конструкции представляют корпуса, в которых боковая стенка может откидываться подобно крышке шкафа; однако для этого необходимо удалить два винта, обычно находящихся непосредственно на фронтальной обшивке или на тыльной части корпуса PC.

Многие корпуса типа Tower производятся с откидывающейся крышкой. Это грамотное решение: с одной стороны, крышка защищает элементы конструкции от попадания пыли, с другой стороны, — от

шаловливых ручек знакомых, друзей и подрастающего поколения.

Корпуса типа Tower различаются по количеству отсеков для установки 5,25"-съемных устройств (приводов CD-ROM, DVD и др.) и отсеков для установки 3,5"-устройств (дисководов, HDD, Zip, Jaz и др.).

Mini-Tower

Корпус Mini-Tower можно сравнить с корпусом типа Desktop, установленным на бок. Габариты корпуса Mini-Tower (рис. 1.5) идентичны габаритам Desktop. В большинстве случаев Mini-Tower имеет два отсека для 5,25"-устройств, два отсека для 3,5"-устройств и блок для винчестера. Мощность блока питания, устанавливаемого в корпус Mini-Tower, такая же, как и мощность блока питания, устанавливаемого в корпус типа Desktop.

Обычно корпус Tower ставят рядом со столом, за счет чего освобождается рабочее место.

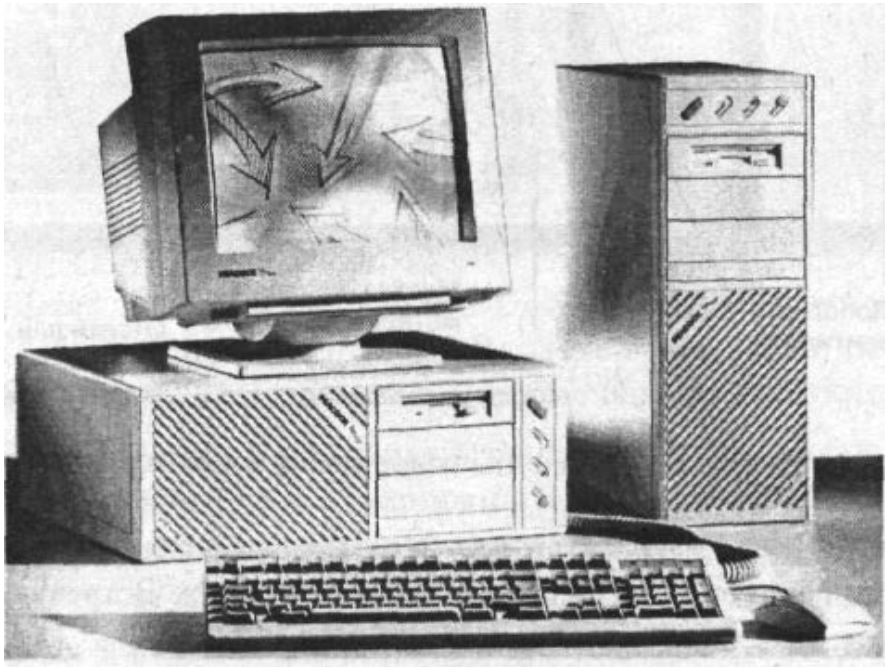


Рис. 1.5. Корпуса типа Desktop и Mini-Tower

Поскольку кабели клавиатуры, монитора и мыши имеют стандартную длину, это налагает определенные ограничения на удаленность размещения корпуса. Правда, вы можете приобрести специальный удлинитель для клавиатуры.

Midi-Tower

Корпус типа Midi-Tower несколько больше Mini-Tower, его

высота равняется примерно 50 см. В корпусе Midi-Tower вместо двух отсеков для привода 5,25" имеется три таких отсека, а в остальном конструктивные возможности сходны с возможностями корпуса Mini-Tower.

Big-Tower

Корпус Big-Tower (рис. 1.6) является наиболее подходящим, если достаточно места рядом с письменным столом или под ним.

Мощность блоков питания, расположенных в корпусах Big-Tower, Super-Big-Tower, выше мощности блоков питания ранее упомянутых корпусов.

Корпус Big-Tower обычно оборудован шестью отсеками для установки приводов 5,25" (например, FDD, CD-ROM, Zip), а иногда еще двумя отсеками размером 3,5". Как правило, при стандартной поставке корпуса имеются специальные встроенные рамы для установки приводов 3,5". Таким образом, с их помощью пользователь в случае необходимости может установить в отсеке 5,25" привод 3,5".

Приблизительные размеры корпуса типа Big-Tower: ширина 48 см, высота 63 см и длина 20 см. Покупая такой корпус, надо обращать внимание на его высоту, если вы хотите разместить системный блок под письменным столом. Размеры конструктивных элементов PC приведены в табл. 1.2.

Таблица 1.2. *Размеры конструктивных элементов PC*

Конструктивный элемент	Размер отсека, в дюймах	Высота конструктивного элемента
Дисковод 3,5"	3,5	Нормальная высота
Дисковод 5,25"	5,25	Нормальная высота
Привод CD-ROM	5,25	Нормальная высота
Привод стримера	5,25	Нормальная высота
Съемная плата Syquest	5,25	Нормальная высота
Жесткий диск	3,5 и/или 5,25	Нормальная или удвоенная высота

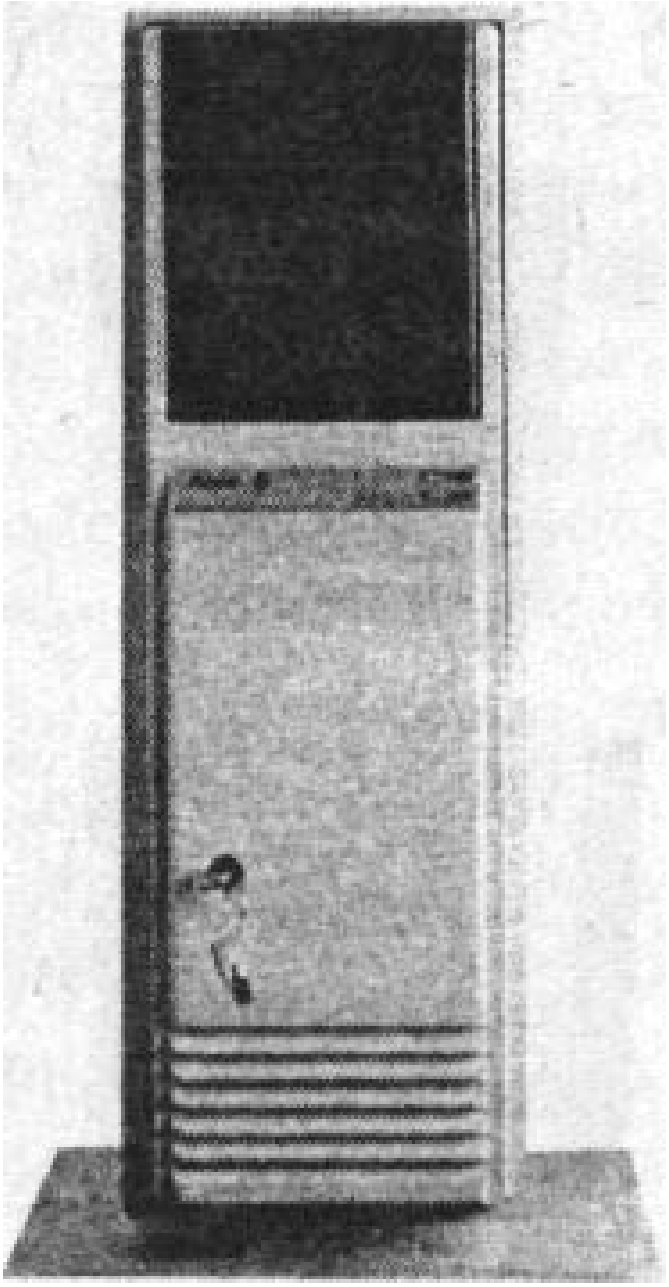


Рис. 1.6. Корпус типа Big-Tower

Super-Big-Tower

Эта "башня" по своим параметрам незначительно отличается от корпуса типа Big-Tower. Единственным отличием является высота корпуса, которая составляет около 73 см. Корпус Super-Big-Tower примечателен тем, что имеет две или три дополнительные монтажные рамы для установки приводов 5,25".

Корпус типа FileServer

FileServer — это главный компьютер сети, который должен снабжать данными и координировать работу многочисленных рабочих станций. FileServer более подробно будет рассмотрен в главе 27.

Корпус типа FileServer (рис. 1.7) является самым дорогим из всех корпусов. Как правило, в корпусе имеется восемь-десять отсеков для приводов 5,25" и несколько отсеков для приводов 3,5". В корпусе FileServer можно разместить три вычислительных машины обычной конфигурации.

Корпус снабжен колесиками, которые позволяют без особых усилий его передвигать. На передней панели находится множество оптических индикаторов и других элементов, которые позволяют контролировать все изменения в работе компьютера.

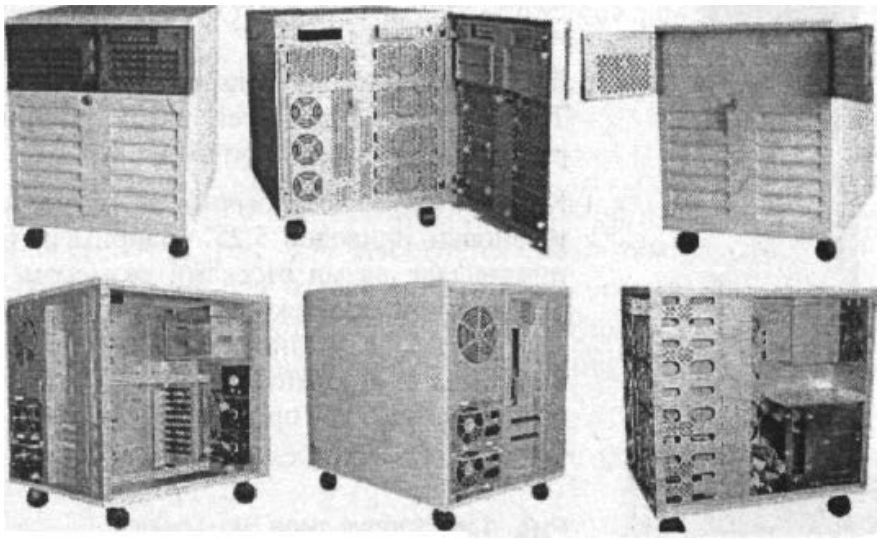


Рис. 1.7. Корпуса типа FileServer

Мощность блока питания корпуса FileServer наибольшая по сравнению с мощностью всех рассмотренных выше типов корпуса. Представьте себе корпус FileServer, в котором размещены четыре винчестера. Каждый из них в момент запуска потребляет ток около 7 А. Таким образом, для работы этих компонентов блок питания должен обеспечивать ток около 28 А, что при напряжении питания +12 В составит 336 Вт потребляемой мощности. Для корпуса FileServer, как правило, применяются блоки питания мощностью до 350 Вт. Так как

материнская плата и другие компоненты должны быть обеспечены необходимым питанием, нельзя экономить на мощности блока питания. Для стандартной конфигурации PC вполне достаточно мощности блока питания 200—250 Вт. Реально при работе компьютера потребляемая мощность обычно на 60—80 Вт меньше, чем теоретически допустимая. В подобных корпусах обычно устанавливается двойной блок питания (с "горячей" заменой во время работы).

Корпус типа ATX

В июле 1995 г. корпорацией Intel была предложена новая спецификация на конструкцию корпуса PC (и, соответственно, форм-фактора материнской платы). В настоящее время эта спецификация принята всеми ведущими производителями PC.

Разработка спецификации ATX была обусловлена повышением требований к производительности CPU и, соответственно, к поддержке теплового режима, а также увеличением количества микросхем на материнской плате (на материнской плате интегрированы видео- и звуковые карты, контроллеры приводов и др.). Кроме того, появились требования более удобного и простого доступа к внутренним элементам PC. Если вы хоть раз открывали крышку корпуса PC и устанавливали новые компоненты, то наверняка столкнулись с массой неудобств: кабели периферийных устройств перекрывают доступ к модулям памяти, CPU мешает устанавливать полноразмерные карты в слоты расширения и пр.

Согласно стандарту ATX, материнская плата развернута на 90°, вследствие чего все слоты расширения становятся пригодными для использования полноразмерных плат, а CPU оказывается под блоком питания, и вентилятор блока питания дополнительно обдувает процессор.

Внешне корпус ATX похож на корпуса типа Desktop и Tower (рис. 1.8), однако имеются различия, указанные ниже.

- Корпус ATX оборудован новым блоком питания, отличающимся от своих предшественников размерами, конструкцией и наличием нового разъема для подключения к материнской плате.

- Все слоты расширения поддерживают полноразмерные платы.

- Наличие интегрированных портов уменьшает количество кабелей внутри корпуса, что облегчает доступ к компонентам материнской платы.

- Все порты ввода/вывода располагаются на одной стороне материнской платы в один ряд и выходят на заднюю стенку корпуса (здесь же могут размещаться видео-, аудио- и игровой порты).

- Разъемы интерфейсов дисководов и винчестеров расположены рядом с Bays Block's (посадочными местами для 3,5" приводов), следовательно, можно использовать более короткие кабели и они не будут путаться; также увеличивается производительность внешних устройств.

В настоящее время появилось большое количество ATX-корпусов типа Desktop, Mini-Tower, Tower, имеющих унифицированное расположение крепежных отверстий для материнских плат различного типа, благодаря чему в корпус можно установить платы Baby-AT, полноразмерную плату AT или плату ATX.

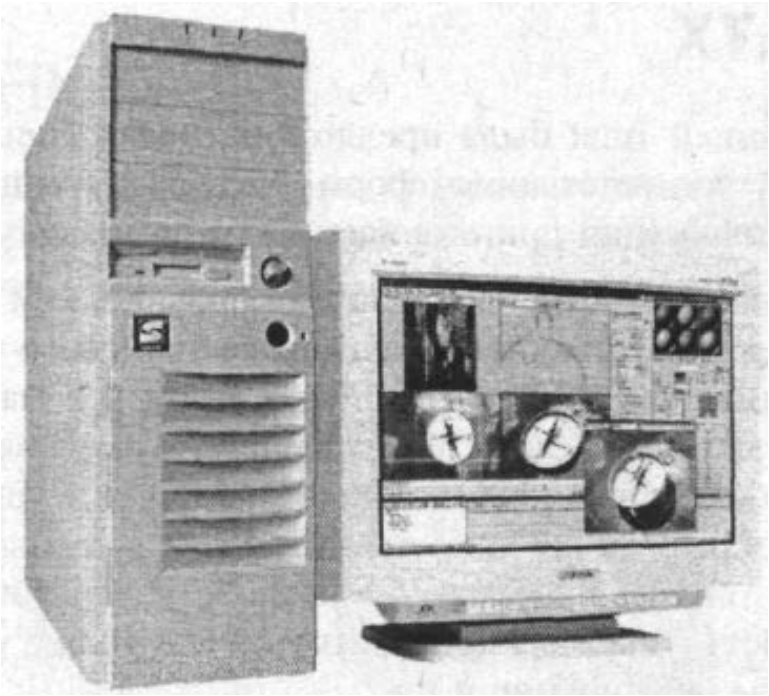


Рис. 1.8. Корпус типа Midi-Tower стандарта ATX

Корпуса, предназначенные для систем на процессоре Pentium 4, получившие название ATX-2, отличаются от обычных корпусов ATX наличием блока питания повышенной мощности (250—300 Вт) и новым расположением отверстий для крепления материнской платы (четыре отверстия по углам платы и четыре стойки ближе к середине платы — для крепления механизма фиксации кулера.

Типы корпусов и их производители

Отсутствие жесткой стандартизации для компьютеров PC позволяет производителям корпусов выпускать продукцию, которая даже для конкретной Модели значительно отличается друг от друга по габаритам или способам сборки/разборки. Кроме того, ряд фирм оснащают свои корпуса различными дополнительными устройствами, например, замочками и защелками на крышках, дополнительными панелями для интерфейсов. Поэтому привести здесь фотографии всех корпусов, их технические характеристики и дать да, же краткое описание особенностей, многие из которых чисто субъективны невозможно. Соответственно, справочная информация в этом разделе подобрана таким образом, чтобы дать качественную оценку рынку корпусов для компьютеров в России.

Casetek

На рис. 2.11 изображен внешний вид корпусов для персональных компьютеров, производимых тайваньской компанией Casetek International Co., Ltd. **(http://www.casetek.com.tw),** которые используются многими российскими фирмами-сборщиками компьютеров. В табл. 2.6 приведены технические характеристики популярных типов корпусов (обратите внимание, что в таблице содержатся данные по конкретным моделям корпусов). Компания выпускает обширную номенклатуру корпусов, а в качестве новинок предлагаются следующие модели (стандартные башни, но весьма неплохого дизайна):

СК-1009-7	СК-1020-2А	СК-1026-5	СК-1026-11
СК-1009-9А	СК-1020-5А	СК-1026-7	СК-1026-13
СК-1009-9В	СК-1020-6	СК-1026-9А	СК-1027-5
СК-1009-10	СК-1020-9А	СК-1026-9В	СК-2001-1
СК-1009-11	СК-1020-9В	СК-1026-10	

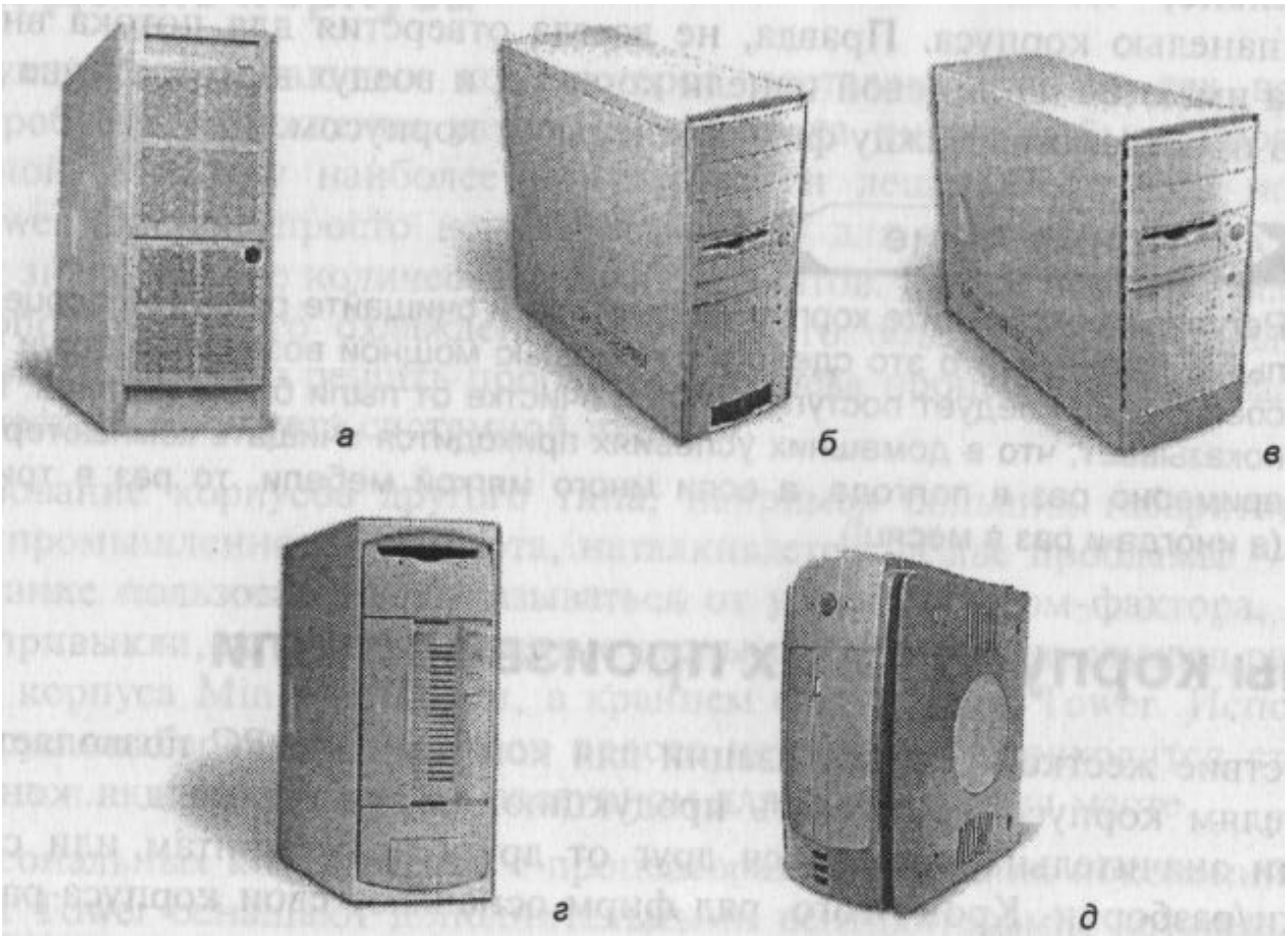


Рис. 2.11. Корпуса персональных компьютеров компании Casetek International Co., Ltd.: а — Super Tower; б — Midi Tower; *в* — Micro ATX; *г* — Tiny Tower; *d* — Mini ITX

Из оригинальных моделей, это СК-1020-5С (корпус типа Booksize). Следует отметить, что корпус Tiny Tower допускает как вертикальное, так и горизонтальное размещение. Ряд корпусов типа Super Tower и Midi Tower выполняется из алюминиевого сплава. Корпуса типа Desktop и Flex ATX больше не выпускаются.

