Валентин Соломенчук

Аппаратные средства персональных компьютеров

САМОУЧИТЕЛЬ

Конфигурация современных компьютеров PC

История семейства процессоров x86

Материнские платы, шины расширения и интерфейсы

Базовая система ввода/вывода, ОЗУ, ПЗУ

Взгляд изнутри на персональный компьютер

Валентин Соломенчук

Аппаратные средства персональных компьютеров

Санкт-Петербург
«БХВ-Петербург»
2003

УДК 681.3
ББК 32.973
С60

Соломенчук В. Г.

С60 Аппаратные средства персональных компьютеров. — СПб.: БХВ-Петербург, 2003. — 512 с.: ил.

ISBN 5-94157-175-5

Книга предназначена для самостоятельного изучения конструкции современных персональных компьютеров PC. Систематически проанализировано развитие архитектуры компьютеров на процессорах *x*86. Подробно описана работа процессоров, системных плат, памяти, шин, интерфейсов, устройств ввода/вывода и хранения информации. Рассказано о наиболее популярных платах расширения, таких как звуковые карты и видеоадаптеры. Для тех, кто хочет подключиться к Интернету или создать локальную сеть, приведены не только описания сетевых карт и модемов, но и рекомендации по настройке программного обеспечения. Дополнительно указаны наиболее серьезные различия в настройке оборудования в операционных системах Windows и Linux. Приложен список технической документации, которую можно найти в виде PDF-файлов на серверах производителей.

Для пользователей

УДК 681.3
ББК 32.973

Группа подготовки издания:

Главный редактор	*Екатерина Кондукова*
Зав. редакцией	*Анна Кузьмина*
Редактор	*Григорий Добин*
Компьютерная верстка	*Натальи Смирновой*
Корректор	*Наталия Першакова*
Дизайн обложки	*Игоря Цырульникова*
Зав. производством	*Николай Тверских*

Лицензия ИД № 02429 от 24.07.00. Подписано в печать 28.10.02.
Формат 70×100 1/16. Печать офсетная. Усл. печ. л. 41,28.
Тираж 4000 экз. Заказ №
"БХВ-Петербург", 198005, Санкт-Петербург, Измайловский пр., 29.

Гигиеническое заключение на продукцию, товар № 77.99.02.953.Д.001537.03.02 от 13.03.2002 г. выдано Департаментом ГСЭН Минздрава России.

Отпечатано с готовых диапозитивов
в Академической типографии "Наука" РАН
199034, Санкт-Петербург, 9 линия, 12.

ISBN 5-94157-175-5

© Соломенчук В. Г., 2002
© Оформление, издательство "БХВ-Петербург", 2002

Содержание

Об авторе **1**
Контактные адреса 2

Благодарности **5**

Введение **9**

Глава 1. Персональные компьютеры **11**
Составные части компьютера 12
Системный блок 14
Системная плата 19
Процессор 22
Сокеты и слоты 23
Частота процессора 25
Слоты расширения 26
Интерфейсы внешних устройств 27
Съемные носители информации 28
Винчестер 29
Стандарты AT и ATX 31
Конфигурация компьютера 32
Стандартные конфигурации компьютеров 34

Глава 2. Процессоры **37**
История шаг за шагом 37
Персональный компьютер IBM 38
Процессоры Intel 40
Докомпьютерная эра 41
Шина данных 42
Технологии 43
8-разрядные микропроцессоры 44
16-разрядные процессоры 46
Процессор 80186 47
Процессор 80286 48
32-разрядные процессоры 50
Процессор Intel 386 51
Сопроцессоры 52
Процессор Intel 486 55
Процессоры DX, DX2, DX4 57
Процессоры, совместимые с Intel 486 60

Процессоры Pentium 61
Кэш 64
Второе поколение процессоров Pentium 65
Процессор Pentium MMX 67
Процессор Pentium Pro 68
Процессор Pentium II 70
Процессор Xeon 71
Процессор Pentium III 73
Процессор Pentium 4 76
Процессор Celeron 78
Процессор Itanium 79
Области применения процессоров 81
Цены на процессоры Intel 83
Процессоры корпорации AMD 87
Процессоры AMD K5 88
Процессоры AMD K6 88
Процессоры AMD K7 89
Процессоры AMD Opteron 91
Процессоры AMD Duron 92
Цены на процессоры AMD 92
Кодовые наименования процессоров 94
Intel 94
AMD 95
VIA 96
Centaur 96
Compaq 96
Transmeta 96
А что дальше? 96
Процессоры, процессоры 97

Глава 3. ОЗУ и ПЗУ 101

Виды памяти 105
Основные принципы работы электронной памяти 109
Статическая память 113
Маркировка микросхем SRAM 114
Динамическая память 117
Модули памяти 119
Адресация памяти 124
Типы динамической памяти 126
Постоянные запоминающие устройства 131
ПЗУ с электрическим стиранием информации 133
Флэш-устройства 137

Глава 4. Системные платы 141

Основные принципы работы 142
Конструкция 143

Шины расширения 146
Шина ISA 147
Шина PCI 149
Прерывания 156
Шина AGP 157
Сокеты для процессоров 162
Оперативная память 164
Настройка системной платы 166
Разгон процессора 170
Органы управления и индикации 171
Чипсеты 172
Крепление системной платы 174

Глава 5. BIOS 177

Инициализация 178
Ресурсы BIOS 180
Распределение памяти 183
Программа POST 184
Цифровая индикация ошибок 187
Загрузка операционной системы 189
Настройка BIOS 191
Стандартная конфигурация 194
Установка винчестера 197

Глава 6. Блоки питания, охлаждение 203

Блок питания 203
Блок питания AT 205
Блок питания ATX 209
Опасности и проблемы при сборке компьютера 212
Помехи по цепям питания 213
Источники резервного питания 215
Охлаждение 219
Охлаждение процессоров 220
Способы доработки системы охлаждения 223
Дополнительное охлаждение 224

Глава 7. Устройства ввода 227

Клавиатура 227
Раскладка клавиатуры 231
Кодировки кириллицы 232
Скан-коды клавиатуры 236
Конструкция клавиатуры 238
Интерфейс клавиатуры 240
Манипулятор "мышь" 241
Конструкция мыши 243
Подключение мыши 245

Оптическая мышь....248
Беспроводные мыши....249
Настройка параметров....250
Настройка мыши с интерфейсом USB....252
Графические планшеты....254
Настройка планшета....256
Конструкция планшета....258
Джойстики....260
Игровая клавиатура (GamePade)....262
Рули....265

Глава 8. Интерфейсы....267

Параллельный интерфейс....267
Сигналы параллельного интерфейса....270
Распределение ресурсов параллельного интерфейса....272
Последовательный интерфейс RS-232....273
Сигналы интерфейса RS-232....276
Управление потоком данных....279
Распределение ресурсов интерфейса RS-232....281
Скорость последовательного интерфейса RS-232....283
Электрические параметры интерфейса RS-232....284
Интерфейс USB....285
Сигналы интерфейса USB....287
Проблемы USB....290
Интерфейс FireWire....293
Интерфейс SCSI....294
Радиоинтерфейс Bluetooth....296
Сравнение интерфейсов PC....297

Глава 9. Накопители на магнитных дисках....299

Гибкие диски....299
Логическая структура гибкого диска....302
Подключение дисководов....304
Накопители Zip....306
Винчестеры....309
Конструкция винчестера....309
Охлаждение винчестера....314
Интерфейс IDE....315
Подключение винчестера IDE....318
Параметры винчестеров....321
Проблемы больших дисков....323
Обслуживание винчестеров....325
Правка загрузочной записи....326
Свопинг....327
Ultra DMA....329
Serial ATA....331

Глава 10. Звук 333

Канал звука 333
Использование канала звука 337
Звуковые карты 338
Подключение внешних устройств 342
MIDI-клавиатуры и синтезаторы 347
Способы синтеза звука 347
MIDI-интерфейс 348
Музыкальные синтезаторы 350
Спецификация AC'97 352
Звуковые колонки 354
Микрофоны и наушники 357

Глава 11. Компакт-диски 359

Конструкция компакт-дисков 359
Логическая структура 362
Скорость передачи данных 365
Методы записи 366
Приводы компакт-дисков 370
Управление приводом CD 372
Нештатные ситуации 373
Подключение привода компакт-дисков 374
Регистрация в Windows 376
Программы для записи компакт-дисков 377
Запись ISO-образа 379
DVD 380

Глава 12. Видеоадаптеры 385

Режимы работы видеоадаптера 388
Глубина цвета и разрешение 393
Принципы построения изображения 394
Характеристики видеоадаптеров 403
Цифровой интерфейс 408
TV-тюнеры 409

Глава 13. Мониторы 415

Основные характеристики мониторов 416
CRT-мониторы 420
Настройка CRT-монитора 421
Геометрические искажения 424
Интерфейс монитора 429
Управление энергопотреблением 433
Конструкция монитора 434

Глава 14. Сети 439

Локальная сеть 439
Что нужно для создания локальной сети 442
Немного теории 443
Семиуровневая сетевая архитектура 443
Топология локальной сети 445
Ethernet 447
Сеть Ethernet с использованием коаксиального кабеля 448
Сеть Ethernet с использованием витой пары 451
Монтаж кабеля 451
Подключение устройств 455
Сетевые карты 457
Программные ресурсы сетевой платы 459
Настройка операционной системы 460
Модем 465
Устройство модема 467
Конструкция модема 469
Софт-модемы 471
USB-модемы 472
Протоколы связи 474
Протоколы исправления ошибок 475
Скорость передачи данных 477
AT-команды модема 478
Проверка модема 479
Настройка модема 482
Подключение модема 484

Заключение 487

Приложение. Техническая документация в PDF-формате 489

Список литературы 495

Предметный указатель 496

Об авторе

Как-то так сложилось, но первая книга автора "Интернет: краткий курс" была написана для начинающих пользователей Всемирной Сети. К великому удивлению издательства "Питер", она оказалась на редкость популярной. А в почтовом ящике автора регулярно стали появляться очень интересные письма от читателей, которые задавали самые разнообразные вопросы. Причем возраст корреспондентов, как иногда можно было догадаться, от 12 до 60 лет.

Такой успех очень простой книги побудил автора продолжить литературную работу и дальше. Были написаны две книги о возможностях Интернета для поиска престижной работы. Очень простая книга об операционной системе Linux. А также дважды обновлена книга об Интернете.

И вот вы держите в руках уже седьмую книгу автора, которая рассказывает о святая святых современной цивилизации — персональных компьютерах PC. Как и первая, она так же предназначена для тех, кто хочет самостоятельно разобраться в современных компьютерных технологиях или, как стало модным говорить, понять, как учить своих детей и знакомых тому, что очевидно для самого себя.

Для помощи читателям на персональном сайте автора в Интернете существуют странички, которые облегчают процесс начального освоения материала, изложенного в книгах.

Вначале сайт размещался на бесплатном сервере. Потом, по мере получения писем от читателей, переместился на сервер провайдера. А в 2000 году было получено предложение от санкт-петербургской компании "Ланк-интернет" создать интернет-проект для клиентов, которые впервые подключаются к Интернету.

Вообще, работа с клиентами провайдера — особая тема, которой автору пришлось заниматься еще до публикации первой книги. Ведь надо изложить материал очень просто, но при этом в таком объеме, который позволит создать надежный канал между домашним или рабочим компьютером и Интернетом. Кроме того, надо придумать название проекту, которое не терялось бы среди многочисленных кнопок и баннеров, которыми всегда оснащена заглавная страница сайта любого провайдера.

"Первые шаги" — оказались тем вариантом, который устроил не только меня, но и директора "Ланк-интернет". Это название оценили и клиенты, став активно пользоваться ресурсами проекта.

Сейчас, проект "Первые шаги" переехал на новый сервер по адресу **http://inli.spb.ru**, где компанией "Инфосервис" (**http://www.infos.ru**) предоставлен самый очаровательный хостинг, которому могут позавидовать куда более именитые интернет-проекты.

Соответственно, автор приглашает всех читателей заглядывать в гости. Вы найдете интересную информацию и журнальные статьи, на размещение которых в Интернете автором были получены разрешения. А также ряд разделов из его книг.

- **Интернет: краткий курс** — это практическое пособие для начинающих, которые желают получить доступ в Интернет и использовать его каждый день. Рассмотрены все вопросы, возникающие в процессе изучения — от выбора модема и до создания собственной Web-страницы, а также размещения ее в Сети. В третьем издании книги выделена отдельная глава, посвященная конструкции модемов, а также детальное описание их настройки. В последней главе рассказано о наиболее простых и надежных способах защиты от хакеров.
- **Интернет: поиск работы, учеба, гранты** — очень простая и понятная книга о том, как искать работу с помощью Интернета. Ее целевая аудитория — люди старше 30 лет, которым нужно сменить специальность или место жительства, а также озабоченные будущим своих детей. Достаточно много места отведено для глав, в которых описаны методы защиты от виртуальных мошенников.
- **Как сделать карьеру с помощью Интернета** — это серьезно переработанная предыдущая книга, "потолстевшая" в два раза. Хотя ее основа — главы о создании резюме, подготовке к собеседованию и переписке с работодателями — претерпели мало изменений. Книга больше адресована старшеклассникам и студентам, которые хотят сделать успешную карьеру в жизни. А также тем людям, которые хотят попытать счастья в индустриально развитых странах.
- **Linux: краткий курс** — эта книга предназначена не для "крутых" программистов, которым нужны описания тонкостей установки, а для самых обычных пользователей, применяющих каждый день Microsoft Office, бухгалтерские пакеты и периодически заглядывающих в Интернет. Вполне возможно, что такой тонкой книги вам вполне хватит, чтобы понять, нужно ли вообще переходить на Linux и покупать толстые и малопонятные фолианты.

Контактные адреса

Если у вас возникнут вопросы или вы захотите высказать свои замечания о книге, то вы всегда можете связаться с автором по адресу:

uttu@mail.ru

А так как Интернет весьма изменчив, ниже приводятся адреса, где можно найти способы общения с автором:

- **http://www.rcom.ru/inli/** — личная страница автора в Санкт-Петербурге;
- **http://inli.spb.ru** — новый информационный сайт для читателей книг автора.

Самый же надежный адрес — это адрес издательства "БХВ-Петербург", выпустившего данную книгу:

mail@bhv.ru

И последнее — не вкладывайте в письма файлы и не используйте HTML-украшательства!

С уважением, автор

Благодарности

Автор благодарит всех, кто читал его книги, писал письма с вопросами и предложениями, дискутировал и сердился. Именно для вас написана эта книга, в которой автору хотелось ответить на все вопросы, которые так регулярно встречаются в письмах.

Хочется сказать, что автор решился взяться за создание такой многогранной книги, больше похожей на энциклопедию, только благодаря настойчивости главного редактора издательства "БХВ-Петербург" Екатерины Кондуковой. Ведь так просто написать о какой-то узкой теме или программном продукте, но так сложно создать книгу, которая отражает современное состояние дел в такой обширной области, как компьютерные технологии.

Пользуясь случаем, хочется выразить сердечную благодарность Максиму Перегуду — директору санкт-петербурской компании "Инфосервис" (**http://www.infos.ru**), через интернет-канал которой автором был получен львиный объем технической документации.

Автор выражает искреннюю благодарность компании "ПРОМТ" за предоставленный PROMT XT Office — программный продукт для перевода (**http://www.e-promt.ru**), который позволил существенно ускорить подготовку данного издания.

Кроме того, хочется поблагодарить издательство, менеджеров фирм, владельцев серверов, программистов, хакеров и, конечно, читателей, которые помогали автору в работе над этой книгой. Именно ваша поддержка помогла собрать много важного и полезного материала в такой не очень толстой книге.

И, конечно же, эта книга не увидела бы свет, если бы не благожелательное отношение со стороны сыновей, младшего — Павла, который терпеливо читал черновики, критиковал и оказал существенную помощь во время работы над главою о современных звуковых картах и видеоадаптерах, и старшего — Дмитрия, которому книга обязана рядом отличных фотографий.

Автор надеется, что книга, которую сейчас вы держите в руках, позволит вам заглянуть в таинственный мир компьютерных технологий, научиться профессионально работать на персональном компьютере (PC) и не бояться снять крышку с системного блока, чтобы модернизировать своего электронного друга.

Валентин Соломенчук,

Санкт-Петербург

Как это ни удивительно, но в том, что сегодня на работе и дома мы пользуемся суперкомпьютерами, "виноваты" исключительно инженеры и менеджеры корпорации Intel. Если бы не их настойчивость, пределом мечтаний большинства пользователей до сих пор был бы компьютер с какой-либо модификацией 486 процессора.

Введение

Персональные компьютеры PC сегодня стали незаменимыми помощниками человека во всех без исключения сферах человеческой деятельности. На компьютерах рассчитывают заработную плату и объем урожая, рисуют графики движения товаров и изменения общественного мнения, проектируют атомные реакторы и ботинки. Даже такая далекая от вычислений область, как женская красота, и то моделируется на компьютере, например чтобы подобрать прическу и макияж.

Но, к сожалению, между человеком и компьютером стоит трудно преодолимая для многих преграда — различия в способах ввода, обработки и вывода информации. Соответственно, специалистов, которые отлично разбираются в компьютерном "железе", не так много, и они всегда на вес золота. А так как за последние десятилетия на русском языке вышло очень мало хорошей технической литературы, если не считать описаний различных программных продуктов, то в настоящее время существует большая потребность в изданиях, дающих сведения о конструкции компьютеров.

Книга, которую вы сейчас держите в руках, как раз и призвана дать любому человеку начальные сведения о современных компьютерах. Все темы, поднятые в ней, раскрыты в том объеме и в том порядке, которые позволяют даже далекому от компьютерных технологий человеку разобраться в премудростях конструкций современных компьютеров. Профессионалу же в области компьютеров книга подскажет способы и порядок подачи материала, когда ему потребуется обучить основам своей профессии новичка.

Так как многие любят собирать компьютер самостоятельно, в книге приведены самые важные сведения о способах сборки и настройки системного блока. Ведь чтобы собрать что-либо толковое, полезное для использования и не ломающееся каждые пять минут, надо достаточно ясно представлять, что собираешь, для какой области применения и, конечно, из каких узлов. Примерно так можно сформулировать все многообразие вопросов, возникающих перед человеком, когда он решит не купить готовый компьютер, а собрать его собственными руками.

Хочется сказать несколько слов по поводу использования терминологии и способа изложения материала, т. к. кое-кто может начать метать стрелы возмущения в автора этой книги.

Свидетельствую — автор старался изложить все темы таким образом, чтобы книга могла помочь при начальном освоении аппаратных средств современных персональных компьютеров PC, а также, при желании, получить систе-

матические знания о схемотехнике, которая в них используется. Соответственно, в тексте книги использованы наиболее понятные термины, а материал располагается в наиболее удобном для усвоения порядке. То есть автор надеется, что читатель, после прочтения книги, сможет понимать, что же такое "умное" пишут авторы многочисленных статей, в которых используется столь "закрученная" терминология, что трудно даже догадаться, о чем же в статье идет речь. Если же попытаться найти смысл, покопавшись в первоисточниках и раскрыв термины, то оказывается, что перед нами доработанный перевод информации отдела маркетинга какой-либо фирмы. Поясним — реклама "нового" изделия.

Несмотря на стремительное развитие компьютерных технологий, автор надеется, веря предсказаниям специалистов корпорации Intel о темпах развития процессов, что данная книга будет актуальна как минимум до 2006 года.

Глава 1

Персональные компьютеры

Многие люди, особенно старшего возраста, взирают на современный персональный компьютер (рис. 1.1) с трепетом, боятся нажать "не ту кнопку". Школьники, особенно любители поиграть, считают, что "персоналка" — просто разновидность игровой приставки, в которой главное — возможность запускать "продвинутые" игры. И лишь незначительная часть населения России, независимо от возраста, может бестрепетно покопаться во внутренностях своего железного друга, сменить, например, какую-либо плату или переустановить операционную систему.

Вышесказанное — это не утрирование или очередной реквием отечественному научно-техническому прогрессу, а констатация той ситуации, которая возникла не только в России, но и во всем мире.

Рис. 1.1. Современный российский компьютер RAMEC TORNADO

Если вдуматься, что же представляет собой компьютер с современным процессором (Intel Pentium III или 4, AMD Athlon), то с удивлением можно понять, что железная коробка весом всего несколько килограммов имеет технические характеристики, которые еще десять лет назад относились только к суперкомпьютерам и большим вычислительным центрам. Владелец же та-

кого компьютера, пользуясь современным программным обеспечением, выполняет, нисколько не смущаясь и даже не задумываясь, работу целого штата программистов и технических работников из совсем недавнего прошлого.

Конечно, можно не вникать в подробности и покупать себе или сыну очередной "черный ящик", советуясь только со своим кошельком. Но вряд ли такой подход будет оправдан сегодня. И дело вовсе не в том, что требуется какая-то особенная конфигурация или настройка компьютера. Просто конкурентная борьба на рынке высоких технологий привела к тому, что рядовым пользователям стали доступны компьютеры, ресурсы которых еще не скоро будут полностью востребованы. Можно сказать, что где-то до 2006 года, если верить прогнозам менеджеров корпорации Intel, у вас, читатель, будет постоянная головная боль — а что же купить: компьютер, в котором установлен процессор Celeron, Pentium III или Pentium 4, а может AMD Duron, Athlon (не надо забывать и о многочисленных модификациях этих процессоров)?

Чтобы помочь вам сделать правильный выбор, когда вы в очередной раз пойдете в компьютерный магазин покупать новый винчестер или периферийную плату, а может быть ноутбук или наладонник, написана эта книга. Мы познакомимся в ней с той самой золотой серединой компьютерного мира, которая наиболее доброжелательна к большинству пользователей. Вы также найдете ответы на большинство вопросов, которые у вас возникнут, когда, непонимающе качая головой, вы будете стоять в зале, уставленном рядами витрин с компьютерным железом и слушать не слишком понятные объяснения продавцов.

Составные части компьютера

Современные компьютерные технологии позволяют придать компьютеру любой внешний вид от стандартного железного ящика или ноутбука до наладонника, который помещается в карман пиджака, и игровой приставки, например, такой как Xbox. Но для всех случаев внутри таких разнообразных корпусов скрываются одни и те же блоки и микросхемы. Чтобы не делать в тексте бесконечных оговорок и упростить понимание достаточно сложных понятий, далее примеры будут базироваться на наиболее дешевом и популярном варианте — настольном компьютере, выполненном, как показано на рис. 1.1.

Посмотрите на рис. 1.2, где в центре изображен системный блок, справа — монитор, а слева — клавиатура. Это, можно сказать, классический "джентльменский набор" основных блоков любого компьютера, или, используя компьютерную терминологию — *минимальная конфигурация*: системный блок, клавиатура и монитор.

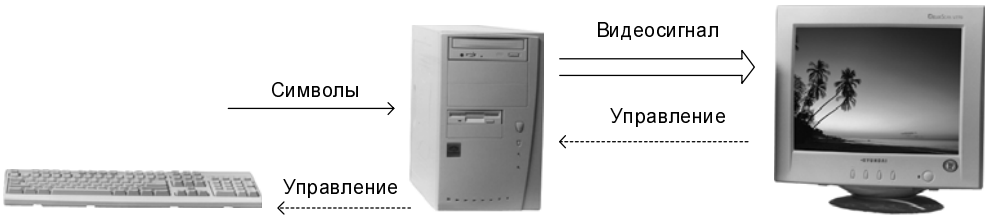


Рис. 1.2. Взаимосвязь клавиатуры, системного блока и монитора (компьютер RAMEC BREEZE)

Системный блок содержит все те блоки, которые производят вычисления и обеспечивают связь с периферийными устройствами. Фактически, это и есть компьютер, о котором мы говорим. На заре эры вычислительной техники, то, что находится теперь в ящике 50×50 см толщиной в 20 см, занимало не одну большую комнату, если вспомнить, например вычислительную машину ЕС-1022. Прочие блоки, которые показаны на рис. 1.2 — это *периферийные устройства*, которые обеспечивают ввод и вывод информации из компьютера.

Клавиатура (слева) позволяет человеку ввести в компьютер ряд символов, чтобы дать команду на выполнение той или иной задачи или набрать какой-либо текст, скажем, для отчета или книги. Без клавиатуры просто невозможно полноценно использовать компьютер для решения текущих задач, хотя инженеры усиленно работают над тем, чтобы человек мог общаться с компьютером с помощью так называемого "пера" и голоса.

Монитор (справа) обеспечивает вывод графической информации в том виде, какая требуется для удобного восприятия человеком. От качества изображения на экране монитора в первую очередь зависит, насколько комфортно человеку общаться с компьютером. Заметим, что стоимость монитора часто превосходит цену системного блока, но экономия в данном случае — не только путь к снижению производительности труда, но и к неприятным болезням глаз.

На рис. 1.2 стрелками показано движение информации между блоками компьютера. От клавиатуры идет редкий поток символов, которые человек посылает компьютеру, нажимая на клавиши. Скорость набора текста или нажатия клавиш редко превышает 200 символов в минуту, поэтому такой информационный поток мы обозначили тонкой сплошной стрелкой. Компьютер изредка посылает клавиатуре команды управления (на рис 1.2 они показаны пунктиром).

Картинки, текст и, особенно, видеофильмы, которые выводятся на экран монитора, требуют значительного объема передаваемой информации. В профессиональных мониторах, где качество изображения лучше, чем на телеви-

зионном экране, объем информации от системного блока к монитору на несколько порядков превышает объем передач обычного телевидения. Поэтому стрелка, показывающая это направление, на рис. 1.2 выполнена в виде толстой двойной линии. Пунктирной линией, точно так же как и для клавиатуры, показано направление редких команд управления (можно считать, что монитор обменивается служебной информацией с компьютером только в период начальной загрузки компьютера).

В старых компьютерах периферийные устройства — монитор и клавиатура — были очень простыми. От них требовалось только передать и отобразить информацию. Какие-либо сервисные функции в них просто отсутствовали. Сегодня не только монитор, но даже клавиатура имеют массу сервисов, которые обеспечивают более удобную эксплуатацию компьютера. Например, нажав клавишу на клавиатуре, можно "разбудить" выключенный компьютер, а монитор сам сообщает системному блоку о том, какими возможностями по отображению графической информации он обладает. Такой сервис в технике называется *обратной связью*, а на рис. 1.2 эти функции показаны, как мы уже отмечали, пунктирными стрелками, поскольку нужны они, в основном, в момент включения компьютера, а в процессе сеанса работы на компьютере их используют редко.

Системный блок

Требования к системному блоку у пользователей постоянно изменяются. Если совсем недавно от компьютера требовалась способность набирать текст и работать с примитивной графикой, то сегодня от него хотят полноценных мультимедийных возможностей, причем не только для домашних компьютеров, но и для тех, которые используются на рабочих местах. Например, весьма популярны программы, которые создают мультимедийные клипы для рекламы продукции фирмы.

На рис. 1.3 показан системный блок наиболее распространенной конфигурации[1]. Мы видим, что компьютер снабжен 3-дюймовым дисководом гибких дисков и приводом компакт-дисков. Эти два периферийных устройства обеспечивают обмен информацией между компьютерами посредством сменных дисков: гибких дисков с магнитным слоем и лазерных компакт-дисков (CD-ROM или CD-RW).

Теперь заглянем внутрь системного блока. На рис. 1.4 показаны все узлы, из которых состоит современный мультимедийный компьютер.

В центре рисунка изображена *системная плата*, часто ее называют материнской платой или, в обиходе, "мамой". На системной плате размещаются все элементы компьютера, без которых он не может работать: процессор, мик-

[1] На фотографиях приведен системный блок компьютера, который собран пользователем по принципу минимальной стоимости.

росхемы памяти и так называемый *чипсет* — набор микросхем, организующих работу периферийных устройств.

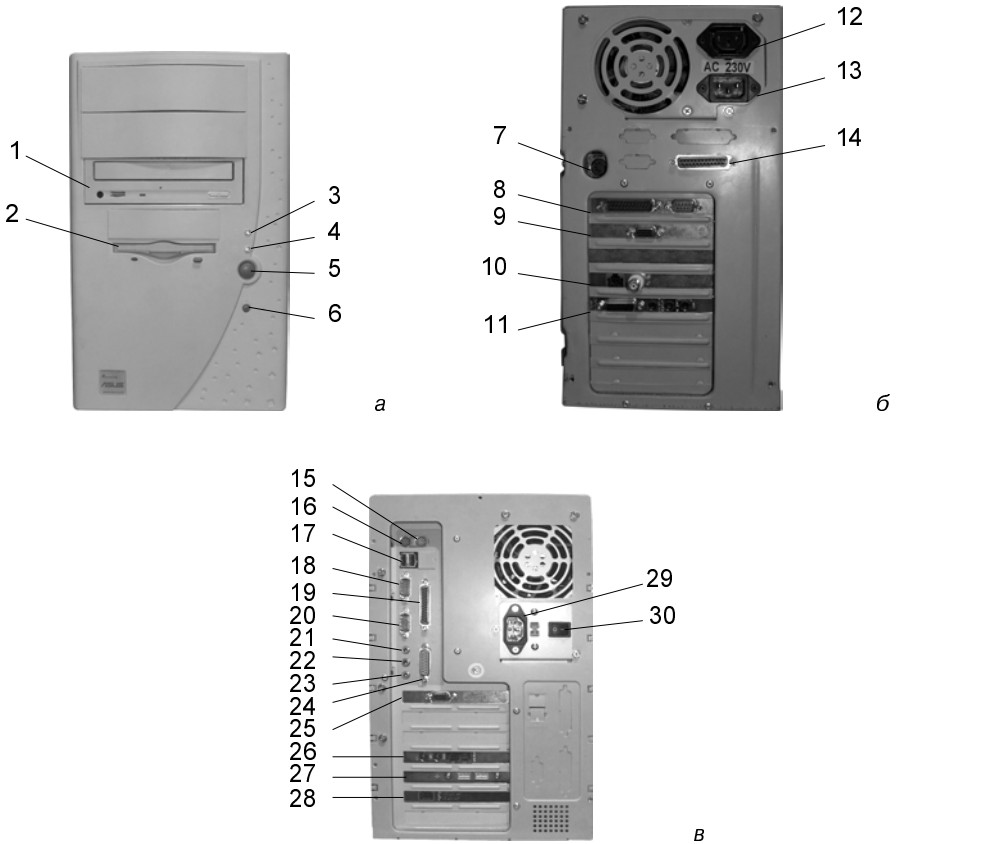


Рис. 1.3. Системный блок: *а* — лицевая панель: 1 — привод компакт-дисков; 2 — дисковод гибких дисков; 3 — индикатор "Сеть"; 4 — индикатор "Винчестер"; 5 — кнопка включения питания; 6 — кнопка RESET; *б* — задняя панель форм-фактора AT: 7 — разъем для подключения клавиатуры; 8 — COM-порты для подключения модема или мыши; 9 — разъем для подключения монитора; 10 — сетевая карта; 11 — звуковая карта; 12 — розетка для подключения монитора; 13 — сетевая розетка; 14 — параллельный порт для принтера; *в* — задняя панель форм-фактора ATX: 15 — разъем для подключения мыши с интерфейсом PS/2; 16 — разъем для подключения клавиатуры с интерфейсом PS/2; 17 — разъемы для подключения USB-устройств; 18, 20 — последовательные COM-порты для подключения модема или мыши; 19 — параллельный порт для принтера; 21 — разъем для подключения микрофона; 22 — линейный звуковой выход; 23 — разъем для подключения акустической системы; 24 — разъем для подключения джойстика; 25 — разъем для подключения монитора; 26 — карта внутреннего модема; 27 — дополнительные разъемы для подключения USB-устройств; 28 — сетевая карта; 29 — сетевой разъем; 30 — сетевой выключатель

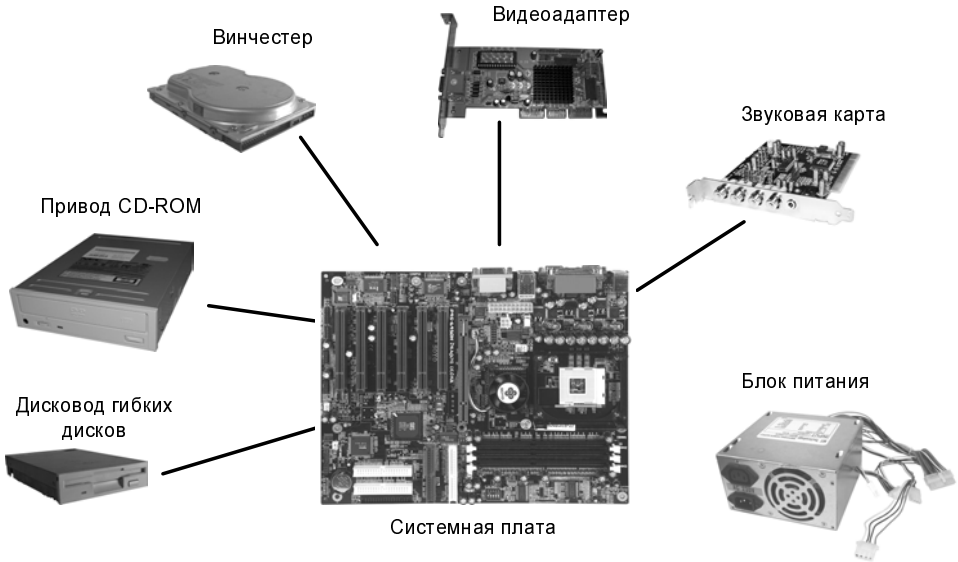


Рис. 1.4. Основные узлы системного блока

К системной плате подключаются все периферийные устройства. Существуют два способа присоединения: установка периферийной карты в слот расширения системной платы и подключение с помощью интерфейсного кабеля. Для упрощения на рисунке все периферийные устройства показаны отдельно.

Примечание

Для внешних устройств, устанавливаемых в слоты расширения, используются два равнозначных термина — карта и плата. Термин "карта" произошел от английского термина "Expansion Card" (плата расширения, карта расширения).

Самая важная периферийная плата, без которой компьютер не будет работать (если на системной плате нет встроенного видеоадаптера), — это *видеокарта*, или видеоадаптер (рис. 1.5).

К видеоадаптеру с помощью кабеля длиной до 1,8 м подключается монитор. Видеоадаптер перерабатывает команды от процессора в три аналоговых сигнала: красный, зеленый и синий, управляющие яркостью точек изображения на экране монитора. Заметим, что многие системные платы имеют встроенный видеоадаптер, который пригоден, в основном, для офисных приложений, поэтому для улучшения работы мультимедийных приложений все-таки приходится устанавливать "внешний" видеоадаптер.

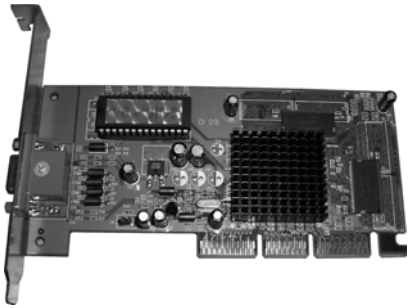


Рис. 1.5. Плата видеоадаптера nVidia Vanta 16 Мбайт AGP

Винчестер, или накопитель на жестких магнитных дисках (рис. 1.6) находится внутри системного блока и недоступен пользователю без разборки компьютера. Винчестер — основное место хранения информации в компьютере. Все программы, которыми вы пользуетесь, записаны на магнитном слое, которым покрыты алюминиевые диски, постоянно вращающиеся внутри винчестера.

Рис. 1.6. Винчестер Quantum Trailblaser

Наиболее старый тип накопителя информации — это *дисковод гибких дисков* (рис. 1.7). Хотя современный компьютер может обойтись и без него, почти все работы по настройке программного обеспечения учитывают его наличие. Кроме того, пользователи используют гибкие диски для обмена данными друг с другом, когда компьютеры не включены в локальную сеть предприятия, а пользоваться Интернетом для обмена конфиденциальной информацией нежелательно.

Рис. 1.7. Дисковод гибких дисков 1,44 Мбайт 3,5 дюйма

Наиболее популярное сегодня устройство для хранения информации — *привод лазерных компакт-дисков*. Чаще всего используются приводы CD-ROM или DVD (рис. 1.8), которые могут только считывать информацию с компакт-диска, например, воспроизвести музыку или установить новую программу. Последнее время, после снижения цен, стали популярны приводы CD-RW, которые могут записывать информацию на компакт-диски типа CD-R или CD-RW, и уже проявилась определенная тенденция устанавливать привод CD-RW вместо CD-ROM и дисковода гибких дисков.

Рис. 1.8. Устройство для чтения компакт-дисков DVD

Звуковая карта (рис. 1.9) не является обязательной принадлежностью компьютера, т. к. в каждом системном блоке установлен динамик (правда, качество звука весьма плохое). Но разработчики программного обеспечения теперь создают программы, которые требуют наличия какого-либо звукового адаптера. Сама звуковая плата никак не связана с внутренним динамиком, поэтому для воспроизведения звука требуются отдельные звуковые колонки, заметим, что иногда они монтируются в корпусе монитора.

Рис. 1.9. Звуковая плата HOONTECH Audio DSP24

Блок питания, который обеспечивает энергией все узлы компьютера, по традиции не считается периферийным устройством. Но следует знать, что современный блок питания не просто вырабатывает необходимые напряже-

ния, но и может менять режим работы по командам компьютера или внешних устройств.

Рис. 1.10. Блок питания ATX 230 W

Системная плата

Системная плата является одним из наиболее важных узлов компьютера, т. к. объединяет все его устройства в одно целое. Фактически, она определяет главные параметры компьютера, например, какой процессор вы сможете использовать, как быстро будут обмениваться информацией друг с другом процессор и оперативная память (ОЗУ).

На рис. 1.4 были показаны внешние устройства, которые подключаются к системной плате. Следует заметить, что при отсутствии любого из таких периферийных устройств, кроме блока питания, компьютер будет работать. А вот на самой системной плате всегда устанавливаются несколько узлов (рис. 1.11), без которых компьютер просто не включится.

Самые главные — это процессор и оперативная память. Кроме того, для скоростных процессоров в набор обязательных атрибутов входит охлаждающий радиатор с вентилятором, которые необходимы для снижения температуры корпуса процессора до безопасной величины.

Процессор (рис. 1.12) является сердцем компьютера. Он выполняет все вычисления и управляет внешними устройствами. От его производительности зависит мощность компьютера. Конструктивно современный процессор выполнен в виде керамической пластины, в центре которой находится металлическая пластинка. Для соединения с системной платой процессор снабжен снизу короткими позолоченными выводами — ножками, которых насчитывается несколько сотен штук.

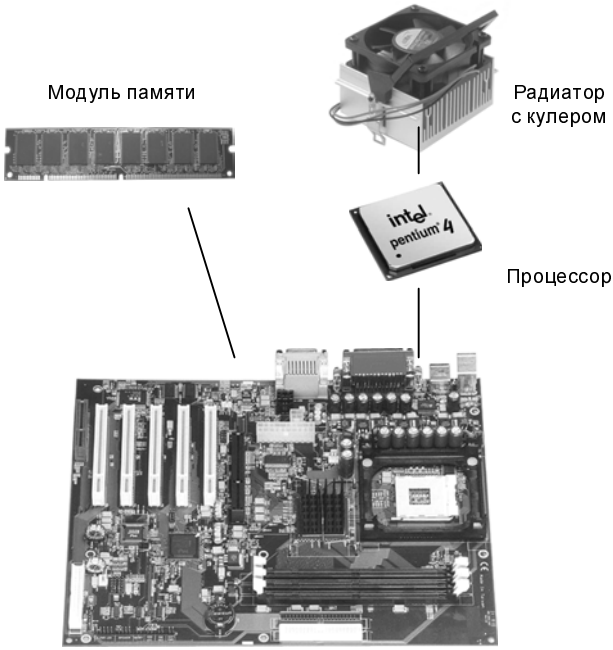


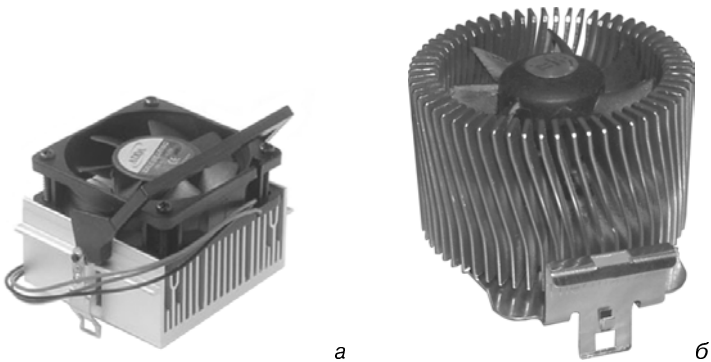
Рис. 1.11. Элементы, устанавливаемые на системную плату

Рис. 1.12. Процессор Intel Pentium 4

На системной плате для установки процессора предназначен разъем, который называется *сокетом* (soket). Правда, существуют процессоры, корпус которого выполнен в виде картриджа, напоминающего картридж от игровой приставки "Денди". Для таких процессоров на системной плате устанавливается разъем, называемый *слотом* (slot).

Современные процессоры, работающие на весьма высоких частотах, необычайно сильно греются. Если принудительно не охлаждать корпус процессора, на нем вполне возможно зажарить яичницу. Но полупроводниковые микросхемы, к которым относятся и процессоры, не терпят температур выше 80—100 градусов. При малейшем перегреве они либо отключаются, либо выходят из строя.

Для охлаждения корпуса процессора используют массивные алюминиевые или медные радиаторы (рис. 1.13) с большим количеством ребер, которые обдуваются вентилятором (рис. 1.14). Для вентилятора очень популярен термин "кулер" (от англ. *cooler* — холодильник, теплосъемник). Ряд системных плат могут регулировать скорость вращения вентилятора, чтобы уменьшать издаваемый им и нагнетаемым воздухом шум.



а *б*

Рис. 1.13. Радиатор с кулером для охлаждения процессора: *а* — прямоугольный; *б* — круглый

Рис. 1.14. Вентилятор (кулер) для процессоров

Для хранения информации, с которой в данный момент работает компьютер, используются *микросхемы памяти*. Такую память называют *оперативной* и применяют термин — ОЗУ (оперативное запоминающее устройство). Так как оперативной памяти требуется все больше и больше, то отдельные микросхемы ОЗУ монтируются на специальных платах, которые называют *модулями памяти* (рис. 1.15). Эти модули вставляются в разъемы (для них используют термин *банк памяти*) на системной плате. Таких разъемов может быть 2, 3 или 4. В старых компьютерах, когда модули памяти были менее емкими, в большинстве случаев устанавливались 4 разъема, но иногда было и 8.

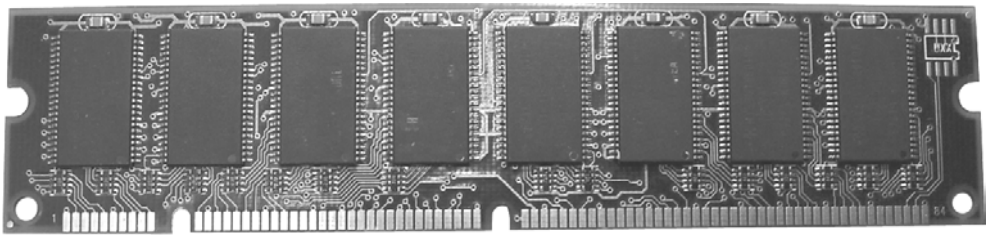


Рис. 1.15. Модуль с микросхемами оперативной памяти

Процессор

Вы, конечно, слышали о двух американских корпорациях — Intel и AMD, которые конкурируют друг с другом в производстве процессоров для персональных компьютеров. Их ожесточенная борьба за каких-то десять лет превратила скромные настольные компьютеры в мощнейшие мультимедийные вычислительные комплексы. Но кроме них производят процессоры и другие фирмы. Одни покупают лицензии на производство аналогов Intel и AMD, другие разрабатывают свои процессоры, которые могут быть как совместимыми с процессорами Intel и AMD, так и иметь свои уникальные характеристики. Поскольку число выпускаемых сегодня процессоров велико, то для примера на рис. 1.16 приведены только несколько типов от различных фирм. В дальнейшем речь в книге пойдет только о продукции корпораций Intel и AMD, т. к. они наиболее дешевые и, соответственно, занимают существенную часть рынка. Хотя, если у вас старый компьютер, то вполне вероятно, что в нем используются процессоры фирм Cyrix или IBM.

Хотя почти все процессоры предназначены для выполнения одних и тех же математических и логических вычислений, их внутренняя архитектура значительно отличается. Соответственно, различается и программное обеспечение для компьютеров, собранных на разных типах процессоров. Но т. к. корпорация Intel занимает ведущее место в разработке процессоров для персональных компьютеров, то другие производители стараются разрабатывать свои процессоры совместимыми с популярными процессорами корпорации Intel.

Компьютеры, в которых используются процессоры корпорации Intel и их аналоги, изготавливаемые другими фирмами (это так называемое семейство *x*86), получили обобщающее название "IBM PC совместимые компьютеры". Название пошло от первого персонального компьютера IBM PC, который был собран на процессоре Intel 8086. Совместимость же касается программного обеспечения, которое совместимо снизу вверх, например, программа для самого старого компьютера должна работать и на самом современном. Обратное утверждение уже не верно. Примером полной несовместимости с компьютерами на базе процессоров Intel являются компьютеры фирмы Apple, в которых используются процессоры корпорации Motorola (рис. 1.16, *д*).

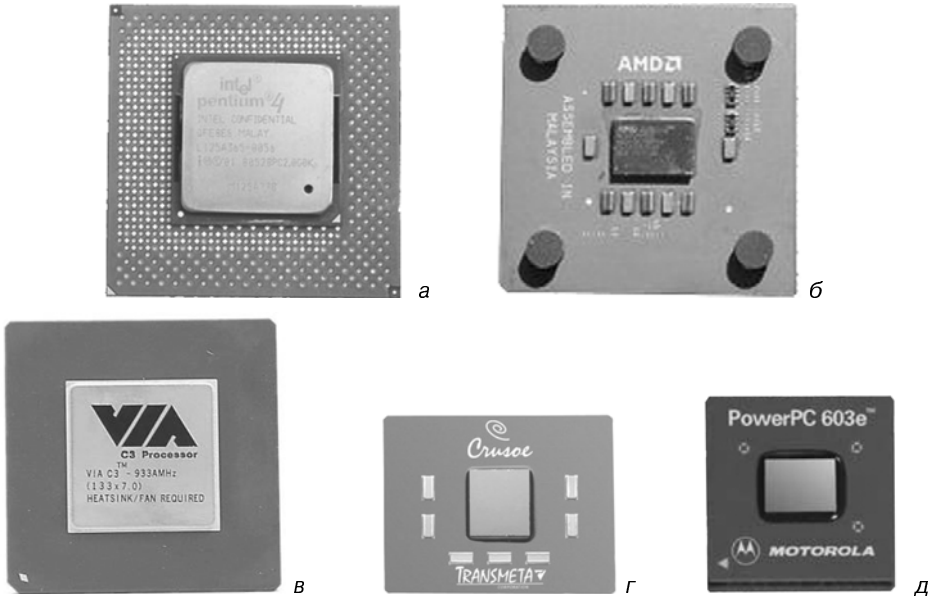


Рис. 1.16. Процессоры:
а — Intel Pentium 4; *б* — AMD K7 Athlon;
в — VIA I3; *г* — Crusoe; *д* — Motorola PowerPC 603

Примечание

Так как термин "IBM PC совместимый компьютер" звучит несколько тяжеловесно, то в последнее время иногда используется термин "персональный компьютер PC", что позволяет различать IBM PC совместимые компьютеры и компьютеры фирмы Apple. В этой же книге, поскольку мы практически не рассматриваем компьютеры фирмы Apple, в основном применяется термин "персональный компьютер" без каких-либо добавлений.

В настоящее время, массово (десятками и сотнями тысяч штук в год) производятся всего лишь несколько типов процессоров. Корпорация Intel предлагает процессоры Celeron, Pentium III и Pentium 4, а AMD — Duron и Athlon. У каждого типа процессора свои достоинства и, соответственно, недостатки. Обычно выбор процессора делают по интегральной оценке цена/производительность для определенного круга задач: офисное применение, игровой компьютер, графическая станция и т. д.

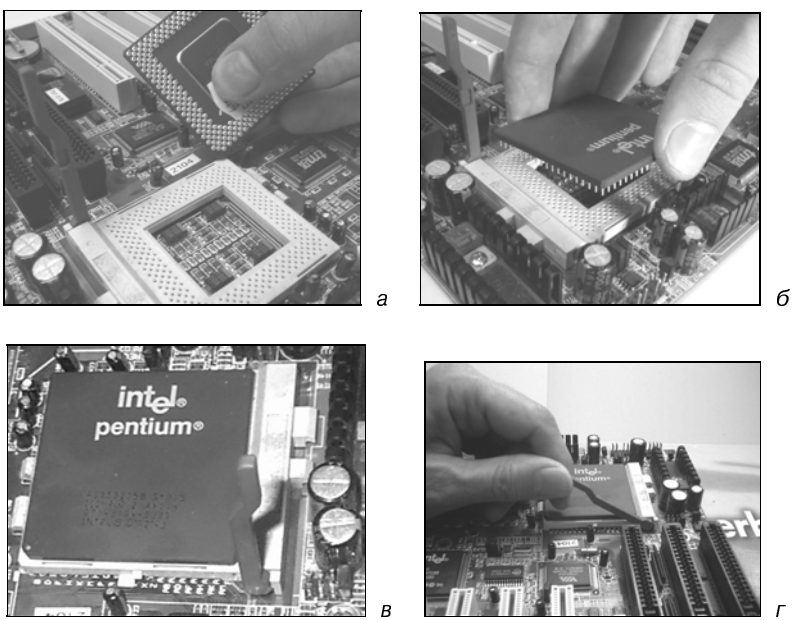
Сокеты и слоты

Микропроцессоры разрабатываются корпорацией Intel уже более 20 лет, поэтому современные процессоры значительно отличаются от своих предшественников возможностями по обработке информации и быстродействием.

Кроме того, один и тот же тип процессора может выпускаться для различных применений. Поэтому установить на системную плату, которая используется, скажем, в вашем компьютере, можно только определенный тип процессора. В документации на системную плату такая информация всегда есть.

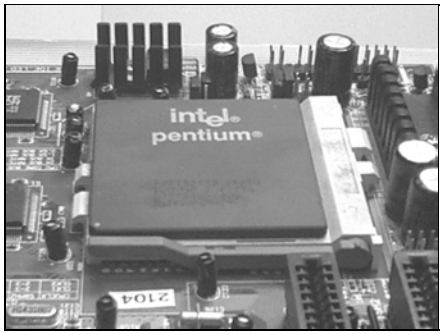
В первую очередь, возможность установки на системную плату того или иного процессора определяется типом сокета или слота, которые имеются на ней. Например, сокеты различаются по числу контактов и их расположению. Даже если у процессора на одну ножку больше, его не установить в сокет, у которого нет контакта для этой лишней ножки. Кроме того, от попыток всеобщей унификации в расположении контактов в сокете давно отказались. Имеются сокеты, в которых контакты расположены в два-три ряда по окружности, в других используется чередование равномерных рядов с шахматным порядком и пр.

Говоря о сокетах, надо сказать, что их называют разъемами для установки микросхем с нулевым усилием. На рис. 1.17 показана установка процессора Intel Pentium в сокет типа Soket 7. Для зажатия контактов в сокете используется рычаг. Чтобы вытащить процессор из сокета, надо чуть отжать рычаг в сторону и повернуть его на угол 90°.



а *б* *в* *г*

Рис. 1.17. Установка процессора Intel Pentium в Soket 7:
а — ищем ключ (пропущенный контакт) на процессоре и сокете;
б — укладываем процессор в сокет; *в* — процессор уложен в сокет,
но рычаг не прижимает контакты; *г* — зажимаем контакты, поворачивая рычаг



д

Рис. 1.17. Установка процессора Intel Pentium в Soket 7:
д — процессор правильно установлен в сокете

Частота процессора

В средствах массовой информации любят говорить о рекордных частотах, на которых работают новые процессоры. Многие люди даже считают, что частота процессора — наиболее существенный фактор, который влияет на производительность компьютера. Но на самом деле не все так просто и однозначно. Хороший пример можно найти в автомире. "Жигули" с более сильным мотором однозначно быстрее и лучше, а вот "Форд" с мотором той же мощности более быстр и комфортабелен, чем изделие ВАЗа. Так и в мире процессоров — у каждого типа процессора свои возможности, преимущества и недостатки. Например, процессор Intel Celeron 533 МГц, изготовленный по технологии Mendocino, и тот же процессор Intel Celeron 533 МГц, но изготовленный по технологии Coppermine, при одинаковой частоте ядра различаются примерно также, как и вышеприведенные модели автомобилей.

Говоря о тактовой частоте процессора, надо понимать, что указанная на корпусе частота является рабочей частотой *ядра процессора* (той части процессора, которая выполняет основные вычисления), да и то при максимальной загрузке. Остальные узлы могут работать на частотах, отличных от частоты ядра процессора. Кроме того, интерфейсные блоки процессора работают на тактовой частоте системной платы, а это, например, всего 66, 100 или 133 МГц, даже если на процессоре написано значение 2 ГГц.

В путаницу частот вносит свою лепту и практика указания другими фирмами для своих процессоров не реальной их рабочей частоты, а некой частоты, значительно более высокой, относящейся к аналогичному процессору корпорации Intel, который в образцовых тестах показывает такую же производительность. Например, процессор Athlon XP 2000+ реально работает на частоте 1640 МГц, а не на той, которая указана на его корпусе (2000 МГц). Следует заметить, что такие сравнения справедливы лишь для определенного набора тестовых задач, а в других случаях производительность сравни-

ваемых процессоров будет различаться как в большую сторону, так и в меньшую.

Если кратко резюмировать сказанное о частотах процессоров, то, покупая новый компьютер, следует в первую очередь обращать внимание на тип установленного в нем процессора, и лишь потом на его тактовую частоту.

Слоты расширения

Если бы в персональные компьютеры пользователю было невозможно устанавливать дополнительные внешние устройства, то вряд ли они пользовались бы такой популярностью, как сегодня. Унифицированные изделия обычно не могут удовлетворить индивидуальные потребности любого потребителя, скажем, как стандартные ботинки, которые почти всегда либо жмут, либо чуть велики.

Для решения личных проблем пользователя на системных платах установлены *слоты расширения* (рис. 1.18), в которые можно вставить нужную для конкретной работы дополнительную плату, точно так же, как "внешний" видеоадаптер. Например, композитор может установить в свой компьютер профессиональную звуковую плату, чтобы создавать новые композиции, научный работник с удовольствием добавит плату аналого-цифрового преобразователя (АЦП), которая поможет автоматизировать сбор данных при исследовании тайн мироздания, и т. п.

Рис. 1.18. Слоты расширения на системной плате:
1 — видеоадаптер, вставленный в слот AGP; 2 — слот PCI;
3 — батарейка CMOS-памяти; 4 — слот ISA; 5 — звуковая карта,
вставленная в слот ISA; 6 — кулер процессора

Слоты ISA (на рис. 1.18 наиболее длинные, снизу) появились в самых первых компьютерах IBM PC. С течением времени их возможности оказались недостаточными для удовлетворения все возрастающих потребностей в скорости обработки информации, поэтому сейчас на системных платах устанавливается целый набор различных слотов. Для новых периферийных устройств предназначены *слоты PCI* (они в центре), а для видеокарты — *слот AGP* (сверху). Следует знать, что количество и набор слотов у каждой системной платы свои, хотя есть и несколько наиболее часто встречающихся вариантов.

Задумываться о типе слотов в покупаемом компьютере в общем-то не надо, если, конечно, у вас нет старых плат, которые вы захотите самостоятельно установить в новый компьютер. В большинстве случаев на любую системную плату всегда можно установить от 3 до 5 дополнительных устройств, которые вы можете купить в компьютерном магазине (только не забудьте сказать продавцу, какая у вас системная плата и какие слоты на ней заняты).

Интерфейсы внешних устройств

Компьютер, если чуть обобщить, отличается от игровой приставки тем, что к нему можно подключать самые разнообразные внешние устройства.

Как только вам нужно будет напечатать на бумаге какой-либо документ или созданный вами рассказ, то к компьютеру очень просто подключается *принтер*. Заметим, что наиболее качественные принтеры могут напечатать даже цветную фотографию, и она не будет отличаться от сделанной в фотолаборатории. Кстати, появившиеся недавно в продаже цифровые фотоаппараты рассчитаны на то, что весь процесс фотообработки будет производиться на компьютере, и для этого фотоаппараты снабжены специальным цифровым интерфейсом, чаще всего USB.