Кроме корпусов, компания выпускает блоки питания для компьютеров и самые разнообразные штучки для украшательства компьютера, а также сервисные устройства.

Тип Модель	**Super** CK-1018-1A	**Midi** CK-1020-5A	**Micro** CK-1008-FB	**Tiny** CK-1007-1A	**Mini ITX** CK-1010-1A
Плата	ATX / FULL AT	ATX (13"x12")	Micro ATX (9.6"x9.6")	Micro ATX (9.6"x9.6"	170x1 70 mm ~ 180x1 90 mm
Количе-ство	7	7	4	4	Low profile PCI Slotxl
Отсеки		5.25"x5 (open bay) 3.5"x2 (open bay) 3.5"x3 (hidden)	5.25"x2 bay) 3.5"x2 (open bay) 3.5"x2 (op-tional)	5.25"x1 bay) 3.5"x1 (open bay) 3.5"x2 (hidden)	Standard CD-ROMxl (Open) 3.5" HDDxl (Hidden)
Мате-риал	1 ,0 mm SECC	1 ,0 mm SECC	0,8 mm SECC	0,8 mm SECC	ABS 94HB 0,6 mm SECC
Блок питания	Standard PS/II 300W 400W or PSII Redundant	PS/II	PS/II, PS/Ill, SFX	SFX	Flex 150W Safety
Габари-ты, мм	510x205x520	558x219x477	410x180x358	345x135x354	260x135x298,5
Вес с блоком пита-ния, кг	16,09	15,7	7,40	4,5	

Таблица 2.6. *Технические характеристики корпусов для компьютеров компании Casetek International Co., Ltd.*

In Win

Компания In Win Development Inc. **(http://www.in-win.com.tw)** производит корпуса для персональных компьютеров и серверов. Следует заметить, что вся продукция имеет традиционные габариты и форму, а также специальные элементы для фиксации крышек корпусов. Продукция компании делится на следующие серии:

BC-Series (mBTX)	BT-Series	J-Series	X-Series
BD-Series (mBTX)	C-Series	L-Series	Z-Series
Server Case	D-Series	S-Series	
PC Case	H-Series	V-Series	

На рис. 2.12 изображен корпус IW-X710, предназначенный для установки материнских плат формата ATX.

Кроме того компания выпускает блоки питания, параметры которых приведены в табл. 2.7.

Таблица 2.7. *Параметры блоков питания для корпусов компании In Win Development Inc.*

Модель	Макс. мощ-ность Вт,	Габариты, мм	Максимальный выходной ток, А					
			3,3V	+5V	+12V	5V	12V	5VSB
		Спецификация ATX12V						
IW-P250A2-0	250	125x86x140	25	27	13	0,3	0,8	2
IW-P300A2-0	300	125x86x140	28	30	15	0,3	0,8	2
IW-P430A2-0	430	125x86x140	32	35	18	0,3	0,8	2
W-ISP250A2-0	250	125x86x140	16	23	12	0,3	0,8	2
W-ISP300A2-0	300	125x86x140	20	25	13	0,3	0,8	2
W-ISP300J2-0	300	125x86x140	20	25	17	0.3	0,8	2
Спецификация SFX12V								
W-P240D2-0	240	125x86x126	18	20	16	0,2	0,3	2
W-P240L1-0	240	131x68x120	18	20	16	0,2	0,3	2
Спецификация TFX12V								
W-P180B2-0	180	82x53x180	17	18	10	0,2	0,3	2

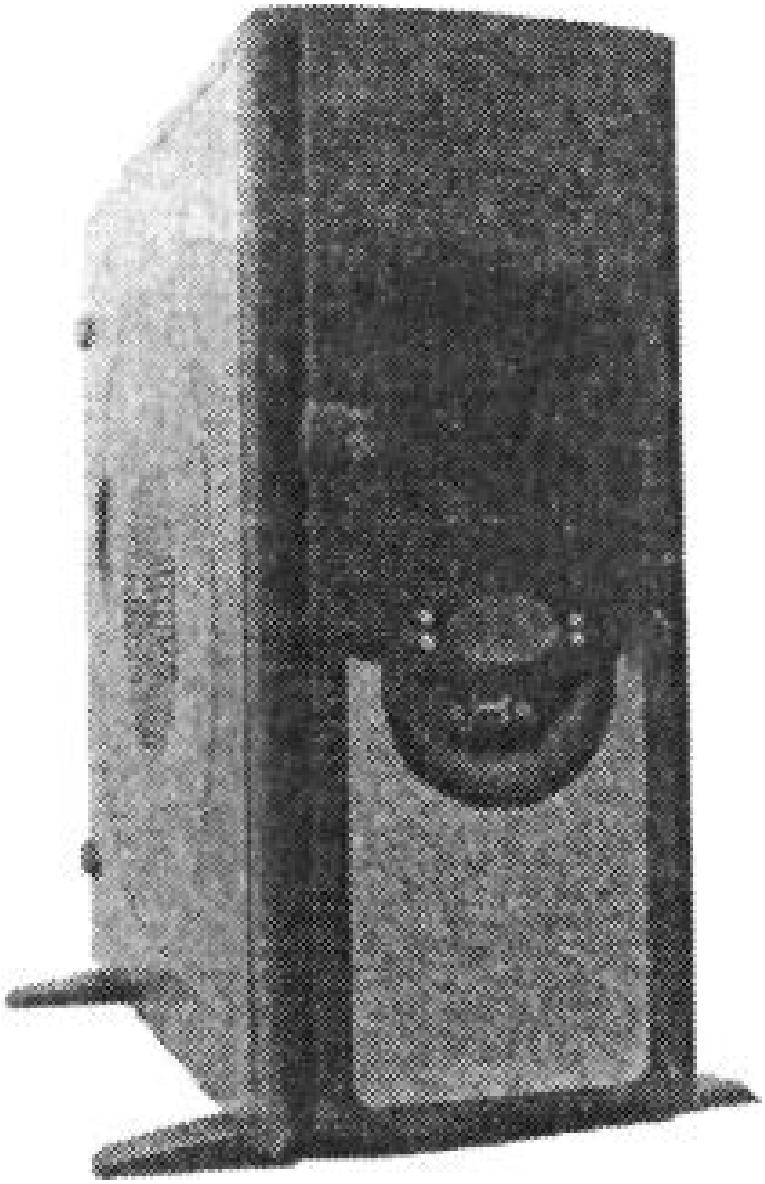


Рис. 2.12. Корпус IW-X710 компании In Win Development Inc.

Относительно продукции компании, можно отметить, что ряд потребителей, купив однажды корпус этой фирмы, предпочитают и в дальнейшем приобретать ее продукцию, хотя цена корпусов значительно выше, чем у марок "noname".

Chieftec

Компания Chieftec Industrial Co., Ltd. **(http://www.chieftec.com)** выпускает следующие серии корпусов:

Matrix w/ USB & 1394	BX	Dragon Series	Super AeroS
Office Series	Apollo Series	Matrix Series	Super 103
Dragon w/U SB & 1394 Series	Plastic Panel	Winner Series	Super 105
Как новинки позиционируются корпуса:			
SH-01B-B-SL	Micro BTX	AE-01B-B	AE-01B-SK

Для серии BX используется кодировка цветов, как это приведено в табл. 2.8.

При расшифровке следует учитывать следующий принцип маркировки:

BX - 01 - B - B - B,

где BX — номер серии, 01 — код группы, а остальные буквенные символы кодируют цветовое решение: первая — это цвет шасси, вторая — цвет передней панели, третья — цвет дополнительных элементов передней панели.

Таблица 2.8. *Коды цвета для корпусов компании Chieftec Industrial Co., Ltd.*

Цвет	Chieftec Code	Цвет	Chieftec Code
Черный	B	Синий	BL
Коричневый	BN	Зеленый	GN
Фиолетовый	PL	Серебро	SL
Белый	W	Желтый	YL

На рис. 2.13 представлен корпус BX-02BL, у которого в боковых стенках выполнены прозрачные окна для наблюдения.

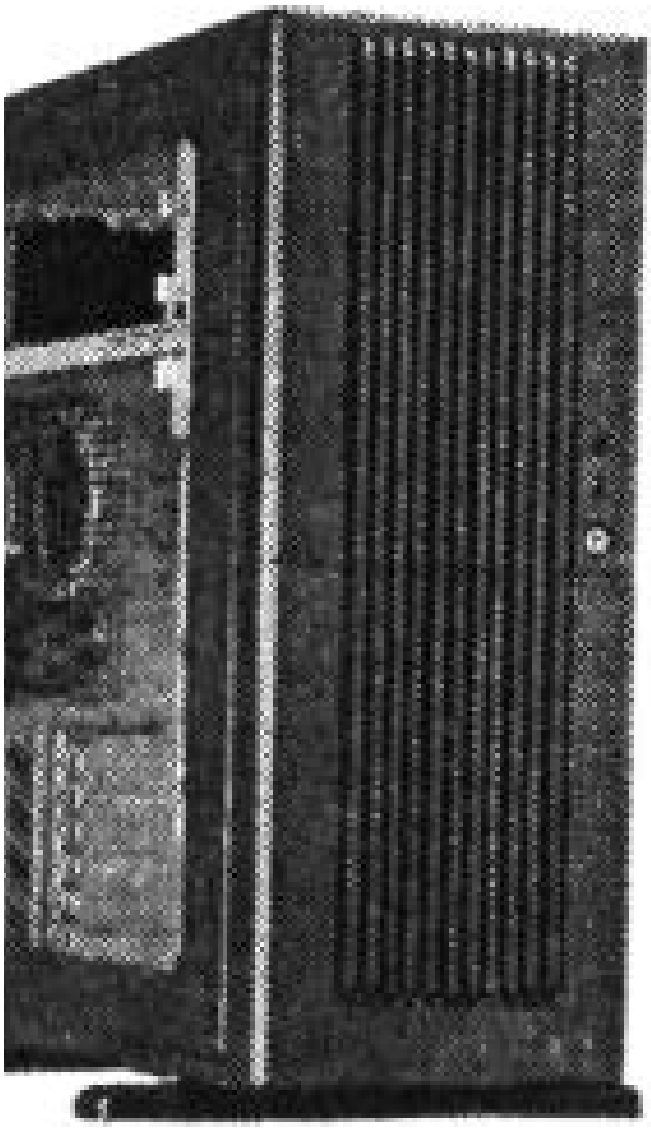


Рис. 2.13. Корпус BX-02BL компании Chieftec Industrial Co., Ltd.

EuroCase

Корпуса EuroCase производит компания PARTIS s.r.o. **(http://www.eurocase.cz).**

Таблица 2.9. Параметры блоков питания для корпусов EuroCase

Модель	Макс, вых. мощ-ность, Вт	Макс, мощ-ность для цепей Вт 3,3V и 5V,	Максимальный выходной ток, А					
			+3,3V	+5V	+12V	-5V	-12V	+5VSB
EC 200X	200	-	12	20	6	0,5	0,5	1
EC 250X	250	-	14	22	9	0,5	0,5	1
EC ЗООХ	300	-	14	30	10	0,5	0,8	1
EC 350X PFC	350	165	20	30	14	0,5	0,8	2
CWT 350 BOP	350	230	28	35	16	0,5	0,8	2
CWT 400 BOP	400	240	28	38	18	0,5	0,8	2
FSP 250 GTF	250	-	14	20	7	0,3	0,7	2
FSP 300 GTF	300	180	20	30	13	2	0,8	0,3
Super silent 300W PFC	300	160	14	30	10	0,5	0,8	2
Super silent 350W PFC	350	165	20	30	14	0,5	0,8	2
Dual CPU 480W PFC CPU	480	235	30	40	20	0,5	0,8	2

Она выпускает традиционные корпуса для компьютеров.

Корпуса комплектуются блоками питания собственного производ-

ства, их электрические характеристики приведены в табл. 2.9.

Примечание к таблице:

а) постоянная и автоматическая терморегуляция;

б) протестирован для работы в Европе,

в) минимальный срок работы 50000 часов;

г) температура:

- рабочая от +5 до +30°С
- хранения от -25 до +60°С;

д) рабочее напряжение 230V ±10%.

Для возможности подключения различных интерфейсов с лицевой стороны компьютера компания выпускает панели расширения, которые устанавливаются в 5,25-дюймовые отсеки.

Codegen

Дистрибьюторская компания Codegen Technology Co., Ltd. **(http://www.codegen.ru)** продает корпуса под торговой маркой COLORSit и Cosonic. Корпуса маркируются как ATX-xxxx, а сериям присвоены названия, например, Leo. Некоторые модели корпусов имеют прозрачные окна в боковых стенках корпус ATX-6082). На конец 2005 г. компания предлагала корпуса следующих марок:

C8001	C8006	L8013	L8019	L8028	A9002
C8002	L8007	L8014	G8020	L8029	
L8003	L8009	G8015C	G8023	L8032	
iLT8004	L8010	G8016L	L8024	L8033	
L8004	L8011	iL8017	L8026	L8034	
L8005	C8012	G8018L	L8027	A9001	

Chenbro Micom

Компания Chenbro Micom Co., Ltd. **(http://www.chenbro.com.tw)** производит самые различные корпуса, правда, наиболее интересна информация о двух корпусах форм-фактора BTX.

Внешний вид корпуса PC307 (форм-фактор microBTX) приведен на рис. 2.14, *а,* а задняя стенка на рис. 2.14, *б.* На рис. 2.14, *в* показана любопытная внутренняя конструкция корпуса форм-фактора BTX. Спецификация корпуса PC307 приведена в табл. 2.10.

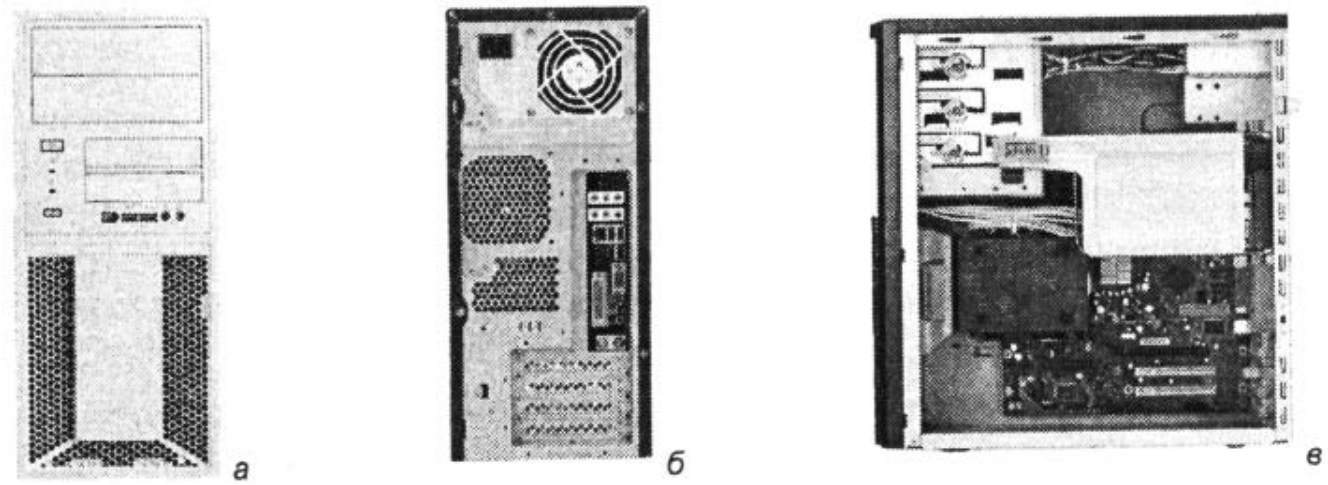


Рис. **2.14.** Корпус PC307 (microBTX) компании Chenbro Micom Co., Ltd.: а — лицевая сторона; б — задняя стенка; в — расположение системной платы внутри корпуса

Таблица 2.10. *Спецификация корпуса PC307 (microBTX) компании Chenbro*

Характеристика	**Значение**
Форм-фактор	microBTX
Процессор	Intel Pentium 4 / Prescott
Габариты, мм	379x185x423
Отсек 5,25"	2
Отсек 3,5"	2 + 2 внутр
Слоты	4 PCI
Порты на фронтальной панели	USB 2.0: 2 Audio (Option AC97 or HD): 2 IEEE 1394: 1

Microtech

Компания Microtech EA (ООО "Микротех ЕМА") — российское подразделение (http://www.microtech.ru) компании Microtech Group, которое производит корпуса, ставшие популярными в 2005 г. благодаря своей относительно низкой цене. Ряд моделей корпусов имеют крышку с зигзагообразной лампой подсветки, которая закрывает лицевую панель. Компания выпускает корпуса следующих серий:

Ultra — толстый металл шасси, обеспечивающий высокую механическую прочность корпуса и завальцованные края; горизонтальный БП и увеличенный кронштейн для 3,5" устройств; места под дополнительные вентиляторы; разъемы на передней панели: 2 x USB, IEEE1394, SPK, MIC.

Proxima и Proxima Prestige — серия корпусов, соответствующая российским и европейским стандартам качества и безопасности, изготовленная из высококачественной стали; горизонтально расположенный БП 300W; места для 3-х вентиляторов 80x80 мм и разъемы на передней панели: 2 x USB, IEEE1394, SPK, MIC.

Step и Step Prestige — уменьшенные размеры в сочетании с полноразмерным стандартом ATX; оптимально используемое, внутреннее пространство и хорошая вентиляция.

По информации на сайте компании корпуса, производимые с мая 2005 г., имеют следующие особенности:

- все корпуса серий Proxima, Prestige и Ultra, а также Step 350W, производятся только со специальным воздуховодом для подачи холодного воздуха к процессору и видеокарте через боковую стенку;

- воздуховод имеет регулируемую по высоте конструкцию и крепление для дополнительного вентилятора 80 мм или 90 мм, что создает эффективные условия для охлаждения процессоров с различными кулерами и любых видеокарт стандартов AGP и PCI Express;

-корпуса, оснащенные воздуховодом, полностью соответствуют спецификации Intel TAC 1.1!

Для комплектации корпусов компания производит следующие типы блоков питания:

- Power Master

- Power Master 350W (PM 350W P 20+4 pin для ATX, P4, 20+4 pin, Grill, SAT A); .

- Power Master 400W (PM 400W P 20+4 pin INTEL 2.0 для ATX, P4, 20+4 pin, INTEL 2.0, Grill, SATA);
- Power Master 300W TUV (PM 300W P 20+4 pin TUV для ATX, P4, 20+4 pin, Grill, SATA, TUV); .
- Power Master 350W TUV (PM 350W P 20+4 pin INTEL 2.0 TUV для ATX, P4, 20+4 pin, INTEL 2.0, Grill, SATA, TUV);
- Power Master 400W TUV (PM 400W P 20+4 pin INTEL 2.0 TUV для ATX, P4, 20+4 pin, INTEL 2.0, Grill, SATA, TUV).