Для подключения внешних устройств с разными интерфейсами на задней панели компьютера расположены соответствующие разъемы. В старых типах компьютеров эти разъемы подключались к системной плате с помощью ленточных кабелей или располагались на платах расширения. С появлением стандарта ATX разъемы интерфейсов стали располагать на системной плате (рис. 1.19).

Рис. 1.19. Разъемы интерфейсов на системной плате

В стандартный набор интерфейсов входят разъемы PS/2 для подключения мыши и клавиатуры, 2 COM-порта для модема и мыши, параллельный порт для принтера. У современной системной платы обязательны два разъема для USB-устройств, которые, как надеются разработчики, рано или поздно вытеснят старые интерфейсы. Если же в системную плату интегрирован звуковой процессор, то дополнительно будут выведены еще три разъема для подключения аудиоустройств. На ряде системных плат установлены модем и сетевая карта с разъемами для подключения телефонного провода и локальной сети.

Дополнительно можно сказать, что появление новых типов интерфейсов обусловлено тем, что пользователи часто путают назначение разъемов старых типов интерфейсов, а также их значительными габаритами, не позволявшими кардинально уменьшать размеры компьютеров.

Съемные носители информации

Посмотрите еще раз на рис. 1.4. Слева и выше от системной платы изображены накопители информации — 3,5" дисковод гибких дисков, привод компакт-дисков, или CD-ROM, винчестер. Все эти устройства предназначены для долговременного хранения информации, с которой вы работаете.

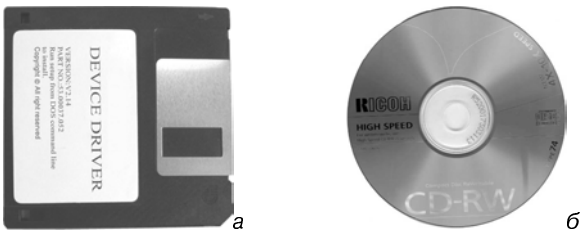
Если оперативная память после выключения питания компьютера "забывает" все, что в ней находилось, то информация на винчестере и магнитных и лазерных дисках не зависит от состояния компьютера. Включили его, выключили — информация на винчестере и дисках сохранится. Вы можете положить диски на полку и забыть о них, скажем на год, все равно, когда вам будет нужна информация, то вставьте нужный диск в соответствующий привод, и сохраненные ранее данные — в вашем распоряжении.

Самыми первыми устройствами для хранения данных в персональных компьютерах были *гибкие диски*. Технология их изготовления совершенствовалась в течении десятилетий, и сегодня наиболее популярны 3,5" гибкие диски (рис. 1.20, *а*), хотя иногда встречаются 5", например в архивах у компьютерных специалистов. Сам гибкий диск — это кружок из лавсана или другого материала, на который нанесен магнитный слой. Для удобства обращения и защиты от грязи диск помещен в прямоугольный пластмассовый корпус.

На 3,5" гибкий диск можно записать 1,4 Мбайт данных: программ, текстовых и графических файлов. Конечно, мы сейчас говорим о наиболее популярном формате для гибких дисков, предложенном корпорацией Microsoft для операционной системы MS-DOS, которая также поддерживается операционными системами Windows.

Кроме "традиционного" формата существуют и другие, которые позволяют записать на такой же гибкий диск больше информации. Некоторой популярностью пользуются гибкие диски, созданные по более совершенным

технологиям, что дает возможность разместить на гибком диске, например 100 или 250 Мбайт. Конечно, такие гибкие диски носят другое название, а кассеты, в которых они размещаются, другой формы и размеров.



а *б*

Рис. 1.20. Диски:
а — 3,5" гибкий диск; *б* — компакт-диск

Следующий ставший популярным тип носителя для хранения информации — это *лазерные компакт-диски*. Их технологию компьютерщики позаимствовали у музыкальных компакт-дисков, что, кстати, обусловило то, что музыкальные диски легко прослушать на персональном компьютере.

Лазерный компакт-диск (рис. 1.20, *б*) представляет собой тонкий диск из прозрачной пластмассы, на который нанесено несколько слоев различных материалов. На внутреннем слое — это часто слой алюминия или золота — лазером большой мощности прожигаются информационные дорожки, которые потом могут быть считаны более простым устройством для чтения компакт-дисков. Этот же слой можно напечатать на фабрике, как в типографии, но такой способ применяется для массовых тиражей, например, музыкальных альбомов или дистрибутивов операционных систем.

Информационный слой сверху всегда покрывается несколькими защитными слоями. Несмотря на кажущуюся прочность компакт-диска, на защитном слое никогда нельзя писать обычными авторучками и фломастерами, т. к. слои очень тонкие и легко повреждаются.

На стандартные 120 мм (примерно 5") компьютерные компакт-диски можно записать 650 или 700 Мбайт данных, что соответствует 74 или 80 минутам музыки. В последнее время получают распространение компакт-диски меньшего диаметра, на которые можно записать меньше информации, например 180 или 250 Мбайт.

Винчестер

Винчестер, о котором вы сейчас читаете, не огнестрельное оружие, смертельное для недругов ковбоя. Компьютерный винчестер — это дисковый накопитель на жестких дисках, который разработала и запустила в массовое произ-

водство корпорация IBM, иногда называемая "голубым гигантом". Правда, в руках хакеров винчестер становится страшным оружием, а у счастливого бизнесмена — необычайно доходным вложением капитала. Конечно, дело не в достоинствах компьютерного винчестера или его каком-либо техническом параметре, а в той информации, которая на нем хранится. Иногда коротенький файл с номером банковского счета стоит баснословных денег.

Маленькое лирическое отступление, которое вы только что прочли, говорит, в первую очередь, о том, что от винчестера требуется необычайно высокая надежность хранения информации при регулярной работе с ней. Гибкие диски и лазерные диски при всех своих достоинствах не позволяют хранить информацию так надежно, как это делает винчестер. На гибких дисках осыпается магнитный слой, пользователь частенько забывает дискету на солнышке или магните, лазерные диски с необычайной легкостью царапаются и покрываются жирными пятнами, а все это приводит к потере драгоценной информации.

Винчестер (рис. 1.21) представляет собой металлическую коробку, в которой на скорости 5400 оборотов в минуту и даже быстрее вращается прочный металлический или стеклянный диск с нанесенным на него магнитным слоем. Над этим слоем на расстоянии в доли микрон, не касаясь поверхности диска, парят на воздушной подушке магнитные головки (сильно уменьшенные аналоги головок в магнитофоне). Вся конструкция защищена от пыли и спрятана внутри компьютера. Очень сложная электронная схема управляет вращением диска, движением головок, контролирует целостность записанной на диск информации и принимает меры по исправлению каких-либо ошибок, появившихся во время чтения, или случайных дефектов поверхности магнитного слоя, которые иногда возникают в процессе эксплуатации.

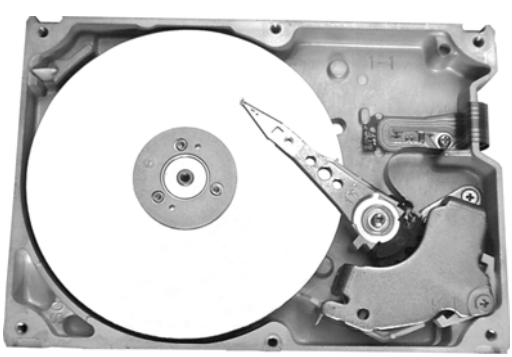


Рис. 1.21. Внутреннее устройство винчестера

Все такие сложности в конструкции винчестера связаны с тем, что именно на нем расположены файлы операционной системы, прикладных программ

и данные, созданные пользователем. Когда человек работает с компьютером, информация постоянно читается с винчестера, изменяется и снова записывается на винчестер. В секунду могут произойти многие тысячи обращений к файлам на винчестере. Поэтому от современного винчестера требуется не только надежность, но и высокая скорость работы.

Первые винчестеры, которые стояли в персональных компьютерах, обладали емкостью в несколько мегабайт, что было в те времена необычайно много. Так, например, пару лет назад объем винчестера в 1000 Мбайт казался неисчерпаемым. Сегодня, когда появились цифровые видеокамеры и фотоаппараты, когда MP3-плееры успешно вытесняют кассетные магнитофоны, вполне рядовым явлением стали винчестеры на 40 Гбайт. Можно заметить, что даже такие винчестеры маловаты для хранения коллекции видеофильмов, т. к. один полнометражный фильм требует 600—700 Мбайт.

Стандарты AT и ATX

Даже из первых рисунков в этой книге видно, что системный блок — это металлический корпус, внутри которого расположены все блоки. Корпус не только защищает электронные узлы от внешних воздействий, но и подавляет электромагнитное излучение вовне от внутренних проводников. Конечно, иногда у любителя повозиться с "железом" можно увидеть компьютер безо всякого корпуса разложенным на столе, а то и развешенным поблочно на стене, но это крайность, о которой можно упомянуть, но делать так не рекомендуется.

На рис. 1.1 и 1.3, *а* показаны два наиболее популярных стандарта корпусов для персональных компьютеров. С лицевой стороны они почти что не различаются, разве что чуть-чуть размерами. А вот сзади видно, что разъемы интерфейсов расположены по-разному.

У старого *стандарта AT* (рис. 1.3, *б*) на системной плате не установлены разъемы интерфейсов. Его блок питания не предназначен для дистанционного включения и выключения питания, в нем также отсутствует напряжение 3,3 В, которое желательно для питания современных процессоров.

Стандарт ATX (рис. 1.3, *в*) разработан с учетом тех нововведений, которые позволяют повысить потребительское качество компьютера: возможность включения и выключения компьютера по командам операционной системы или запросам из локальной сети; меньшие потери электрического тока на нагревание воздуха стабилизаторами системной платы, которые обязаны обеспечить процессор напряжением 1,2—2—3,3 В.

Визуально отличить корпуса различных стандартов можно только по расположению интерфейсных разъемов, как показано на рис. 1.3, *б*, *в*.

Кроме корпусов, показанных на рисунках, а это так называемые Mini-Tower и Midi-Tower, существует огромное разнообразие различных типов, каждый из которых предназначен для определенного круга задач. Иногда системный блок объединяется в одну конструкцию с монитором, как традиционно принято для персональных компьютеров фирмы Apple (рис. 1.22), серьезного конкурента для рассматриваемых в этой книге компьютеров, но, увы, почти в три раза более дорогого.

Рис. 1.22. Персональный компьютер iMac

Конфигурация компьютера

Возьмем в руки прайс-лист какого-либо компьютерного магазина и попробуем заказать себе наиболее дешевый компьютер. Сделаем мы это для того, чтобы понять, что стоит за понятием "конфигурация компьютера" и где находятся подводные камни, которые могут свести всю нашу доморощенную экономию к отрицательной величине. Кроме того, мы хоть немножко разберемся с теми сокращениями, которые в великом множестве присутствуют в прайс-листах на компьютерную комплектацию. Результаты нашей работы сведем в табл. 1.1.

Первым пунктом в нашей конфигурации компьютера идет корпус Mini-Tower ATX с блоком питания, а это означает, что системная плата должна быть стандарта ATX.

Может показаться, что сперва надо определиться с процессором и другими элементами, но для дешевых вариантов компьютеров это не совсем так. Цена хорошего корпуса составляет существенную часть стоимости компьютера и соизмерима со стоимостью системной платы. Кроме того, тип корпуса определяет возможность использования того или иного стандарта платы. Конечно, можно выбрать системную плату, а далее корпус, но результат будет тот же, только добавятся лишние проблемы.

Таблица 1.1. *Подбор дешевой конфигурации компьютера*

Наименование	Цена, долларов США
Корпус с блоком питания Mini-Tower ATX	25
Системная плата SuperGrace VIA693A, s.370, sound, ATX	55
Процессор Intel Celeron 733 FCPGA, Tray	51
Кулер с радиатором	5
Модуль памяти 128 Мбайт DIMM PC133	37
Видеокарта Riva TNT 8 Мбайт	19
Винчестер 10,2 Гбайт Maxtor	73
Дисковод гибких дисков 1,44 Мбайт	11
Привод для компакт-дисков 52$^{\times}$ Samsung	32
Клавиатура Win'98	6
Мышь Genius	4
Всего:	318

Вторым пунктом идет недорогая системная плата SuperGrace VIA693A, которая позволяет использовать процессоры Intel Celeron Mendocino или Coppermine, которые требуют пониженного напряжения питания, а также Pentium III с корпусом, предназначенным для установки в Soket 370. Следует заметить, что системная плата комплектуется набором шлейфов (кабелей для подключения внешних устройств) для винчестера, CD-ROM и дисковода гибких дисков.

Выбор системной платы SuperGrace VIA693A влечет за собой выбор процессора Intel Celeron с тактовой частотой 733 МГц в корпусе FCPGA. В будущем, модернизируя компьютер, можно будет установить либо более высокочастотный процессор Celeron, либо перейти на Pentium III, но, к сожалению, невозможно будет использовать Pentium 4 или процессоры корпорации AMD.

Следующий пункт — это радиатор для процессора, т. к. наиболее дешевый вариант подразумевает, что процессор продается без дополнительных аксессуаров. Только чуть более дорогая, "боксовая", поставка процессора комплектуется радиатором с кулером.

Системная плата также определяет возможность использования того или иного типа модулей ОЗУ. Для нашего варианта выберем модуль памяти

DIMM PC133 объемом 128 Мбайт, т. к. установка 64 Мбайт, а тем более 32 Мбайт, не позволит эффективно использовать современное программное обеспечение! Более современные типы модулей ОЗУ не поддерживаются чипсетом системной платы.

Так как системная плата не содержит "на борту" встроенного видеоадаптера, то следующим пунктом в конфигурации идет видеоадаптер Riva TNT с объемом ОЗУ 8 Мбайт. Эта карта отлично подходит для офисных приложений и позволяет играть в популярные игры типа Quake 3.

Выбор винчестера Maxtor с объемом в 10,2 Гбайт определяется только кошельком, т. к. дешевые винчестеры с меньшим объемом уже просто не производятся.

Дисковод гибких дисков сегодня не совсем обязателен, но его желательно иметь, чтобы была возможность установить и настроить операционную систему без поиска специальных загрузочных компакт-дисков.

Привод для компакт-дисков Samsung с максимальной скоростью чтения в 52 раза выше, чем музыкального диска, нужен для установки операционной системы и прикладных программ. Если его не включить в конфигурацию, то придется регулярно одалживать CD-ROM у приятеля.

Так как выбранная системная плата имеет встроенный звуковой контроллер (во второй строчке прайс-листа это слово "sound"), то в большинстве случаев не требуется установки отдельной звуковой карты.

Выбранные для нашей конфигурации дешевые клавиатура и мышь — обязательные принадлежности компьютера, относятся к той категории, которая подразумевает, что при интенсивном использовании компьютера они прослужат пару месяцев. Далее клавиши клавиатуры станут плохо нажиматься, а мышь будет регулярно требовать внимания.

Предупреждение

Рассмотренная в этом разделе конфигурация компьютера имеет только одно достоинство — она наиболее дешевая. В остальном, в будущем — одни разочарования.

Стандартные конфигурации компьютеров

Из того набора комплектующих узлов — видеокарт, винчестеров, CD-ROM и прочего периферийного добра, которое выпускают несколько сот фирм в мире, как в мозаике, можно очень просто сложить практически бесконечное число разнообразных конфигураций компьютера. Но если подойти с технической точки зрения, то, увы, не слишком большое число подобных конструкций будет работать оптимально и без проблем.

Если перевести последнюю фразу, то получится следующее: производительность компьютера будет далека от той, которая декларируется в красочных проспектах фирм — изготовителей узлов; постоянно будут возникать проблемы поиска драйверов для оборудования; операционная система Windows, как наиболее потребляющая ресурсы программа, будет настраивать свои параметры по наихудшему в компьютере блоку; периодически будут возникать зависания компьютера, что означает невозможность использования его для бизнес-приложений.

Можно выдать маленький секрет индустрии высоких технологий: любой блок компьютера разрабатывается для ограниченного круга применений и тестируется с не слишком большим числом блоков сторонних производителей, хотя, как везде пишется, "обеспечивается совместимость" со стандартами для IBM PC совместимых компьютеров. Соответственно, например, винчестер или память покажут наивысшие показатели производительности и надежности только работая на определенных типах системных плат, оснащенных конкретными типами процессоров.

Крупные фирмы разрабатывают и предлагают своим покупателям "стандартные" конфигурации компьютеров, которые предназначены для конкретных сфер применения. Для каждой такой конфигурации проводят тестовые испытания комплектующих блоков и отбирают совместимые друг с другом. Хотя такие "стандартные" компьютеры и дороже, чем тот вариант, который мы комплектовали в предыдущем разделе, но зато они показывают отличную производительность и надежность. И, что не маловажно, фирмы могут дать нормальную гарантию на любой такой компьютер, а не просто ограничиваться заменой вышедшего из строя блока. То есть покупатель может быть уверен, что все программы, которыми он пользуется, будут работать без проблем, а при необходимости он всегда может получить квалифицированную консультацию по настройке оборудования.

Кроме того, производителям и продавцам легче, когда продаваемая номенклатура не слишком большая, не говоря о том, что это всегда дешевле, чем индивидуальная сборка.

Глава 2

Процессоры

Сердцем любого персонального компьютера является *процессор* (часто используется термин — "микропроцессор"), который, как принято считать, занимается арифметикой и дает команды внешним устройствам. В какой-то мере это верно. Самые первые процессоры по-другому и не умели, т. к. их возможности были очень скромными. Но современный процессор скорее можно сравнить с небольшой бюрократической конторой, где есть начальник и множество исполнителей: секретарей, курьеров, делопроизводителей и прочего служивого народа.

Как самый настоящий начальник в конторе, процессор выдает приказы-распоряжения всем узлам компьютера, например, прочитать компакт-диск, сохранить в памяти данные, выключить питание. Распоряжения же выполняют другие специализированные процессоры, которыми снабжены все современные внешние устройства. Так что в компьютере, который тихо стоит на вашем столе, можно насчитать с десяток самых разнообразных микропроцессоров, правда, о них обычно даже не вспоминают.

Но, в то же время, процессору приходится также выполнять и арифметические функции. Даете процессору команду сложить два плюс два, и ему придется это делать самому. Правда, внутри процессора за такую операцию будет отвечать блок арифметических операций — безымянный конторский служащий. А за умножение или деление чисел с запятыми отвечает блок сопроцессора, который только и умеет очень быстро обсчитывать большие числа.

Конструктивно современный процессор в большинстве случаев представляет собой прямоугольный кристалл кремния, вмонтированный в керамический корпус, с одной стороны которого находятся несколько сотен золоченых ножек-штырей, а с другой стороны — металлическая крышка. Не впечатляюще, но зато внутри, на кристалле, расположены миллионы транзисторов, созданных с помощью сложнейших технологий.

История шаг за шагом

Чтобы понять, как работает современный процессор Pentium, лучше всего поэтапно вспомнить историю развития микропроцессоров семейства *x*86,

т. к. каждый новый процессор обязан уметь понимать и выполнять все команды, которыми владели младшие модели. Поэтому даже те команды, которые требовались калькулятору, собранному на самых первых микропроцессорах Intel, выполняются и на сверхмощном Pentium. То есть нельзя забывать, что современные компьютерные технологии не создались на пустом месте и не являются раз и навсегда установленным сводом законов. Потребовался труд тысяч ученых и инженеров, чтобы обычный домашний компьютер мог так просто справляться с любыми заданиями — играми, музыкой, видеофильмами.

Персональный компьютер IBM

Началась история персональных компьютеров (еще есть термин — микро-ЭВМ) в 1981 г., когда корпорация IBM представила свою микро-ЭВМ IBM PC. Ее название попросту означало "Персональный компьютер IBM". (Этот же год стал счастливым для нынешнего компьютерного гиганта — корпорации Microsoft, которой IBM поручила разработать операционную систему для нового компьютера.)

Компьютер IBM PC не представлял собой ничего особенного: не слишком удачная механическая конструкция, неудобная внутренняя структура (архитектура), не самый удачный процессор от корпорации Intel, но все же именно потомкам этой, средненькой во всем, микро-ЭВМ предстояло завоевать 80% рынка компьютерной техники за совсем короткий срок. А ведь микро- и мини-ЭВМ тогда разрабатывало и производило много фирм, и некоторые образцы даже по теперешним понятиям представляли собой, честно говоря, более совершенные системы.

И сама корпорация IBM, видимо, учитывая непритязательность своего детища, запатентовала только BIOS (Basic Input Output System, базовую систему ввода/вывода), не догадываясь о блистательном будущем своего детища, которое терялось на фоне основной продукции — больших ЭВМ (одних из лучших в то время). Тем более, что разработчики IBM позаимствовали многие технические решения у других фирм, например, идея так называемой *открытой архитектуры* была взята у фирмы Apple.

Пренебрежительное отношение IBM к своей "несерьезной" ЭВМ сыграло с компьютерным гигантом злую шутку — простота разработки дополнительных модулей и отсутствие необходимости лицензирования дало возможность появиться фирмам, которые стали производить самые разнообразные устройства, расширяющие возможности IBM PC. В дальнейшем появились и клоны (аналоги) микро-ЭВМ IBM PC. Правда, массовый характер это приняло после появления IBM PC XT.

Популярность их первенца у пользователей заставила фирму IBM в 1983 г. начать производство компьютеров IBM PC XT. Буквы XT были взяты из слова eXTra, что обозначало расширенные возможности нового компьютера

по сравнению с предшественником. Именно появление IBM PC XT послужило тем водоразделом, когда многообразие типов компьютеров сменило многообразие аналогов. В этом процессе главную роль сыграли производители из Юго-Восточной Азии, и, в первую очередь, с Тайваня.

В 1984 г. появилось новое поколение IBM PC совместимых компьютеров — IBM PC AT (буквы AT обозначали улучшенную технологию, Advanced Technology). Это действительно было новое поколение компьютеров, а не совершенствование старых, т. к. основой, "сердцем" компьютера стал микропроцессор Intel 80286 (обычно говорят просто 286). Смена процессора позволила программистам использовать память за пределами 1 Мбайт без сложных аппаратных ухищрений, кроме того, появился *защищенный режим* работы, в котором работает операционная система Windows.

Микропроцессоры 80286 выпускала корпорация Intel, не зависящая от IBM, что делало эти микросхемы доступными всем желающим, поэтому уже через полгода появились совместимые с IBM PC AT компьютеры других производителей. Сначала их выпускали фирмы в США, но очень быстро почин подхватили фирмы Юго-Восточной Азии. Клоны продавались в 2—3 раза дешевле оригинальных моделей IBM, что делало персональные компьютеры доступными большому кругу пользователей.

Процессор 80286 имел ряд недостатков, особенно при работе в защищенном режиме, поэтому в 1986 г. появился новый процессор Intel 386, который и стал образцом для всех остальных процессоров семейства *x*86. Компьютер на базе процессора 386 уже может работать с большинством современного программного обеспечения, правда, очень медленно. Самая же любопытная история, связанная с этим процессором, это то, что не корпорация IBM выпустила первый компьютер с процессором i386. Неповоротливость колоссальной корпорации позволила небольшим, но честолюбивым фирмам, выпустить новые персональные компьютеры раньше создателей IBM PC.

Дальше — наше время — головокружительная гонка высоких технологий и потеря корпорацией IBM лидирующего положения в области разработки и производства персональных компьютеров. Все попытки IBM вернуть утерянные позиции с помощью создания новых стандартов, лицензии на которые предлагалось покупать очень дорого, привели к тому, что общепризнанными стандартами становились разработки других фирм.

Например, серия компьютеров IBM PS/2 не получила признания из-за попытки навязать производителям компьютеров лицензионную шину расширения MCA. Большинство производителей компьютеров не поддержали инициативу IBM, а пошли по пути разработки открытого стандарта, что обусловило более низкие цены на их компьютеры.

Сегодня 80% компьютерного рынка — это персональные компьютеры на базе процессоров семейства *x*86 и их аналогов, среди которых наибольшую

известность имеет семейство AMD. Но у такой мировой унификации персональных компьютеров есть и отрицательные черты — современным процессорам приходится подстраиваться под предшественника — Intel 8086. В Pentium быстрое внутреннее RISC-ядро вынуждено эмулировать работу старых процессоров со всеми их слабыми местами. Плюс наследство от IBM PC — низкоскоростной обмен с периферийными устройствами и оперативной памятью.

Сегодня хорошо видно, что требуется переход от старых технологий к новым, но мировая индустрия персональных компьютеров обладает огромной инерцией, что мы, как пользователи, постоянно ощущаем на себе. Вот самый яркий пример — время начальной загрузки компьютера, несмотря на 100-кратное возрастание частоты процессоров, так и не уменьшилось, а даже стало еще дольше из-за более громоздкого программного обеспечения. Таких примеров вы сами можете привести немало — только надо вспомнить и сравнить старое и новое.

Конечно, не все так плохо — ведущие производители уже давно работают над новыми стандартами для будущих поколений персональных компьютеров. Правда, прийти к общему мнению им пока не удается, но ряд тенденций уже наметился. В первую очередь — это отказ от громоздкой шины ISA, внедрение USB-интерфейса для внешних устройств, стандарта ATX для блоков питания. Но все же чисто экономические причины заставляют пользователей покупать, а производителей разрабатывать и продавать персональные компьютеры и периферийное оборудование со старыми стандартами. Уж очень стремителен прогресс компьютерных технологий, а пользователю так трудно отказаться от компьютера, который хотя и куплен 2—3 года назад, но, к сожалению, уже морально устарел. Вот и получается, что мы стараемся продлить жизнь своим персональным "чудам", добавляя памяти, вставляя новые дисководы...

Процессоры Intel

История персональных компьютеров неразрывно связана с микропроцессорами корпорации Intel. Инженеры корпорации первыми создали микросхему, в которой целиком была смоделирована вычислительная машина — калькулятор. И в дальнейшем именно корпорация Intel разрабатывала наиболее массовые процессоры для компьютеров. Поэтому рассмотрим шаг за шагом, как усложнялись конструкции процессоров семейства *x*86. Желающие узнать об этом из первоисточника, могут заглянуть на русскоязычный сайт корпорации (**http://www.intel.ru**)[1].

[1] Все даты и цифры, касающиеся процессоров корпорации Intel, соответствуют официальным данным, приведенным на этом же сервере.

Докомпьютерная эра

Первая "компьютерная" микросхема была разработана в 1971 г. (официальная дата рождения 15 ноября) инженерами корпорации Intel по заказу небольшой японской фирмы, которая производила настольные калькуляторы Busicom.

Микросхема получила обозначение 4004 (рис. 2.1).

Примечание

На сервере корпорации Intel по адресу **http://www.intel.ru** можно найти цветные фотографии кристаллов микросхем. Так, на фотографии кремниевого кристалла, который находится в микросхеме 4004, хорошо видны контактные площадки по краям, к которым припаиваются золотые проводки, ведущие к контактам корпуса микросхемы. Так как количество элементов на кристалле невелико, то ясно просматриваются отдельные элементы и напыленные проводники. В дальнейшем, по мере увеличения количества элементов кристалла и уменьшения их размеров, наглядность изображений значительно снижается.

Сегодня для обозначения процессоров часто добавляют букву "i" перед цифрами, например — i486, чтобы указать на изготовителя — корпорацию Intel, т. к. ряд фирм выпускают процессоры Intel по лицензии.

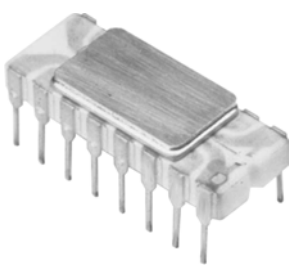


Рис. 2.1. Микросхема 4004

Технические характеристики 4004 в то время были довольно впечатляющие, хотя сегодня они вряд ли вызовут восхищение. Тактовая частота была всего 108 кГц, а количество выполняемых операций — 0,06 млн./с. По сравнению сегодняшними гигагерцами (миллиардами герц) совсем-совсем мало, но тридцать с небольшим лет назад это были отличные показатели.

Количество транзисторов в микросхеме составляло 2300 штук, которые выполнялись по 10 мкм технологии.

Размерность шины данных составляла совсем маленькую величину — 4 бита, а адресуемая память достигала 640 байтов (байтов, а не килобайт или

мегабайт). Но поскольку основным назначением микросхемы было выполнение арифметических вычислений в калькуляторе, этого вполне хватало.

Вторая микросхема 8008, которая разрабатывалась одновременно с процессором 4004, появилась в апреле 1972 г. Ее тактовая частота достигла уже 200 кГц. Внешний вид микросхемы показан на рис. 2.2.

Рис. 2.2. Микросхема 8008

В новом процессоре шина данных была удвоена до 8 битов. Количество транзисторов на кристалле достигло 3500 (технология 10 мкм), соответственно, адресуемая память возросла до 16 Кбайт (тысяч байтов). Обратите внимание, что количество транзисторов не увеличилось пропорционально увеличению шины, т. к. в новом кристалле расположили не два процессора 4004, а разработали другую схему.

Как сказано на сайте корпорации Intel, основное назначение микросхемы 8008 — это использование ее в терминалах ввода/вывода, калькуляторах общего назначения и автоматах бутылочного разлива, а также в обработке данных и текста.

Шина данных

На протяжении всей книги будет использоваться термин "размерность шины", например, 16-разрядная шина, 32-разрядная шина и т. д. В компьютерной индустрии это означает, что информация передается от устройства к устройству не по одному проводу, а параллельно по многим проводникам. Но, в любом случае, используется один общий провод, который называется "земля" или "общий".

На рис. 2.3 показаны четыре лампочки, управляемые четырьмя выключателями — это наглядная иллюстрация четырехразрядной шины данных.

Можно также вспомнить, как устроено освещение в квартире. Например, к люстре для включения света в комнате могут подходить 3 провода, т. е. здесь используется 2-разрядная шина.

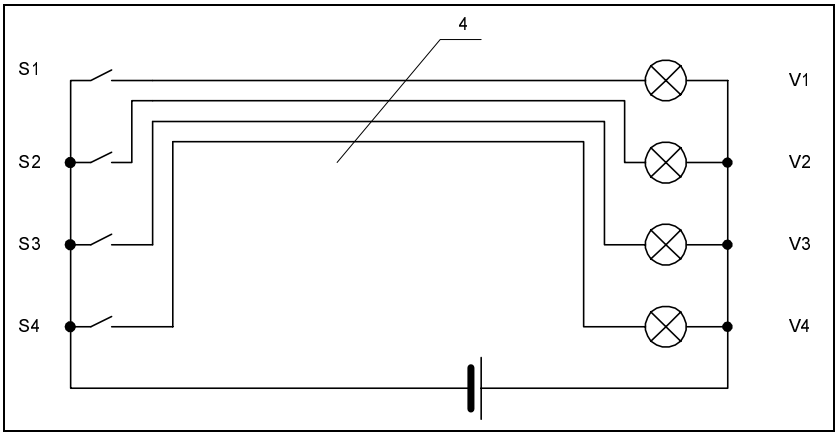


Рис. 2.3. Иллюстрация работы четырехразрядной шины

Технологии

Независимо от того, как выглядит корпус процессора (часто используется термин "чип", от англ. *chip*), внутри обязательно находится тонкая кремниевая пластинка площадью около 1 квадратного сантиметра, на которой вытравлены микротранзисторы, резисторы, конденсаторы. Каждый элемент на кристалле соединяется с другими тонкими проводниками, которые создаются напылением на кремний пленки золота, алюминия или меди.

Производство микросхем напоминает печать обычных фотографий с помощью фотоувеличителя. Через фототрафарет, аналог фотопленки, засвечивается фотослой, который нанесен на кремниевую пластину. Потом ее многократно травят в химических реактивах и напыляют в нужных местах слои металла. При установке кристалла в корпус микросхемы контактные площадки на кристалле с помощью тонких золотых проводников соединяют с выводами микросхемы.

В современных процессорах количество транзисторов превышает несколько десятков миллионов штук, но вот размеры кремниевых кристаллов не могут быть большими. В первую очередь, это обусловлено огромной ценой больших кристаллов, да и размеры корпуса процессора ограничены. Поэтому при изготовлении процессоров используются самые передовые технологии. Даже можно сказать, что разработка новых процессоров всегда влечет появление новых технологий, т. к. эти микросхемы содержат больше всего различных элементов на кристалле.

Наиболее выгодно сокращать размеры элементов и толщину проводников, т. к. в этом случае на одном и том же кристалле можно разместить значительно больше транзисторов. В первых процессорах использовалась технология 10 мкм, означающая, что минимальная толщина проводников или

геометрические размеры транзисторов на кристалле кремния могут быть не меньше 10 мкм. В последних разработках используется технология 0,13 и даже 0,08 мкм, а это уже соизмеримо с длиной волны солнечного света. Поэтому в техпроцессе начинают применять мягкое рентгеновское излучение и пучки электронов, как в кинескопах.

Примечание

Технический термин, например, "0,13 мкм технология" означает, что размер поликремниевого затвора транзистора, созданного на кремниевой пластине, не может быть меньше 0,13 мкм. Этот параметр не только характеризует геометрические размеры, но и напрямую связан со скоростью работы микросхемы и энергопотреблением. Уменьшение размеров элементов на кристалле позволяет увеличить рабочую частоту и уменьшить потребляемый ток и напряжение. В свою очередь, уменьшение энергопотребления позволяет увеличивать рабочую частоту. Можно сказать, что ключевая проблема современной микроэлектроники заключается в том, как отвести тепло, выделяемое при работе, от кристалла. Например, без внешнего радиатора современный процессор нагреется до температуры выше 100 градусов примерно за секунду.

8-разрядные микропроцессоры

Начало массового использования вычислительной техники следует отнести к моменту появления микропроцессора 8080. Эта очень простая по современным понятиям микросхема дала возможность многим пытливым умам попробовать себя на поприще создания компьютеров, что ранее было доступно только хорошо оснащенным лабораториям.

О начале выпуска процессора 8080 (рис. 2.4) объявили в апреле 1974 г. Количество транзисторов на кристалле достигло 6000 (технология 6 мкм).

Рис. 2.4. Процессор 8080

У 8080 поражала тактовая частота, которая достигла 2 МГц, что позволяло выполнять 0,64 млн. операций в секунду. Самым же важным было то, что шина данных работала с *байтами* — самыми простыми 8-битовыми машинными словами, что позволяло очень просто разрабатывать весьма разнообразные вычислительные устройства. Соответственно, увеличение разрядности шины данных позволило организовать адресуемую память размером

64 Кбайт — поистине, в те времена, фантастическая возможность для маленькой микросхемы.

По сравнению с процессором 8008, производительность 8080 возросла в десять раз. Наиболее важным следствием появления 8080 стало то, что для создания вычислительного устройства теперь не требовалось очень много вспомогательных микросхем. То есть появилась возможность разрабатывать небольшие и надежные вычислительные системы на одной плате.

На процессоре 8080 был собран один из первых персональных компьютеров "Altair computer". Вспомнить об этом компьютере следует еще и потому, что для его самостоятельной сборки было выпущено несколько десятков тысяч комплектов, которые пользовались колоссальным успехом. В дальнейшем множество фирм использовали 8080 в самых разнообразных конструкциях. Можно вспомнить и первый в России радиолюбительский компьютер "Радио 86РК", который до появления схемы компьютера "Синклер" был самой популярной компьютерной самоделкой у радиолюбителей.

Справедливости ради надо упомянуть, что аналогичные процессоры выпускали и другие фирмы. Некоторые модели имели значительно лучшие параметры, чем 8080. Заметим также, что в то же время было абсолютно не ясно, какой процессор станет наиболее массовым, и никто не догадывался, что потомки 8080 будут использоваться в 80% компьютерах. Вполне вероятно, что благосклонность судьбы могла бы обернуться в сторону другого процессора, тогда у нас на столах стояли бы не Intel Pentium, а DEC, Apple или еще какая-либо фирменная марка. Но сложилось так, что именно потомки Intel 8080 проникли во все уголки человеческого бытия.

Простота и ясность системы команд вызвала появление аналогов процессора Intel 8080, а самым известным из них, который до сих пор пользуется популярностью и работает во многих АОНах и игровых приставках — это Z80. Причем фирма Zilog не просто скопировала микросхему корпорации Intel, как сделали в России, выпустив полный, но уже устаревший аналог под названием К580ВМ80, а более совершенную микросхему. Заметим, что домашние компьютеры на Z80 не уступали по производительности при работе с графикой персональным компьютерам на более мощном процессоре 80286.

Самым большим недостатком у процессора 8080 было то, что ему требовалось сразу три напряжения питания: +5, −5 и +12 В. Из-за такой особенности блок питания зачастую был сложнее и конструктивно крупнее, чем контроллер или компьютер. Поэтому в марте 1976 г. появился процессор 8085, усовершенствованный вариант 8080, в котором, к сожалению, были улучшены лишь вспомогательные параметры.

В новом процессоре количество транзисторов увеличилось до 6500 (технология 3 мкм). Тактовая частота возросла до 5 МГц, а производительность до 0,37 млн. операций в секунду. Вместо трех напряжений питания требовалось лишь одно — 5 В.

Этот процессор стал основой многих микроконтроллеров в самых разнообразных изделиях: системах зажигания в автомобилях, приборах для регистрации кардиограмм, элементах управления приводами магнитных дисков в компьютерах IBM PC и т. д. Так, теряясь в лучах славы других процессоров Intel, восьмиразрядный предок выполнял черновую работу в персональных компьютерах. И если разобраться с конструкцией персонального компьютера совсем недавнего прошлого, то в нем, кроме центрального процессора из семейства *x*86, всегда имелось еще несколько восьмиразрядных 8085, несущих самые разнообразные функции.

16-разрядные процессоры

В июне 1978 г. корпорация Intel выпустила процессор 8086, а ровно через год — 8088, которые и положили начало эры персональных компьютеров в современном понимании этого термина.

Процессоры 8086/8088 (рис. 2.5) стали сердцем компьютеров — сначала IBM PC, а потом и IBM PC XT. Их конкуренты, а их было немало, просто по экономическим причинам оказались не в состоянии конкурировать с Intel, IBM и фирмами Юго-Восточной Азии, занимавшимися клонированием популярных изделий.

На момент выпуска процессора 8086 его тактовая частота составляла 5 МГц, скорость выполнения операций достигала 0,33 млн. операций в секунду. Далее были выпущены более быстрые процессоры с тактовой частотой 8 и 10 МГц, у которых производительность возросла соответственно до 0,66 и 0,75 млн. операций в секунду.

Количество транзисторов на кристалле процессора 8086/88 достигло 29 000, что просто поражало воображение. В производстве использовалась технология 3 мкм, проводники такой толщины уже не видны невооруженным глазом.

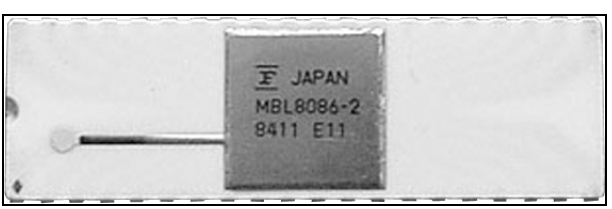


Рис. 2.5. Процессор 8086/8088

Еще большее изумление вызвала возможность адресовать 1 Мбайт оперативной памяти, используя шестнадцатиразрядную шину данных. Фактически, такими возможностями тогда обладали большие вычислительные машины. В то время, например, размер оперативной памяти в 64 Кбайт казался верхом совершенства.

Можно сказать, что появление первого шестнадцатиразрядного процессора, который позволял использовать столько оперативной памяти, хотя это и было преждевременно, открывало перед программистами колоссальное поле деятельности. То есть в руки рядовых программистов попадал компьютер, не уступавший по своим возможностям труднодоступным машинам вычислительных центров.

Понимая, что шестнадцатиразрядная шина появилась преждевременно, т. к. требовала удвоенного количества интерфейсных микросхем, в июне 1979 г. корпорация Intel объявила о выпуске процессора 8088. Разница между ним и процессором 8086 состояла в том, что разрядность шины данных была сокращена до 8 битов. Это позволяло сохранять некоторую преемственность между конструкциями на восьмиразрядных процессорах и первыми процессорами линейки *x*86. Естественно, уменьшалась цена компьютеров, собранных на процессоре 8088, что, в общем-то, и определило успех компьютера IBM PC и его клонов.

Процессор 8088 выпускался с тактовыми частотами 5 МГц (0,33 млн. операций в секунду) и 8 МГц (0,75 млн. операций в секунду). Все остальные параметры соответствовали его предшественнику.

По мере снижения стоимости интерфейсных микросхем и увеличения их сложности процессор 8088 уступил место в компьютерах своему предку.

Процессор 80186

Для применения в различных контроллерах корпорацией Intel на базе процессора 8086/8088 в 1982 г. были выпущены процессоры 80186/80188, у которых на одном кристалле находился не только центральный процессор, но и периферийные устройства. Так как предполагалось использовать эти микропроцессоры в качестве встроенных интеллектуальных устройств для самых различных промышленных систем, то интегрированные в него периферийные устройства имели интерфейсы, не совместимые со спецификацией IBM PC.

На кристалле процессора 80186/80188 удалось расположить контроллеры прерываний и прямого доступа к памяти, трехканальный таймер и генератор синхроимпульсов. Процессоры 80C186/80C188, изготовленные по более современной технологии, имели не только пониженную потребляемую мощность, но и систему управления энергопотреблением.

Присутствие на одном кристалле всех необходимых периферийных устройств позволило использовать эти микропроцессоры для управления самыми разнообразными устройствами. Например, модемы фирмы U.S. Robotics не в малой степени обязаны своей популярностью именно применением в них микропроцессоров 80186/80188. Это позволило не только удешевить конструкцию и повысить надежность работы сложного электронного устройства, но и очень быстро, за счет смены микропрограммы, выпускать на рынок новые типы модемов.

Процессор 80286

Второе поколение 16-битных процессоров в линейке *x*86 — это 80286, о котором объявили в феврале 1982 г. Для него впервые стало использоваться сокращенное обозначение — 286-й процессор (подобная практика использовалась потом и для процессоров 80386 и 80486, кстати, Pentium — это тот же 586).

Хотя процессор 80286 получился со многими недоработками и в большинстве случаев использовался как быстрый 8086, его появление обеспечило победу IBM PC совместимым компьютерам и операционной системе MS-DOS в конкурентной борьбе с другими фирмами.

Процессор 80286 (рис. 2.6) выпускался с тактовыми частотами 6, 10 и 12 МГц, что составляло скорость выполнения 0,9, 1,5 и 2,66 млн. операций в секунду. Количество транзисторов превысило 134 000 (использовалась технология 1,5 мкм).

Рис. 2.6. Процессор 80286

Основная задача, которую хотели решить инженеры корпорации Intel, — это создание процессора для многопользовательских и многозадачных систем. Для этого в процессор была встроена четырехуровневая система защиты, механизм переключения задач и поддержка виртуальной памяти. Режим работы с такими возможностями был назван *защищенным режимом виртуальной адресации* (Protected Virtual Address Mode), сегодня для него используется термин — "защищенный режим" (Protected Mode). В этом режиме работают все многозадачные операционные системы, в том числе и Windows.

Суть этого режима вот в чем. Многопользовательский режим в однопроцессорных компьютерах реализуется на принципе выделения выполняемым задачам (программам) небольших квантов времени, в течение которых все разрешенные для данной задачи ресурсы процессора и внешних устройств принадлежат конкретной задаче. При переключении по сигналу таймера на другую задачу все текущие данные, относящиеся к первой задаче, сохраняются в специально выделенной памяти (обычно это стек), а процессор начинает выполнять инструкции другой программы. Когда приходит время выполнения первой задачи, сохраненные ранее ее текущие данные загружаются из стека, что создает видимость непрерывного выполнения задачи.

Процессор продолжает выполнять прерванную задачу с того момента, когда она была отложена.

Чтобы прерванная задача могла без проблем продолжать свою работу, требуется защитить данные, которые она использует, от воздействия любых других задач. В первую очередь должны быть защищены блоки оперативной памяти, с которыми работает данная программа (отсюда и пошло название режима). Во-вторых, надо присвоить каждой задаче определенный уровень привилегий (возможность использовать те или иные ресурсы компьютера).

В защищенном режиме 24-разрядная шина адреса позволила программисту использовать 16 Мбайт памяти, а при включении механизма страничной адресации отображать до 1 Гбайт так называемой *виртуальной памяти*.

Для использования новых возможностей была расширена система команд 8086, что дало толчок началу процесса "простого" добавления новых команд к старым.

Если до появления чипа 80286 любая ошибка в конструкции какого-либо микропроцессора приводила к его провалу на рынке, то, начиная с этого процессора корпорации Intel, несуразицы в конструкции стали использоваться программистами и разработчиками. А самое удивительное, в последующих версиях процессоров корпорации Intel и их аналогов от других производителей такие просчеты закреплялись как стандарт de-facto. Только грубые (очевидные) ошибки исправлялись, и корпорация брала на себя обязательства по замене дефектных чипов.

Вот тут можно сказать, что случайно допущенные ошибки в архитектуре этого микропроцессора дали возможность программистам принимать весьма оригинальные решения при создании программного обеспечения. Поэтому, в дальнейшем, новые процессоры корпорации Intel и все IBM PC совместимые компьютеры вынуждены были поддерживать проблемы архитектуры 80286.

Наиболее очевидная, причем грубая ошибка — это неправильная адресация памяти в реальном режиме. Но она оказалась настолько "удачной", что ее восторженно приняли программисты, которым уже не хватало ресурсов памяти стандартной архитектуры 8086. А вот защищенный режим адресации памяти в 286 процессоре остался, в большинстве случаев, не востребованным — слишком много оказалось технических проблем, а, точнее, недоработок, которые мешали использовать такую возможность.

В заключение следует обратить внимание, что два процессора из линейки *x*86 — 8088 и 80386SX, являются переходными моделями, т. к. были разработаны в целях удешевления персональных компьютеров, собранных на их основе. Оба микропроцессора были как бы шагом назад по сравнению с базовым аналогом. Сохраняя все программные возможности, они имели укороченную в два раза шину данных. Такое техническое решение позволяло удешевить производство персональных компьютеров — 8088 имел 8-

разрядную шину данных, сохраняя 16-разрядную архитектуру, а 80386SX для совместимости с 80286, которой на самом деле не оказалось, получил 16-разрядную шину данных.

Так как выпуск 16-разрядных процессоров был пионерской разработкой, которая внесла в компьютерный мир много нового, то именно архитектуре этих процессоров стали подражать большинство разработчиков микросхем. Теперь можно сказать, что процессор 8086 стал родоначальником семейства процессоров *x*86, которое явилось эталоном для подражания.

К сожалению, новые идеи и конструкции всегда несут в себе ошибки и проблемы. Не стал исключением и 8086, который как бы заложил мину замедленного действия для своих потомков.

В первую очередь — сумбурную, сложную и малопонятную систему команд, которая сегодня заставляет использовать в современном процессоре *x*86 две системы команд — одну для ядра, которое выполняет основные операции в процессоре, а вторую для общения с внешним миром. Отсюда необходимость специальных блоков внутри процессоров для перевода команд из одной системы в другую.

Второй серьезный недостаток — малое количество оперативных регистров — ячеек внутри процессора, которые служат для запоминания команд и операндов. Для текстового режима, в котором работали в то время все компьютеры, регистров и их размерности хватало, но в графическом режиме такая архитектура требует много лишних команд для пересылки данных из регистров в оперативную память и обратно.

Если проанализировать дальнейшее развитие семейства *x*86, то основные направления совершенствования, в большинстве случаев, касались преодоления проблем архитектуры 8086. Сегодня можно констатировать, что современные Pentium обладают самой сложной, не поддающейся логическому объяснению системой команд. Правда, в процессоре Pentium 4 наметились новые подходы решения накопившихся проблем.

32-разрядные процессоры

Сегодня программисты обычно уже не вспоминают о 16-разрядных процессорах и разрабатывают новые программы с учетом того, что они будут использоваться на компьютере с процессором не ниже 80386 (конечно, с тактовой частотой 33 или 40 МГц). К тому же, только в последних моделях процессоров Intel и AMD внутренняя архитектура перестает быть улучшенным вариантом 286/386. Можно сказать, что сейчас происходит не просто увеличение разрядности процессоров и смена их поколений, а идет мучительный поиск наиболее оптимальных принципов работы будущих компьютеров.

Если вспомнить, то именно неудачная архитектура 80286 и защищенного режима, который, как надеялись разработчики, позволит реализовать для персо-

нальных компьютеров многозадачную работу, заставила инженеров корпорации Intel очень серьезно подойти к разработке архитектуры 32-разрядного процессора. Перед ними стояла непростая задача — сохранить возможность использования уже наработанного программного обеспечения и предусмотреть удобное применение процессора в многозадачных системах.

Использование в новом процессоре полной 32-разрядной архитектуры, конечно, было не совсем оправданным, но закладывало необычайно большой резерв возможностей, на которые можно будет опереться в будущем. Это подтвердил тот факт, что только Windows 95 стала первой массовой операционной системой, использовавшей все возможности Intel 386, а до этого основной режим, для которого создавалось подавляющее число программ, был 16-разрядным.

Когда, 17 октября 1985 г., было объявлено о начале выпуска 32-разрядного процессора Intel 80386, особого интереса это событие в то время не вызвало. Программистам вполне хватало возможностей 80286 процессора, а 32-разрядная арифметика считалась непозволительной роскошью. Тогда никто из рядовых пользователей не думал, что архитектура и принципы Intel 386 станут образцом на долгие годы, утвердив доминирование корпорации Intel в компьютерном мире. Только на переломе веков, спустя 15 лет, стали производиться 64-разрядные процессоры, предназначенные для применения в персональных компьютерах.

Процессор Intel 386

Процессор 80386 выпускался достаточно долгое время в самых различных модификациях. Первая версия процессора имела тактовую частоту 16 МГц, выполняя от 5 до 6 млн. операций в секунду. В 1987 г. тактовая частота увеличилась до 20 МГц (от 6 до 7 млн. операций в секунду). Планка в 25 МГц была взята в 1988 г. (8,5 млн. операций в секунду). Дальнейшее улучшение технологии позволило в 1989 г. достичь частоты в 33 МГц (11,4 млн. операций в секунду).

Количество транзисторов в процессоре 80386 (рис. 2.7) достигло рекордной для того времени величины — 275 000 (вначале использовалась технология 1,5 мкм, а в дальнейшем — 1 мкм).

Рис. 2.7. Процессор 386

С помощью нового процессора стало возможным адресовать 4 Гбайт памяти, а размеры виртуальной памяти достигли 64 Тбайт (терабайт). В 1985 г. такие возможности были просто ошеломляющи, но посмотрите на свой персональный компьютер — сегодня винчестер в 4 Гбайт явно маловат для мультимедийных применений!

Процессор 80386 выпускался не только корпорацией Intel, но и многими другими фирмами в самых разных модификациях. Например, наиболее популярным вариантом корпуса стал пластмассовый с планарными выводами, которые припаивались к материнской плате, что не допускало смены процессора. А компьютеры с таким типом процессора, которые до сих пор с успехом используются, имеют тактовые частоты 33 и 40 МГц. Заметим, что для промышленных компьютеров даже сейчас выпускаются не только процессоры 386, но и 16-разрядные 8088 и 80286.

Несмотря на тщательность проработки конструкции, к великому сожалению, в первых версиях процессора Intel 386 содержалась ошибка, касающаяся выполнения 32-разрядных арифметических операций. Поэтому на корпуса процессоров, которые неправильно функционируют в 32-разрядном режиме, нанесена маркировка "16 bit operations only". То есть такие процессоры могут правильно выполнять только программы, работающие в 16-разрядном режиме, а, например, установить Windows 95 на компьютер с таким процессором не удастся.

Так как многие возможности Intel 386 довольно долгое время были не востребованы широким кругом пользователей, то для уменьшения цены на компьютеры в 1988 г. был выпущен процессор, который маркировался суффиксом SX. Процессор Intel 386SX, как и 8088, обладал сокращенной в два раза шиной данных, а для адресации ячеек памяти использовалось всего 24 разряда вместо 32-х. После выхода Intel 386SX полноразрядные варианты стали носить название Intel 386DX.

Для портативных компьютеров в 1990 г. был выпущен процессор Intel 386SL. Он полностью повторял основные технические характеристики Intel 386SX. Для целей энергосбережения использовались технические решения, которые позволяли отключать неиспользуемые внутренние блоки. Кроме того, в архитектуру процессора включили кэш-память и средства управления памятью. Количество транзисторов в процессоре увеличилось до 855 000 (технология 1 мкм).

Сопроцессоры

Прежде чем мы перейдем к обсуждению процессоров Intel 486, которые относятся ко второму поколению 32-разрядных процессоров, надо вспомнить еще об одной линии компьютерных микросхем — математических сопроцессорах, предназначенных для использования в компьютерах.

Когда-то тема использования сопроцессора была так же актуальна, как сегодня диспут о различных ускорителях для видеокарт. Теперь же, когда в процессорах Pentium сопроцессор встроен непосредственно в ядро, являясь одним из его многочисленных логических блоков, о нем вспоминают только программисты. Но поскольку принципы работы встроенного сопроцессора остались неизменными, и с учетом того, что в процессорах Pentium MMX регистры сопроцессора используются по другому назначению, то кратко рассмотрим историю развития и этого семейства микросхем.

У компьютеров минимальная единица данных — это бит, который может быть равен 0 или 1. Наиболее популярное машинное слово — байт, в котором 8 битов. Если в байте все биты равны нулю, то считается, что в байте записано число 0.

Добавляя по 1 к содержимому байта, мы получим ряд:

- 0000 0001 — десятичное число 1;
- 1111 1111 — десятичное число 255 (в ряде случаев компьютер считает, что это минус единица).

Получается ряд целых чисел: 0, 1, 2, 3, ..., 100, ..., 255.

Микросхемы процессоров, рассматриваемые в этой книге, могут отлично проводить арифметические действия с любыми целыми числами: сложение, вычитание, умножение и деление. Но если попросить разделить, например пять на два, то процессор честно ответит — два. Оказывается, число 1,5 неизвестно процессору, т. к. оно является дробным числом.

Сделаем здесь небольшое отступление и рассмотрим используемые в информационных технологиях системы счисления. В компьютерной литературе широко используется двоичная и шестнадцатеричная системы счисления. Для непрограммиста такой подход несколько неожидан, т. к. в реальной жизни используется десятичная система счисления, например нумерация страниц этой книги. Правда, современный человек вполне усвоил, что компьютеры оперируют двоичной системой счисления: да — нет или 0 — 1, а вот шестнадцатеричная система счисления вызывает множество вопросов. Но тут следует сказать, что для описания работы современных процессоров такая система счисления дает возможность легко понимать содержимое регистров и разбираться с адресной информацией.

Для удобства запоминания связи между разными системами счисления рассмотрите табл. 2.1 и попробуйте перевести, не смотря уже в таблицу, несколько десятичных чисел, например 11 и 68, в разные системы счисления.

Обозначают, в какой системе счисления записано число, несколькими способами. Для шестнадцатеричных чисел наиболее очевиден вариант, когда к числу добавляется приставка Hex или H. Но программисты обычно используют другой способ, который применяется в листингах программ и конфи-

гурационных файлах. В этом случае шестнадцатеричное число начинается символами "0x", например 0x1, 0x367, 0xFF71.

К двоичные числам добавляется символ "b", например 100111b.

Для обозначения десятичных чисел в большинстве случаев не применяют дополнительных символов, хотя иногда может добавляться символ "D". В основном, такой способ выделения десятичных чисел применяется в литературе по языку Ассемблера.

Таблица 2.1. *Системы счисления*

Десятичная	Двоичная	Шестнадцатеричная
0	0000	0
1	0001	1
2	0010	2
3	0011	3
4	0100	4
5	0101	5
6	0110	6
7	0111	7
8	1000	8
9	1001	9
10	1010	A
11	1011	B
12	1100	C
13	1101	D
14	1110	E
15	1111	F

Итак, возвращаясь к процессорам, заметим, что для вычисления дробных чисел используются специальные подпрограммы, которым требуется не один машинный такт, за который процессор может сложить два целых числа, а значительно больше. То есть при использовании в прикладной программе дробных чисел скорость работы компьютера резко снижается. Еще хуже дело обстоит, когда нужно рассчитать траекторию точек на окружности, используя тригонометрические функции — компьютер может задуматься очень надолго.

Для ускорения работы компьютера уже в эру процессора 8086 выпускались математические сопроцессоры, которые умели быстро выполнять операции с дробными числами, плавающей точкой, вычислять тригонометрические, экспоненциальные и логарифмические функции. На старых системных платах рядом с процессором (его также называют *центральным процессором*), всегда находился сокет для *математического сопроцессора.*

Аппаратный интерфейс позволял подключать сопроцессор непосредственно к выводам центрального процессора. Если в процессе работы программе надо было использовать сопроцессор, то центральный процессор передавал данные сопроцессору. Шина данных, когда это было нужно, переходила в распоряжение сопроцессора.