- Sparkman

- Sparkman 300W (SM 300W для ATX, P4);
- Sparkman 350W (SM 350W P 20+4 pin для ATX, P4, 20+4pin, Grill)

Заключение

Помимо перечисленных, популярны также корпуса еще ряда компаний. Кроме того, следует заметить, что в России в небольших количествах встречаются корпуса, разработанные крупными корпорациями для фирменных серий компьютеров, но, как правило, такие корпуса рассчитаны на установку в них конкретных системных плат, к тому же часто форм-фактор таких корпусов не позволяет установить в них системную плату другого производителя или плату нового поколения.

Для промышленного применения выпускаются корпуса, предназначенные для установки в 19-дюймовые стойки, с пылевлагозащищенном и виброударопрочном исполнении. Такие корпуса на боковых крышках имеют салазки, позволяющие устанавливать их в специальные шкафы. Эти шкафы имеют свою собственную систему вентиляции. Таким образом, если нужно использовать компьютер в цеховых условиях, то здесь применение офисного варианта нежелательно.

Программа выполнения работы.

1. Подготовить протокол работы, содержащий название работы, цель работы.

2. Получить задание преподавателя и согласно этому заданию выписать важнейшие характеристики перечисленных корпусов ПК.

3. Пользуясь полученными результатами работы, определить представленные преподавателем корпуса ПК.

Приборы и оборудование.

1. Персональный компьютер.
2. Файл №11.
3. Набор корпусов ПК.

Порядок выполнения работы.

1. Ознакомиться с рекомендованной литературой.
2. Заполнить протокол лабораторной работы.
3. Пользуясь полученными результатами работы, изучить устройство системных корпусов ПК.
4. Защитить выполненную лабораторную работу.

Контрольные вопросы

1. Что такое системный корпус ПК?
2. Какие типы корпусов Вы знаете?
3. Достоинства и недостатки корпусов Slimline ПК?
4. Достоинства и недостатки корпусов Desktop ПК?
5. Достоинства и недостатки корпусов Tower ПК?
6. Разновидности корпусов типа Tower?
7. Достоинства и недостатки корпусов FileServer?
8. Новый стандарт корпуса – ATX. Принципиальные отличия требований нового стандарта от ранее рассмотренных системных корпусов.
9. Местонахождение компании Casetek International Co., Ltd.? Характерные особенности продукции этой

компании?

10. Местонахождение компании In Win Development Inc.? Характерные особенности продукции этой компании?

11. Местонахождение компании Chieftec Industrial Co., Ltd.? Характерные особенности продукции этой компании?

12. Местонахождение компании компания PARTIS S.R.O.? Характерные особенности продукции этой компании?

13. Местонахождение компании Codegen Technology Co., Ltd.? Характерные особенности продукции этой компании?

14. Местонахождение компании Chenbro Micom Co., Ltd.? Характерные особенности продукции этой компании?

15. Местонахождение компании Microtech EA (ООО "Микротех ЕМА")? Характерные особенности продукции этой компании?

16. Какие еще компании Вы знаете, которые производят системные корпуса? Характерные особенности продукции этих компаний?

Лабораторная работа № 23.

Микросхемы системной логики (Chipset)

Цель работы: Познакомиться с микросхемами системной логики ПК, с их характеристиками. Научиться определять типы микросхем системной логики ПК различных производителей по их маркировке, внешнему виду.

Краткие теоретические сведения.

*Теоретические сведения приведены в файле №11 «Скотт Мюллер» на рабочем столе ПК (см. «*Наборы микросхем системной логики*» стр.212) и ниже по тексту.*

Наборы микросхем системной логики

Чтобы заставить компьютер работать, на первые системные платы IBM PC пришлось установить много микросхем дискретной логики. Кроме процессора, на системную плату было установлено множество других компонентов: генератор тактовой частоты, контроллер шины, системный таймер, контроллеры прерываний и прямого доступа к памяти, память CMOS. часы и контроллер клавиатуры. Наконец, чтобы обеспечить работу установленных компонентов, понадобился еще ряд микросхем, а также процессор, математический сопроцессор (модуль для выполнения операций над числами с плавающей запятой) и память. В табл.4.3 перечислены все первичные компоненты, использовавшиеся в оригинальных системных платах.

Таблица 4.3. Компоненты системных плат

Назначение микросхемы	P1	P2	P3
Процессор	8086, (80186)	80286	80386
Математический сопроцессор (модуль для выполнения операции над числами с плавающей запятой)	8087	80287	80387
Генератор тактовой частоты	8284	82284	CS8220, (CS8221), (82C836)
Контроллер шины	8288	82288	
Системный таймер	825.3	8254	
Контроллер прерывании низкого уровня	8259	8259	
Контроллер прерывании высокого уровня	—	8259	
Контроллер прямого доступа к памяти низкого уровня	82.37	82.37	
Контроллер прямого доступа к памяти высокого уровня	—	82.37	
Память CMOS и часы	—	MC146818	
Контроллер клавиатуры	8255	8042	

Все эти компоненты изготавливались непосредственно фирмой Intel или по ее лицензии, за исключением микросхемы CMOS с часами, которая поставлялась фирмой Motorola. Всего на плате размещалось до сотни логических микросхем, и поэтому места для размещения микросхем, выполняющих дополнительные функции, на них не оставалось.

В 1986 году компания Chips and Technologies представила революционный компонент, названный 82C206. который и стал основной частью первого набора микросхем системной логики системной платы PC. Эта единственная микросхема выполняла все основные функции микросхем системной платы в компьютерах, совместимых с AT. а именно: функции генератора тактовой частоты (микросхема 82284), контроллера шины (микросхема 82288),

системного таймера (микросхема 8254). двух контроллеров прерываний (микросхема 8259), двух контроллеров прямого доступа к памяти (микросхема 8237) и даже микросхемы CMOS-памяти и часов (микросхема MC146818). Кроме процессора, все основные компоненты системной платы PC были заменены одной микросхемой. Четыре дополнительные микросхемы использовались в качестве буферов и контроллеров памяти, расширяя возможности компонента 82C206. На системной плате было всего пять микросхем. Этому набору микросхем системной логики фирма Chips and Technologies присвоила название CS8220. Это был революционный шаг в производстве системных плат для PC. Не только значительно снизилась стоимость системной платы и упростилась ее конструкция, но и появилась возможность реализации функций, для которых прежде устанавливались платы расширения. Позже четыре микросхемы, установленные дополнительно к 82C206. были заменены новым набором, состоявшим только из трех микросхем; этот набор назывался New Enhanced AT (NEAT) CS8221. А еще через некоторое время появился набор микросхем системной логики 82C836 Single Chip AT (SCAT), который состоял всего из одной микросхемы.

Идею набора микросхем системной логики поддержали и другие изготовители микросхем. Компании Acer, Erso, Opti, Suntac. UMC. VLSI и другие стремились захватить свою долю рынка. К сожалению, у многих из них положение на рынке наборов микросхем системной логики было неустойчивым; цены быстро менялись, и многие компании потерпели неудачу. Например, в 1993 году VLSI доминировала на рынке наборов микросхем системной логики, а на следующий год чуть не стала банкротом. В 1994 году на рынке появился новый изготовитель наборов микросхем системной логики — Intel. Через год эта компания уже полностью контролировала рынок. Большинство системных плат в настоящее время имеет набор микросхем системной логики, разработанный Intel. На сегодняшний день у нее немного конкурентов на рынке наборов микросхем системной логики, а те. что есть, производят наборы для дешевых компьютеров. Среди них можно назвать такие, как ALi (Acer Laboratories, Inc.), VIA Technologies и SiS (Silicon integrated Systems). Компания Chips and Technologies выжила благодаря тому, что нашла свою нишу на рынке видеоадаптеров для портативных компьютеров. В 1998 году Intel купила эту ком-

панию, чтобы внедриться на рынок видеоадаптеров.

Набор микросхем системной логики или *Chipset* — это набор микросхем, установленных на системной плате для обеспечения обмена данными между CPU, оперативной памятью и различными устройствами, подключенными к шинам (ISA, PCI, USB). Кроме того, Chipset управляет потоком данных к (и от) жестким дискам и другим устройствам, подключенным к каналам IDE. Именно Chipset определяет функциональные возможности системной платы: тип устанавливаемых процессоров, тип и объем оперативной и кэш-памяти второго уровня (L2), тактовую частоту системной шины, поддерживаемые шины и др.

По мере совершенствования процессоров, памяти и других компонентов PC постоянно совершенствуется и Chipset.

В эпоху "царствования" CPU 80486 основными производителями Chipset являлись корпорации Opti, SiS и VIA Technologies Inc. В середине 1990-х гг. Chipset 430FX (Triton I) принес известность корпорации Intel как производителя лучших Chipset для CPU класса Pentium.

Основным конкурентом Intel в области производства Chipset является тайваньская корпорация VIA Technologies Inc. Другие известные производители Chipset для недорогих систем — компании ALI (подразделения корпорации Aser Labs) и SiS. Однако самый главный конкурент Intel в производстве процессоров — фирма AMD — также производит Chipset для своих CPU.

Все Chipset имеют свои достоинства и недостатки. Однозначно классифицировать Chipset нельзя. Хорошие Chipset, прежде всего, отличаются возможностью более гибкого конфигурирования через CMOS Setup. Это может стать для пользователей средством оптимизации работы системы.

Наборы микросхем системной логики фирмы Intel

В настоящее время Intel производит и продает более 90% всех представленных на рынке наборов микросхем системной логики. Так. подобные наборы для Pentium II/III выпускаются только фирмой Intel. А все началось с того, что в 1989 году Compaq разработала шину EISA. В то время считалось, что шина EISA станет

стандартом. Однако Compaq отказалась предоставить кому бы то ни было свой набор микросхем системной логики для этой шины (т.е. набор микросхем, необходимых для функционирования этой шины на системной плате). Именно тогда в Intel было принято решение поставлять наборы микросхем системной логики для сборщиков компьютеров на основе системных плат EISA. Шина EISA не принесла большого успеха, но Intel приобрела опыт разработки набора микросхем системной логики. Когда был создан процессор 486. Intel пришлось ожидать, пока другие компании разработают для него набор микросхем системной логики (ведь она не могла продавать процессоры без системных плат для них). В 1993 году Intel при разработке процессора Pentium учла прежний опыт и выпустила процессор вместе с набором микросхем системной логики.

С тех пор Intel одновременно с новыми процессорами представляет новые наборы микросхем системной логики. А успехи в разработке таких наборов побудили ее сделать еще один шаг— начать изготовление системных плат для компьютеров. Теперь создание всех необходимых компонентов — новых процессоров, наборов микросхем системной логики и системных плат — завершается одновременно. К моменту презентации процессора Pentium. Pentium II или Pentium III для него были готовы и новый набор микросхем системной логики. и системные платы. И в тот же день вы могли заказать в компании Gateway или Dell компьютер с новыми процессором, набором микросхем системной логики и системной платой.

Модели наборов микросхем системной логики фирмы Intel

Ниже приведен шаблон нумерации наборов микросхем системной логики фирмы Intel.

Номер набора микросхем системной логики	Поколение процессора
350xx	P3 (386)
420xx	P4 (486)
430xx	P5 (Pentium)

440xx	P6 (Pentium Pro/Pentium II/Penlium III)
450xx	P6 Server (Pentium Pro/Pentium II/III Xeon)

Сейчас для Pentium II/III широко используется набор микросхем системной логики 440BX. который состоит из двух компонентов: 82443BX North Bridge и 82371EX South Bridge. Этот набор микросхем поддерживает частоту системной шины 66 или 100 МГц. шины ЛОР (66 МГц) и PCI (33 МГц). По номеру на большей микросхеме системной платы можно идентифицировать набор микросхем системной логики. Нарис.4.19 показана типичная системная плата фирмы Intel на базе набора микросхем 440BX (Intel SE440BX-2).

Большинство наборов микросхем системной логики фирмы Intel (и ее конкурентов) имеют двухуровневую архитектуру и состоят из двух блоков: North Bridge и South Bridge. Основным блоком набора микросхем системной логики является North Bridge, в него включен интерфейс между процессором и остальной частью системной платы. Номер на микросхеме North Bridge и определяет номер набора микросхем системной логики. Например, если на микросхеме North Bridge указан номер 82443BX,то набор микросхем системной логики будет иметь номер 440BX.

North Bridge содержит контроллеры кэш-памяти и оперативной памяти, интерфейс между быстродействующей шиной процессора (33. 50. 66 или 100 МГц), шиной PCI (Peripheral Component Interconnect. 33 МГц) и шиной ускоренного графического порта AGP (Accelerated Graphics Port. 66 МГц). North Bridge в более современных наборах микросхем системной логики Intel часто называет PAC (PCI/AGP Controller). North Bridge, по существу, главный компонент системной платы; это единственная схема (помимо процессора), которая обычно работает на полной тактовой частоте системной платы (на частоте шины процессора). В самых современных наборах микросхем системной логики схема North Bridge реализована на одном кристалле — раньше требовалось до трех микросхем для реализации схемы North Bridge.

South Bridge — компонент в наборе микросхем системной логики с более низким быстродействием; он всегда находился на отдельной микросхеме. Одна и та же микросхема South Bridge может использоваться в различных наборах микросхем системной логи-

ки. (Различные типы схем North Bridge, как правило, разрабатываются с учетом того, чтобы мог использоваться один и тот же компонент South Bridge.) Благодаря модульной конструкции набора микросхем системной логики стало возможным снизить стоимость и расширить поле деятельности для изготовителей системных плат. South Bridge подключается к шине PCI (33 МГц) и содержит интерфейс шины ISA (8 МГц). Кроме того, обычно она содержит две схемы, реализующие интерфейс контроллера жесткого диска IDE и интерфейс USB (Universal Serial Bus— универсальная последовательная шина), а также схемы, реализующие функции памяти CMOS и часов. South Bridge содержит также все компоненты, необходимые для шины lSA. включая контроллер прямого доступа к памяти и контроллер прерываний.

Рассмотрим особенности наборов микросхем системной логики (Chipset) на примере микросхем, разработанных корпорацией Intel.

Первые наборы микросхем системной логики 386/486 фирмы lntel

Первый набор микросхем системной логики **82350** предназначался для процессоров 386DX и 486. Но он успеха не имел— шина EISA не получила широкого распространения. Однако последующие наборы микросхем системной логики для процессора 486 были намного удачливее. В табл. 4.4 перечислены наборы микросхем системной логики для процессора Intel 486.

Таблица 4.4. Наборы микросхем системной логики для системной платы lntel 486

Набор микросхем системной логики	420TX	420EX	420ZX
Кодовое название	Saturn	Aries	Saturn II
Дата представления	Ноябрь 1992	Март I994	Март 1994

Процессор	5 В, 486	5 В/3,3 В, 486	5 В/3,3 В, 486
Тактовая частота шины, МГц	До 33	До 50	До 333
Поддержка SMP (два процессора)	Нет	Нет	Нет
Тип памяти	FPM	FPM	FPM
Контроль четности или ECC	Контроль четности	Контроль четности	Контроль четности
Максимальный объем памяти. Мбайт	128	128	160
Тип кэш-памяти второго уровня	Async	Async	Async
Поддержка PCI	2.0	2.0	2.1
Поддержка AGP	Нет	Нет	Нет

SMP (Symmetric Multi-processing) — симметричная мультипроцессорная обработка (двухпроцессорная).

FPM— память типа Fast PageMode.

AGP—Accelerated Graphics Port.

Intel довольно успешно справилась с разработкой наборов микросхем системной логики для процессора 486. Уже тогда была разработана двухуровневая организация набора. А две главные составляющие — North Bridge и South Bridge — используются в наборах для всех процессоров Intel (486, Pentium, Pentium Pro и Pentium НЛП).

Chipset для CPU пятого поколения

Наборы микросхем системной логики процессоров Pentium

Одновременно с появлением процессора Pentium в марте 1993 года Intel представила свой первый набор микросхем системной логики 430LX (под кодовым названием Mercury) для Pentium. Именно в этот год Intel серьезно занялась проектированием наборов микросхем системной логики и приложила все усилия, чтобы стать лидером на рынке. И поскольку у других производителей проектирование наборов микросхем системной логики занимало несколько месяцев, а то и год. очень скоро Intel добилась своей

цели. В табл. 4.5 перечислены наборы микросхем системной логики Intel для системных плат Pentium.

Таблица 4.5. Наборы микросхем системной логики Intel для системных плат Pentium

Набор микросхем	430LX	430NX	430FX	430MX	430HX	430VX	430TX
Кодовое название	Mercury	Neptune	Triton	Mobile Triton	Triton II	Triton III	нет
Дата представления	Март 1993	Март 1994	Январь 1995	Октябрь 1995	Февраль 1996	Февраль 1996	Февраль 1997
Тактовая частота шины, МГц	66	66	66	66	66	66	66
Поддерживаемые процессоры	P60/66	P75+	P75+	P75 +	P75+	P75+	P75+
SMP (два процессора)	Нет	Есть	Нет	Нет	Есть	Нет	Нет
Типы памяти	FPM	FPM	FPM /EDO	FPM /EDO	FPM /EDO	FPM /EDO/ SDRAM	FPM / EDO/ SDRAM
Контроль четности или ECC	Контроль четности	Контроль четности	Нет	Нет	Оба	Нет	Нет
Максимальный объем памяти, Мбайт	192	512	128	128	512	128	256
Максимальный котируемый объем памяти, Мбайт	192	512	64	64	512	64	64
Тип кэш-памяти второго уровня	Async	Async	Async/ Pburst	Async/ Pburst	Async/ Pburst	Async/ Pburst	Async/ Pburst
Поддержка PCI	2.0	2.0	2.0	2.0	2.1	2.1	2.1
Поддержка AGP	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет

South Bridge	SIO	SIO	PIIX	MPIIX	PIIX3	PIIX3	PIIX4

SMP (Symmetric Multi-processing) — симметричная мультипроцессорная обработка (двухпроцессорная).

SDRAM — Synchronous Dynamic RAM.

Pburst — Pipeline Burst.

Замечание

Стандарт PC 2,1 поддерживает параллельное выполнение операций на шине PCI,

В табл. 4.6 перечислены все микросхемы South Bridge, составляющие вторую часть наборов микросхем системной логики пятого поколения процессоров на системных платах Intel.

Таблица 4.6. Микросхемы South Bridge фирмы lntel

микро-схемы	**SIO**	**PIIX**	**PIIX3**	**PIIX4**	**PIIX4E**	**ICH0**	**ICH**
Номер	82378 IB/ ZB	82371 FB	82371SB	82371AB	82371 EB	82801AB	82801 AA
Поддержка IDE	Нет	BMIDE	BMIDE	UDMA-33	UDMA-33	UDMA-33	UDMA-66
Поддержка USB	Нет	Нет	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть
CMOS и часы	Нет	Нет	Нет	Есть	Есть	Есть	Есть
Управление питанием	SMM	SMM	SMM	SMM	SMM/ACPI	SMM/ACPI	SMM/ACPI

SIO — System I /O.
PIIX— PCI ISA IDE Xcelerator.
ICH— I/O Controller Hub.
BMIDE — Bus Master IDE.
UDMA — UltruDMA IDE.
SMM — System Management Mode.
ACP1 — Advanced Configuration and Power Interfaee.

В следующих разделах обсуждаются наборы микросхем системной логики для системных плат Pentium и их технические характеристики.

Intel 430LX (Mercury)

Chipset 430LX (Mercury) — первый набор микросхем, разработанный корпорацией Intel для процессора Pentium в 1993 г. Он был предназначен для процессоров Pentium, работающих на тактовой частоте 60 и 66 МГц. Для работы этих микросхем необходимо было напряжение 5 В, и устанавливались они в гнездо типа Socket 4.

Chipset поддерживал шину PCI и 128 Мбайт оперативной памяти. Память EDO DRAM не поддерживалась. Chipset Mercury просуществовал на рынке недолго, с появлением CPU Pentium с тактовой частотой 90 и 133 МГц ему на смену пришел Chipset Neptune.

Intel 430NX

Chipset 430NX (Neptune) появился в 1994 г. для CPU Pentium с тактовой частотой 90 и

133 МГц. В отличие от Chipset Mercury (430LX) он поддерживает:

- работу двух процессоров;
- 512 Мбайт оперативной памяти;
- до 512 Кбайт асинхронной кэш-памяти второго уровня (L2).

Intel 430FX

Chipset 430FX (Triton), больше известный под именем Triton I, явился базовым для последующих разработок наборов микросхем корпорации Intel. Этот Chipset называли одним из самых удачных в истории архитектуры x86. Материнские платы с Chipset 82430FX были широко распространены в 1995—1996 гг. Преимущества Chipset 430FX по сравнению с 430NX заключаются в поддержке:
- памяти EDO;
- кэш-памяти типа Pipelined burst *(см. главу 7);* - шины PCI 2.O.

Недостатки 430FX по сравнению с 430NX: - поддержка меньшего количества памяти (только 128 Мбайт);

- отсутствие поддержки двух процессоров.

В феврале 1997 г. на смену Chipset 430FX пришли сразу два набора микросхем:

Chipset 430HX для корпоративных PC и Chipset 430VX для PC, используемых дома и в офисе.

Intel 430HX

В Chipset 430HX, получившем название Triton II (рис. 8.1), был устранен ряд недостатков Chipset Triton I.

Материнские платы, построенные на базе этого Chipset, содержат всего две микросхемы — 82439HX и 82371SB, так называемые "северный" и "южный" мосты.

82439HX

Этот элемент называется системным контроллером *(TXC).* Он выполняет две основные задачи. Во-первых, обеспечивает сопряжение между системной шиной CPU Pentium и шиной PCI, а также осуществляет взаимосвязь с контроллером PC1 IDE/ISA Xcelerator *(PIIX3),* выполненным на базе второй микросхемы Chipset 82371 SB. Во-вторых, системный контроллер управляет работой оперативной памяти

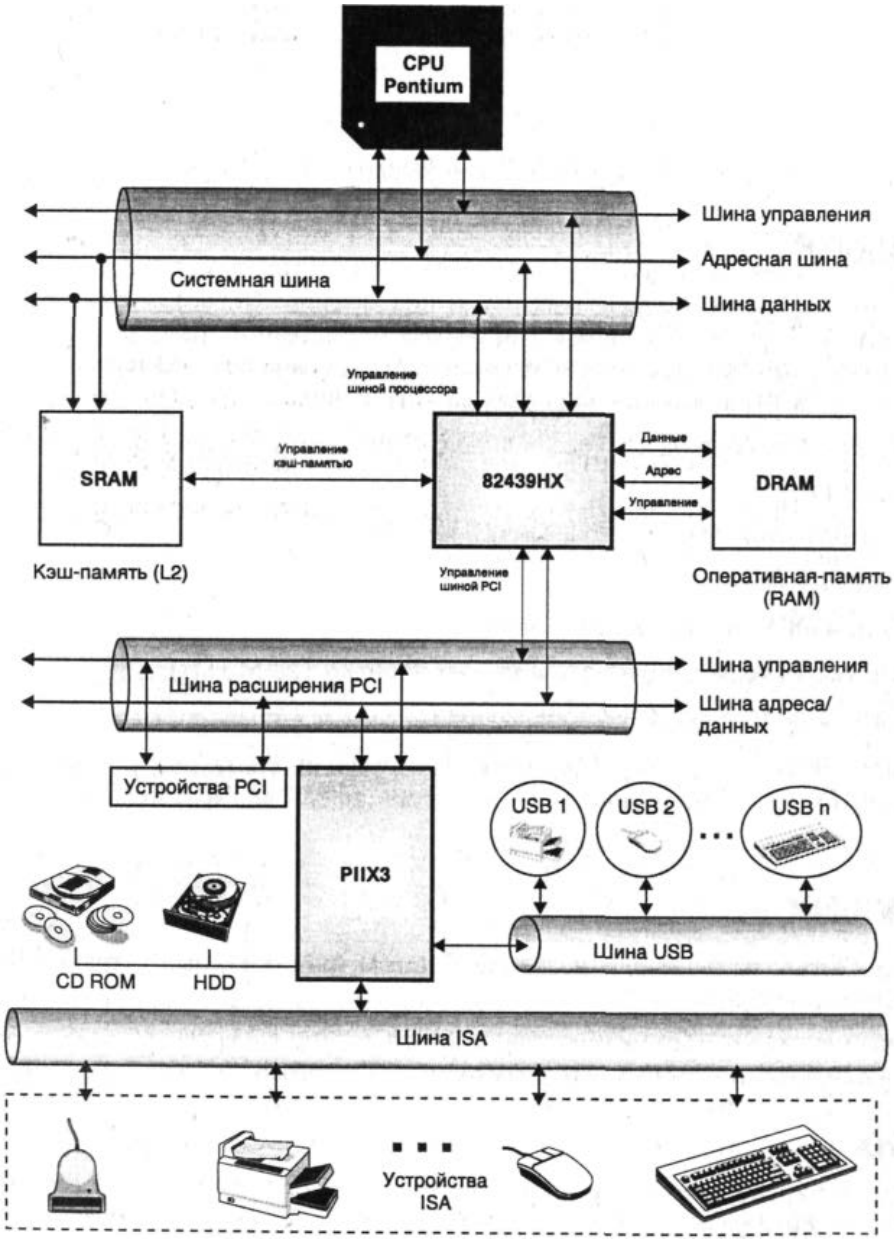


Рис. 8.1. Принцип функционирования Chipset Triton 430HX

PC и кэш-памяти второго уровня (внешней кэш-памяти). Благодаря усовершенствованиям, внесенным в микросхему 82439HX, максимальный объем RAM на системной плате может достигать 512 Мбайт.

Системный контроллер обеспечивает поддержку до четырех устройств (винчестеров, CD-ROM и др.) Максимальная скорость передачи по шине PCI операции чтения достигает 112

Мбайт/с, а для записи - 121 Мбайт/с.

82371 SB

Этот элемент называют контроллером PCI IDE/ISA Xcelerator, потому что он служит мостом *(PCI-to-ISA)* для данных и управляющих сигналов, пересылаемых по шинам PCI и ISA. Кроме того, эта микросхема обеспечивает работу шины USB (Universal Serial Bus) для внешней периферии и поддержку технологии Plug&Play. В этой микросхеме также интегрированы все устройства, необходимые для обеспечения функционирования систем с шиной ISA, — 7-канальный контроллер DMA, два контроллера прерываний типа 8259, таймер, часы реального времени, декодер управляющих сигналов BIOS и контроллер клавиатуры.

Intel 430VX

В отличие от Triton 430HX, набор 430VX (Triton III) состоит из следующих микросхем:

- системного контроллера 82437VX;
- двух контроллеров управления потоками данных 82438VX;
- контроллера ввода/вывода и IDE-интерфейса.

"Изюминкой" системного контроллера 82437VX является поддержка архитектуры UMA, позволяющей графическому адаптеру использовать для своих нужд часть имеющейся на материнской плате оперативной памяти. Кроме того, Chipset Triton VX (в отличие от Triton HX) может работать с памятью SDRAM.

Chipset Triton HX имеет встроенную поддержку контроля четности и исправления ошибок.

Intel 430TX

Анонсировав Chipset 430TX, корпорация Intel завершила производство микросхем для процессоров пятого поколения. Разработчики фирмы Intel постарались включить в Chipset 82430TX поддержку практически всех последних новинок в архитектуре PC, чтобы максимально продлить "жизнь" этого Chipset "в борьбе" с наборами микросхем фирм Via Technologies и SiS.

Chipset 430TX, так же как и Triton 430HX, состоит из двух микросхем — системного контроллера 82439TX и контроллера PCI IDE/ISA Xcelerator (PIIX4). Функциональное назначение этих микросхем аналогично рассмотренным выше микросхемам Triton

430HX, но они ориентированы на работу с CPU Pentium MMX.

Особенностью Chipset 430TX явилось внедрение нового стандарта управления энергопотреблением *(Dynamic Power Management Architecture, DPMA).* В стандарте DPMA впервые реализованы три различных метода управления энергопотреблением: *автономный, по требованию пользователя* и *по требованию операционной системы.*

Автономный метод основан на мониторинге активности на системной шине и отключении питания шины при отсутствии активности. Метод сбережения по требованию пользователя предполагает широкий спектр функций управления энергопотреблением, которые производители системных плат записывают в BIOS. На уровне операционной системы набор логики 82430TX реализует поддержку новой технологии ACPI *(Advanced Configuration and Power Interface),* разработанной Intel совместно с Microsoft и Toshiba для стандартизации процессов обмена данными между операционной системой и материнской платой, а также для реализации функций энергосбережения и Plug&Play.

Первая операционная система, которая способна с целью энергосбережения взаимодействовать с материнской платой на базе набора логики 82430TX, - Windows 98. Однако для достижения этой цели необходима также система BIOS поддерживающая ACPI *(ACPI-compliant BIOS).*

Основные характеристики Chipset пятого поколения приведены в табл. 8.1.

Таблица 8.1. *Основные характеристики Chipset пятого поколения****Таблица 8.1*** *(окончание)*

Характеристика	Intel 430FX	Intel 430VX	Intel 430TX	Intel 430HX
Область применения	Везде	Дом/Офис	Дом/Офис	Корпоративные PC
Тактовая частота системной шины, МГц	50, 60, 66	50, 60, 66	50, 60, 66	50, 60, 66
Коэффициент кратности	1,5x, 2x, 2,5x, 3x	1,5x, 2x, 2,5x, 3x	1 ,5x, 2x, 2,5x, 3x	1,5x, 2x, 2,5x, 3x
Количество процессо-	1	1	1	2

Тип кэш-памяти	Async, Sync Burst, Pipelined Burst	Async, Sync Burst, Pipelined Burst	Pipelined Burst	Pipelined Burst
Максимальный объем кэш-памяти (L2), Кбайт	512	512	512	512
Максимальный объем кэ-шируемой RAM, Мбайт	64	64	64	512
Максимальный объем RAM, Мбайт	128	128	256	512
Тип оперативной памяти	FPM, EDO	FPM, EDO, SDRAM	FPM, EDO, SDRAM	FPM, EDO
Модули памяти	SIMM	SIMM, DIMM	SIMM, DIMM	SIMM, DIMM
Максимальное количество модулей (SIMM/DIMM)	4/2	4/2	6/3	8/4
Поддержка контроля четно-сти	-	-	-	+
Стандарт шины PCI	2.0	2.1	2.1	2.1
Каналы IDE/ATA	2	2	2	2
Режим PIO	4	4	4	4
Режим DMA	2	2	3 (Ultra DMA)	2
Режим Bus Mastering	+	+	+	+
Поддержка шины USB	-	+	+	+
Поддержка шины AGP	-	-	-	-
Поддержка Plug&Play	+	+	+	+

Примечание

Более подробную информацию о таких характеристиках, как временная диаграмма и коэффициент кратности, вы найдете в *главах 3, 17,* а режим Bus Mastering рассмотрен далее в этой главе.

Следует также отметить, что в Chipset Triton 430HX и Triton 430TX значительно повышена степень интеграции микросхем. При этом на материнской плате остается место для установки дополнительных компонентов: микросхем графического контроллера, аудиоконтроллера, факс-модема и др. Корпорация Intel начала производить корпуса с матрицей круглых выводов *(Ball Grid Array, BGA)* для Chipset (рис. 8.2).

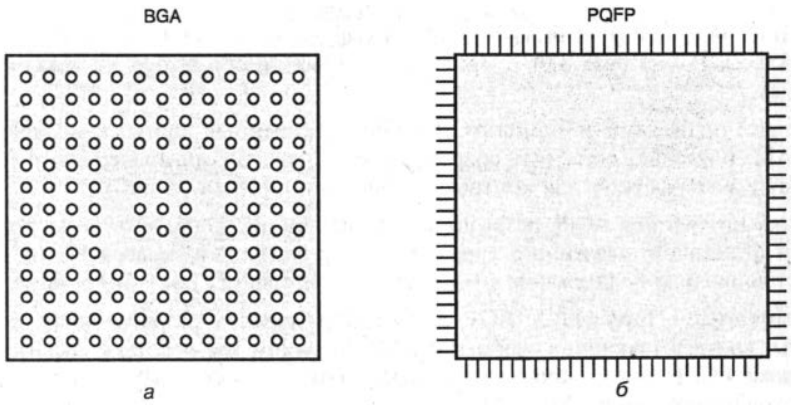


Рис. 8.2. Расположение контактов микросхем Chipset Triton 430HX (а) и Triton 430FX *(б)*

Chipset шестого поколения

С появлением процессоров шестого поколения (Pentium Pro/Pentium II/Pentium III) корпорация Intel продолжала занимать ведущие позиции и на рынке Chipset, т. к. (в отличие от конкурентов) начала разработку соответствующих микросхем параллельно с разработкой своих процессоров.

Intel 450GX/KX

Наборы микросхем Intel 450GX/KX (Orion) были разработаны для первых процессоров Pentium Pro.

Chipset Intel 450GX предназначен для применения на серверах. Он поддеживал 8 Гбайт оперативной памяти и две независимые шины PCI.

Chipset Intel 450KX предназначался для установки на материнские платы PC выполняющих функцию "автоматизированного рабочего места". Этот Chipset поддерживал два процессора и память объемом до 1 Гбайт

В настоящее время вы вряд ли увидите эти Chipset, тем не менее следует сказать что они фактически стали стандартом Chipset для серверов. Однако вскоре был разработан Chipset 440FX (Natoma).

Intel 440FX

В Chipset Natoma устранены некоторые технологические огрехи Chipset Orion, кроме того, он дешевле стоит.

Основным недостатком Chipset Natoma является то, что он не поддерживает последние технологические новшества (память SDRAM, шину AGP и др) поэтому фирма выпустила новые наборы микросхем - Intel 440LX и Intel 440BX.

Intel 440LX AGPset

Chipset Intel 440LX AGPset был призван стать фундаментальной аппаратной основой нового класса PC на базе Slot 1, ориентированных на обработку 3D графики и ви-дсоданных.

Этот Chipset поддерживает шины AGP и USB, ускоренный доступ к МОДУЛЯМ памя

ти SDRAM, позволяет оснастить современные PC средствами поддержки технологии

Plug&Play и интерфейсом для контроля за энергопотреблением (ACPI).

Поддержка интерфейса ACPI позволит изготовителям PC дополнить свою продукцию сетевыми функциями удаленного управления энергопитанием, вывода PC из неактив-

ного состояния либо поддержания его в постоянно активном *(AlwaysOn)* режиме. Набор микросхем Intel 440LX AGPset дает возможность разработчикам создавать продукты, соответствующие современным требованиям для работы с мультимедиа с недорогими PC. Набор микросхем расширяет возможности AGP за счет поддержки высокоскоростной памяти SDRAM.

Chipset состоит из двух микросхем - контроллера PCI/AGP Controller *(PAC)* и аксел-лератора PCI/ISA/IDE Accelerator *(PI 1X4).*

Intel 440EX

Chipset 440EX (рис. 8.3) разработан корпорацией Intel специально для процессора

Celeron и ориентирован на использование в недорогих материнских платах для

домашних PC. Этот Chipset является упрощенной версией Chipset 440LX AGPset

В частности, Chipset 440EX не поддерживает работу нескольких процессоров и более

трех слотов PC1, не обеспечивает контроль четности, ограничи-

вает объем оперативной памяти до 256 Мбайт.

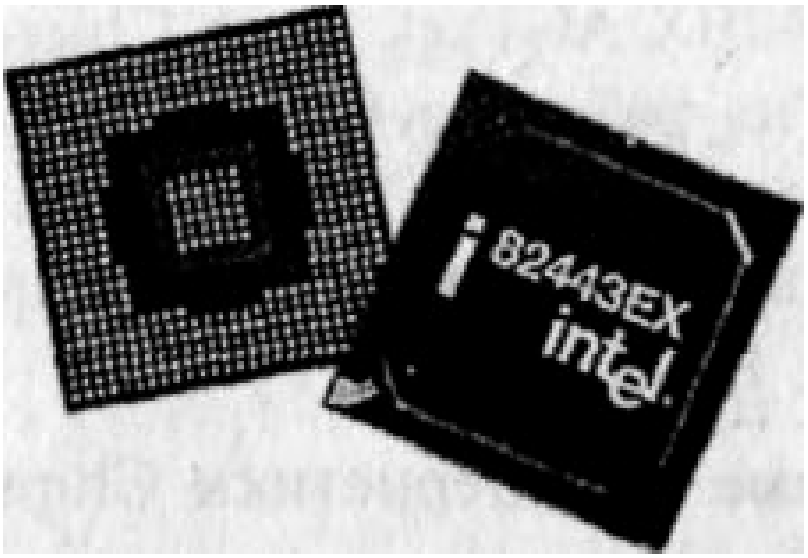


Рис. 8.3. Микросхемы 440EX

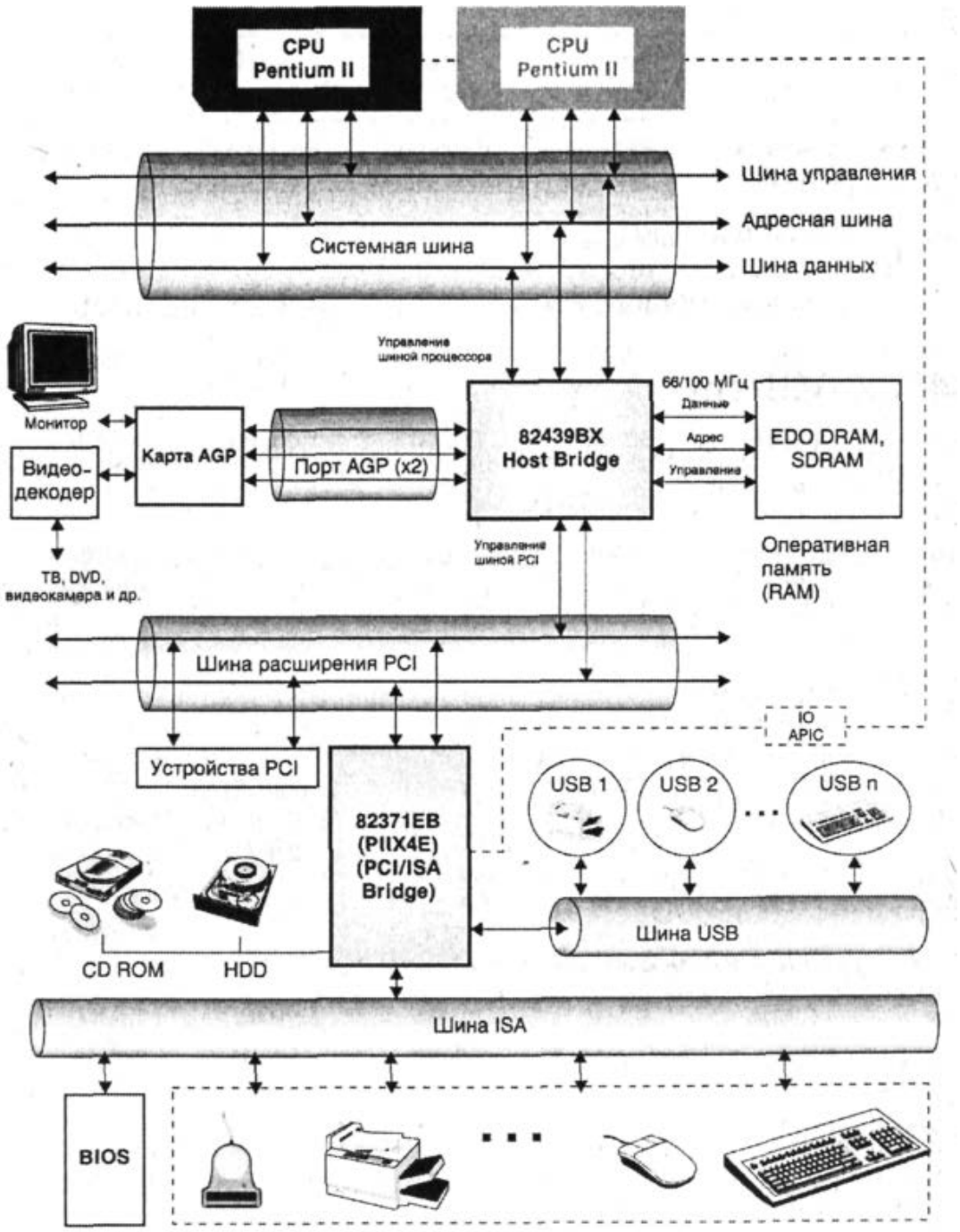


Рис. 8.4. Принцип функционирования Chipset 440BX AGPset

Intel 440BX AGPset

Через полгода после появления Chipset Intel 440LX AGPset корпорация Intel выпустила новый продукт — Intel 440BX AGPset. Этот Chipset предназначен для материнских плат, ориентированных на работу с CPU Pentium II с тактовой частотой 350, 400 МГц и выше. Основное его отличие от Chipset 440LX заключается в том,

что тактовая частота системной шины увеличена с 66 МГц до 100 МГц и обеспечена поддержка двух процессоров (рис. 8.4).