Математические сопроцессоры выпускались для процессоров 8086/8088, 80256, 80386 и имели маркировку 8087, 80287 и 80387. С первыми процессорами 486, в которых не было блока сопроцессора, можно было использовать сопроцессор 80387.

Пользователь для ускорения работы своего персонального компьютера мог купить сопроцессор и самостоятельно установить его в соответствующий сокет. Так как сопроцессоры были дорогими, то вместо микросхемы 80287 можно было установить 8087, а вместо 80387 — 80287.

Процессор Intel 486

10 апреля 1989 г. было объявлено о выпуске процессора Intel 486DX. Архитектура процессора не была повторением или улучшением Intel 386, а представляла совершенно оригинальное решение. Фактически, это была настоящая вычислительная машина, выполненная на одном кристалле кремния, у которой имелась оперативная память, периферийные устройства и даже набор микропрограмм для обработки внешних команд. По сути это означало возможность совершенствования внутреннего устройства микросхемы процессора, не меняя внешнего интерфейса. То есть появлялась возможность многократно увеличивать производительность компьютера, меняя только процессор (для компьютеров с процессором Intel 386, например, нужно было повышать тактовую частоту, но это требовало серьезной доработки системной платы, поэтому чаще всего процессор с частотой 33 и 40 МГц припаивался, а не устанавливался в сокет).

Если рассмотреть внутреннее устройство нового процессора, то оказывалось, что он только внешне напоминал Intel 386, хоть и работал с системой команд *x*86. "Внутри" использовался RISC-процессор, который имел сокращенный набор команд *x*86, а остальные команды, которые он не мог выполнять непосредственно, преобразовывались вспомогательными блоками в цепочку инструкций. Такое оригинальное решение было вызвано тем, что программисты использовали, в большинстве случаев, ограниченный набор команд процессоров *x*86 (CISC-процессоров), а остальные появлялись в

программах крайне редко. Поэтому использование ядром сокращенного набора команд позволяло упростить конструкцию микросхемы и увеличить скорость работы процессора.

Примечание

CISC (Complex Instruction Command Set) — процессор с полным набором команд, в частности, это процессоры семейства *x*86. Набор команд CISC (концепция CISC) был разработан для удобства программистов, которые в те давние времена вынуждены были писать программы для маломощных компьютеров на языке Ассемблера (очень кропотливая и нудная работа!). Для ускорения процесса разработки программ в систему команд CISC были введены удобные команды, которые как бы представляли собой маленькие подпрограммы. В итоге, команды CISC-процессора имеют разную длину и время выполнения. К тому же CISC-процессор не отличается высокой производительностью, т. к. для выполнения некоторых команд требуется несколько машинных тактов.

RISC (Reduced Instruction Set Computer) — процессор с сокращенным набором команд. В процессорах с набором команд (концепцией) RISC все команды имеют одинаковую длину и формат, а также простую адресацию памяти. Каждая команда выполняет только простые действия за один такт. Программный код для таких процессоров легко поддается оптимизации, поэтому удается получить большую производительность для одной и той же технологии.

Разделение внутренней архитектуры на ядро и периферийные блоки в дальнейшем позволило организовать работу ядра на повышенной частоте. То есть интерфейс процессора работал на тактовой частоте, которую поддерживала системная плата, а ядро функционировало на более высокой, например, удвоенной или утроенной тактовой частоте.

Так как использование математического сопроцессора в компьютерах оказалось отличным способом повышения производительности, то в процессоре Intel 486 его разместили непосредственно на кристалле, сохранив программную совместимость с сопроцессором 80387.

Дополнительным способом повышения производительности оказалось решение разместить на кристалле также и кэш первого уровня. Теперь кэш второго уровня, который оставался на системной плате, использовался только тогда, когда не хватало объема внутреннего кэша.

Кроме изменения внутренней архитектуры, в процессоре Intel 486 появилась возможность работать с внешней памятью в пакетном режиме. Данный режим характеризуется тем, что процессор может прочитать или записать данные в ОЗУ целым блоком, не указывая каждый раз конкретную ячейку памяти. Так, указав адрес начала требуемого блока памяти чипсету (микросхемам системной платы, которые отвечают за работу с памятью и интерфейсами), процессор последовательно обращается к ячейкам памяти, тем самым сокращая время для пересылки данных.

Такие нововведения в архитектуру процессора в дальнейшем позволили совершенствовать как сам процессор, так и конструкцию системной платы, а также создавать новые типы микросхем оперативной памяти. Заметим, что пакетный режим стал наиболее популярным в настоящее время для процессоров класса Pentium.

Процессоры DX, DX2, DX4...

Второе поколение 32-разрядных процессоров выпускалось длительное время. Было разработано множество различных их модификаций, причем в совершенствовании архитектуры 486 процессора приняли активное участие конкуренты корпорации Intel, которые разработали уникальные, зачастую даже более эффективные модели процессоров, конструктивно и программно совместимых с продукцией корпорации Intel. Можно сказать, что на конструкции процессора 486 мировая компьютерная промышленность отрабатывала те технологии, которые сегодня стали стандартом для современных компьютеров с процессорами Pentium и Athlon.

Первые процессоры Intel 486DX имели тактовую частоту 25 МГц, выполняя 20 млн. операций в секунду (специальные тестовые программы показывали следующие значения производительности: 16,8 SPECint92, 7,40 SPECfp92). В 1990 г. начат выпуск процессоров с тактовой частотой 33 МГц (27 млн. операций в секунду, 22,4 SPECint92), в 1991 г. — 50 МГц (41 млн. операций в секунду, 33,4 SPECint92, 14,5 SPECfp92).

Примечание

Специалистам, да и простым пользователям, всегда интересно знать, какой процессор более быстрый, более производительный и т. д. Для первых поколений процессоров, у которых была достаточно похожая архитектура, можно было использовать показатель MIPS (Mega Instruction Per Second), который говорит о том, сколько миллионов элементарных операций в секунду может выполнить процессор. Но вот при появлении процессоров с сильно различающейся архитектурой такой показатель перестал устраивать, т. к. один процессор быстрее выполнял математические операции, а другой лучше работал с графикой. Для сравнения различных процессоров стали использовать специальные комбинированные тесты, в которых использовались различные наборы операций, вначале — это операции с целыми и вещественными числами, а потом обработка изображений (чаще всего, моделирование 2D- и 3D-объектов).

Наиболее популярной единицей измерения производительности для первых 32-разрядных процессоров стал индекс iCOMP Index, который предложила корпорация Intel. Этот индекс вычислялся на основе ряда тестов, в том числе тестов SPEC, которые представляли собой смесь из операций с числами. В дальнейшем, когда производительность процессоров стала слишком велика для этих тестов, были придуманы другие тесты, например популярны некоторые версии теста Intel Media Benchmark, в котором моделируются различные 3D-объекты. Но, как следует заметить, прямой зависимости между теми или иными показателями нет, тем более, что каждый тест рассчитан на определенный круг типов процессоров.

Количество транзисторов в микросхеме процессора впервые перевалило миллионную отметку — 1 200 000 по технологии 1 мкм, а в процессорах с тактовой частотой 50 МГц применялась уже 0,8 мкм технология. Размер адресуемой памяти составлял 4 Гбайт, а виртуальной памяти 64 Тбайт, что повторяло возможности Intel 386.

Следуя принципам, отработанным при выпуске процессоров Intel 386, в 1991 г. появился упрощенный вариант Intel 486SX. Основное отличие этого процессора от базового состояло в том, что в нем отсутствовал математический сопроцессор.

Процессор Intel 486SX выпускался с тактовыми частотами: 16 МГц (13 млн. операций в секунду), 20 МГц (16,5 млн. операций в секунду), 25 МГц (20 млн. операций в секунду, 12 SPECint92) и 33 МГц (27 млн. операций в секунду, 15,86 SPECint92). Количество транзисторов на кристалле составляло 1 185 000 (технология 1 мкм) и 900 000 (технология 0,8 мкм).

Для модернизации компьютеров, в которых использовался процессор Intel 486SX, корпорация предложила интересный в то время вариант — замену старого процессора на специальный процессор. Такая операция позволяла за небольшие деньги резко повысить потребительские свойства компьютера, заменив один только процессор. Выпускались такие процессоры под названием Intel OverDrive. Правда, стоит отметить, что в России процессоры Intel OverDrive оказались большой редкостью, да и эффективнее оказалось одновременно заменить и процессор, и системную плату на более новые.

Для ноутбуков, которые к этому времени стали очень популярны, в ноябре 1992 г. был выпущен процессор Intel 486SL. Первый процессор работал на тактовой частоте 20 МГц (15,4 млн. операций в секунду), в дальнейшем частота возросла до 25 МГц (19 млн. операций в секунду) и 33 МГц (25 млн. операций в секунду). Количество транзисторов составило 1,4 млн. (технология 0,8 мкм).

Самая важная техническая характеристика для ноутбука — это энергопотребление, поэтому пусть вас не удивляет, что процессор Intel 486SL не обладал рекордной производительностью. Для снижения потребления тока даже был уменьшен объем адресуемой памяти до величины 64 Мбайт. Зато такой компьютер в дипломате мог долгое время работать от внутренних аккумуляторов, что сделало ноутбуки популярными среди бизнесменов.

Дальнейшее развитие семейства процессоров 486 пошло по пути использования для синхронизации ядра умноженной тактовой частоты системной платы. Первый такой вариант — процессор Intel DX2 — был представлен 3 марта 1992 г. (рис. 2.8). Цифра "2" после символов "DX" означала, что ядро работает на удвоенной частоте. Для первой модели Intel 486 DX50, который работал на тактовой частоте 50 МГц (41 млн. операций в секунду, 29,9 SPECint92, 14,2 SPECfp92), на системной плате нужно было установить

специальными перемычками-джамперами частоту 25 МГц, а коэффициент умножения 2. Следующая модель с тактовой частотой 66 МГц появилась в августе 1992 г. (54 млн. операций в секунду, 39,6 SPECint92, 18,8 SPECfp92).

Рис. 2.8. Процессор 486DX2

Как вы понимаете, раз у пользователя есть возможность самому устанавливать для процессора величину тактовой частоты, то появляется искушение "разогнать" процессор, чтобы он работал на более высокой частоте. Заметим, что так большинство компьютерщиков и поступало (до сих пор это любимое занятие не только любителей, но и профессиональных программистов). Правда, не все экземпляры процессоров могли быть разогнаны на существенную величину, но, например, заставить 50-мегагерцовый процессор работать на частоте 66 МГц почти всегда возможно.

Количество транзисторов в процессорах Intel 486DX2 составило 1,2 млн. (технология 0,8 мкм).

Следующий рывок в повышении тактовой частоты ядра был реализован в процессоре Intel 486DX4, который появился в 1994 г., правда, цифра "4" не обозначала учетверение частоты. Коэффициент умножения тактовой частоты оказался равен 3. Выпускались две модели этого процессора: с тактовой частотой 75 МГц (53 млн. операций в секунду, 41,3 SPECint92, 20,1 SPECfp92) и 100 МГц (70,7 млн. операций в секунду, 54,59 SPECint92, 26,91 SPECfp92).

Количество транзисторов составило 1,6 млн. (технология 0,6 мкм).

Производительность компьютеров с процессором Intel 486DX4 оказалась настолько велика, что, если бы не настойчивость корпорации Intel по внедрению процессоров Pentium, он до сих пор мог быть образцом для подражания. Так, Intel 486DX4 позволяет комфортно использовать любые офисные приложения для операционной системы Windows 95/98. Но поскольку ряд фирм стали очень серьезно конкурировать с корпорацией Intel, производство этих процессоров было передано третьим фирмам. Сама корпорация Intel предложила пользователям процессоры нового поколения — Pentium.

Процессоры, совместимые с Intel 486

Хотите верьте, хотите нет, но очень многие пользователи в те времена предпочитали пользоваться не дорогими процессорами Intel 486DX4, а более дешевыми производства фирм AMD и Cyrix. Причем делали такой выбор не только из-за низкой цены — хотя это и немаловажно — а за более высокую их производительность для ряда приложений.

Создав процессор Intel 486, конструкторы корпорации Intel неожиданно для себя открыли поле деятельности для своих конкурентов. Ведь как раньше можно было совершенствовать выпускающийся промышленностью процессор? Приходилось покупать лицензию и дорабатывать второстепенные узлы или разрабатывать свой, новый с другой архитектурой.

Первый путь не дает возможности каких-либо прорывов, т. к. улучшать получалось только какой-нибудь параметр, а второй — нехорош тем, что теряется совместимость, что ведет к необходимости организации производства нового типа компьютеров.

Если вспомнить примеры, то путь совершенствования второстепенных узлов был избран фирмами Юго-Восточной Азии при производстве аналогов процессоров Intel 386. Кстати, многие системные платы комплектовались такими дешевыми процессорами, но у них не было особого технического преимущества перед образцом — процессором, разработанным корпорацией Intel. По этому пути пошли и в СССР, выпустив в свое время аналоги 8086 и 80286.

Второй путь чреват тем, что компьютеры с процессором, который несовместим с семейством *x*86, будут производиться очень ограниченным кругом фирм. Соответственно, цена на них будет значительно выше, а объем производства ниже. Наглядный пример — компьютеры фирмы Apple, которые превосходят IBM PC совместимые компьютеры в области работы с графикой, но дороже почти в два-три раза. В России из-за этого они — большая редкость, если не считать старых учебных компьютеров "Агат", собранных на 16-разрядном процессоре корпорации Motorola.

Уникальная же архитектура процессора 486 позволяла без потери совместимости создавать совершенно новые процессоры, которые могли обрабатывать данные по другим алгоритмам. Особенно преуспели в этом фирмы AMD и Cyrix. Оригинальные модели процессоров этих фирм выпускались несколько позднее появления следующего варианта Intel 486, но зато обладали какой-либо интересной особенностью.

Конечно, первые процессоры AMD и Cyrix не слишком отличались от аналогов, производимых корпорацией Intel, но старшие модели, появившиеся тогда, когда корпорация Intel уже начала производить процессоры Pentium, имели явно более предпочтительные параметры, правда, конкурировать со следующим поколением процессоров семейства *x*86 они, тем не менее, не могли.

Процессоры фирм AMD и Cyrix можно было устанавливать почти на все системные платы, предназначенные для Intel 486. Производители системных плат разрабатывали свою продукцию, учитывая возможность установки пользователями процессоров Intel, AMD и Cyrix. Для этого на системной плате устанавливалось множество джамперов, с помощью которых системная плата настраивалась на работу с тем или иным процессором.

Процессоры AMD отличались от Intel 486 пониженным питанием. Величина напряжения указывалась при маркировке. Последние модели имели возможность снижения энергопотребления (такая технология была внедрена корпорацией Intel лишь во втором поколении Pentium).

Максимальная частота, достигнутая в процессоре AMD-K5, составила 133 МГц при коэффициенте умножения, равном 4. Правда, не все системные платы могли поддерживать такие частотные параметры, поэтому приходилось использовать процессор на частоте 100 или 120 МГц.

В последней модели Am5x86-P75 использовались решения, которые были реализованы в процессорах Pentium.

Для процессоров Cyrix справедливо все, что было сказано о процессорах AMD. Но при использовании этих процессоров надо учитывать то, что их внутренний математический сопроцессор был более эффективен, чем у процессоров других фирм.

Последняя модель Cyrix 5x86 по архитектуре достаточно близка к процессорам Pentium.

Из остальных фирм, которые производили процессоры семейства 486, можно упомянуть корпорацию IBM и Texas Instruments. Компьютеры с такими процессорами производства этих фирм изредка можно встретить в России. Но, следует заметить, что особых отличий от Intel 486 у них нет, разве что процессоры Texas Instruments ближе к аналогам фирмы AMD.

Процессоры Pentium

Кому-то кажется, что процессоры Pentium появились совсем недавно. Кто-то считает, что до Pentium вообще не было компьютеров, заслуживающих внимания. Иногда при разговоре о процессорах 386 ("тройках" в просторечии) собеседник никак не может сообразить, что речь идет не о Pentium III. Если же вспомнить историю, то о первом процессоре Pentium было объявлено в далеком марте 1993 г., т. е. тогда, когда семейство процессоров 486 было в зените славы, а Intel DX4 еще только проектировался.

Первые процессоры Pentium имели тактовые частоты 60 МГц (100 млн. операций в секунду, 70,4 SPECint92, 55,1 SPECfp92) и 66 МГц (112 млн. операций в секунду, 77,9 SPECint92, 63,6 SPECfp92). Умножение частоты для ядра не использовалось. В то время такие частотные характеристики не особо поражали воображение, да и работа программ, которые, в основном, разра-

батывались как 16-разрядные приложения, не вызывала особого восторга. К тому же, в первых партиях процессоров Pentium через некоторое время была обнаружена ошибка при делении чисел, которая проявлялась только при определенных соотношениях операндов.

Количество транзисторов на кристалле нового процессора в очередной раз достигло рекордной отметки в 3,1 млн. (технология 0,8 мкм). На рис. 2.9 показан внешний вид процессора Pentium. Число контактов у корпуса процессора со штырьковыми выводами стало равным 273. Возможности работы с памятью были аналогичны предшествующему поколению — адресуемая память равна 4 Гбайт, виртуальная память до 64 Тбайт. Но зато можно было использовать при страничной адресации до 4 Мбайт, вместо 4 Кбайт, как в 486 процессорах.

Рис. 2.9. Процессор Pentium

Чтобы понять, почему еще несколько лет параллельно развивались два поколения процессоров, надо вспомнить, что наиболее популярная операционная система Windows 3.1 была лишь надстройкой — оболочкой над MS-DOS. А эта операционная система, к сожалению, не использовала 32-разрядные возможности процессоров, поэтому программисты разрабатывали почти все программы как 16-разрядные. 32-разрядная операционная система Windows 95, если вспомнить, появилась только через два года.

Но все же реализованные именно в процессорах Pentium принципы обработки информации позволили к настоящему времени превратить обычный персональный компьютер в нечто большее, чем в простую машину для обработки цифр и текстов.

Наиболее интересное новшество, примененное в процессорах,— это использование *механизма предсказаний* (правда, не так, как это делают гадалки). Как должны выполняться компьютерные программы — шаг за шагом, инструкция за инструкцией. Точно так, как считают в первом классе два плюс два — к результату прибавим еще одно число.

Но ряд команд получают данные от внешней памяти и разнообразных внешних устройств, которые не отличаются быстродействием, а некоторые команды требуют больше циклов для своего выполнения. Процессор

Pentium, в тех случаях, когда данные для выполнения текущей операции еще не готовы, продолжает вычисления, обрабатывая дальнейшие инструкции. К тому времени, когда будет выполнена инструкция, данные для которой поступили с опозданием, процессор уже обсчитает множество последующих команд.

Обычно, по результатам выполнения таких "медленных" инструкций в программе делается выбор между несколькими возможностями: как бы решить — идти налево или направо. Вот тут и полезен механизм предсказания. Блок предсказаний предугадывает наиболее вероятное направление дальнейших вычислений. В том случае, если выбор был правильным, все выполненные к этому моменту команды будут считаться "правильными", и процессор продолжит дальнейшие вычисления. Если же предсказание было неверным — а это бывает примерно в 20% случаев, — то процессору ничего не остается делать, как заново начать обрабатывать инструкции, идущие за такой командой.

В дальнейшем механизм предсказаний был дополнен возможностью выполнения команд не в том порядке, как они следуют в программе.

Такие особенности архитектуры процессоров Pentium (а также самых последних моделей 486) эффективно повышают производительность процессора, не требуя повышения тактовой частоты, т. е. рассматриваемый нами процессор с тактовой частотой 100 МГц будет работать так, как обычный процессор, работающий на частоте 130 или 170 МГц. (Обратите внимание, что механизм предсказаний в каждой последующей модели процессора Pentium совершенствуется, но тонкости технологий интересны, в основном, системным программистам).

Кроме того, для повышения производительности в процессорах Pentium была применена *суперскалярная архитектура*. Это громкое название говорит о том, что в процессоре имеются два параллельно работающих конвейера.

Начиная с 8086, процессор загружал "за раз" не одну инструкцию для выполнения, а несколько, помещая их в очередь — конвейер. Теперь один конвейер — "основной", или U-конвейер — остался аналогичен такому же, как у 486 процессора, а второй, V-конвейер — работает с сокращенным числом команд. То есть процессор Pentium может выполнять в один и тот же момент сразу две разные инструкции.

Следующая, наиболее отличительная особенность процессоров Pentium состоит в том, что шина данных у них 64-разрядная, хотя работают они с 32-разрядной арифметикой. Часто из-за этого их ошибочно относят к 64-разрядным процессорам, но на самом деле они принадлежат к семейству 32-разрядных процессоров. Только в процессоре Itanium разработчики корпорации Intel действительно полностью реализовали 64-разрядную архитектуру.

Удвоение разрядности шины данных позволяет ускорить работу с внешней оперативной памятью. Используя возможности 64-разрядной шины, можно за

один такт считать или записать в память сразу несколько инструкций или 8-байтных данных. Правда, не всегда производительность компьютера возрастает в два раза, т. к. частенько важен лишь один байт данных или одна 16-разрядная инструкция. В этих случаях "лишние" данные отбрасываются.

Кэш

В процессорах семейства Pentium, опять-таки для повышения производительности компьютера, серьезной доработке подвергся механизм кэширования оперативной памяти.

Тактовая частота ядра современных процессоров в настоящее время возросла в 1000 раз и превысила 2000 МГц, а вот частотные характеристики оперативной памяти сильно отстают. Например, модули дешевой динамической памяти работают на частоте всего 133 МГц.

Разрыв обозначился уже при появлении первых 16-разрядных процессоров. Микросхемы памяти, которые могли работать на той же скорости, что и процессор, оказались слишком дорогими для применения в персональных компьютерах. А дешевые микросхемы динамической памяти, которые позволяли хранить много данных, увы, не отличались быстродействием. Поэтому разработчики компьютеров использовали принцип организации памяти, который применяли в больших ЭВМ.

Так как процессор в каждый момент времени работает с ограниченным адресным пространством, то необходимые для текущей работы данные можно хранить в дорогостоящих, но быстрых микросхемах. Основная же память выполняется на медленных, но зато дешевых микросхемах, позволяющих хранить много данных. Поэтому процессор, используя такое разделение памяти, большую часть времени использует быструю память и обращается к основной только при необходимости. Такой вид быстродействующей памяти был назван кэшем (от англ. *cache* — склад, тайник).

Технология изготовления процессоров совершенствовалась. Возможности кэша, выполненного на отдельных микросхемах и расположенного на системной плате, были быстро исчерпаны. Для дальнейшего повышения производительности компьютера кэш решили разделить на две части — традиционный кэш на системной плате оставили неизменным, а на кристалле процессора организовали еще один кэш, который должен работать на тактовой частоте процессора. Такой принцип организации памяти был реализован в некоторых 386 процессорах, а, начиная с процессоров Intel 486, стал обязателен. Кэш, расположенный на кристалле процессора, получил название — первичный кэш (L1 Cache) или внутренний кэш.

В дальнейшем, для эффективного использования 64-разрядной шины в семействе процессоров Pentium добавили еще два уровня — вторичный кэш L2 Cache и L3 Cache.

Кэширование памяти является "прозрачным" для программ и программистов, т. е. процессор и чипсет системной платы в большинстве случаев сами определяют необходимые данные, которые будут храниться в кэше. Кроме того, они следят за тем, чтобы данные в кэше и основной памяти соответствовали друг другу, т. к. к оперативной памяти может обращаться не только процессор, но и внешние устройства.

Механизм кэширования в каждом из последующих типов процессоров Pentium подвергался серьезной доработке. Фактически, в современных процессорах на кристалле вместе с блоками обработки данных расположена внутренняя оперативная память — кэш, которая по своим размерам превосходит объем всей памяти (ОЗУ, винчестер), которой когда-то оперировал компьютер с процессором 386. Следует заметить, что размер первичного кэша чаще всего бывает равен 8, 16 или 32 Кбайт, а вторичного — 256 или 512 Кбайт. Хотя, например, в некоторых процессорах вторичный кэш может достигать и 1 Мбайт или вообще отсутствовать. У новейших процессоров внешний кэш не применяется.

Чтобы понять сложность организации механизма кэширования данных, надо учесть, что каждый уровень кэша работает на своей тактовой частоте. Например, первичный кэш должен действовать на частоте ядра процессора. Вторичный кэш (внутренний) часто синхронизируется на половинной частоте ядра процессора. Внешний кэш, самый медленный, использует частоту системной платы, которая в большинстве случаев не превышает 133 МГц.

Второе поколение процессоров Pentium

О втором поколении процессоров Pentium было объявлено в марте 1994 г. Тактовая частота для них составляла 90 МГц (149,8 млн. операций в секунду, 2,74 SPECint95, 2,39 SPECfp95) и 100 МГц (166,3 млн. операций в секунду, 3,30 SPECint95, 2,59 SPECfp95). Количество транзисторов выросло до 3,2 млн. (технология 0,6 мкм).

Для снижения тепловыделения, которое у первого поколения Pentium достигало 16 Вт, напряжение питания было уменьшено до 3,3 В, что и позволило повысить тактовую частоту. В последующих моделях процессоров Pentium второго поколения дополнительно снизили напряжение питания ядра процессора до величины в 2,9 В.

Вообще, принцип уменьшения напряжения питания оказался очень привлекательным с точки зрения повышения частоты процессора и надежности его работы, например, в Pentium 4 была достигнута величина в 1 В.

Так как удалось успешно избавиться от чрезмерного нагрева кристалла, то появилась возможность наращивать тактовую частоту ядра процессора. Для процессоров Pentium используют четыре коэффициента умножения — 1,5, 2, 2,5 и 3. Комбинируя тактовую частоту системной платы и коэффициент умножения, удалось получить ряд частот для ядра процессора вплоть до

200 МГц. Именно в соответствии с этим рядом выпускались следующие процессоры:

- в октябре 1994 г. было объявлено о выпуске процессор Pentium с тактовой частотой 75 МГц (126,5 млн. операций в секунду, 2,31 SPECint95, 2,02 SPECfp95);
- в марте 1995 г. начато производство процессора Pentium с тактовой частотой 120 МГц (203 млн. операций в секунду, 3,72 SPECint95, 2,81 SPECfp95);
- наконец, в июне 1995 г. появился процессор Pentium с тактовой частотой 133 МГц (218,9 млн. операций в секунду, 4,01 SPECint95, 3,50 SPECfp95), который оказался популярным в России, т. к. позволял эффективно работать с операционной системой Windows 95. При производстве процессора использовалась 0,35 мкм технология, а количество транзисторов на кристалле составило 3,3 млн.;
- совершенствуя процесс изготовления микросхем, корпорация Intel в январе 1996 г. представила процессор Pentium с тактовой частотой 150 и 166 МГц (4,58 SPECint95, 3,92 SPECfp95);
- последний процессор Pentium этого поколения работал с тактовой частотой 200 МГц (5,17 SPECint95, 4,32 SPECfp95). Для этого процессора дополнительно начал указываться новый индекс производительности iCOMP Index 2.0, который оказался равным 142.

Процессоры Pentium второго поколения могут работать с тактовыми частотами ядра 75, 90, 100, 120, 133, 150, 166, 180 и 200 МГц. На системной плате предусмотрена возможность задания тактовой частоты 50, 60 и 66,66 МГц. Если проанализировать эти два ряда и учесть коэффициенты умножения, то можно заметить, что одну и ту же частоту можно получить разными способами, например, 150 МГц реализуются комбинациями 50 МГц × 3 и 60 МГц × × 2,5. С точки зрения математики оба варианта дают абсолютно одинаковый результат, но для компьютера в каждом варианте есть свои преимущества и недостатки. Второй вариант, например, за счет более высокой тактовой частоты системной шины позволяет увеличить производительность компьютера, но, в то же время, для ряда системных плат и периферийных устройств возможна неустойчивая работа.

Продолжая оказывать помощь пользователям в модернизации технически устаревших компьютеров, корпорация Intel выпускала ряд процессоров Pentium OverDrive. Например, для замены процессоров Pentium первого поколения предлагались процессоры Pentium OverDrive 120 и 133 МГц, а для модернизации компьютеров с процессорами второго поколения с тактовыми частотами 75, 90 и 100 МГц — Pentium OverDrive 125, 150 и 166 МГц. Конечно, следует заметить, что, как и в случае с Intel OverDrive 486, такие процессоры оказались дорогими и, соответственно, в России не получили

популярности, тем более, что всегда выгоднее было купить сразу новые процессор и системную плату.