В табл. 8.2 приведены основные характеристики Chipset шестого поколения, выпушенных корпорацией Intel.

Таблица 8.2. *Основные характеристики Chipset шестого поколения*

Характе-ристика	Intel 450GX	Intel 450KX	Intel 440FX	Intel 440LX	Intel 440EX	Intel 440BX
Область примене-ния	Серверы с процессо-ром Pen-tium Pro	Серверы и рабочие станции с процессо-ром Pen-tium Pro	Pentium Pro/Pentium II	Pentium II	Celeron	Pentium II
Год появ-ления на рынке	1995	1995	1996	1997	1997	1998
Тактовая частота системной шины, МГц	60,66	60,66	60,66	60,66	60,66	66, 100
Множитель частоты процессора	2x, 2,5x, 3x	2x, 2,5x, 3x	2x, 2,5x, 3x, 3,5x, 4x4,5x, 5x	3,5x, 4x, 4,5x, 5x	3,5x, 4x, 4,5x, 5x	3,5x, 4x, 4,5x, 5x
Макси-мальное количе ство CPU	4	2	2	2	1	2
Макси-мальный объем RAM	8 Гбайт	1 Гбайт	1 Гбайт	1 Гбайт EDO/512 Мбайт SDRAM	256 Мбайт	1 Гбайт EDO/512 Мбайт SDRAM
Тип памя-ти	FPM (4-Way Inter-leaved)	FPM (2-Way Inter leaved)	FPM, EDO, BEDO	EDO, SDRAM	EDO, SDRAM	EDO, SDRAM
Тип модуля памяти	SIMM	SIMM	SIMM, DIMM	SIMM, DIMM	SIMM, DIMM	SIMM, DIMM

Под-держка контроля четности и ECC	+	+	+	+	-	+
Стандарт шины PCI	2,0	2,0	2,1	2,1	2,1	2,1
Количество каналов IDE/ATA	2	2	2	2	2	2
Режим PIO	4	4	4	4	4	5
Режим DMA	2	2	2	3 (Ultra DMA)	3 (Ultra DMA)	3 (Ultra DMA)
Поддержка PCI Bus Mastering	+	+	+	+	+	+
Поддержка USB	+	+	+	+	+	+
Поддержка AGP	-	-	-	+	+	+

Intel 810/810E/810E2

Chipset Intel 810 *(Whitney)* разработан для процессоров Celeron. Он рассчитан на использование в недорогих материнских платах.

Одними из главных отличий данного Chipset от Chipset предыдущих поколений являются:

- интегрированное графическое ядро от нового видеопроцессора Intel 752 с поддержкой 3D, DVD, телевизионного выхода и плоскопанельных мониторов;
- хабовая структура;
- интегрирванный AC97-кодек (Audio Codec 97 Component Specification).

Данный Chipset не поддерживает шину ISA. Конечно, никто не запрещает производителям материнских плат дополнительно подсоединить к шине PCI контроллер ISA и установить на плате слоты для подключения карт расширения ISA (например, ASUS MEW). Это ведет к некоторому удорожанию материнской платы.

В Chipset i810 впервые применена хабовая архитектура. Конструктивно Chipset состоит из трех микросхем (хабов), которые для взаимодействия используют не шину PCI (имеющую пропускную

способность 133 Мбайт/с), а специально разработанную шину с пропускной способностью 266 Мбайт/с.

В состав Chipset входят:

- контроллер памяти и видео *(Graphic&Memory Controller Hub* — GMCH);
- контроллер ввода/вывода *(I/O Conroller Hub* — ICH);
- контроллер специального программного обеспечения *(Firmware Hub* — FWH).

На рис. 8.5 представлена блок-схема Chipset i810.

Как видно на рисунке, шина PCI, которая ранее соединяла системный контроллер и контроллер ввода/вывода и IDE-интерфейса, теперь используется для подключения карт расширения (как еще недавно шина ISA). Компоненты компьютерной системы могут взаимодействовать друг с другом, минуя CPU.

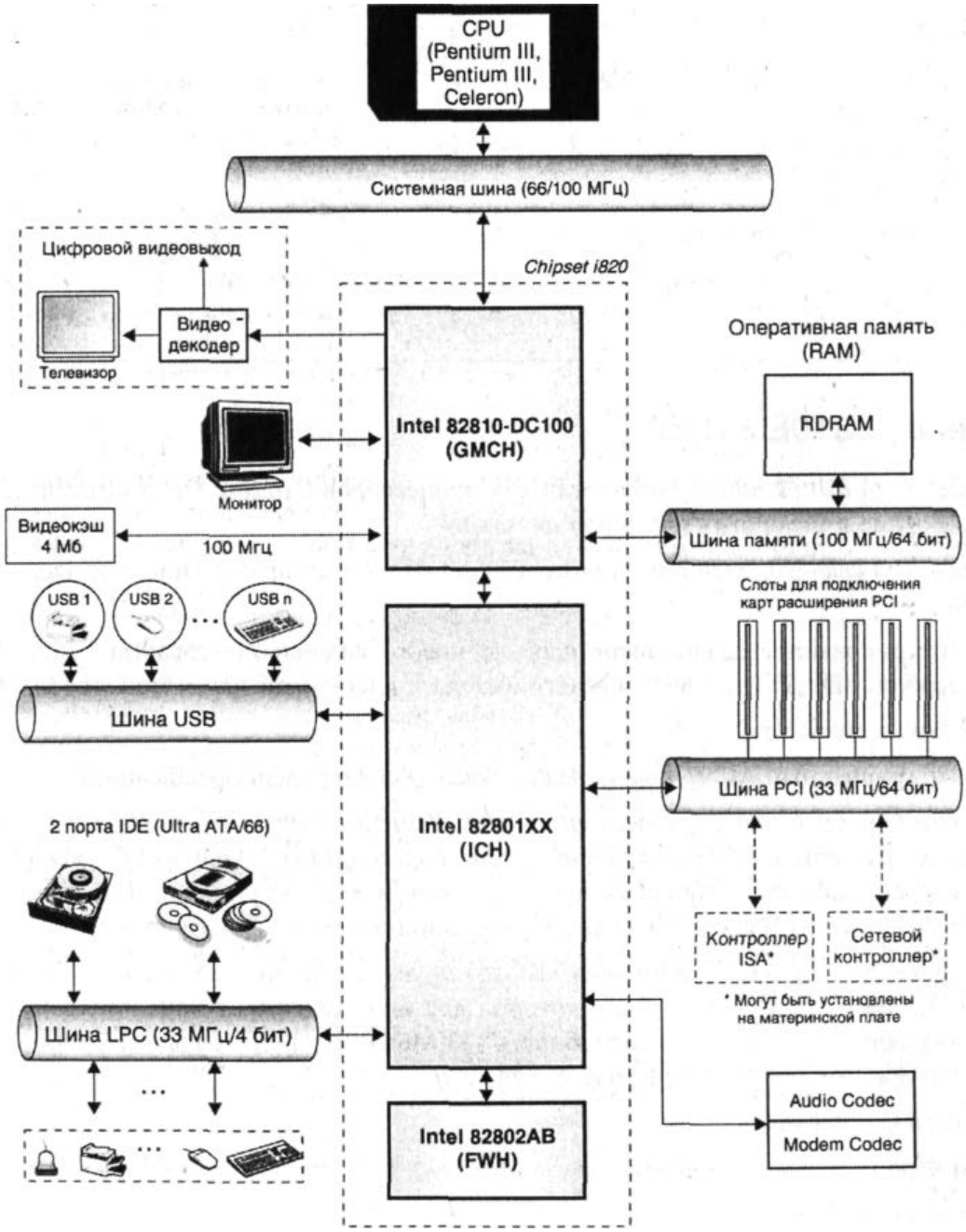


Рис. 8.5. Блок-схема Chipset i810

GMCH

Конструктивно контроллер памяти и видео реализован в микросхеме Intel 8210 или Intel 82810-DC100. Данный контроллер играет самую важную роль в архитектуре i810. Он поддерживает функционирование:

- системной шины на частотах 66 и 100 МГц;

-64-битной синхронной шины памяти с тактовой частотой 100

МГц;

- интегрированного графического ядра видеопроцессора;
- интегрированного кодека для обработки звука.

Несмотря на то, что системная шина может работать с тактовой частотой 66 и 100 МГц, контроллер памяти, интегрированный в GMCH, поддерживает только модули памяти PC 100 SDRAM, функционирующие на тактовой частоте 100 МГц. Даже когда тактовая частота системной шины составляет 66 МГц, частота шины памяти составляет 100 МГц.

В контроллер интегрировано графическое ядро видеопроцессора Intel 752, осуществляющее обработку 2D/3D изображений, которые передаются на выход для подключения монитора. В отличие от обычных видеокарт i752, в качестве видеопамяти используется системная память. Подобная архитектура была впервые применена в Chipset i430VX. Она была названа *UMA*.

В Chipset i810 архитектура UMA получила дальнейшее развитие и новое название *Direct AGP*. Данная архитектура позволяет графическому ядру взаимодействовать с оперативной памятью не через порт AGP, а напрямую через контроллер памяти, за счет чего примерно в 1,5 раза увеличивается скорость взаимодействия памяти и *графического* ядра.

Объем системной памяти, выделяемой для обработки и формирования изображений, изменяется в процессе работы (технология *Dynamic Video Memory Technology — D.V.M.T.).* Так, при загрузке PC для поддержки обычного VGA выделяется 1 Мбайт оперативной памяти. Если ваш монитор работает с разрешением 1024x768, то при загрузке Windows драйвер видеоадаптера потребует еще 4 Мбайт. При использовании 3D-графики выделяется еще 2 Мбайт памяти на буфер команд и 4 Мбайт на Z-буффер. Таким образом, объем оперативной памяти уменьшится на 11 Мбайт. Если в Chipset установлен хаб GMCH-DC100 (табл. 8.3), который поддерживает видеокэш объемом 4 Мбайт, то Z-буффер располагается в нем и "потери" составят лишь 7 Мбайт. При работе с 2D-изображениями используется для кэширования видеоданных.

Имеется порт цифрового видеовыхода для подключения к PC обыкновенного телевизора.

Таблица 8.3. *Характеристики модификаций Chipset i810*

Chipset	Состав хабов	Форм-фактор системной платы	Максимальное количество слотов PCI	IDE-интерфейс	Видеокэш
Intel 810-L	GMCH, ICH0, FWH	Micro-ATX	4	ATA-33	Нет
Intel 810	**GMCH ICHO FWH**	**Micro-ATX**	**4**	**ATA-33 ATA-66**	**Нет**
Lntel810 -DC100	**GMCH-DC100 ICHO FWH**	**ATX**	**6**	**ATA-33 ATA-66**	**4 Мбайт**

ICH

Хаб ICH *(I/O Conroller Hub)* конструктивно находится в микросхеме Intel 82801XX и выполняет функции ввода/вывода, таймера, а также контроллеров DMA и прерывания. Он включает контроллеры IDE, PCI, AC'97, LPC I/F, SMBus *(System Management Bus)* и USB.

Контроллеры дисководов и портов, которые раньше подключались к шине ISA, теперь подключаются через шину LPC *(Low Pin Count)*. Шина LPC — это 4-битная шина, которая функционирует на тактовой частоте 33 МГц. Можно сказать, что это — урезанная шина ISA, работающая на более высокой частоте.

Интегрированный в ICH AC'97-кодек обеспечивает 16-битную стереофоническую обработку звука. Синтез звука на основе таблиц волн *(см. главу 17)* эмулируется программно. Таким образом, воспроизведение звука сопряжено с дополнительной загрузкой CPU. Однако учитывая, что во многих современных компьютерных играх используются аудиотреки на CD, то интегрированный AC'97-кодек вполне устроит большинство пользователей. "Гурманы" могут установить в слот PCI любую "солидную" звуковую карту и отключить AC'97-кодек с помощью BIOS Setup.

FWH

Хаб FWH представляет собой небольшую микросхему, в которую интегрировано 4 или 8 Мбайт флэш-памяти и аппаратный датчик случайных чисел. Во флэш-памяти хранится системный BIOS и видео-BIOS.

Особенности системных плат с Chipset i810

Системные платы с Chipset i810 изготавливаются в форм-факторе ATX и Micro-ATX *(см. главу 1).*

Chipset i810 разработан для процессора Celeron. При этом на системной плате может быть установлен разъем Slot 1 или Socket-370.

Количество слотов PCI зависит от модификации Chipset (см. табл. 8.3). Слот AGP отсутствует. Слот ISA, как правило, также отсутствует, но некоторые производители устанавливают на системной плате дополнительный контроллер и слот ISA. Все системные платы имеют слот расширения AMR *(Audio Modem Riser)* (рис. 8.6), который предназначен для подключения к нему аудиокодека и кодека модема *(см. главы 17, 27).* Преимуществом для пользователей при подключении подобной карты расширения является ее невысокая стоимость, главный же недостаток — потребление ресурсов CPU.

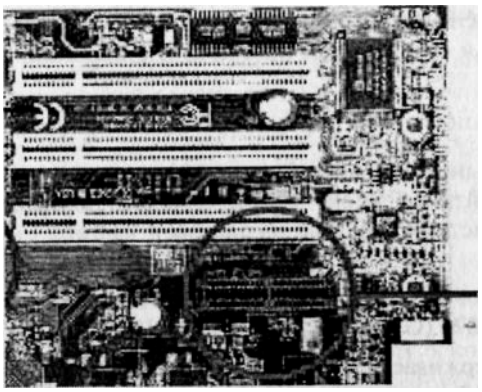


Рис. 8.6. Слот расширения AMR

На системной плате, помимо стандартных (COM, LPT и др.), имеются разъемы Speaker, Line, In, Mic, Joystik, USB. В соответствии со спецификацией PC 99 на системной плате для удобства пользования PC применяется единая цветовая маркировка разъемов, предназначенных для подключения внешних устройств.

Intel 810E

Осенью 1999 г. на рынке появился Chipset i810E, разработан-

ный для установки на системные платы, поддерживающие CPU Pentium III.

Архитектура Chipset i810E повторяла архитектуру i810. По сути i810E является "разогнанным" i810 и от своего предшественника отличается поддержкой системной шины с тактовой частотой 133 МГц и наличием видео-кэша объемом 4 Мбайт, функционирующего на тактовой частоте 133 МГц.

Шина памяти Chipset работает на тактовой частоте 100 МГц независимо от установленной тактовой частоты системной шины (66, 100 или 133 МГц). Таким образом, данный Chipset поддерживает исключительно память PC 100 SDRAM. При работе с 3D-графикой производительность системных плат на основе Chipset i810E на 5—10% выше по сравнению с i810, однако существенно уступает платам с Chipset 440BX с установленным 2D/3D-акселератором. При работе с 2D-программами (офисными приложениями, графическими редакторами) производительность системных плат, имеющих Chipset i810, i810E и 440BX, примерно одинакова.

Intel 810E2

В отличие от i810, Chipset i810E2 оборудован новым хабом ввода/вывода ICH2 *(I/O Conroller Hub 2),* который позволяет в два раза увеличить пропускную способность подсистемы ввода/вывода и предоставляет выделенные информационные каналы для дальнейшего наращивания пропускной способности.

Это обеспечивается двумя дополнительными USB-контроллерами с 4 портами (увеличение пропускной способности до 24 Мбит/с по сравнению с 12 Мбит/с), контроллером Ethernet для подключения PC к локальной сети, контроллером ATA/100 (при наличии компонента C-ICH).

Интегрированный в ICH AC97-кодек поддерживает эффект полного шестиканального объемного звука и обеспечивает программную реализацию функций модема.

Intel 820/820E

В ноябре 1999 г. на рынке появился Chipset i820, который по замыслу производителей должен был прийти на смену Chipset i440BX. Данный Chipset обеспечивает функционирование системной шины на тактовой частоте 133 МГц и предназначен для CPU Pentium III.

Как и все Chipset семейства i8XX Chipset, i820 имеет хабовую структуру, состоящую из трех микросхем i82820 (GMCH), i82801AA (ICH) и i82802 (FWH).

Данный Chipset поддерживает системную шину с тактовой частотой 133 МГц, протокол Ultra DMA/66. В него интегрирован AC97-кодек и аппаратный датчик случайных чисел. Шина ISA не поддерживается.

Основным отличием Chipset i820 от i810E является поддержка памяти RDRAM и шины AGP4x и отсутствие:

- поддержки тактовой частоты системной шины 66 МГц (поэтому установка CPU Celeron с внешней тактовой частотой 66 МГц на материнские платы с этим Chipset невозможна);

- поддержки памяти типа SDRAM (разъемы для подключения модулей памяти SIMM и DIMM на материнской плате отсутствуют);

- интегрированного графического ядра (отсутствие интегрированного графического ядра подразумевает наличие на материнской плате разъема для подключения видеокарт AGP).

Chipset i820E оборудован хабом ICH2.

Chipset i820 стал первым Chipset корпорации Intel, который ориентирован только на память Rambus, которая является более производительной, чем SDRAM, но не получила широкого распространения (стоимость RIMM-модулей памяти в несколько раз выше, чем DIMM-модулей). Под давлением производителей системных плат корпорация Intel разработала специальный контроллер — *Memory Translator Hub* (MTH), предназначенный для совместимости Chipset i820 с модулями памяти PC100 SDRAM.

Однако в течение нескольких месяцев выяснилось, что применение контроллера MTH приводит к ошибкам в работе системы. Ошибки были настолько существенными, что корпорация Intel была вынуждена отозвать все системные платы с установленным контроллером MTH.

Intel 815/815E/815EP

Проблемы, связанные с задержкой широкого внедрения памяти Rambus, и неудачи с использованием контроллера MTH совместно с Chipset i820 вынудили Intel в середине 2000 г. выпустить сразу два

набора микросхем, поддерживающих модули памяти PC100 и PC133 SDRAM - i815 (Solano) и i815E.

Оба набора микросхем используют хаб GMCH, который включает контроллер памяти SDRAM и интегрированную графическую подсистему (цифроаналоговый преобразователь данных — RAMDAC 233 МГц, 3D-ускоритель, контроллер AGP).

Chipset i815E, как и i820E, оборудован новым хабом ввода/вывода ICH2, который имеет встроенные функции сетевого адаптера LAN *(Local Area Network),* четыре порта USB, а позволяет воспользоваться преимуществами технологии программного аудиомодема и др.

Отличие Chipset i815EP от Chipset i815/i815E заключается в наличии у последних встроенного видео.

Intel 840

Chipset i840 разработан для многопроцессорных систем на основе CPU Pentium III и Pentium III Xeon. Как и все Chipset семейства i8xx, он создан по хабовой архитектуре.

Для увеличения объема памяти на материнской плате может быть установлен специальный контроллер — Memory Repeat Hub (MRH), который предназначен для расширения памяти RDRAM (вместо двух модулей можно установить четыре).

Для использования памяти SDRAM в состав Chipset может входить контроллер MRH-S, который преобразует интерфейс RDRAM в интерфейс SDRAM.