Процессор Pentium MMX

Процессоры Pentium MMX появились несколько позднее, чем следующий тип процессора — Pentium Pro, но для облегчения понимания развития компьютерных технологий следует сначала остановиться на *технологии MMX*. Тем более что компьютеры с процессорами Pentium MMX до сих пор с успехом используются на предприятиях и дома.

Главная изюминка технологии MMX — это ускорение 2D- и 3D-графики, т. е. ускорение работы графических приложений — игр и видео — в среде операционной системы Windows 95.

Фактически, появление процессоров Pentium MMX ознаменовало тот факт, что "железо" и программы должны шагать в ногу. Как до этого обычно разрабатывали и внедряли новые типы процессоров — сначала появлялась новая микросхема с оригинальной архитектурой, а потом для нее создавались программы, в которых учитывались особенности нового процессора. Причем, разработчики "железа" исходили из своих представлений о назначении нового процессора, а программисты самостоятельно пытались использовать новые возможности для совершенствования своих продуктов. А вот процессор Pentium MMX был разработан под конкретный программный продукт — операционную систему Windows 95.

Если заглянуть в недавнее прошлое, то можно вспомнить, что все игры с отличной графикой работали в DOS, не используя возможности Windows. То есть пользователь, работая в среде Windows, запускал сессию DOS, а уже в ней начинала работать "навороченная" игра. Смысл такого многоступенчатого подхода был в том, что скорость отображения сложной графики в Windows 95 оказалась крайне низка. Максимум графических возможностей для Windows 95 — это весьма популярная игра "пасьянс".

Для ускорения работы с графикой в процессоре Pentium MMX появились дополнительные регистры и типы данных, а также инструкции (команды) для их использования.

О выпуске процессора Pentium с технологией MMX с тактовой частотой 166 и 200 МГц (6,44 SPECint95, 4,87 SPECfp95, iCOMP Index 2.0 — 182) было объявлено в январе 1997 г. Количество транзисторов на кристалле процессора достигло 4,5 млн. (технология 0,35 мкм).

О последнем процессоре, предназначенном для настольных персональных компьютеров, с тактовой частотой 233 МГц (7,12 SPECint95, 5,21 SPECfp95, iCOMP Index 2.0 — 203) было объявлено в июне 1997 г.

Для применения в мобильных ПК и ноутбуках выпускались процессоры Pentium MMX с тактовыми частотами 200 и 233 МГц (сентябрь 1997 г.) и

266 МГц (январь 1998 г.). В этих модификациях процессора использовалась 0,25 мкм технология.

Через год, в январе 1999 г., для использования в ноутбуках корпорацией Intel был предложен еще один вариант процессора Pentium MMX с тактовой частотой 300 МГц.

Несмотря на достоинства технологии MMX, в ней оказались довольно серьезные недостатки. В первую очередь, это невозможность одновременного использования сопроцессора и инструкций MMX, т. к. регистры MMX отображались на регистры сопроцессора. Если не учитывать такую особенность при написании программы, то вместо ускорения работы можно было получить резкое падение производительности компьютера. Кроме технологии MMX, в процессорах Pentium MMX применены технологии, которые были разработаны для процессора Pentium Pro, например, более эффективный механизм предсказаний.

Компьютеры с процессором Pentium MMX до сих пор эффективно используются с операционными системами Windows 95/98, показывая вполне достойную производительность в офисных приложениях.

Процессор Pentium Pro

Шестое поколение процессоров *x*86 начало свой отсчет от процессора Pentium Pro и нашло свое развитие в Pentium II и III. Процессоры этого поколения до сих пор используются во всех сферах деятельности человека. Их появление, наконец, дало реальный толчок к претворению в жизнь предсказаний фантастов, писавших о далеком будущем. Это видеотелефоны, коллекции фильмов на компакт-дисках, распознавание зрительных образов и человеческой речи. Всего просто не перечислить!

Примечание

Среди компьютерщиков принято подразделять процессоры линейки *x*86 на поколения, отсчитывая их от процессора 8086. Соответственно, второе поколение — это 286 процессоры, третье — 386, четвертое — 486. Процессор Pentium, относящийся к пятому поколению, имеет цифровое наименование — 586. Конечно, особой надобности в такой классификации нет, к тому же в последнее время достаточно сложно провести границу между различными модификациями процессоров, да и конкуренты Intel создают довольно оригинальные конструкции процессоров. Поэтому в этой книге не акцентируется разделение процессоров *x*86 на поколения, а лишь используется эта условная градация для логичности изложения материала в необходимых местах. Заметим, что корпорация Intel использует номера поколений только в рекламных целях, а в технической документации используется подход, как показано в табл. 2.2, где приведены основные характеристики выпускавшихся процессоров.

Таблица 2.2. *Основные характеристики выпускавшихся процессоров корпорации Intel*

Тип процессора	Год начала выпуска	Тактовая частота первого процессора	Количество транзисторов на кристалле	Размерность внутренних регистров*	Размерность внешней шины данных	Максимальная адресуемая физическая память	Размер внутреннего кэша
8086	1978	8 МГц	29 тыс.	16 GP	16	1 Мбайт	Нет
Intel 286	1982	12,5 МГц	134 тыс.	16 GP	16	16 Мбайт	Нет
Intel 386 DX	1985	20 МГц	275 тыс.	32 GP	32	4 Гбайт	Нет
Intel 486 DX	1989	25 МГц	1,2 млн.	32 GP 80 FPU	32	4 Гбайт	L1: 8 Кбайт
Pentium	1993	60 МГц	3,1 млн.	32 GP 80 FPU	64	4 Гбайт	L1: 16 Кбайт
Pentium Pro	1995	200 МГц	5,5 млн.	32 GP 80 FPU	64	64 Гбайт	L1: 16 Кбайт L2: 256 Кбайт или 512 Кбайт
Pentium II	1997	266 МГц	7 млн.	32 GP 80 FPU 64 MMX	64	64 Гбайт	L1: 32 Кбайт L2: 256 Кбайт или 512 Кбайт
Pentium III	1999	500 МГц	8,2 млн.	32 GP 80 FPU 64 MMX 128 XMM	64	64 Гбайт	L1: 32 Кбайт L2: 512 Кбайт

* GP — регистры общего назначения, FPU — регистры математического сопроцессора.

Процессор Pentium Pro, родоначальник современных процессоров, появился 1 ноября 1995 г. Любопытной особенностью процессора Pentium Pro является то, что он может использоваться не только для IBM PC совместимых компьютеров, но и для компьютеров фирмы Apple, которые используют процессоры корпорации Motorola.

При разработке процессоров Pentium Pro были использованы совершенно новые подходы к обработке информации. Например, с помощью *метода динамического исполнения* можно выполнять команды не в том порядке, как они указаны в коде программы. Т. е. команды, независимые от результатов предыдущих операций, будут обработаны в любой момент, в том числе и до

начала выполнения команд условных переходов и работы с внешними устройствами.

Существенной особенностью архитектуры процессоров Pentium Pro стало наличие второй шины данных разрядностью в 300 битов, независимой от основной. Такая шина потребовалась, чтобы эффективно работать с внутренним кэшем второго уровня, который мог быть от 256 Кбайт до 1 Мбайт.

Первые процессоры Pentium Pro работали на тактовой частоте 150, 166, 180 и 200 МГц (8,20 SPECint95, 6,21 SPECfp95). Объем адресуемой памяти был равен 64 Гбайт, а виртуальной памяти — 64 Тбайт.

Последний вариант процессора с тактовой частотой 200 МГц (8,66 SPECint95, 6,80 SPECfp95) и одним мегабайтом встроенной кэш-памяти второго уровня был выпущен в августе 1997 г.

Несмотря на великолепные технические характеристики, Pentium Pro не использовался для производства массовых IBM PC совместимых персональных компьютеров.

Процессор Pentium II

Процессор Pentium II имеет архитектуру процессора Pentium Pro, которая сопряжена с технологией MMX. Основное назначение процессора Pentium II — это использование в дешевых персональных компьютерах. Для того чтобы понизить стоимость производства микропроцессора, инженеры корпорации Intel предложили использовать гибридную технологию — разнести логические блоки процессора и кэш второго уровня на разные кристаллы, смонтировав их вместе на одной керамической пластине. Соответственно, такое решение потребовало изменения корпуса процессора. Для процессора Pentium II был разработан специальный картридж с печатным краевым разъемом, который устанавливался на системную плату таким же образом, как и модули памяти.

Впервые о начале выпуска процессора Pentium II было объявлено в мае 1997 г.

Первые процессоры работали на тактовой частоте 233, 266,300 МГц (11,7 SPECint95, 8,15 SPECfp95). При этом внешняя тактовая частота, поступающая с системной платы, должна быть равна 66,66 МГц. В процессоре использовалось 7,5 млн. транзисторов (технология 0,35 мкм). В кэше второго уровня находилось 512 Кбайт памяти. На рис. 2.10 показан внешний вид картриджа процессора.

В январе 1998 г. был выпущен процессор Pentium II с тактовой частотой 333 МГц (12,8 SPECint95, 9,14 SPECfp95).

О процессорах Pentium II с тактовой частотой 350 и 400 МГц было объявлено в апреле 1998 г. Наибольший интерес этот процессор вызвал не тем, что работал на более высокой частоте, а тем, что частота внешней шины могла быть равной 100 МГц. Повышение частоты шины системной платы резко увеличивало производительность компьютера.

Рис. 2.10. Процессор Pentium II

Последний процессор Pentium II, предназначенный для массовых персональных компьютеров, был выпущен в августе 1998 г. Его тактовая частота достигла 450 МГц.

Для мобильных ПК и ноутбуков в апреле 1998 г. был выпущен процессор Pentium II с тактовыми частотами 233 и 266 МГц. Для питания ядра процессора требовалось всего 1,7 В. Потребляемая процессором (в том числе и кэшем) мощность была равна 7,5 Вт для 233 МГц и 8,6 Вт для 266 МГц.

В сентябре 1998 г. появился процессор Pentium II для мобильных ПК с тактовой частотой 300 МГц. Напряжение ядра у этого процессора составило 1,6 В, а потребляемая мощность 9,0 Вт.

Для снижения энергопотребления весьма соблазнительным оказался вариант, когда кэш второго уровня уменьшается в два раза до величины в 256 Кбайт. О серии таких процессоров Pentium II было объявлено в январе 1999 г. Процессор производился с тактовыми частотами 266, 300, 333 и 366 МГц. Напряжение питания ядра 1,6 В. Потребляемая мощность: 266 МГц — 7,0 Вт, 300 МГц — 7,7 Вт, 333 МГц — 8,6 Вт, 366 МГц — 9,5 Вт.

О последнем процессоре Pentium II для мобильных ПК было объявлено в июне 1999 г. Процессор имел тактовую частоту 400 МГц. Напряжение питания ядра составляло всего 1,5 В, а потребляемая мощность 7,5 Вт.

Процессор Xeon

Гибкость архитектуры процессоров шестого поколения позволила для одного и того же типа процессора использовать различные виды ядра. Такой подход позволял без кардинальной доработки компьютера оптимизировать его работу для различных применений.

Чтобы не запутаться, для подтипов одного и того же процессора стали применять условные названия. Сначала их использовали только внутри корпорации Intel, но потом такими названиями стали маркировать и серийные процессоры. Хотя это и породило некоторую путаницу, т. к. для одного и того же процессора могло быть несколько названий.

Первым получил личное имя — кодовое название Klamath, которое стало широко использоваться, — процессор Pentium II. В дальнейшем красивые имена, которые оказались полезными для рекламных целей, стали получать все процессоры.

В июне 1998 г. корпорация Intel объявила о выпуске процессора Pentium II Xeon с тактовой частотой 400 МГц, предназначенного для серверных приложений и рабочих станций. Процессор выпускался с кэшем второго уровня 512 Кбайт и 1 Мбайт и частотой внешней шины 100 МГц.

В этом же году, в октябре 1998 г., появился процессор Pentium II Xeon с тактовой частотой 450 МГц и кэшем 256 Кбайт.

Так как наибольший эффект в повышении производительности достигался за счет увеличения кэша, то в январе 1999 г. было объявлено о выпуске процессоров Pentium II Xeon с размером кэша 512 Кбайт, 1 и 2 Мбайт.

Продолжая линию Xeon, в марте 1999 г. был выпущен процессор Pentium III Xeon с тактовой частотой 500 и 550 МГц. Число транзисторов на кристалле 9,5 млн. (технология 0,25 мкм). Кэш второго уровня размеров 512 Кбайт, 1 и 2 Мбайт.

В октябре 1999 г. появился процессор Pentium III Xeon с тактовой частотой 733 МГц, произведенный по 0,18 мкм технологии. Самое же замечательное в нем было то, что частота системной шины возросла до 133 МГц.

Уже в январе 2000 г. для процессора Pentium III Xeon удалось добиться повышения тактовой частоты до 800 МГц, а в апреле — до 866 МГц.

Процессор Pentium III Xeon с тактовой частой 933 МГц выпущен в мае 2000 г. Кэш второго уровня — 256 Кбайт. Частота системной шины — 133 МГц.

Только через год, в марте 2001 г., появился новый процессор Pentium III Xeon с тактовой частотой 900 МГц. Кэш второго уровня — 2 Мбайт. Частота системной шины — 100 МГц.

Архитектура процессоров Xeon оказалась настолько удачной, что в мае 2001 г. появился процессор Intel Xeon, без приставки "III" или "4". Первые такие процессоры работали на тактовой частоте 1,4 , 1,5 и 1,7 ГГц, а сентябре 2001 г. была взята частота в 2 ГГц. Наиболее впечатляющей оказалась частота системной шины, которая поднялась до 400 МГц. Но, следует заметить, что реально шина продолжала работать на частоте 100 МГц, а вот за один такт стало возможным прочитать 4 слова данных.

Конечно, совершенствование линейки процессоров Xeon шло не только за счет наращивания тактовой частоты и размеров кэша, как может показаться из прочитанного выше текста. Тем более что производительность компьютера не прямо пропорциональна увеличению тактовой частоты, а размер кэша часто вынужденно увеличивают для обеспечения полноценной работы но-

вых функциональных блоков в процессоре. Например, после успешного запуска в производство Pentium 4, в процессоре Xeon в 2001 г., также стала использоваться микроархитектура Intel NetBurst.

Кроме того, процессоры Xeon предназначены для работы во многопроцессорных системах (обычно устанавливается 2 или 4 процессора на системную плату), т. е. они ориентированы на серверные приложения, где основная задача — это обеспечение многопользовательского режима работы. Учитывая такую особенность, разработчики совершенствовали архитектуру этих процессоров в той части, которая обеспечивала эффективность многопроцессорной работы. Венцом усилий инженеров корпорации Intel стала технология Hyper-Threading, реализованная в процессорах Intel Xeon с ядром Prestonia и в Intel Xeon MP, он же — Foster MP. Основная идея, заключенная в технологии Hyper-Threading, — когда в одном реальном процессоре формируются два логических процессора (Logical Processor, LP). Это несколько похоже на то, как в расширенном разделе винчестера можно создать несколько логических дисков. И точно так же операционная система видит вместо одного процессора два.

Заметим, что технология Hyper-Threading эксплуатирует с успехом тот факт, что при выполнении реальных задач процессор никогда не использует все свои ресурсы. А раз так, то можно без проблем передать простаивающие без работы блоки другой задаче (в какой-то степени это применяется и в обычных процессорах). И даже можно пойти дальше — имитировать наличие двух процессоров.

Правда, два логических процессора — это не два настоящих процессора. Поэтому не стоит задумываться о покупке процессора с технологией Hyper-Threading для домашнего компьютера и простой рабочей станции. Для подавляющего большинства программ, с которыми работают пользователи, выигрыш составляет единицы процентов, а иногда общая производительность компьютера может даже упасть чуть ли не в два раза.

Процессор Pentium III

Картриджи для процессоров Pentium II, несмотря на ряд преимуществ (если подумать, то это другое направление развития персональных компьютеров), были мало подходящими для персональных компьютеров. А поскольку совершенствование технологии изготовления интегральных микросхем продолжалось, то вскоре удалось размещать кэш второго уровня на кристалле так же, как и в Pentium Pro. Новый процессор, который появился в результате совершенствования технологии, получил название Pentium III (рис. 2.11).

О первых процессорах Pentium III с тактовыми частотами 450 и 500 МГц было объявлено в феврале 1999 г., в мае пришло сообщение о начале производства процессора с тактовой частотой 500 МГц, а в августе — с тактовой частотой 600 МГц.

Рис. 2.11. Процессор Pentium III

В новом процессоре удалось на одном кристалле разместить 9,5 млн. транзисторов (технология 0,25 мкм).

Кэш второго уровня сделали объемом 256 Кбайт. Частота системной шины 100 МГц.

Как раз в это время обострилась конкурентная борьба между корпорациями Intel и AMD, и если сложить вместе их пресс-релизы, получится захватывающий авантюрный роман. Каждая корпорация пыталась раньше конкурента объявить о взятии нового рубежа и внедрении новых технологий. Ниже приводится сжатое резюме этой продолжающейся до сих пор схватки с точки зрения корпорации Intel.

В октябре 1999 г. было объявлено о процессорах Pentium III с тактовыми частотами 400, 450 и 500 МГц, изготовляемых по технологии 0,18 мкм. Напряжение ядра у этих процессоров оказалось равным 1,6 В для 450 и 500 МГц и 1,35 В для 400 МГц.

Так как требовались все более и более высокочастотные процессоры, то в октябре 1999 г. были анонсированы процессоры Pentium III с тактовыми частотами 500, 533, 550, 600, 650, 667, 700 и 733 МГц, для производства которых применялась технология 0,18 мкм. Кроме повышения частоты ядра, новые процессоры позволяли использовать для системной шины не только частоту в 100 МГц, но и 133 МГц.

Март 2000 г. оказался продуктивным для процессоров Pentium III. В конце месяца появились процессоры с тактовыми частотами 850 и 866 МГц, а вот в начале — было объявлено о взятии тактовой частоты в 1000 МГц (1 ГГц).

В мае 2000 г. появился Pentium III хотя и с тактовой частотой 700 МГц, но зато с кэшем второго уровня 1 и 2 Мбайт. Заметим, что частота системной шины всего 100 МГц.

Также в мае начат выпуск процессоров Pentium III с тактовой частотой 933 МГц и кэшем второго уровня 256 Кбайт. Частота системной шины — 133 МГц.

Для ноутбуков корпорация Intel в июне 2000 г. начала выпуск Pentium III с тактовой частотой 750 МГц. Кэш второго уровня — 256 Кбайт. Частота системной шины — 100 МГц. Напряжение ядра могло меняться в зависимости от режима работы от 1,35 В до 2 В.

И 2001 г. порадовал владельцев ноутбуков. Вышла целая серия процессоров Intel Pentium III, в середине года преодолевших рубеж 1 ГГц. В июле 2001 г. появились процессоры 866 и 933 МГц, а также гигагерцовые — 1,13, 1,06 и 1 ГГц. Продолжение последовало в октябре 2001 г., когда была взята частота в 1,2 ГГц. Все процессоры работали с частотой внешней шины 133 МГц и имели кэш второго уровня 512 Кбайт.

Еще один процессор Pentium III с технологией сверхнизкого энергопотребления и тактовой частотой 700 МГц появился в ноябре 2001 г. Частота системной шины — 100 МГц. Кэш второго уровня — 512 Кбайт.

***

Продолжая внедрять новые технологии, корпорация Intel в январе 2000 г. выпустила процессор Pentium III с технологией Intel SpeedStep, которая позволяла в зависимости от загрузки и внешних условий менять тактовую частоту ядра процессора. Первые такие процессоры появились с тактовыми частотами 600 и 650 МГц. Кэш второго уровня — 256 Кбайт, частота системной шины — 100 МГц, напряжение ядра — 1,6 В. В апреле была достигнута тактовая частота 700 МГц.

Продолжая выпуск процессоров Pentium III с использованием технологии Intel SpeedStep для ноутбуков, в июне 2000 г. начали выпуск моделей с тактовой частотой 600 МГц, у которых напряжение ядра менялось от 1,1 В до 1 В.

Процессор Pentium III с технологией Intel SpeedStep с тактовой частотой 700 МГц, но уменьшенным до 128 Кбайт кэшем был выпущен в сентябре 2000 г. Частота системной шины — 100 МГц. Напряжение ядра — 1,6 В.

В сентябре 2000 г. начат выпуск Pentium III с технологией Intel SpeedStep с тактовыми частотами 800 и 850 МГц. Кэш второго уровня — 256 Кбайт. Напряжение ядра — 1,35 В.

Совершенствуя процессоры для ноутбуков, в январе 2001 г. выпустили процессор Pentium III по технологии Intel SpeedStep с тактовой частотой 500 МГц (далее 600 и 700 МГц) и режимом оптимальной производительности, когда тактовая частота понижалась до 300 МГц. В процессор был интегрирован кэш второго уровня объемом в 256 Кбайт. Частота системной шины — 100 МГц. Напряжение питания ядра менее 0,5 В при частоте 300 МГц.

Для процессоров Pentium III с технологией Intel SpeedStep тактовая частота в 1 ГГц (900 МГц) покорилась в марте 2001 г. Кэш второго уровня —

256 Кбайт. Частота системной шины — 100 МГц. Напряжение ядра в оптимальном режиме 1,35 В.

В продолжение развития линии Pentium III с технологией Intel SpeedStep, в начале 2001 г. были выпущены процессоры для мобильных компьютеров с тактовыми частотами 500 и 600 МГц и кэшем второго уровня объемом в 256 Кбайт и 750 МГц с кэшем, равным 512 Кбайт.

Процессор Pentium 4

В 2000 г. корпорация Intel анонсировала следующее поколение 32-разрядных процессоров, которое получило название Pentium 4. На рис. 2.12, *а* показан внешний вид процессора в корпусе под Socket 423, а на рис. 2.12, *б* модернизированный корпус под Socket 478.

а

б

Рис. 2.12. Процессор Pentium 4:
а — в корпусе под Socket 423; *б* — в корпусе под Socket 478

Основной изюминкой этих процессоров стала микроархитектура NetBurst, в которой используется ряд новых технологий. Наиболее существенная новинка, позволившая увеличить скорость обмена данными между процессором и внешним миром, это способность считывать данные 4 раза за один такт, т. е. стало возможным использовать частоту системной шины в 400 МГц, а в дальнейшем и 533 МГц. Кроме того, использована гиперконвейерная обработка команд, применена кэш-память с отслеживанием выполнения команд и добавлен блок быстрого исполнения команд, который работает на удвоенной частоте ядра (например, при тактовой частоте ядра 2,53 ГГц блок быстрого исполнения команд работает на частоте 5,1 ГГц, а это, в основном, арифметические и логические команды). Также были улучшены характеристики уже традиционных блоков и технологий, например, динамического исполнения команд, вычислений с плавающей запятой, обработки команд, используемых в мультимедийных приложениях, потоковых SIMD-расширений SSE2, а кэш-память 2 уровня получила более совершенную

систему передачи данных. Сама же кэш-память использует отдельную шину (архитектура с двумя независимыми шинами — D.I.B.), независимую от системной, что позволило увеличить пропускную способность каналов передачи данных.

Так как корпорация Intel любит делать сюрпризы пользователям, то в 2000 г. был выпущен процессор Pentium 4 с ядром Northwood и тактовой частотой 2 ГГц, для которого применили технологию 0,13 мкм с использованием медных соединений. Размер кэша второго уровня — 512 Кбайт.

На момент написания этих строк выпущены процессоры Pentium 4 с тактовыми частотами ядра 1,30, 1,40, 1,50, 1,60, 1,70, 1,80, 1,90, 2,20, 2,40, 2,50, 2,53, 2,60, 2,66, 2,80 ГГц, а также появились сообщения о скором взятии частоты в 3 ГГц. В процессорах использована кэш-память 1 уровня с технологией отслеживания исполнения команд (Execution Trace Cache) объемом 32 Кбайт, кэш-память 2 уровня — 256 Кбайт (для процессоров 2 ГГц и ниже) или 512 Кбайт (с архитектурой Advance Transfer Cache при техпроцессе 0,13 мкм).

Несмотря на такой спектр новинок, использованных в процессорах Pentium 4, его применение в персональных компьютерах вызывает ряд споров, которые, в основном, вызваны тем, что при сравнении Pentium III и Pentium 4 не наблюдается явного повышения производительности. Тут можно сказать следующее — новая архитектура требует нового подхода к разработке программ и операционных систем. Соответственно, если на новом типе процессора пытаются запустить программное обеспечение, разработанное для предыдущего поколения процессоров, то особого выигрыша чаще всего не получить, можно наблюдать иногда даже и падение производительности. А вот программы, оптимизированные для работы на процессоре Pentium 4, показывают неплохую "шустрость". Так что стоит подождать, когда появится рабочий комплект программ для использования с новым процессором, а не жаловаться, что, мол, мой Pentium 4 с тактовой частотой 1,7 ГГц работает так же, как Celeron 330 МГц.

Примечание

Производительность во многом зависит от системной платы. Например, некоторые первые системные платы для процессора Pentium 4 оказались просто неудачными. На них не то что рекордных показателей не получить, но даже не понять, а зачем было покупать новый процессор.

Для процессоров Pentium 4 был разработан сокет с 423 контактами (Socket 423). Правда, очень скоро кристаллы процессоров Pentium 4 стали устанавливать в новый малогабаритный корпус, для которого был разработан Socket 478 уменьшенных габаритов.

Процессор Celeron

Процессор Celeron не является новым типом процессора, а представляет собой упрощенную версию какого-либо из процессоров Pentium II, III или 4. В основном, снижение технических характеристик (или перевод уже устаревшего процессора в более дешевую категорию) происходит за счет уменьшения объема кэша второго уровня в два раза.

Первые процессоры Celeron — это Pentium II. Вся разница между ними — это отсутствие дорогих микросхем кэша второго уровня в картридже. В итоге, на таком процессоре можно собирать дешевые компьютеры, от которых не требуется рекордов производительности. Заметим, что многим программам вполне хватает объема кэша первого уровня, а замедление работы компьютера во время чтения новой порции данных из основной оперативной памяти происходит не слишком часто. В дальнейшем процессоры Celeron, начиная с Celeron 300A, имеют кэш 128 Кбайт (это половинка кэша Pentium III).

Из конструктивных особенностей процессоров Celeron можно отметить уменьшенную разрядность шин, отсутствие ряда расширенных функций, нужных для создания высоконадежных компьютерных систем. Также не выводятся на контакты стандартного корпуса процессора сигналы, например, нужные для построения многопроцессорных систем, и пр.

Фактически, появление процессора Celeron, как и процессора Pentium II, обусловлено несовершенством технологического процесса при изготовлении кремниевых кристаллов. Например, любая пылинка, попавшая на кристалл, представляет собой большую гору по сравнению с транзисторами, из которых собран процессор. Да и пластины кремния не являются идеальными, хотя больше всего сил и денег у производителей уходит на очистку кремния от посторонних примесей и создание идеальной кристаллической структуры. Наиболее сильно подвержены повреждению области кэша второго уровня, т. к. занимают большую площадь на кристалле и создаются из наиболее мелких транзисторов. Заметим, что именно из-за проблем с кэшем в качестве временного решения проблемы кэш второго уровня процессора Pentium II выполнялся на отдельных микросхемах.

Идея выпуска упрощенных моделей процессоров так понравилась потребителям, что корпорация Intel продолжила выпуск процессоров Celeron и после появления Pentium III и 4. То есть процессоры Celeron являются упрощенными вариантами выпускающихся в данный момент процессоров. Поэтому потребителю надо не забывать, что под одной торговой маркой скрываются значительно отличающиеся друг от друга процессоры, а это может вызвать проблемы при апгрейде компьютера.

Уделим еще немного внимания причине существенной дешевизны процессоров Celeron. Если нарушена структура микросхемы в области логических блоков, то такой кристалл идет в брак. А коэффициент выхода готовых про-

цессоров не так уж велик[2], и именно из-за этого стоимость процессоров значительно выше, скажем, стоимости обычных транзисторов и микросхем. Чтобы поднять выход годных процессоров, используют возможность отключения части блоков кэш-памяти с помощью пережигания специальных перемычек на кристалле, а для сокращения разнообразия выпускаемых процессоров кэш второго уровня уменьшают до величины 128 Кбайт (для процессоров, приведенных в табл. 2.1).