Chipset для CPU седьмого поколения

Intel 850/850E

Chipset i850 ч i850E был разработан Intel для CPU Pentium 4 и Celeron (Northwood и Willamette). Данные Chipset являются последователями хабовой архитектуры, заложенной в Chipset i810. Наборы микросхем включает в себя хаб контроллера памяти (MCH) и контроллер ввода/вывода (ICH2).

Основными особенностями этих Chipset является поддержка:

- двух каналов памяти RDRAM, обеспечивающей пропускную способность 3,2 Гбайт/с (четыре RIMM-модуля). Максимальный объем адресуемой памяти — 2 Гбайт;

- технологии AGP 4X (1,5 В), которая обеспечивает взаимодействие между графическим контроллером и оперативной памяти со скоростью более чем 1 Гбайт/с;

- двух контроллеров USB с 4 портами;

- протокола ATA/100 при подключении устройств IDE.

В обоих Chipset отсутствует встроенная графическая подсистема.

Основные отличия Chipset i850E от i850 представлены в табл. 8.4.

Таблица 8.4. *Сравнение Chipset i850 и i850E*

Характеристика	**i850E**	**i850**
Корпус процессора	mPGA478	mPGA478, mPGA423
Тактовая частота системной шины, МГц	533/400	400
Тип памяти/тактовая частота системной шины, МГц	RDRAM PC1 066/533, RDRAM PC800/533, RDRAM PC800/400	RDRAM PC800/400, RDRAM PC600/400

Intel 845

Chipset i850 был ориентирован на использование дорогой памяти DRDRAM, и данный факт несколько тормозил распространение CPU Pentium 4. Кроме того, в 2001г. корпорации SiS и VIA выпустили Chipset для Pentium 4 с поддержкой SDRAM, что вызвало неудовольствие корпорации Intel. Однако к лету 2001 г. Intel была вынуждена уступить и выпустила Chipset i845 (Brookdale), ориентированный на работу с CPU Pentium 4 и память PC133 SDRAM. Пропускная способность шины памяти Chipset i845 с памятью SDRAM была в три раза ниже, чем в системах, собранных на базе Chipset i850 и памяти RDRAM, но зато система Chipset i845/SDRAM была дешевле.

В начале 2002 г. Intel представила на рынок Chipset i845 с поддержкой памяти DDR SDRAM (DDR200 и DDR266), а впоследствии DDR333.

Похоже, что с выпуском Chipset i845E чрезмерное увлечение Intel памятью RDRAM закончилось.

Все Chipset семейства i845 созданы, как и i850, на основе двухшабовой архитектуры и ориентированы на процессоры Pentium 4 и Celeron, которые устанавливаются в разъем Socket 478.

Основные отличия Chipset семейства i845 представлены в табл. 8.5 и на рис. 8.7.

Таблица 8.5. *Основные отличия Chipset семейства i845x*

Характеристика	i845	i845E	i845EP	i845G	i845GV	i845GE
Тактовая частота системной шины*,	100 (400)	133/100 (533/400)	133/100 (533/400)	133/100 (533/400)	133/100 (533/400)	133/100 (533/400)
Тип памяти	DDR 266/200, PC133 SDRAM	DDR 266/200	DDR 333/266	DDR 266/200, PC133 SDRAM	DDR 266/200, PC 133 SDRAM	DDR 333/266
Коррекция ошибок	ECC	ECC	ECC	ECC	нет	ECC
Внешний графический интерфейс	AGP4X	AGP4x	AGP4X	AGP4x	нет	AGP4x
Интегрированная графика	—	—	нет	+	+	+
USB-контроллер/ количество портов	USB1.1/ 4 порта	USB 2.0/ 6 портов	USB 2.0/ 6 портов	USB 2.0/ 6 портов	USB 2.0/ 6 портов	USB 2.0/ 6 портов

* Системная шина передает за один такт 4 пакета данных (100 МГц x 4 = 400 МГц, 133МГцх4=533МГц).

Микросхема северного моста (MCH) Chipset i845 впервые изготовлена Intel по 0,18 мкм технологии и располагается в специальном корпусе Flip Chip BGA (рис. 8.8), ранее Chipset изготавливался по 0,25 мкм технологии. С переходом на 0,13 мкм технологию планируется располагать в Chipset кэш-память третьего уровня, что позволит еще больше увеличить пропускную способность системной шины.

Intel 865

В начале 2003г. Intel представила на рынке Chipset серии Intel 865 (865P,865PE,865G),ориентированнный на процессор Pentium4(табл.8.6).

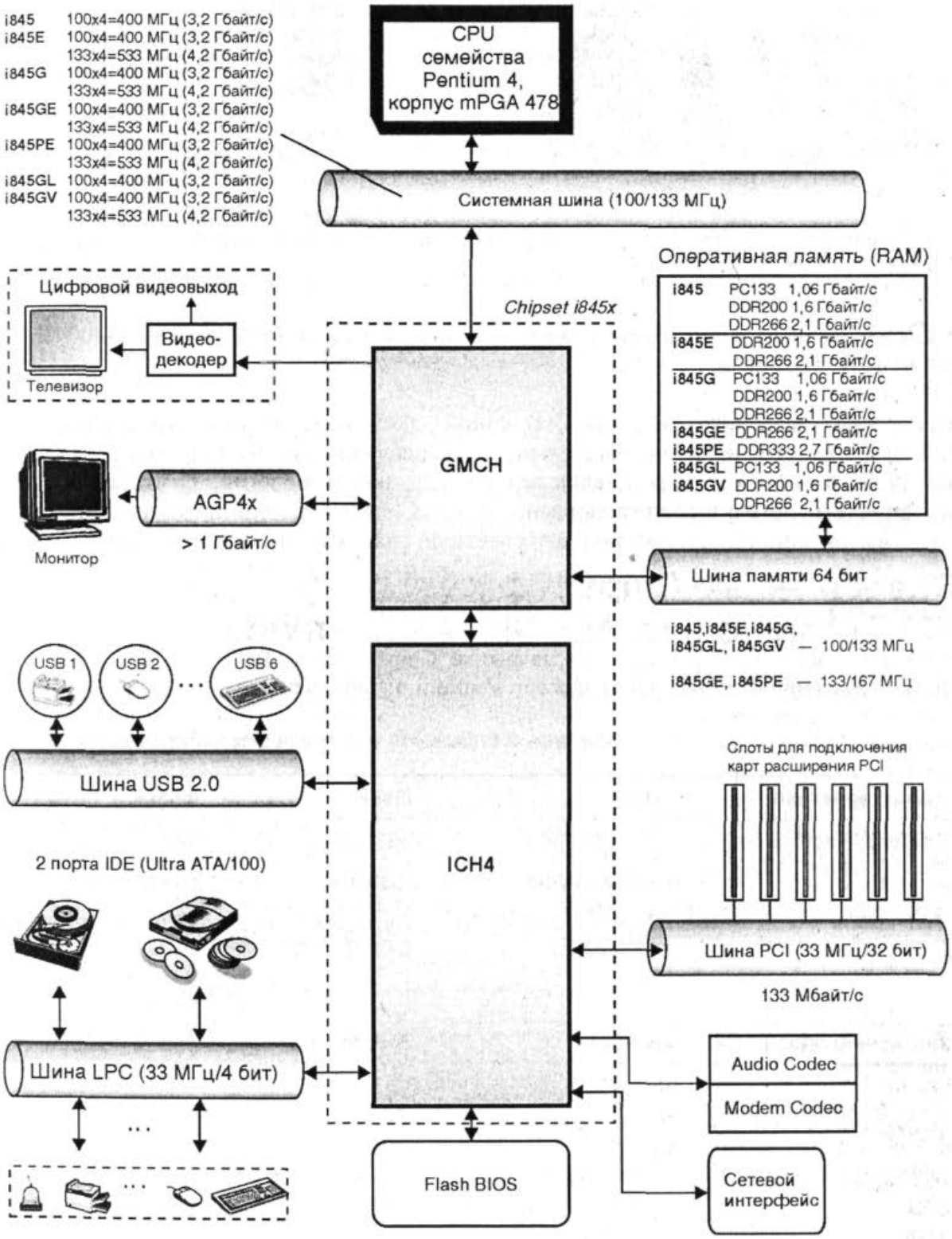
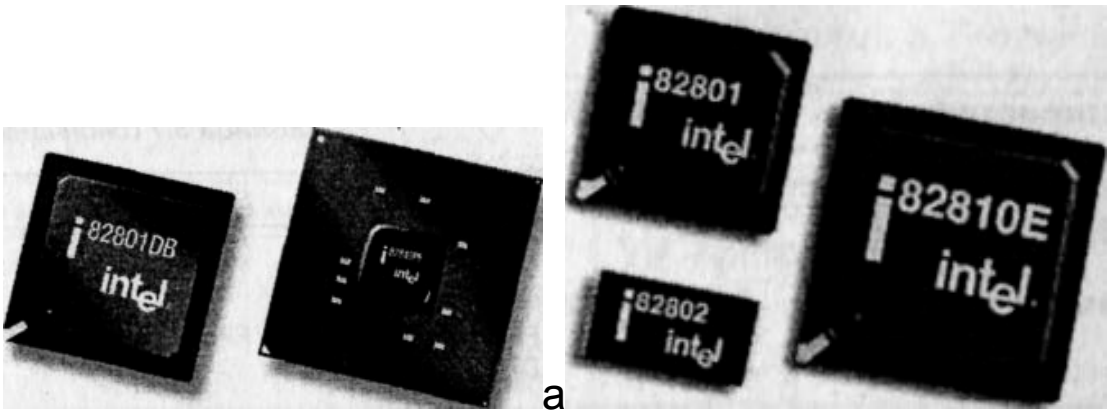


Рис. 8.7. Блок-схема Chipset семейства i845x

Таблица 8.6. *Основные отличия Chipset семейства i865x*

Характеристика	i865	i865P	i865G
Тактовая частота системной шины*, МГц	200/133/100 (800/533/400)	133/100 (533/400)	200/133/100 (800/533/400)
Тип памяти	Двухканальная DDR 400/333/266	Двухканальная DDR 333/266	Двухканальная DDR 400/333/266DDR 333/266
Внешний графический интерфейс	AGP8x	AGP8x	AGP8X
Интегрированная графика	—	—	Intel Extreme Graphic
Интегрированный звук	Dolby Digital 5.1,6 каналов	Dolby Digital 5.1,6 каналов	Dolby Digital 5.1, 6 каналов
USB-контроллер/ количество портов	USB 2.0 6 портов	USB 2.0/ 6 портов	USB 2.0/ 6 портов



а б

Рис. 8.8. Chipset i845 (а) и i810 (б)

В Chipset серии i865 впервые включена поддержка двух независимых контроллеров Serial ATA и выделенной сетевой шины для производительных сетей Gigabyte Ethernet (архитектура Intel Communication Streaming).

Кроме того, в одну из двух микросхем Chipset i865G интегрировано новое графическое ядро Intel Extreme Graphics 2, обеспечивающее высокую производительность при обработке 2- и 3-мерных изображений и видео, а также более реалистичное представление трехмерных изображений.

Современные Chipset

Фирм VIA Technologies, ALI, SiS, AMD и nVidia

После появления в 1997 г. CPU Pentium II корпорация Intel являлась монополистом Chipset, поддерживающих системную шину P6 (для разъема Slot 1). Это заставило конкурентов (AMD, Cyrix, IDT) создавать новые CPU, ориентированные на Soket 7 (табл. 8.7), или разрабатывать собственные интерфейсы (например, Slot A от AMD). Производители Chipset также не имели лицензии на производство Chipset для Slot 1. Спустя некоторое время, "собрав сливки" и опасаясь серьезной конкуренции со стороны AMD и Cyrix, на которых переориентировались производители Chipset, корпорация Intel сняла ограничения на использование системной шины P6, и крупнейшие производители Chipset представили на рынок свои разработки, которые оказались вполне конкурентоспособными с Chipset Intel для класса недорогих PC.

Таблица 8.7. *Основные характеристики Chipset*

Характеристика	ALI Aladdin V	VIA Apollo MVP3	SIS 5597/5598
Разъем CPU	Soket 7	Soket 7	Soket 7
Тактовая частота системной шины, МГц	50, 60, 66, 75, 83, 100	66, 75, 83, 100	75,66
Максимальное количество CPU	1	1	1
Тип кэш-памяти	Pipelined Burst	Pipelined Burst	Pipelined Burst
Максимальный объем кэш-памяти (L2), Кбайт	512, 1024	2048	256
Максимальное количество RAM, Мбайт	4096	1024	348
Тип памяти	FPM, EDO, SDRAM	FPM, EDO, SDRAM, DDR	FPM, EDO, SDRAM
Тип модуля памяти	SIMM, DIMM	SIMM, DIMM	SIMM, DIMM

Поддержка контроля четности и ECC	+	+	+
Диаграмма FPM DRAM	6-3-3-3	6-3-3-3	6-3-3-3
Диаграмма EDO DRAM	5-2-2-2	5-2-2-2	6-2-2-2
Диаграмма SDRAM	6-11-1	6-1-1-1	5-1-1-1
Стандарт шины PCI	2.1	2.1	2.1
Режим PIO	5	5	+
Режим DMA	3 (Ultra DMA)	3 (Ultra DMA)	3 (Ultra DMA)
Поддержка PCI Bus Mastering	до 5	+	до 5
Поддержка USB	+	+	+
Поддержка AGP	1x, 2x	+	+

Ниже рассмотрены Chipset, разработанные основными конкурентами Intel — VIA Tecnologies, ALI (подразделение Acer Labs), SiS и AMD.

Chipset корпорации VIA Tecnologies

В отличие от корпорации Intel, которая разрабатывает Chipset только для "своих" процессоров, корпорация VIA Technologies разрабатывает Chipset для CPU различных производителей, в том числе и Intel (табл. 8.8).

Таблица 8.8. *Chipset корпорации VIA Technologies Inc.*

Разъем для установки CPU	Chipset	
Socket 7 Slot 1 /Socket 370 Slot A	VIA Apollo MV3 VIA Apollo MV4 VIA Apollo Pro VIA Apollo Pro Plus VIA Apollo PLE 133 VIA Apollo KX 133	VIA Apollo Pro Plus VIA Apollo Pro VIA Apollo Pro133A (два CPU) VIA Apollo Pro 133T VIA Apollo Pro266T

Socket A Socket 478	VIA Apollo KT333 VIA Apollo KT266A VIA Apollo P4X266A VIA Apollo P4X266	VIA Apollo KT133A VIA Apollo KLE 133

Chipset VIA для CPU, устанавливаемые в разъемы Slot 1 и Soket 370

В табл. 8.9 рассмотрены основные характеристики Chipset корпорации VIA Technologies для CPU, устанавливаемых в Slot l и Soket 370.

Таблица 8.9. *Основные характеристики Chipset корпорации VIA Technologies для CPU, устанавливаемых в Slot 1 и Soket 370*

Характе-ристика	VIA Apollo Pro	VIA Apollo Pro Plus	VIA Apollo PLE133 T	VIA Apollo PLE133	VIA Apollo Pro133 A	VIA Apollo Pro133 T	VIA Apollo Pro 266T
Процессор	Penti-um II, Pentium Pro	Pentium II, Celeron VIAC3	Pentium III, Celeron,	Pentium III, Celeron, VIAC3	Pentium II, Pentium III (два CPU)	Pentium III, Celeron, VIA C3	Pentium III, Celeron, VIAC3
Тактовая частота системной шины, МГ	66, 100	66, 100	66, 100, 133	133	133	66, 100, 133	66, 100, 133
Тактовая частота шины па-мяти, МГц	-				66, 100, 133		66, 100, 133
Тип памя-ти	EDO, SDRAM	EDO, PC100/133 SDRAM		PC 133 SDRAM и VCRAM	PC 133 PC66/100/133	SDRAM и VCRAM	PC 100/133 и DDR200/266 SDRAM

Макс, объем памяти, Гбайт	1	1	SDRAM	1	4 SDRAM 1,	5	4
Графический интерфейс	2x	AGP 2x		-	AGP 4x	AGP4x	AGP4X
Интегрированные компоненты	—	графический контроллер AGP 4x сетевой, адаптер, AC'97-кодек, модем		Графический контроллер AGP 4x, сетевой адаптер, AC'97-кодек, модем	AC'97-кодек, модем		сетевой адаптер, AC'97-кодек, модем
Интерфейс ATA	ATA 33	ATA 33	ATA 33/66	ATA 100	ATA 66	ATA 33/66	ATA 33/66/100
Поддержка USB	1.0	1.0	2.0 (4 порта)	2.0 (4 порта)	2.0 (4 порта)	2.0 (4 порта)	2.0 (6 портов)

VIA Apollo Pro/VIA Apollo Pro Plus

Chipset VIA Apollo Pro появился в 1998 г. Он ориентирован на Slot 1 и Socket 8 (для CPU Pentium Pro).

Конструктивно VIA Apollo Pro состоит из двух микросхем (рис. 8.9): - VT82C69I — North Bridge ("северный" мост); - VT82C596 — South Bridge ("южный" мост). North Bridge поддерживает работу: - системной шины с тактовой частотой 66 и 100 МГц; - шины памяти; - шины AGP 2x; - шины PCI.

В North Bridge интегрирован контроллер памяти, поддерживающий функционирование модулей памяти различных типов — FPM DRAM, EDO DRAM, SDRAM.

South Bridge представляет по сути контроллер Bus Master IDE и мост PCI/IDE. Так, через этот мост к системе подключаются FDD, HDD, клавиатура и др.

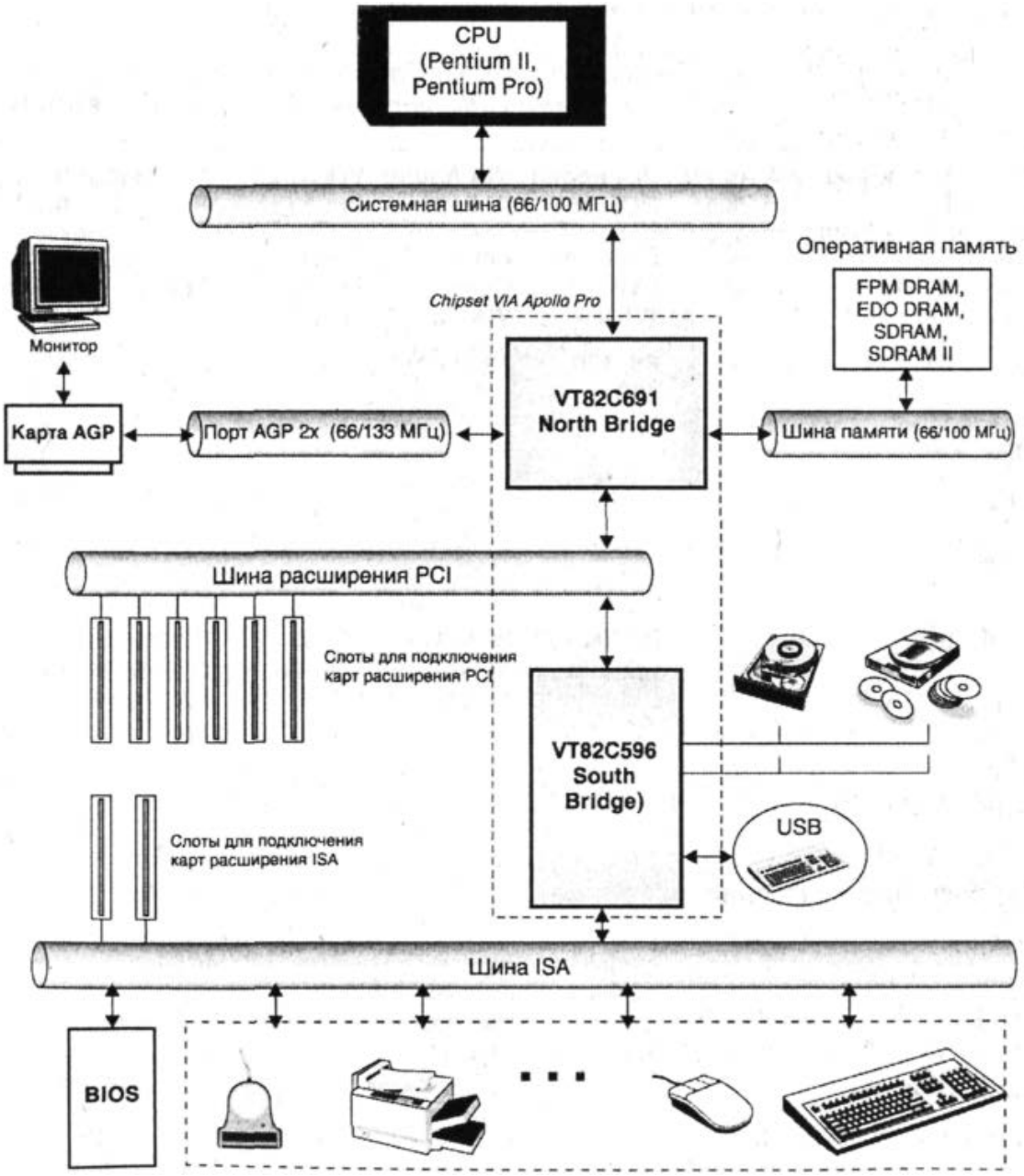


Рис. 8.9. Схема функционирования Chipset VIA Apollo Pro

Chipset VIA Apollo Pro Plus ориентирован на Slot 1 и Socket 370. Конструктивно VIA Apollo Pro Plus состоит из двух микросхем:

- VT82C693 — North Bridge ("северный" мост) (рис. 8.10); - VT82C596A — South Bridge ("южный" мост).