Пользователям, которые самостоятельно модернизируют свой персональный компьютер, следует помнить, что в процессорах, выпускаемых не в картриджах, надо обращать внимание на тип используемого в процессоре ядра, т. к. не все системные платы поддерживают многообразие существующих технологий. Возможно даже повреждение процессора Celeron Coppermine, если системная плата не вырабатывает пониженного напряжения питания, нужного для такого процессора. Кроме того, процессоры Celeron, начиная с тактовой частоты 1,2 ГГц, являются "аналогами" Pentium 4, в которых использовано ядро Tualatin. Процессор имеет кэш второго уровня в 256 Кбайт, как Pentium III. Системная шина работает на частоте 100 МГц. Заметим, что для новых версий процессоров Celeron в очередной раз было снижено напряжение питания, поэтому опять возникают проблемы с подбором пары процессор—системная плата. Кстати, летом 2002 г. появилось сообщение, что были выпущены процессоры Celeron 900A, которые представляют собой "урезанный" Pentium 4 1,7 ГГц, поэтому вполне возможно, что у вас в руках может оказаться нестандартный вариант процессора, которого нет ни в одном справочнике.

Примечание

На данный момент, как сообщается на сервере корпорации Intel, были выпущены процессоры Celeron с тактовыми частотами 1,80, 1,70, 1,40, 1,30, 1,20, 1,10, 1 ГГц и 950, 900, 850, 800, 766, 733, 700,667, 633, 600, 566, 533, 533A, 500 МГц и ниже. Частота системной шины 66 МГц, 100 МГц или 400 МГц. Для этих процессоров использовались корпуса S.E.C.C.2 (Single Edge Contact Cartridge 2), FC-PGA (Flip-Chip Pin Grid Array) и FC-PGA2 (Flip-Chip Pin Grid Array 2).

Из всего этого многообразия, которое перечислено выше, на сентябрь 2002 г. реально выпускаются процессоры Celeron с тактовыми частотами от 850 МГц до 1,80 ГГц

Процессор Itanium

Информация о том, что корпорация Intel разрабатывает полноценный 64-разрядный процессор, стала достоянием общественности в середине

[2] Называется величина в 70%, но вполне хорошо, когда процент годных микросхем равен 10%.

90-х годов прошлого века. Этой разработке дали красивое название Merced (недалеко от Сан-Хосе в США есть город Merced).

Довольно долгое время компьютерный мир питался слухами и обрывками информации о новой разработке, пока 20 ноября 2000 г. не состоялось торжественное "рождение" нового процессора, который получил торговую марку Itanium. Внешний вид процессора показан на рис. 2.13.

Рис. 2.13. Процессор Itanium

Пусть вас не удивляет, что реальный процессор Itanium появился лишь совсем недавно. Эту простую микросхему можно разработать и запустить в производство в считанные дни, а вот когда приходится иметь дело с новым типом процессора, микросхема которого должна содержать многие миллионы транзисторов, работы могут растянуться на долгие годы.

Первый процессор Itanium был изготовлен по технологии 0,18 мкм и мог работать на тактовых частотах 1,4 и 1,5 ГГц. Объем кэша второго уровня у него оказался достаточно скромным — 256 Кбайт, но зато системная шина работала на частоте 400 МГц (точнее, за один такт читалось 4 слова). А в 2001 г. появились процессоры с тактовыми частотами 1,7, 1,9 и 2 ГГц.

Процессоры Itanium входят в семейство процессоров IA-64 (64-разрядная архитектура Intel), для которых был предложен новый набор команд EPIC (Explicitly Parallel Instruction Computing, вычисления с явным параллелизмом команд), а сама концепция разработана совместно корпорациями Intel и Hewlett-Packard. Причем корпорация Intel сразу стала работать над двумя моделями процессора — Merced и McKinley — для массового (общего) применения и для высокопроизводительных серверов.

В момент написания этих строк пришло сообщение, что второе поколение процессоров Itanium получило официальную торговую марку — Itanium 2.

Под этим именем будет раскручиваться рекламная кампания для продвижения на рынок рабочих станций и серверов высшего уровня (можно встретить термин "high-end") процессора, который был известен ранее широкой публике под рабочим названием McKinley.

Производительность второго поколения процессоров Itanium, по предварительным оценкам, будет в 1,5—2 раза выше.

Конечно, в домашних персональных компьютерах Intel Itanium 2 вряд ли появится в обозримом будущем и не сколько из-за своей цены, сколько из-за отсутствия программного обеспечения, которое сможет эффективнее решать те задачи, которые сегодня с успехом выполняют более простые и дешевые процессоры.

Области применения процессоров

Такое многообразие процессоров, какое предлагается корпорациями Intel, AMD и многими другими, определяется не только их рекламными амбициями и конкурентной борьбой, как может показаться неискушенному пользователю. Тут, если заглянуть в суть вопроса, дело заключается в том, что современная цивилизация не может отказаться от применения компьютерных технологий, а т. к. невозможно подровнять всех под одну гребенку — делать один универсальный процессор для всех, то потребителям предлагается выбор из нескольких вариантов процессоров в зависимости от сферы применения. И это, заметим, правильно, т. к. нельзя заставлять химика или журналиста, прежде чем он купит компьютер, изучать очень специфичную техдокументацию на процессоры и пр.

В мировой практике принято подразделять процессоры на группы, предназначенные для того или иного применения. Опять-таки обратимся к тому, как позиционирует свои процессоры корпорация Intel. Правда, мы рассмотрим не текущие конфигурации, а предложения корпорации Intel для будущего применения, т. е. то, что станет обыденным через пару лет (хотя все может и измениться). Кроме того, обратите внимание, что производительность определяется не только гигагерцами, о которых так много говорят. Можно даже сказать — если нужна надежная работа, то надо выбирать не самый супергигагерцовый процессор новейшего поколения, а скромную и всесторонне опробованную модель.

- **Массовые производительные настольные ПК**. Для них главный фактор — цена. В этих конфигурациях рекомендуется использовать процессор Pentium 4 с тактовой частотой от 2 ГГц. Системная шина (линия обмена данными с внешней памятью) должна использовать частоту 400 МГц. Для системных плат предлагаются наборы микросхем (чипсет, см. *гл. 4*) Intel 845 и 850. Как видите, проблемы кэша и другие специфичные пара-

метры, влияющие на производительность, не оговариваются, как для прочих групп.

- **Рабочие станции начального уровня** — это рабочие лошадки небольших предприятий, где каждый рубль на счету, и требуется надежная и безупречная работа. Для них также предлагается процессор Pentium 4 с тактовой частотой 2—2,2 ГГц. Но вот уже оговаривается применение кэша 2-го уровня объемом не ниже 256 Кбайт. Для таких конфигураций вполне подойдет набор микросхем Intel 850.
- **Рабочие станции среднего уровня** — компьютеры, на которых приходится запускать не только стандартные офисные пакеты, а раз так, то уже предлагается процессор Itanium 800 МГц с кэшем объемом 2 Мбайт или процессор Intel Xeon 2—2,2 ГГц. Набор микросхем, соответственно, уже другой — Intel 460 или 860.
- **Рабочие станции высшего уровня** — компьютеры, на которых, например, нужно работать с профессиональной графикой, обрабатывать большие объемы мультимедийных файлов и пр., что требует значительных ресурсов компьютера. В этом случае рекомендуется процессор Itanium 800 МГц или 1 ГГц, оговаривается кэш 3-го уровня с объемом 3—4 Мбайт, также хорошо подойдет процессор Intel Xeon 2 ГГц. Набор микросхем Intel 860 или другой с расширенными функциями.
- **Серверы начального уровня** — это компьютеры, которые обычно не стоят на рабочих столах пользователей, т. к. они предназначены для удаленного многопользовательского применения. От таких компьютеров требуется надежная работа в любое время суток, т. е. для них выключение питания или перезагрузка операционной системы — чрезвычайное событие, можно сказать — авария. Хотя, опять-таки, предлагается использовать процессор Intel Xeon с тактовой частотой 2—2,2 ГГц, но вот набор микросхем для них желателен Intel E7500. Также рекомендовано использование процессора Pentium III с тактовой частотой 1,26 ГГц.
- **Серверы среднего уровня** — фактически, это предыдущий вариант, но для предприятий с несколькими территориально разнесенными подразделениями. Для них предлагается процессор Intel Xeon с тактовой частотой 1,4 ГГц или выше с кэшем 3-го уровня объемом 512 Кбайт. В качестве другого варианта — процессор Itanium 800 МГц или 1 ГГц с кэшем 2—3 Мбайт, для которого можно использовать набор микросхем Intel 460.
- **Серверы высшего уровня** — это компьютеры для массового обслуживания большого числа пользователей. Для них предлагается использовать процессор Itanium с тактовой частотой 800 МГц или 1 ГГц с кэшем 3-го уровня объемом 3—4 Мбайт и набор микросхем Intel 460 либо процессор Intel Xeon MP с тактовой частотой 1,4—1,6 ГГц и кэшем 3-го уровня объемом 1 Мбайт.

- **Производительные мобильные ПК** — это ноутбуки для профессионального использования в бизнесе и науке. Для таких применений требуются процессоры для мобильных систем — Intel Pentium 4-M с тактовой частотой 1,2—1,7 ГГц или Pentium III-M с тактовой частотой 1,2 ГГц. Наборы микросхем должны поддерживать функции энергосбережения, а это Intel 830M/MP и Intel 845MP/MZ.

Конечно, все сказанное выше — это планы корпорации Intel на ближайшее будущее. Но технический прогресс, особенно в области компьютерных технологий, идет так стремительно, что уже через полгода или год все может измениться. Могут появиться новые технологии или какая-то корпорация для победы в конкурентной борьбе обнародует раннее скрытую техническую новинку.

Цены на процессоры Intel

Вероятнее всего, узнав о таком многообразии выпускаемых процессоров, у вас возник вопрос — зачем их так много выпускается. Чтобы понять ситуацию с процессорами корпорации Intel, следует помнить, что Intel регулярно, два раза в год, снижает цены на все типы процессоров. Кроме того, имеется колоссальная разница в цене между дешевыми процессорами, предназначенными для массовых персональных компьютеров, и процессорами для промышленного применения.

В журнале "The Register" (**http://www.theregister.co.uk/**) в конце 2001 г. были опубликованы цены на процессоры Intel. Ниже приведена эта таблица (табл. 2.3), но отсортированная в другом, более удобном для этой книги порядке. Сравните цены на различные процессоры, и вам будет более понятно, почему сегодня выпускается такое разнообразие их типов.

Таблица 2.3. *Цены на процессоры Intel (декабрь 2001 г.)*

Тип процессора	Цена за 1000 шт. в долларах США
Pentium 4 — 0,18 мкм, "Willamette"*	
2,0 ГГц 256 Кбайт L2	401
1,3 ГГц 256 Кбайт L2	133
Pentium 4 Itanium — 0,18 мкм "Merced"	
800 МГц 4 Мбайт L3	4227
800 МГц 2 Мбайт L3	1980
733 МГц 4 Мбайт L3	4227
733 МГц 2 Мбайт L3	1177

* Для Pentium 4 приведены только две крайние модели.

Таблица 2.3 *(продолжение)*

Тип процессора	Цена за 1000 шт. в долларах США
Xeon — 0,18 мкм	
2,0 ГГц 256 Кбайт L2	455
1,7 ГГц 256 Кбайт L2	256
1,5 ГГц 256 Кбайт L2	183
1,4 ГГц 256 Кбайт L2	183
Pentium III Xeon — 0,18 мкм	
1 ГГц 256 Кбайт L2	4250
900 МГц 2 Мбайт L3	3692
700 МГц 2 Мбайт L3	1980
700 МГц 1 Мбайт L3	1177
Pentium III — 0,13 мкм "Tualatin"	
1,20 ГГц 256 Кбайт L2	241
1,13 ГГц 256 Кбайт L2	173
Pentium III — 0,18 мкм "Coppermine"	
1,10 ГГц 256 Кбайт L2	173
1 ГГц 256 Кбайт L2	143
933 МГц 256 Кбайт L2	143
900 МГц 256 Кбайт L2	143
866 МГц 256 Кбайт L2	143
850 МГц 256 Кбайт L2	143
Pentium III-M — 0,13 мкм "Tualatin"	
1,2 ГГц 512 Кбайт L2	722
1,13 ГГц 512 Кбайт L2	508
1,06 ГГц 512 Кбайт L2	401
1,0 ГГц 512 Кбайт L2	294
933 МГц 512 Кбайт L2	241
866 МГц 512 Кбайт L2	198
Pentium III-M — 0,18 мкм "Coppermine"	
1,0 ГГц 256 Кбайт L2	321
900 МГц 256 Кбайт L2	241

Таблица 2.3 *(продолжение)*

Тип процессора	Цена за 1000 шт. в долларах США
Pentium III-M — 0,18 мкм "Coppermine"	
850 МГц 256 Кбайт L2	198
800 МГц 256 Кбайт L2	198
750 МГц 256 Кбайт L2	198
700 МГц 256 Кбайт L2	198
Pentium III-M с низким напряжением — 0,13 мкм "Tualatin"	
800 МГц 512 Кбайт L2	316
850 МГц 512 Кбайт L2	241
750 МГц 512 Кбайт L2	241
733 МГц 512 Кбайт L2	241
Pentium III-M с низким напряжением — 0,18 мкм "Coppermine"	
750 МГц 256 Кбайт L2	294
700 МГц 256 Кбайт L2	225
600 МГц 256 Кбайт L2	198
500 МГц 256 Кбайт L2	187
Pentium III-M со сверхнизким напряжением — 0,13 мкм "Tualatin"	
700 МГц 512 Кбайт L2	209
Pentium III-M со сверхнизким напряжением — 0,18 мкм "Coppermine"	
600 МГц 256 Кбайт L2	209
500 МГц 256 Кбайт L2	209
Pentium III-S — 0,13 мкм "Tualatin"	
1,26 ГГц 512 Кбайт L2	241
1,13 ГГц 512 Кбайт L2	202
Pentium III — 0,18 мкм	
1 ГГц 256 Кбайт L2 133 МГц FSB	149
1 ГГц 256 Кбайт L2 100 МГц FSB	183
933 МГц 256 Кбайт L2	133
Celeron — 0,13 мкм "Tualatin"	
1,2 ГГц 256 Кбайт L2	103

Таблица 2.3 *(окончание)*

Тип процессора	Цена за 1000 шт. в долларах США
Celeron — 0,18 мкм "Coppermine"	
1,1 ГГц 128 Кбайт L2	89
1,0 ГГц 128 Кбайт L2	74
950 МГц 128 Кбайт L2	64
900 МГц 128 Кбайт L2	64
850M ГГц 128 Кбайт L2	64
800 МГц 128 Кбайт L2	64
766 МГц 128 Кбайт L2	64
Celeron — 0,18 мкм	
933 МГц 128 Кбайт L2	134
900 МГц 128 Кбайт L2	134
866 МГц 128 Кбайт L2	107
850 МГц 128 Кбайт L2	107
800 МГц 'A' 128 Кбайт L2	91
800 МГц 128 Кбайт L2	91
750 МГц 128 Кбайт L2	75
733 МГц 128 Кбайт L2	75
700 МГц 128 Кбайт L2	75
Celeron с низким напряжением — 0,13 мкм "Tualatin"	
650 МГц 256 Кбайт L2	134
Celeron с низким напряжением — 0,18 мкм	
600 МГц 128 Кбайт L2	96
500 МГц 128 Кбайт L2	96
Celeron со сверхнизким напряжением — 0,18 мкм	
600 МГц 128 Кбайт L2	144
500 МГц 128 Кбайт L2	118

Возможно, после изучения табл. 2.3 у вас возникнет масса любопытных вопросов. В этом случае надо обратиться к технической документации, доступной на сервере корпорации Intel (**http://www.intel.com**).

Процессоры корпорации AMD

Говоря образно, корпорация AMD — "злейший" конкурент корпорации Intel. Фактически, на линии фронта сражения между AMD и Intel сегодня и происходят наиболее важные в компьютерном мире события. Нам же, пользователям, от этого достается снижение цен на морально устаревшие изделия, а также внедрение в жизнь фантастических технологий. Поэтому в данном разделе будут освещены отличия процессоров AMD от аналогов, производимых корпорацией Intel.

Сразу надо сказать, при появлении первых моделей процессоров 486, Pentium, Pentium II и III корпорация AMD всегда несколько отставала от Intel, правда, потом довольно быстро находила свою "игру", вводя в процессоры новые команды и интересные особенности архитектуры. Догоняла и перегоняла главного конкурента, но вот только опаздывая на месяц—полгода—год.

Только не следует думать, что корпорация AMD — вечный аутсайдер, многие находки ее инженеров более удачны, чем у конкурентов. Единственное, что "мешало" — это скорость появления новых, еще более производительных процессоров Intel. Да и не надо забывать, что все старые процессоры AMD были рассчитаны на установку на системные платы, которые были разработаны с учетом использования процессоров Intel. Точно так же поступали и другие фирмы, но только корпорация AMD поспевала за стремительным развитием компьютерных технологий, где тон задавала корпорация Intel.

В последнее время, и это очень приятно, наметилась тенденция, что процессоры AMD становятся отдельной линией в семействе *x*86, или, точнее, линией процессоров, поддерживающих систему команд *x*86 (не забывайте, что даже процессоры Intel последних поколений лишь умеют быстро работать с командами *x*86). Так, теперь для новых процессоров AMD нужна своя системная плата, не та, что для процессоров Intel. То есть установить на одну и ту же системную плату "похожие" процессоры, как это было во времена 486 и "первых" Pentium, сейчас уже не удастся.

Прелести и некоторой неопределенности к борьбе компьютерных титанов добавляет проблема — чей процессор лучше. Кстати, задача весьма нетривиальная, т. к. корпорация AMD традиционно использует несколько иную архитектуру процессоров, особенно блоков математического сопроцессора, и в компьютерном мире регулярно возникают споры — как сравнивать производительность процессоров Intel и AMD. Использование в качестве параметра для сравнения тактовой частоты дает слишком большую ошибку, да и для современных процессоров, которые за один такт могут сделать очень много различных операций, не дает верной картины. Кстати, именно этот факт эксплуатирует корпорация AMD, когда применяет для маркировки своих процессоров условную, рассчитанную по "хитрым" правилам, величи-

ну PR (Pentium Rating), а не реальную частоту. С одной стороны, это как-то отражает реальную ситуацию, но с другой, вызывает ошибки со стороны неискушенных пользователей, которые покупают "мегагерцы и гигагерцы". Правда, не надо думать, что только процессоры AMD используют в маркировке не реальную частоту, а рассчитанный рейтинг — такой способ применяют и другие фирмы, в том числе и Cyrix.

Процессоры AMD K5

Серьезно отставая от лидера, корпорация AMD выпустила в 1996 г. сначала процессоры AMD K5-PR75 и AMD K5-PR90, а чуть позднее AMD K5-PR100 и AMD K5-PR133. Как видно, в маркировке процессоров указывалась не реальная частота, на которой работали процессоры.

Буква "K" в названии процессоров AMD — это сокращение от слова "Krypton" (вспомните древнегреческую мифологию), как бы намек на то, что принципы, заложенные в архитектуру этих процессоров, сокрушат монополию Intel.

По техническим характеристикам процессоры были примерно аналогичны первому поколению Pentium. Правда, следует учесть, что хотя архитектура процессоров AMD K5 оказалась более эффективной за счет лучшей работы кэша и использования технических решений, присущих процессорам шестого поколения, но производительность математического сопроцессора оставляла желать лучшего.

Фактически, для пользователей наиболее существенным плюсом в пользу AMD K5 оказалась более низкая цена по сравнению с аналогичными процессорами Intel. Но не все системные платы поддерживали установку этого процессора.

Примечание

Кроме процессоров AMD, вы можете встретить процессоры других фирм. А поскольку многие системные платы не имеют такого многообразия джамперов для настройки, как это было для 486 процессоров, то вполне вероятно, что вам не удастся, например, задействовать умножение тактовой частоты. То есть процессор, несмотря на большие цифры в маркировке, будет работать исключительно на частоте системной шины.

Процессоры AMD K6

После появления процессоров Pentium MMX корпорация AMD выпустила процессоры AMD K6, в которых была заложена поддержка инструкций MMX. Процессоры выпускались с тактовыми частотами 166, 200, 233 и 266 МГц.

Как и для процессоров AMD K5, новая серия процессоров имела черты процессоров следующего поколения (Pentium Pro) и также проигрывала в производительности математического сопроцессора.

Примечание

Компания Cyrix выпускала аналогичные процессоры — Cyrix 6x86MX. В отличие от AMD и Intel, математический сопроцессор в Cyrix 6x86MX работал значительно быстрее.

Дальнейшим развитием процессора AMD K6 стал AMD K6-2, в архитектуру которого был добавлен модуль для обработки инструкций 3DNow!. Основным назначением такого нововведения была обработка трехмерной графики, а также аудио- и видеоданных. Но следует заметить, только программы, "знающие" об инструкциях 3DNow!, могут полноценно использовать мощь этого процессора.

Фактически, при внедрении технологии 3DNow! корпорация AMD опередила Intel, которая смогла предложить аналогичное решение, введя технологию SSE в процессоры Pentium III.

Технологии SSE и 3DNow!

Технология SSE (Streaming SIMD Extensions) у процессоров Pentium III — это распространение принципа MMX, обработки с помощью одной команды группы операндов с целыми числами, на инструкции, использующие числа с плавающей точкой. Технология 3DNow! в процессорах K6-2 позволяет делать то же самое, но в меньшем объеме.

Самое приятное, что можно было получить от процессора AMD K6-2, — это то, что при модернизации компьютера с процессором Pentium MMX, установив вместо него AMD K6-2, можно достичь производительности, которую показывают компьютеры с процессором Pentium II. Конечно, не все системные платы поддерживают процессор AMD K6-2 и не все программы понимают инструкции 3DNow!.

В дальнейшем, уже на кристалле процессора AMD K6-3 расположили кэш второго уровня объемом в 256 Кбайт, работающий на тактовой частоте ядра процессора, сделав аналог Pentium III.

Процессоры AMD K7

До выхода процессора семейства K7 корпорация AMD развивала идеи Intel, а конкурентную борьбу вела в основном за счет более низких цен на процессоры. Но вот в новом процессоре AMD K7 были, наконец, применены технологии, сих пор не применявшиеся в семействе *x*86, которые позволяют поднять производительность компьютера не только за счет увеличения так-

товой частоты (кстати, как это напоминает ситуацию с последними моделями 486 процессоров).

Первые процессоры седьмого поколения от корпорации AMD получили торговое наименование Athlon. Они устанавливались в картриджи, предназначенные для разъема Slot A.

Вначале процессоры Athlon поддерживали наборы инструкций 3DNow! и MMX, в дальнейшем к ним добавились инструкции SMP (Symmetric Multi-Processing).

Последовательно были выпущены процессоры с ядром K7, K75 и K76 с частотами от 500 до 1000 МГц и кэшем второго уровня 512 Кбайт, который работал на половинной тактовой частоте ядра. Начиная с тактовой частоты ядра в 900 МГц, кэш второго уровня работал на 1/3 частоты ядра.

Следующий процессор Athlon с ядром Thunderbird был упакован в корпус, предназначенный для установки в Socket A (Socket 462), который был оригинальной собственной разработкой корпорации AMD. Новый процессор имеет встроенный в ядро кэш второго уровня объемом 256 Кбайт, работающий на полной частоте ядра. Выпускались два варианта процессора — с поддержкой шины 200 и 266 МГц (тактовая частота 100 и 133 МГц).

Так как процессоры Athlon уступали по частоте процессорам Pentium 4, то после выхода операционной системы Windows XP процессоры Athlon получили ядро Palomino и название Athlon XP (из рекламных соображений), правда, в маркировке стала указываться не реальная частота ядра процессора, а рейтинг относительно аналогичного по производительности Pentium 4.

Процессоры Athlon XP выпускаются в двух модификациях — с ядром Palomino и Thoroughbred, различающихся лишь использованным технологическим процессом. Для серверных применений предназначен Athlon MP, а для ноутбуков — Athlon 4.

Примечание

У компьютеров с первыми процессорами Athlon имеется неприятная для пользователя особенность, о которой не надо забывать — от перегрева процессор может выйти из строя, повредив даже системную плату (тут, к сожалению, сказалось различие в конструкции тепловой защиты между процессорами Intel и AMD). Для защиты от перегрева в процессорах Athlon используется термодиод, расположенный на кристалле процессора, а управление системой тепловой защиты вынесено на системную плату, но, увы, разработчики ряда системных плат забыли о такой особенности, в итоге, процессор, не имеющий эффективного охлаждения, может довольно эффектно задымить. В табл. 2.4 приведены данные по выделению тепла различными моделями процессоров Athlon. Подробнее об охлаждении процессоров рассказано в *гл. 6*.

Таблица 2.4. *Тактовая частота процессоров AMD Athlon XP и рассеиваемая ими мощность*

Маркировка процессора	Частота, в МГц	Номинальное напряжение, в В	Максимальная рассеиваемая мощность, в Вт	Типичная рассеиваемая мощность, в Вт	Предельная температура, °С
1500+	1333	1,75	60,0	53,8	90
1600+	1400	—"—	62,8	56,3	—"—
1700+	1467	—"—	64,0	57,4	—"—
1800+	1533	—"—	66,0	59,2	—"—
1900+	1600	—"—	68,0	60,7	—"—
2000+	1667	—"—	70,0	62,5	—"—
2100+	1733	—"—	72,0	64,3	—"—

Процессоры AMD Opteron

Конкурентная борьба между корпорациями Intel и AMD не прекращается ни на один день. Каждая корпорация стремится перещеголять противника не только совершенствуя свою продукцию, но и используя разные красивые названия. Как это хорошо видно со стороны, сейчас у корпораций Intel и AMD наиболее любимой рекламной акцией является объявление о грядущей новинке раньше конкурента хотя бы на час или день. Но мы не будем подсчитывать часы и минуты, т. к. эта книга не о маркетинге, а просто "заглянем" в производственные планы корпорации AMD.

Если корпорация Intel сообщила о процессоре нового поколения Intel Itanium 2, то можно быть уверенным, что аналогичный шаг был сделан и AMD. В данном случае, 24 апреля 2002 года компания AMD объявила о планах выпуска процессоров 8-го поколения для рабочих станций и серверов высшего уровня. Точно так же, как и у конкурентов, этот процессор был ранее известен публике под рабочим названием Hammer (в переводе с англ. — кувалда). Для продвижения на рынке корпорация AMD присвоила ему торговую марку AMD Opteron.

В процессоре Opteron используется технология HyperTransport, которая представляет собой высокоскоростную, высокопроизводительную связь типа "точка-точка". В первую очередь, эта технология направлена на повышение скорости обмена между чипами в персональном компьютере, что требует введения нового типа шины данных (примерно в 48 раз быстрее).

Процессоры AMD Duron

Не желая терять рынок дешевых персональных компьютеров, корпорация AMD на базе процессоров Athlon и Athlon XP стала выпускать процессоры Duron, в которых была уменьшена тактовая частота, а кэш второго уровня сокращен до 64 Кбайт. Шина данных работала на тактовой частоте 100 МГц (200 МГц DDR). Для процессоров Duron был оставлен процессорный разъем Socket A, разработанный для процессоров Athlon и Athlon XP.

Процессоры Duron выпускаются в двух вариантах. Для тактовой частоты от 600 до 950 МГц — с упрощенным ядром Thunderbird, а для частот выше 1 ГГц используется ядро Palomino (процессоры получили название Morgan).

Цены на процессоры AMD

Можно долго говорить о достоинствах и недостатках различных процессоров, но пользователя обычно интересует — а что можно купить в магазине и за какую цену? Ведь искать процессор, уже снятый с производства, явная авантюра — либо попадется бракованный экземпляр, либо подержанный, не стоящий тех денег, которые за него просят.

Ниже, в табл. 2.5 приведен прайс-лист корпорации AMD, который был доступен для всех желающих в начале 2002 г. Но следует заметить, что автор приводит его не для ознакомления с конкретными ценами, а лишь для того, чтобы читатель имел возможность сравнить ценовую и техническую политику двух конкурентов. В будущем, конечно, цены будут меняться, появляться новые процессоры, а старые сниматься с производства, но вряд ли принципы установления соотношения цена/качество будут в ближайшее время кардинально пересмотрены.