Рис. 8.10. Микросхема "северного" моста Chipset VIA Apollo Pro

VIA Apollo Pro 133T

Chipset VIA Apollo Pro 133 — первый Chipset, поддерживающий системную шину 133 МГц, опередив появление 1820.

Данный Chipset, как и его предшественник VIA Apollo Pro, состоит из микросхем VT82C694T и VT82C596B (соответственно North Bridge и South Bridge). С учетом того, что данный Chipset предназначен для функционирования на больших частотах, особое внимание при его разработке было уделено температурным характеристикам микросхем.

В отличие от 1820, данный Chipset использует асинхронную шину памяти, которая позволяет осуществлять функционирование шины памяти не только с тактовой частотой системной шины (FSB), но и на частотах на 33 МГц больше или меньше FSB.

Если тактовая частота системной шины составляет 100 МГц, то тактовая частота шины памяти может быть 66, 100 и 133 МГц, а при тактовой частоте системной шины 133 МГц — 100 и 133 МГц. Это весьма удобно для пользователей. Например, если вы замените CPU Celeron на CPU Pentium III, то нет необходимости в приобретении модулей памяти PC133 SDRAM и можно использовать модули PC 100 SDRAM и CPU Pentium III.

Chipset поддерживает Ultra DMA/66. Как и в Chipset семейства i8xx, в VIA Apollo Pro 133 интегрирован AC'97-кодек и, соответственно, на материнских платах с данным Chipset имеется разъем AMR.

VIA Apollo Pro PLE133/133T

В отличие от VIA Apollo 133T, в Chipset VIA Apollo Pro PLEI33/133T интегрированы графический контроллер, сетевой Ethernet адаптер, AC'97-кодек, MC'97-модем. Chipset поддерживают слот расширения AMR.

VIA Apollo Pro 133A

Архитектура Chipset VIA Apollo Pro 133A практически не отличается от Chipset VIA Apollo Pro 133. Конструктивно он выполнен в виде двух микросхем — VT82C694X (North Bridge) и VT82C596B (South Bridge), — которые взаимодействуют через шину PCI (рис. 8.11).

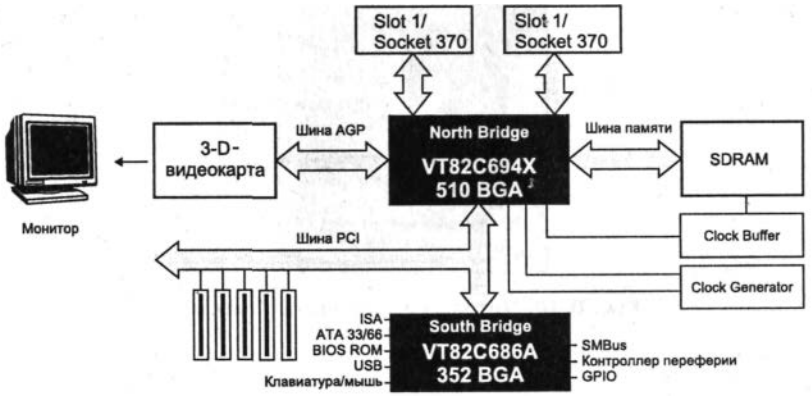


Рис. 8.11. Блок-схема Chipset VIA Apollo Pro 133A

Одно из основных отличий данного Chipset от своего предшественника заключается в поддержке высокоскоростной шины AGP 4x и двух процессоров.

В отличие от своего основного конкурента i820, данный Chipset не поддерживает память Rambus. Он ориентирован на использование модулей памяти FPM DRAM, EDO DRAM, SDRAM, VC SDRAM.

VIA Apollo Pro 266T

Chipset разработан для поддержки CPU Intel Celeron, Pentium III и VIA C3, устанавливаемые в разъем Soket 370 (см. табл. 8.8).

В отличие от своих предшественников, Chipset поддерживает память типа DDR и, кроме того, взаимодействие между "северным" мостом (микросхема VT8633) и "южным" мостом (VT8233) осуществляется с использованием архитектуры VIA V-Link со скоростью 266 Мбайт/с, что вдвое быстрее, чем при использовании "стандартной" шины PCI.

Chipset VIA для CPU, устанавливаемые в разъем Slot A

Chipset VIA Apollo KX-3 разработан для первых CPU Athlon корпорации AMD, устанавливаемых в разъем Slot A.

Данный Chipset имеет классическую архитектуру: состоит из двух микросхем VT8371 (North Bridge) и VT82C686A (South Bridge) (рис. 8.12).

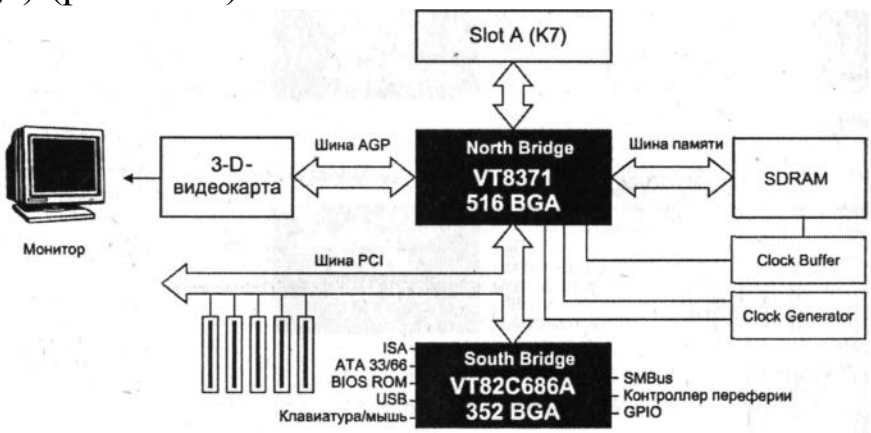


Рис. 8.12. Блок-схема Chipset VIA Apollo KX-3

В отличие от своих предшественников он поддерживает системную шину EV-6 с тактовой частотой 200 МГц.

Шина памяти функционирует на частоте 133 МГц. Она рассчитана на использование памяти PC133 SDRAM и VC (Virtual Channel) 133 SDRAM. Chipset поддерживает Ultra DMA33/66. Как и в Chipset семейства i8xx, в VIA Apollo Pro 133 интегрирован AC'97-кодек и, соответственно, на материнских платах с данным Chipset имеется разъем AMR.

Chipset VIA для CPU, устанавливаемые в разъем Socket A (Socket 462)

Основные характеристики Chipset для CPU Athlon и Duron представлены в табл. 8.Ю. Конструктивно все Chipset также изготовлены в виде двух микросхем в корпусе BGA. Однако если взаимодействие между "северным" и "южным" мостами в Chipset VIA Apollo KLE133 и VIA Apollo KT133A осуществлялось с помощью шины PCI (со скоростью 133 Мбайт/с), то для Chipset VIA Apollo KT266A и VIA Apollo KT средством VIA V-Link (266

Мбайт/с). Одной из особенностей VIA Apollo KT266A явилось использование архитектуры "южные" мосты (VT8233, VT8233A и VT8233C), в которые интегрированы различные роллеры, совместимы друг с другом и V-Link, что позволяет без особых затрат VIA-MAP (VIA Modular Architecture Platform), в соответствии с которой различные на дизайн материнской платы улучшать характеристики

На рис. 8.13 представлена блок-схема Chipset VIA Apollo KT333.

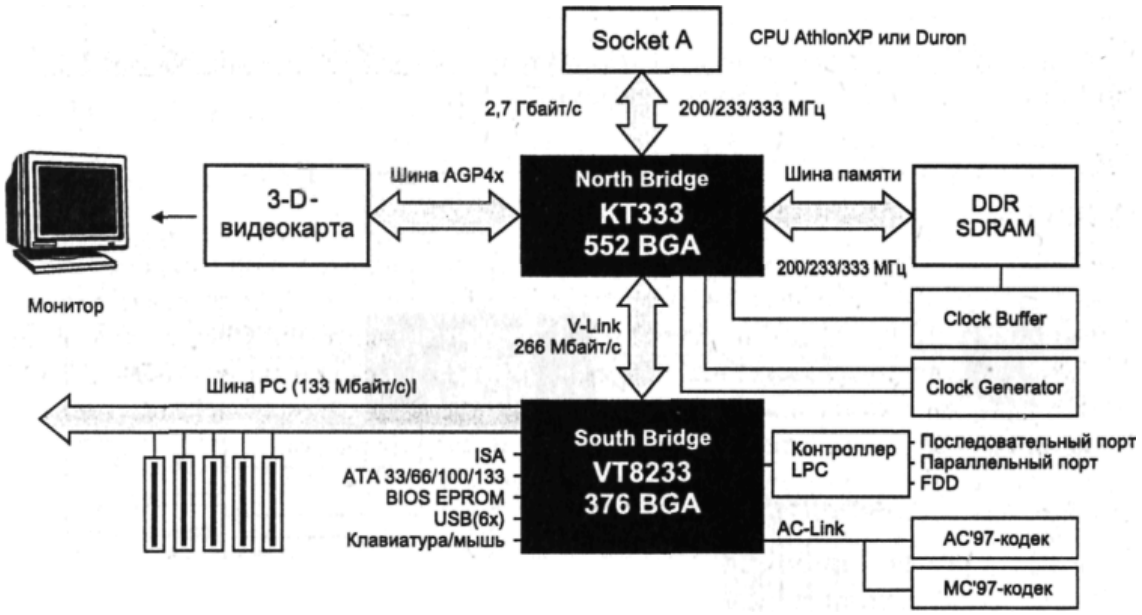


Рис. 8.13. Блок-схема Chipset VIA Apollo KT333

Таблица 8.10. *Основные характеристики Chipset корпорации VIA Technologies*

для CPU, устанавливаемых в Socket A

Характеристика	VIA Apollo KLE133	VIA Apollo KT133A	VIA Apollo KT266A	VIA Apollo KT333
Процессор	Athlon, Duron	Athlon, Duron	Athlon, Duron	Athlon XP, Duron
Тактовая частота системной шины, МГц	100, 133 (200, 266)	100, 133 (200, 266)	100, 133 (200, 266)	100/133/167 (200, 266, 333)

Тактовая частота шины памяти, МГц	100, 133 PC 100/1 33	100, 133 PC100/133	100, 133	100/133/167 (200, 266, 333)
Тип памяти	SDRAM	SDRAM	DDR200/266 SDRAM	DDR200/266/333 SDRAM
Макс, объем памяти, Гбайт		1,5	4	4
Внешний графический	—	AGP 2x/4x	AGP 2x/4x	AGP 2x/4x
Интегрированные компоненты	графический контроллер AGP 4x, сетевой адаптер, AC'97-кодек, модем	AC'97-кодек, модем	AC'97-кодек, модем, сетевой адаптер	графический контроллер AGP 4x, сетевой адаптер, AC'97-кодек, модем
Интерфейс ATA	ATA 33/66/1 00	ATA 33/66/1 00	ATA 33/66/1 00	ATA 33/66/1 00/1 33
Поддержка USB	4 порта USB	4 порта USB	6 портов USB	4 порта USB

Chipset VIA для CPU, устанавливаемые в разъем Socket 478

Разработанный корпорацией Intel для процессора Pentium 4, набор микросхем i860 с памятью RDRAM не нашел своего места на массовом рынке вследствие высокой стоимости системы. Этим и воспользовалась VIA, выпустив Chipset VIA Apollo P4X266 для Pentium 4 (Socket 423 и Socket 478) с поддержкой памяти SDR SDRAM и DDR SDRAM, который хотя и несколько проифывает Chipset Intel по производительности, но зато рассчитан на более широкий сегмент рынка.

VIA Apollo P4X266/P4X266A

Chipset состоит из "северного" (VT8753) и "южного" (VT8233/VT8233C) мостов, которые взаимодействуют по шине V-Link с максимальной пропускной способностью 266 Мбайт/с.

Перечислим основные возможности.

- Тактовая частота системной шины — 400 МГц (Quad Pumped).

- Типы поддерживаемой памяти — PC100/PC133 SDRAM

или PC1600/PC2100 DDR SDRAM.

- Максимальный объем памяти — 4 Гбайт.
- Пиковая пропускная способность — 2,1 Гбайт/с.
- AGP2X/4X.
- Двухканальный IDE-контроллер с поддержкой стандартов ATA 33/66/100.
- В зависимости от версии "южного" моста имеет интегрированный Ethernet/Home PNA *(Home Phoneline Networking Alliance)* контроллер от VIA ("южный" мост VT8233) или 3Com (ME8233C).
- Поддерживает до 6 USB-портов стандарта 1.1.
- Интегрированные шестиканальное аудио и HSP-модем.
- Поддержка ACPI и OnNow.

Chipset VIA Apollo P4X266A отличается от своего "младшего брата" прежде всего производительностью контроллера памяти. Тактовая частота системной шины составляет 400 и 533 МГц.

Современный Chipset корпораций AMD, SiS, ALI

Корпорации Intel и VIA Technologies являются признанными лидерами в разработке Chipset. В эпоху царствования CPU 80386 и 80486 основными разработчиками Chipset являлись корпорации SiS, Opti и ALI, но в середине 1990-х гг. они были потеснены Intel. Однако эти корпорации и в настоящее время продолжают разрабатывать Chipset, ориентированный в первую очередь на рынок недорогих PC.

SiS

Корпорация SiS (Silicon Integrated Sistems), наборы микросхем которой были широко распространены в эпоху пименения CPU 80486, в настоящее время несколько уступила свои позиции Intel и VIA, однако успешно продолжает выпускать Chipset для процессоров корпораций Intel и AMD. В табл. 8.11 представлены Chipset корпорации SiS для различных платформ.

Таблица 8.11. *Современный Chipset корпорации SiS*

Характеристика	SiS645	SiS645DX	SiS648	SiS655
Внешний графический интерфейс	AGP 1x/2x/4x	AGP 1x/2x/4x	AGP 2x/4x/8x	AGP 2x/4x/8x
Интегрированные компоненты	AC'97-кодек, модем, сетевой интерфейс	графический контроллер, AC'97-кодек, модем, сетевой интерфейс	графический контроллер, AC'97-кодек, модем, сетевой интерфейс, контроллер IEEE 1394	графический контроллер, AC'97-кодек, модем, сетевой интерфейс, контроллер IEEE 1394
Интерфейс ATA	ATA 33/66/1 00	ATA 33/66/1 00/1 33	ATA 133	ATA 133
Поддержка USB	6 портов	6 портов	6 портов	6 портов
Скорость обмена данными между "северным" и "южным" мостами	533 Мбайт/с	533 Мбайт/с	1 Гбайт/с	1 Гбайт/с
Поддержка технологии Hyper Threading	-	-	+	+

Разъем для установки CPU	Chipset
Slot 1 /Socket 370	SiS630
Socket A	SiS748, SiS746FX, SiS746, SiS745, SiS735, SiS733
Socket 478	SiS R658, SiS655, SiS648, SiS645DX, SiS645

Основные характеристики Chipset приведены в табл. 8.12 и 8.13.

Таблица 8.12. *Основные характеристики Chipset корпорации SiS для CPU, устанавливаемых в Socket 478*

Характеристи-	SiS645	SiS645DX	SiS648	SiS655
Процессор	Pentium 4, Celeron	Pentium 4, Celeron	Pentium 4, Celeron	Pentium 4, Celeron
Тактовая частота системной шины, МГц	200 (400)	200 (400)	(400, 533)	(400, 533)
Тактовая частота шины памяти, МГц	133/167 (266, 333) один канал	133/167 (266, 333) один канал	133/167 (266, 333) один канал	133/167 (266, 333) два канала
Тип памяти	PC100/133 SDRAM DDR200/ 266/333 SDRAM	PC 100/133 SDRAM DDR200/ 266/333 SDRAM	DDR266/333 SDRAM	DDR266/333 SDRAM

Корпорация SiS также разработала для Pentium 4 набор микросхем с двухканальным контроллером памяти RDRAM — SiS R658, который поддерживает 4 DIMM PC1066/PC800 RDRAM, а в остальном по характеристикам напоминает SiS 655.

Таблица 8.13. *Основные характеристики Chipset корпорации SiS для CPU, устанавливаемых в Socket A*

Характеристика	**SiS745**	**SiS746**	**SiS746FX**	**SiS748**
Процессор	Athlon XP, Duron	Athlon XP, Duron	Athlon XP, Duron	Athlon XP, Duron
Тактовая частота системной шины, МГц	133 (266)	133 (266)	167 (333)	200 (400)
Тактовая частота шины памяти, МГц	133/167 (266, 333)	133/167 (266, 333)	200 (400)	200 (400)
Тип памяти	DDR266/3 33 SDRAM	DDR266/3 33 SDRAM	DDR400 SDRAM	DDR400 SDRAM
Внешний графический интерфейс	AGP 2x/4x	AGP 2x/4x/8x	AGP 2x/4x/8x	AGP 2x/4x/8x

Интегрированные компоненты	AC'97-кодек, модем	AC'97-кодек (3D-стерео), модем, сетевой интерфейс, Home PNA	AC'97-кодек (3D-стерео), модем, сетевой интерфейс, Home PNA	AC'97-кодек (3D-стерео), модем, сетевой интерфейс, Home PNA
Интерфейс ATA	ATA 33/66/100	ATA 133	ATA 133	ATA 133
Поддержка USB	6 портов	6 портов	6 портов	6 портов

AMD

Корпорация AMD разрабатывает Chipset для своих процессоров Athlon и Duron.

AMD-750

В 1998 г. для поддержки своего процессора Athlon компания AMD выпустила Chipset — AMD-750 (Irongate). Необходимость этого шага было продиктована прежде всего рыночными соображениями. Данный Chipset (рис. 8.14) состоит из двух микросхем:

- AMD-751 — системный контроллер;
- AMD-756 — контроллер локальных шин.

Особенность данного Chipset — поддержка системной шины EV6 с тактовой частотой 200 МГц, имеющей пропускную способность 1,6 Гбайт/с.

Максимальный объем памяти составляет 768 Мбайт, поддерживаются только модули PC100 SDRAM.

Chipset поддерживает 4 порта USB, UltraDMA/66.

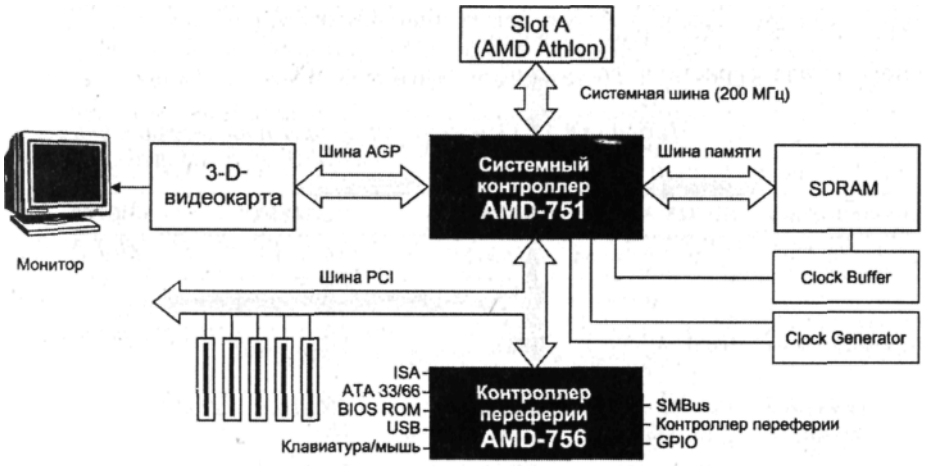


Рис. 8.14. Блок-схема Chipset AMD-750

AMD-760

Выбрав стратегический курс на поддержку памяти DDR SDRAM, корпорация AMD первой изготовила Chipset для своих новых процессоров Duron и Athlon, устанавливаемые в Socket A. Этот Chipset не отличается особыми "архитектурными излишествами", но зато появился одновременно с выходом процессоров и удачно заполнил нишу, в ожидании появления Chipset других производителей (VIA, SiS и др.).

Как и AMD-750, новый Chipset архитектурно состоял из "северного" (AMD-761) и

"южного" мостов (AMD-766).

- Тактовая частота системной шины — 200 и 266 МГц.
- Пиковая пропускная способность — 2,1 Гбайт/с.
- Тактовая частота шины памяти — 200 и 266 МГц.
- Типы поддерживаемой памяти — PC1600/PC2100 DDR SDRAM.
- AGP2x/4x.
- Двухканальный IDE-контроллер с поддержкой стандартов ATA 33/66/100.

nVidia

Компания nVidia, которой принадлежит львиная доля рынка видеоадаптеров и графических ускорителей, предприняла в 2001 г. серьезную попытку проникновения на рынок Chipset ориентированных на офисные мультимедийные PC (обработка 3-D-изображений, редактирование видео, объемный звук и др.).

nVidia nForce

Chipset состоит из двух микросхем ("северного" и "южного" мостов), получивших название nForce Integrated Graphics Processor (IPG) и nForce Media and Communication Processor (MCP) (рис. 8.15).

Основные характеристики "северного" моста (nForce IPG):

- интегрированное графическое ядро GeForce2 MX (самое мощное по сравнению с другими Chipset), использующее общую системную память (RAM), и связанное с CPU широкой шиной (с

пропускной способностью порядка AGP 8x); - использование двухканального контроллера памяти TwinkBank Memory Architecture. Выпускается два варианта "северного" моста IPG 64 с одной 64-разрядной шиной памяти и IPG 128 с двумя 64-разрядными шинами памяти. При использовании модулей памяти PC2100 пропускная способность шины памяти составляет 4200 Гбайт/с (для достижения оптимальной производительности необходимы два одинаковых по объему модуля памяти);

- поддержка памяти SDR SDRAM и PC1600/PC2100 DDR SDRAM (до 1,5 Мбайт); - поддержка внешней шины AGP 4x;

- использование технологии DASP (Dynamic Adaptive Speculative Pre-Processor), которая подобно блоку предсказания ветвлений в

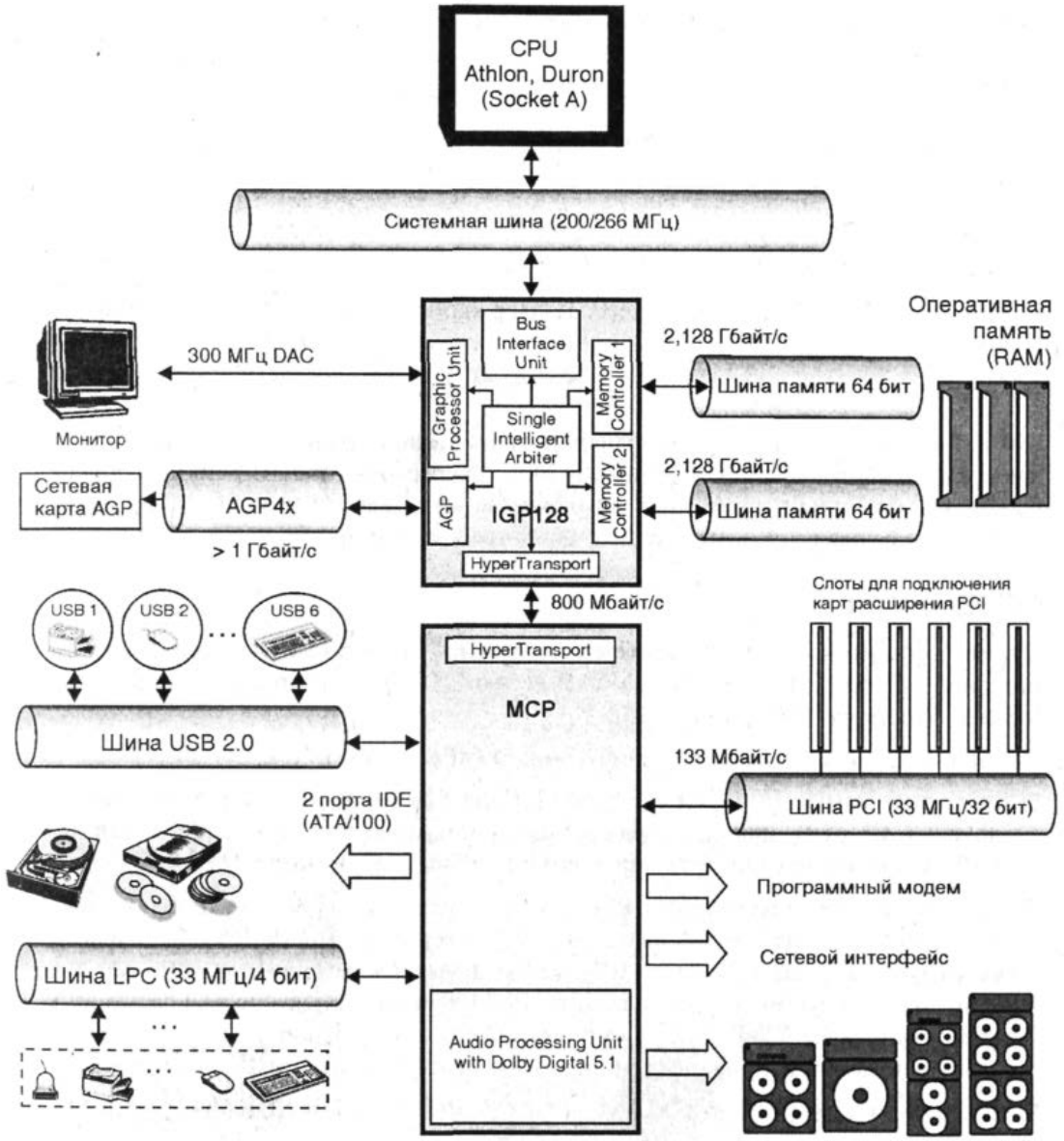


Рис. 8.15. Блок-схема nVidia nForce

процессоре, предугадывает последовательность обращения процессора и заранее загружает в кэш-память Chipset данные, которые могут понадобиться процессору (согласно заявлениям nVidia выигрыш в производительности системы при использовании технологии DASP составляет от 6 до 30%).

Взаимодействие с "южным" мостом осуществляется через высокоскоростной интерфейс HuperTransport с пропускной способностью 800 Мбайт/с (разработанный компанией AMD).

Основные особенности "южного" моста (nForce MCP):

- двухканальный IDE-контроллер с поддержкой стандартов ATA 33/66/100;
- шесть каналов USB;
- сетевой интерфейс для 10/100 Мбит Ethernet и сетей по телефонной проводке (HomePNA 1.0/2.0);
- интегрированный программный модем и 2/4/6-канальный аудиокодек;
- модуль для обработки аудиоданных (Audio Processing Unit — APU), позволяющий

разгрузить CPU от специфических вычислений, связанных с обработкой звука. По сравнению с обычной звуковой картой APU обеспечивает: - аппаратную поддержку 256 2D-голосов и 64 3D-голосов; - полную поддержку возможностей DirectX 8.0;

- воспроизведение Dolby Digital 5.1 и аппаратное кодирования в Dolby Digital для передачи многоканального цифрового потока, его раскодирования и качественного воспроизведения на профессиональном аудиокомплексе.

Первоначально Chipset nVidia nForce поставлялся в четырех вариантах комплектации: nForce 220, nForce 220 D, nForce 420, nForce 420 D. Цифры "420" означают использование "северного" моста IGP 128, а "220" — IGP 64. Буква "D" означает наличие в "южном" мосте модуля поддержки Dolby Digital 5.1.

Дальнейшим развитием Chipset nVidia стали наборы микросхем nForce 2, которые кроме поддержки DDR333 и ATA-133 получили nView (вывод изображения на два приемника), цифровой интерфейс DVI, интегрированный TV-Out и аппаратное де-

кодирование DVD.

В заключение в табл. 8.14 представлены основные характеристики современных Chipset различных производителей.

Таблица 8.14. *Основные характеристики современных Chipset различных производителей*

Наименование	Разъем	FSB	PC 66	PC 100	PC 133	DDR 200	DDR 266	DDR 333	DDR 400	RDR AM			♫	☎		ATA
Apollo Pro	Slot 1/ Socket 370	66/ 100	■								■					33
Apollo Pro Plus	Slot 1/ Socket 370	66/ 100	■								■					33
Apollo PLE133T	Slot 1/ Socket 370	66/ 100/ 133		■	■							■	■	■	■	66
Apollo PLE133	Slot 1/ Socket 370	66/ 100/ 133			■							■	■	■	■	100
Apollo Pro 133A	Slot 1/ Socket 370	66/ 100/ 133			■						■					66
Apollo Pro 133T	Slot 1/ Socket 370	66/ 100/ 133	■	■	■						■		■	■		66
Apollo Pro 266T	Slot 1/ Socket 370	66/ 100/ 133		■	■	■	■				■		■	■	■	100

Наимено-вание	Разъем	FSB	PC 66	PC 100	PC 133	DDR 200	DDR 266	DDR 333	DDR 400	RDR AM						ATA
i810	Slot 1/ Socket 370	66/ 100	■	■								■	■			66
i810E	Socket 370	66/ 100/ 133	■	■	■							■	■			66
i815	Socket 370	100/ 133		■	■							■				66
i815E	Socket 370	100/ 133		■	■							■	■	■	■	66
i820	Socket 370	100/ 133								■	■		■			66
i820E	Socket 370	100/ 133				■	■			■	■		■	■	■	66
Apollo KX-3	Slot A	100/ 133		■	■								■			66
AMD-750	Slot A	200		■							■					66
i845	Socket 478	400			■	■	■				■		■	■	■	100
i845E	Socket 478	400/ 533				■	■				■		■	■	■	100
i845PE	Socket 478	400/ 533					■	■			■		■	■	■	100
i845G	Socket 478	400/ 533			■	■	■				■	■	■	■	■	100
i845GV	Socket 478	400/ 533			■	■	■					■	■	■	■	100
i845GE	Socket 478	400/ 533					■	■			■	■	■	■	■	100
i850	Socket 478	400								■	■					100
i850E	Socket 478	400/ 533								■	■					100
I865P	Socket 478	533/ 400					■	■			■			■	■	100
I865PE	Socket 478	800/ 533/ 400					■	■	■		■			■	■	100
I865G	Socket 478	800/ 533/ 400					■	■	■		■	■		■	■	100
P4X266	Socket 478	400		■	■	■	■				■		■	■	■	100

Таблица 8.14 (продолжение) Таблица 8.14 (окончание)

Наименование	Разъем	FSB	PC 66	PC 100	PC 133	DDR 200	DDR 266	DDR 333	DDR 400	RDR AM						ATA
SiS645	Socket 478	400		■	■	■	■	■			■		■	■	■	100
SiS645DX	Socket 478	400		■	■	■	■	■			■	■	■	■	■	133
SiS648	Socket 478	400/533					■	■			■	■	■	■	■	133
SiS655	Socket 478	400/533					■	■			■	■	■	■	■	133
SiSR658	Socket 478	400/533								■	■	■	■	■	■	133
KLE133	Socket A	200/266		■	■							■	■	■	■	100
KT133A	Socket A	200/266		■	■						■		■	■		100
KT266A	Socket A	200/266		■	■	■	■				■		■	■	■	100
KT333	Socket A	200/266/333				■	■	■			■	■	■	■	■	133
AMD-760	Socket A	200/266				■	■				■					100
nForce 220/420	Socket A	200/266				■	■				■	■	■	■	■	100
nForce 2	Socket A	200/266/333				■	■	■			■	■	■	■	■	133
SiS745	Socket A	266					■	■			■		■	■		100
SiS746	Socket A	266					■	■			■		■	■	■	133
SiS746FX	Socket A	333					■	■	■		■		■	■	■	133
SiS748	Socket A	400					■	■	■		■		■	■	■	133

Обозначения: — разъем для внешнего графического адаптера; — интегрированный графический адаптер; — интегрированная звуковая карта; — интегрированный модем; — интегрированный сетевой адаптер.

VIA представила чипсет K8T400M для процессоров Opteron

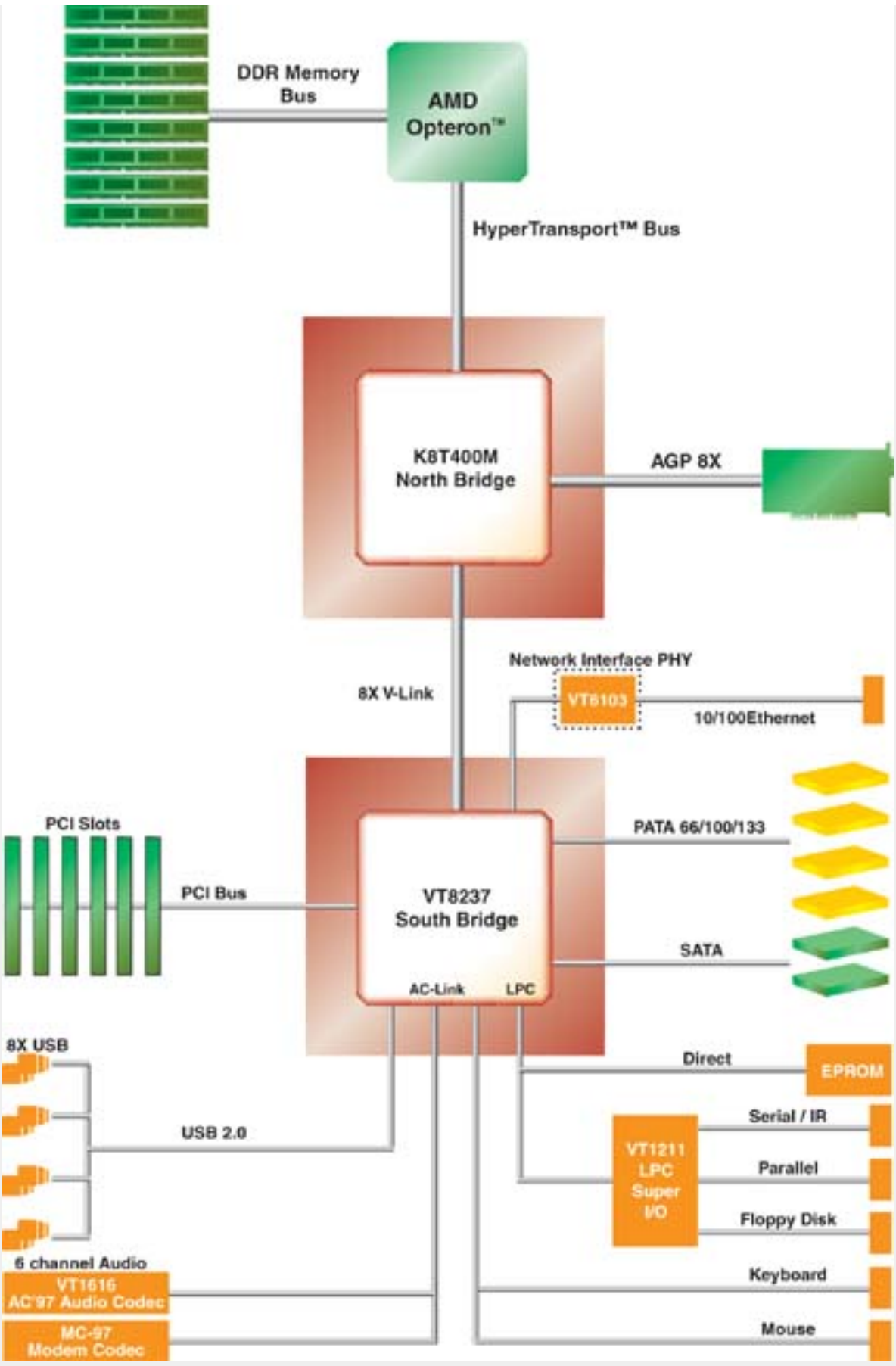
23 апреля 2003 года,

Тайваньская компания VIA Technologoes представила новый набор системной логики Apollo K8T400M для 64-разрядных процессоров AMD Opteron.

Новинка предназначена для создания материнских плат, рассчитанных на рабочие станции и серверы. Чипсет Apollo K8T400M имеет высокоскоростную шину HyperTransport для обмена данными с процессором Opteron. Северный мост K8T400M подключается к южному мосту VT8237 через новый интерфейс VIA Ultra V-Link, обеспечивающий пропускную способность до 1,06 Гб/с.

Чипсет K8T400M для процессоров Opteron'

Южный мост VT8237 имеет встроенный двухканальный контроллер Serial-ATA RAID, поддерживающий уровни RAID 0, 1, 0+1, а также работу с дисковыми системами JBOD. Кроме того, в южном мосте имеются двухканальный контроллер ATA-133 и контроллер USB 2.0, поддерживающий до восьми портов USB. Микросхема VT8237 также оснащена встроенным шестиканальным звуковым контроллером VIA Vinyl Audio с системой окружающего звука Six-TRAC, сетевым контроллером 10/100 Ethernet и модемом MC'97.



Функциональная схема чипсета VIA Apollo K8T400M

.

Программа выполнения работы.

1. Подготовить протокол работы, содержащий название работы, цель работы.

2. Получить задание преподавателя и согласно этому заданию выписать важнейшие характеристики для наборов микросхем системной логики ПК.

3. Пользуясь полученными результатами работы, определить представленные преподавателем микросхемы системной логики ПК.

Приборы и оборудование.

1. Персональный компьютер.
2. Файл №11.
3. Набор микросхем системной логики ПК.

Порядок выполнения работы.

1. Ознакомиться с рекомендованной литературой.
2. Заполнить протокол лабораторной работы.
3. Пользуясь полученными результатами работы, изучить разновидности микросхем системной логики ПК.
4. Защитить выполненную лабораторную работу.

Контрольные вопросы

1. Сколько микросхем дискретной логики пришлось установить на первые системные платы IBM PC?

2. Из какого количества микросхем состоял набор микросхем системной логики CS8220?

3. Из какого количества микросхем может состоять набор микросхем системной логики?

4. Для какого поколения CPU предназначен набор микросхем системной логики Intel 430FX?

5. Каждая микросхема набора системной логики имеет свою маркировку. По какому принципу маркировались наборы микросхем системной логики Intel для CPU 4-6 поколений?

6. Для какого поколения CPU предназначен набор микросхем системной логики Intel 440BX?

7. Для какого поколения CPU предназначен набор микросхем системной логики Intel 450GX?

8 Для какого поколения CPU предназначен набор микросхем системной логики Intel i850E?

9. Для какого поколения CPU предназначен набор микросхем системной логики VIA Technologies K8T400M?

10. На какие процессоры ориентированы наборы микросхем системной логики i845 и i850 ?

12. На какие процессоры ориентирован набор микросхем системной логики K8T400M? Из какого количества микросхем состоит этот набор?

13. Для какого процессора выпущен набор микросхем системной логики AMD-750? Из какого количества микросхем состоит этот набор?

14 Из какого количества микросхем состоит набор микросхем системной логики Chipset VIA Apollo Pro 133A?

15. Из какого количества микросхем состоит набор микросхем системной логики Chipset VIA Apollo K8T400M?