Таблица 2.5. *Цены на процессоры AMD (апрель 2002 г.)*

Частота или маркировка	Цена в долларах США
AMD Athlon XP	
2100+	330
2000+	280
1900+	220
1800+	180
1700+	157
1600+	130

Таблица 2.5 *(окончание)*

Частота или маркировка	Цена в долларах США
AMD Athlon MP	
2000+	299
1900+	242
1800+	218
1600+	183
Mobile AMD Athlon XP	
1700+	489
1600+	380
1500+	250
1400+	190
Mobile AMD Athlon 4	
1,2 ГГц	190
1,1 ГГц	175
1 ГГц	150
Mobile AMD Duron	
1,2 ГГц	160
1,1 ГГц	130
1 ГГц	100
AMD Duron	
1,3 ГГц	84
1,2 ГГц	79
1,1 ГГц	69
1,0 ГГц	64

Рассмотрение данных табл. 2.5 дает возможность понять реальное положение дел с выпуском различных типов процессоров корпорацией AMD, а не довольствоваться информацией из рекламных клипов и статей, которые вы, наверняка, не раз уже видели и читали. Кроме того, любопытна практика применения PR-рейтинга для маркировки процессоров.

Кодовые наименования процессоров

Кодовые наименования различным изделиям присваивают во всех крупных фирмах и во всех странах. Это намного удобнее, чем в служебных разговорах и переписке использовать длинные и неудобоваримые официальные наименования. Иногда внутрифирменные кодовые наименования становятся известны широким слоям пользователей, и, в очень редких случаях, они входят в повседневный обиход.

С кодовыми наименованиями процессоров за последние два-три года произошло невероятное — ими не только стали пользоваться в разговорах, но они вошли в официальные документы и маркировку процессоров. Заметим, что это относится практически ко всем ведущим корпорациям, занимающимся изготовлением процессоров (исключения, конечно, есть). Ниже приводится ряд кодовых наименований процессоров (выбраны наиболее популярные или используемые в различных источниках).

Хочется отметить, что только некоторые из кодовых наименований следует помнить, например для того, чтобы можно было успешно модернизировать свой компьютер, не опасаясь "спалить" процессор или не занимаясь решением проблем совместимости процессора, системной платы и памяти. В большинстве случаев, кроме красивостей и рекламных амбиций, эти наименования полезной информации для конечных пользователей не несут.

Intel

Корпорация Intel применяет следующие кодовые наименования:

- Banias — кодовое наименование процессоров с модифицированной архитектурой Pentium III, предназначенных для серверных приложений;
- Cascades — кодовое наименование процессоров Pentium III Xeon, в которых использовалась технология 0,18 мкм;
- Coppermine — наименование ядра процессоров Pentium III, а также процессоров Celeron, начиная с тактовой частоты 533 МГц. Такие процессоры отличаются пониженным напряжением питания ядра — от 1,5 В до 1,7 В. Установка на системную плату, не снабженную регулятором напряжения, приводит к выходу процессора из строя;
- Covington — первые варианты процессоров Celeron (1998 г.);
- Deschutes — наименование ядра процессоров Pentium II, которые выпускались по технологии 0,25 мкм (1998 г.);
- Dixon — наименование ядра мобильных процессоров Pentium II;
- Gallatin — наименование нового варианта ядра Foster;
- Foster — наименование ядра и процессоров Pentium 4 для серверных приложений с архитектурой Willamette;

- Itanium — торговая марка для 64-разрядных процессоров;
- Katmai — наименование ядра процессоров Pentium III (1999 г.);
- Klamath — наименование ядра первых процессоров Pentium II (1997 г.);
- Madison — новый вариант ядра McKinley;
- McKinley — наименование ядра и процессоров второго поколения с 64-разрядной архитектурой;
- Mendocino — наименование ядра процессоров Celeron (1998 г.). Такой тип ядра использовался до тактовой частоты 533 МГц;
- Merced — предварительное наименование процессора с архитектурой IA-64, официальное наименование — Itanium;
- Northwood — наименование ядра процессоров Pentium 4, для которых используется технология 0,13 мкм;
- Pentium — торговая марка процессоров с суперскалярной архитектурой, зарегистрирована корпораций Intel, чтобы избежать возможности использования названия другими фирмами (под маркой "486" выпускали процессоры многие фирмы);
- Prestonia — наименование ядра и процессоров Pentium 4, развитие процессоров Xeon с микроархитектурой NetBurst;
- Tanner — кодовое наименование процессоров Pentium III Xeon;
- Tillamook — наименование ядра процессоров Pentium, предназначенных для применения в портативных компьютерах (1997 г.);
- Tualatin — наименование ядра и процессоров Pentium III;
- Willamette — наименование ядра первых процессоров Pentium 4, для которых используется технология 0,18 мкм.

AMD

Корпорация AMD применяет следующие кодовые наименования:

- Appaloosa — улучшенный вариант ядра Morgan;
- Athlon — наименование процессоров седьмого поколения *x*86;
- Barton — процессор с ядром Thoroughbred, выполненный по улучшенной технологии;
- Duron — дешевый вариант процессора Athlon;
- Hammer — наименование 64-разрядных процессоров;
- Morgan — наименование ядра нового поколения процессоров Duron, выполненных на ядре Palomino;
- Palomino — наименование ядра второго поколения процессоров Athlon;

- Thoroughbred — улучшенный вариант ядра Palomino;
- Thunderbird — наименование ядра процессоров Athlon, в которых используется технология 0,18 мкм.

VIA

Корпорация VIA применяет следующие кодовые наименования (для совместных разработок фирм Cyrix, National Semiconductors, TSMC и VIA):

- Samuel — наименование ядра и процессора — аналогов Celeron;
- Ezra — наименование ядра и процессора с тактовой частотой от 750 МГц;
- Ezra-T — наименование ядра и процессора, совместимого с процессором Tualatin.

Centaur

Корпорация Centaur применяет кодовое наименование Winchip для процессоров — аналогов второго поколения процессоров Pentium и Celeron.

Compaq

Корпорация Compaq применяет кодовое наименование Alpha для процессоров с архитектурой, отличной от семейства *x*86.

Transmeta

Корпорация Transmeta применяет кодовое наименование Crusoe для процессоров с архитектурой, отличной от семейства *x*86.

А что дальше?

Прочитав до этого места, вы познакомились с текущим состоянием дел на компьютерном рынке процессоров. А что дальше? Куда направится процесс развития процессоров для персональных компьютеров? Какой процессор все же лучше покупать? Так можно сформулировать вопросы, которые, наверняка, у вас уже возникли.

Конечно, предсказать развитие научно-технического прогресса весьма сложно. Вопрос ведь не только в совершенстве схемотехники и в повышении производительности. Увы, в большинстве случаев решающую роль играют экономические факторы, поведение которых, если оглянуться на череду различных финансовых кризисов, учесть и предсказать просто невозможно. Поэтому лучше всего обратиться к прогнозам, которые озвучил

Стивен Чейз (Stephen Chase), директор одного из подразделений корпорации Intel. Правда, приводить дословно очень интересное интервью не имеет смысла, поэтому ниже дано небольшое резюме, которое позволит вам заглянуть за кулисы компьютерной индустрии.

В первую очередь, как было сказано, в ближайшие 3—5 лет будут параллельно производиться 32- и 64-разрядные процессоры. Причем в каждом из этих семейств будут развиваться линейки процессоров для различных применений. Конечно, такое решение определяется ценовой политикой на различные типы процессоров, но, если мы вспомним прошлое, то, скорее всего, пользователям будут постепенно доступны по цене все более и более производительные процессоры.

Для серверных применений корпорация Intel продолжит развитие процессоров Xeon, которые, например, получат микроархитектуру Pentium 4 NetBurst для создания высокопроизводительных мультипроцессорных систем.

Конечно, большинство надежд корпорация Intel все-таки вполне обоснованно связывает с процессорами, имеющими архитектуру Itanium, которые предназначены для работы с ресурсоемкими приложениями. Это всевозможные системы управления базами данных, решение статистических задач, например, составление прогнозов погоды, различные варианты систем автоматизированного проектирования.

Из конкурентов Intel (на рынке процессоров, а не компьютеров) можно упомянуть корпорацию Sun, которая поддерживает технологию SPARC, а также IBM и Motorola, выпускающие процессоры PowerPC. Кроме того, корпорация Hewlett-Packard развивает архитектуру PA-RISK. Правда, надо учитывать, что корпорация Intel поставляет за год около 150 млн. изделий, IBM — около 10 млн. (в том числе и для корпорации Apple), Sun — чуть меньше 1 млн. Но все же, несмотря на такой разрыв, именно наличие серьезных конкурентных решений подталкивает разработчиков Pentium искать и внедрять новые идеи.

В ряде случаев перспективные инженерные решения могут внедряться путем соглашений между корпорациями, например, Intel и Compaq договорились о переходе части служащих Compaq, которые разрабатывали архитектуру микропроцессора Alpha, в корпорацию Intel для работы над следующим вариантом процессора Itanium.

Процессоры, процессоры...

Не надо думать, что разработкой и изготовлением процессоров сегодня занимаются только корпорации Intel и AMD для компьютеров PC и IBM для компьютеров Apple. На самом деле, как и на заре компьютерной технологии, множество фирм работают над собственными технологиями. Конечно,

объемы производства их чипов не идут ни в какое сравнение с Intel и AMD. Но они существуют, поэтому лидерам компьютерных технологий, поддерживающих архитектуру *x*86, приходится конкурировать не только между собой, но и не забывать о появлении других игроков.

В первую очередь, наиболее сильным конкурентом была и остается корпорация IBM. Кроме процессоров PowerPC, она выпускает ряд процессоров для использования в многопроцессорных компьютерах. Например, на одном кристалле кремния могут быть расположены четыре самостоятельных процессора, работающие параллельно. Заметим, что без особых ухищрений процессоры IBM могут объединяться в группы до 32 процессоров. Если говорить о тактовых частотах, то так называемый "научный" процессор RS64 IV работает на частоте 600 МГц, а процессор POWER4 взял частоту 1,3 ГГц.

Научно-технический прогресс не стоит на месте. Появляются новые технологии и заново переосмысливаются старые. Можно, например, вспомнить серию российских ЭВМ "Эльбрус", уникальную архитектуру которых под названием E2K, который год пытаются перенести на кремний. Кстати, многие идеи E2K реализованы в последних процессорах корпорации Intel.

Говоря о проекте E2K, интересно узнать, что в недавно появившемся процессоре Crusoe компании Transmeta реализованы некоторые особенности E2K. (Ранее говорилось, что современные процессоры *x*86 используют CISC-ядро, а инструкции RISC декодируются во внешних модулях.) Процессор Crusoe, почти как процессор Intel Merced и проект E2K, использует технологию Code Morphing, которая позволяет преобразовывать "неудобоваримые" инструкции линейки *x*86 во внутреннюю систему команд VLIW (Very Long Instruction Word) процессора. Преобразование "на лету" характеризуется рядом особенностей, которые выгодно отличают процессор Crusoe от "стандартных" процессоров *x*86. Все внутренние особенности процессора маскируются на уровне Code Morphing. Можно вносить изменения в процессор без переделки интерфейса и системы команд, т. е. процессор может быть очень просто адаптирован к любому набору инструкций.

Правда, такой подход в программировании называется *эмуляцией*, а это приводит к тому, что выполнение "чужих" программ не отличается большой скоростью. Тут можно вспомнить и PowerPC, который "тяжело" работает с программами, предназначенными для *x*86, да и Pentium 4 только на программах, написанных "под него", показывает изумительные результаты, а вот для старых — его производительность где-то на уровне Pentium III.

Еще можно упомянуть процессор Rise mP6, созданный компанией Rise Technologies (организована в 1993 г.), который пока не блещет частотными характеристиками, но зато обладает неплохими энергетическими показателями, отлично подходя для ноутбуков.

Рассуждая о процессорах, не следует забывать, что кроме применяемых в широко известных персональных компьютерах, использующих систему команд *x*86, существуют и другие. Наиболее именита в этом плане фирма Apple со своим "Маками" и прочими весьма удачными персональными компьютерами. Кроме того, начало расширяться производство наладонников (и прочих устройств, помещающихся в стандартный карман пиджака). И тут корпорации Intel и AMD развивают собственные технологии и идеи, например, Intel совершенствует архитектуру Strong ARM (разработка фирмы Digital), а AMD сделала ставку на MIPS.

В заключение хочется напомнить об игровой приставке Sony Playstation 2, которая имеет процессор, работающий со 128-разрядной шиной.

Вообще, в мире производится колоссальное количество типов процессоров. Конечно, они в большинстве случаев предназначены для решения определенных задач, например, как процессор в сотовом телефоне. Поэтому большой ошибкой будет думать, что процессор — это только то, что находится в персональном компьютере у вас на столе.

Глава 3

ОЗУ и ПЗУ

Электронная память — это те самые "мозги", как выражаются некоторые компьютерщики, которые позволяют компьютеру помнить команды пользователя, код программ и всевозможные данные, над которыми проводятся вычисления.

По традиции считается, что термин "электронная память" относится к тем узлам, которые выполнены на интегральных микросхемах, поэтому и в этой главе мы рассмотрим принципы работы нескольких наиболее важных видов электронной памяти — оперативной памяти, кэш-памяти и постоянной памяти. Чуть забегая вперед, заметим, что для постоянной памяти в большинстве случаев в настоящее время используются микросхемы флэш-памяти.

За полвека разработано великое множество разнообразных типов электронной памяти — быстрой и медленной, дешевой и дорогой. Первые блоки памяти создавались на электронных лампах и представляли собой металлические шкафы, в которых рядами стояли тысячи радиоламп. Потом на смену им пришли ажурные сеточки ферритовой памяти, которые дожили до начала эры персональных компьютеров. Сегодня для построения узлов электронной памяти применяется очень много видов разнообразных микросхем, в которых для запоминания информации используются самые разнообразные физические свойства веществ — от пережигания микропроволочек электрическим током до квантовых переходов в полупроводниках.

Загляните внутрь своего компьютера. В самой глубине корпуса вы увидите большую зеленоватую текстолитовую плату, к которой подходит большое количество проводов — это системная плата. Но нас в данный момент интересуют не провода или процессор, а малозаметные в современном компьютере микросхемы, которые относятся к электронной памяти. В качестве удобного примера на рис. 3.1 показана схема системной платы Soltek SL-56H5/H1. Если внимательно рассмотреть эту плату, точно так же, как и любую другую системную плату персонального компьютера, то на ней можно найти микросхемы оперативной памяти и микросхемы постоянных запоминающих устройств.

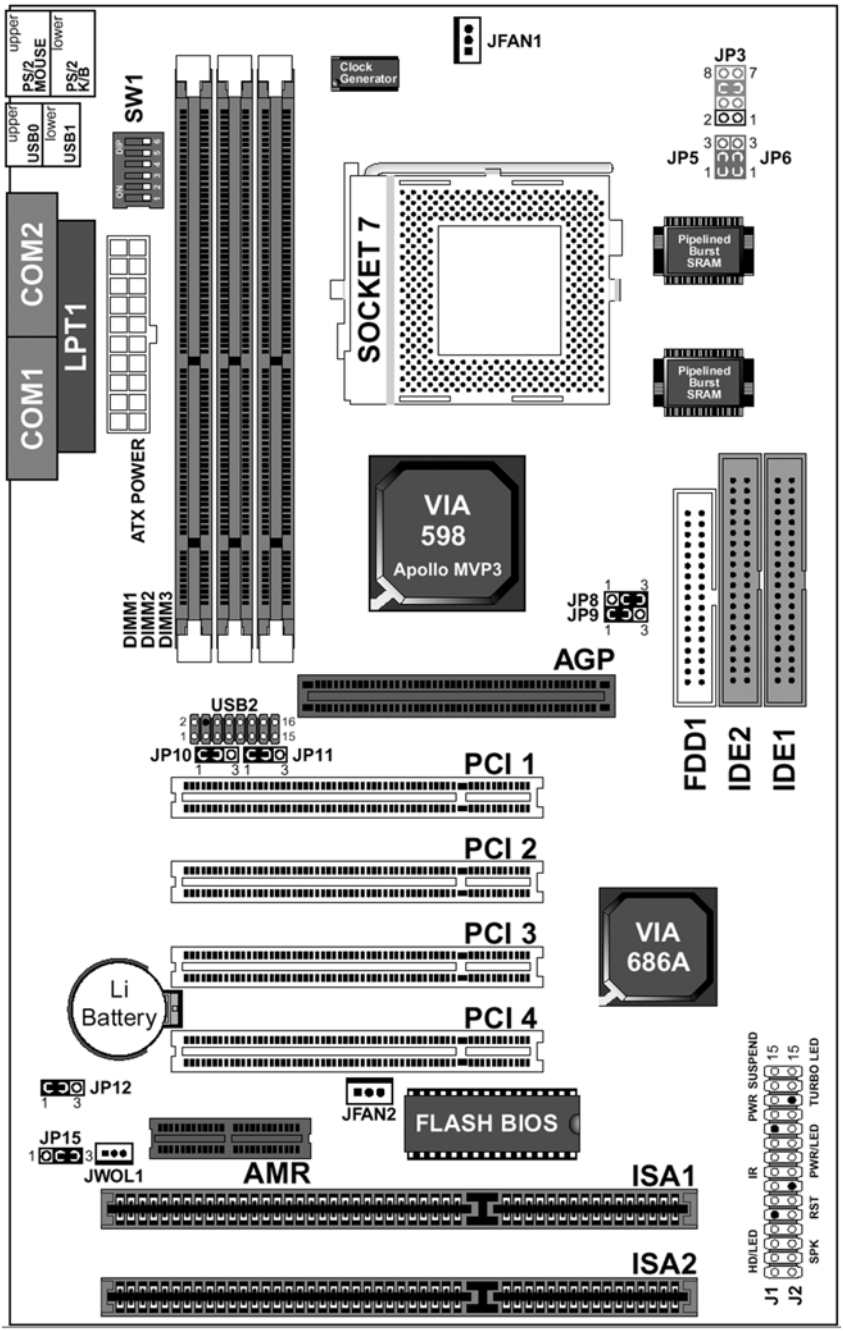


Рис. 3.1. Системная плата Soltek SL-56H5/H1

Заметим что для иллюстрации сознательно выбрана устаревшая системная плата, т. к. на новых системных платах легко обнаружить только разъемы для оперативной памяти, а вот микросхемы кэша и Flash BIOS настолько малы, что бывает трудно даже прочитать их тип на корпусе. Но они обязательно присутствуют, и иногда пользователю приходится их искать, чтобы, например, уточнить тип системной платы, когда надо обновить BIOS. Кроме того, микросхема Flash BIOS теперь чаще всего припаивается на системную плату, как и микросхемы кэш-памяти.

Примечание

Современные процессоры не используют внешний кэш, поэтому на системной плате иногда можно найти микросхемы, предназначенные для кэширования интерфейсов внешних устройств.

Первое, что бросается в глаза на рис. 3.1 и легко обнаруживается в любом компьютере, — это три или четыре разъема для установки модулей оперативной памяти, например, DIMM (рис. 3.2).

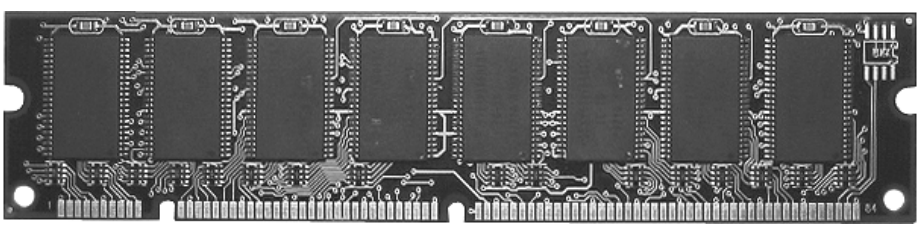


Рис. 3.2. 168-контактный модуль оперативной памяти DIMM

В более старых компьютерах разъемы будут поменьше, т. к. рассчитаны на установку модулей SIMM, внешне весьма похожих на модули DIMM. Если первые модули памяти могли похвастаться объемом 256 Кбайт и тактовой частотой в 33 МГц, то самые современные модули DDR или SDRAM достигли границы в 1 Гбайт, а тактовая частота модулей RIMM равна 800 МГц. Заметим, что при всей похожести модулей памяти, произвольная установка модулей даже одного типа, но различного объема, не всегда возможна.

Так что в любом случае, прежде чем пробовать установить DIMM или SIMM в разъем, желательно уточнить в документации, не только какие типы модулей можно устанавливать, но и допустимые их комбинации по объему памяти. Например, некоторые системные платы разрешают устанавливать модули SIMM и DIMM в таких комбинациях (а другие комбинации чипсет будет определять неверно!):

- SIMM 4 Мбайт + SIMM 4 Мбайт;
- DIMM 8 Мбайт;

- SIMM 8 Мбайт + SIMM 8 Мбайт;
- SIMM 4 Мбайт + SIMM 4 Мбайт + DIMM 8 Мбайт;
- DIMM 64 Мбайт;
- SIMM 4 Мбайт + SIMM 4 Мбайт + DIMM 64 Мбайт.

Чуть сложнее на рис. 3.1 найти служащие внешним кэшем две микросхемы SRAM общим объемом 512 Кбайт. В более старых компьютерах с процессором Pentium их могло быть четыре, а на системных платах с процессором 386 или 486 для микросхем кэш-памяти с 16 или 20 контактами предназначены специальные комбинированные кроватки (разъемы для микросхем с DIP-корпусом). В современных компьютерах в различных узлах используют микросхемы значительно большего объема, например такие как чип SRAM CY7C1012AV объемом 12 Мбит производства компании Cypress Semiconductor (рис. 3.3).

Рис. 3.3. 12 Мбит чип SRAM CY7C1012AV компании Cypress Semiconductor

а

б

Рис. 3.4. Микросхема постоянного запоминающего устройства — Flash BIOS: *а* — в корпусе DIP; *б* — в корпусе PLCC-32

Из всех микросхем постоянных запоминающих устройств (ПЗУ), которые могут быть установлены на системной плате, пользователя обычно интересует всего одна микросхема, в которой записана программа BIOS (базовая система ввода/вывода). На рис. 3.1, как и на всех старых системных платах, микросхему BIOS очень легко найти, т. к. она установлена в кроватку (рис. 3.4). Заметим, что на системной плате Soltek SL-56H5/H1 установлена

не просто микросхема ПЗУ, а микросхема флэш-памяти (Flash BIOS), которая позволяет пользователю самому перезаписать стартовую программу своего компьютера, например для того чтобы получить возможность установить более быстрый процессор или исправить ошибку, допущенную производителем системной платы.

Виды памяти

Буквально совсем недавно между различными видами памяти в компьютере легко проводилась хоть условная, но непроходимая граница. Например, механические устройства для хранения данных использовали способы и стандарты для записи и чтения битов и байтов, серьезно отличающиеся от тех, которые применялись в электронной памяти, собранной на микросхемах. Но сегодня эта граница очень быстро стирается — микросхемы флэш-памяти успешно используются вместо винчестеров, а винчестеры по скорости доступа к данным вполне могут заменить электронную память в морально устаревших компьютерах. Если же заглянуть в лаборатории ученых, то там уже разрабатываются устройства памяти, которые в будущем вытеснят из конструкций компьютеров винчестеры, приводы разнообразных сменных дисков и даже модули с микросхемами оперативной памяти.

Так как нас, в первую очередь, интересует, что находится внутри персонального компьютера, который стоит сейчас перед нами, то приведем традиционное деление запоминающих устройств на различные классы.

Сначала рассмотрим виды *электронной памяти*, конструктивно выполненной на микросхемах, и их основные отличительные черты.

- *Оперативная память* (Main memory), или память с произвольным доступом — это основное место хранения команд и данных текущих задач (программ) в персональных компьютерах. Часто для обозначения оперативной памяти используются термины "оперативное запоминающее устройство" (ОЗУ) или, в английском варианте — Random Access Memory (RAM). Для создания оперативной памяти применяются микросхемы, припаиваемые на сменные модули памяти, которые, в свою очередь, устанавливаются в разъемы на системной плате. ОЗУ — наиболее быстродействующая адресуемая память в компьютере, причем именно от скорости обмена данными между процессором и микросхемами оперативной памяти зависит производительность компьютера. Так как быстродействующие микросхемы очень дороги, то для ОЗУ персонального компьютера используются микросхемы *динамической памяти* (это те самые модули SIMM и DIMM, которые продаются в компьютерных магазинах), но у них есть особенность — примерно каждые 2 мс им требуется цикл регенерации (восстановления) записанных данных. Следует отметить, что

наибольший недостаток микросхем ОЗУ заключается в том, что при выключении питания компьютера все данные, находящиеся в них, теряются. Емкость ОЗУ в персональном компьютере может достигать величины в 1 Гбайт и более (но в первых персональных компьютерах, например, даже 64 Кбайт памяти вызывали восторг у пользователей).

- *Кэш-память* (Cache Memory) или сверхоперативная память (СОЗУ) — это одна из разновидностей быстродействующей оперативной памяти, для которой используются дорогостоящие микросхемы *статической памяти*. Основное назначение кэш-памяти в компьютере — служить местом временного хранения обрабатываемых в текущий момент времени кодов программ и данных. То есть ее назначение служить буфером между различными устройствами для хранения и обработки информации, например, между процессором и ОЗУ, между механической частью винчестера и ОЗУ и т. д. В зависимости от назначения и типа процессора объем кэш-памяти может составлять величину, например 8 и 16 Кбайт, 128 и 256 Кбайт, а в ряде случаев достигает 2—3 Мбайт. Кроме того, кэш-память делится на уровни и, соответственно, для каждого уровня кэш-памяти используются свои, весьма различные по конструкции и быстродействию микросхемы.

  - *Внутренний кэш* процессора класса Pentium, он же первичный кэш, или кэш первого уровня (Level 1 Cache), находится на том же кристалле, что и процессор. Основное назначение этого кэша — хранение команд и данных, которые в текущий момент обрабатываются в процессоре. Главное отличие от всех остальных видов памяти у внутреннего кэша процессора в том, что доступ к ячейкам памяти происходит на тактовой частоте ядра процессора. Появление такого типа кэша было вызвано тем, что ядро процессора, начиная с 486, работает на частоте, которая превышает частоту внешней синхронизации. Заметим, что в старых процессорах внутреннего кэша не было, а термин "кэш-память" относился к микросхемам внешнего кэша. Кроме того, для кэша первого уровня у современных процессоров используют ассоциативную или наборно-ассоциативную память, в которой выбор данных из памяти происходит не по абсолютным адресам ячеек памяти, а по их содержимому, что значительно ускоряет работу системы процессор—кэш. Скорее всего, такой кэш можно сравнить с небольшой базой данных, которая обрабатывает запросы процессора (примерно как работает программа Microsoft Access).
  - *Вторичный кэш*, или кэш второго уровня (Level 2 Cache) — это или внешний кэш, который устанавливается на системной плате, или кэш-память значительного объема, которая находится на том же кристалле, что и процессор. Возможен вариант как в процессоре Pentium II, где кэш второго уровня находится на отдельном кристалле внутри

картриджа процессора. Так как кэш второго уровня имеет объем от 128 Кбайт до 1—4 Мбайт, то для удешевления изготовления процессора он может работать, например, на половинной частоте ядра процессора. Кроме того, организация ячеек памяти в нем может отличаться от принятой для оперативной памяти и пр.

- *Кэш третьего уровня* (Level 3 Cache) имеют некоторые процессоры, которые предназначены для серверных приложений.
- *Внешний кэш*, он же кэш второго уровня у современных процессоров, в старых компьютерах находится на системной плате и работает на частоте системной шины процессора, например, 33 или 66 МГц. В компьютерах с процессорами 386, 486 и первыми поколениями Pentium скорость работы кэша мало отличается от быстродействия микросхем оперативной памяти, а выигрыш в производительности получался за счет исключения простоя процессора в те моменты, когда микросхемы оперативной памяти выполняли циклы регенерации.

❒ Термин *"постоянное запоминающее устройство"* (ПЗУ) или Read-Only Memory (ROM) наиболее часто используется для обозначения микросхем, из которых можно только читать данные, но изменить их нельзя. В каждом персональном компьютере обязательно есть несколько микросхем ПЗУ. Например, после включения компьютера первой запускается программа BIOS, которая записана в микросхеме ПЗУ объемом в 1—2 Мбайт. Быстродействие микросхем ПЗУ почти на порядок ниже, чем у микросхем оперативной памяти. Заметим, что разработано множество разнообразных типов микросхем ПЗУ — в некоторые можно записать данные всего один раз, а другие выдерживают многократную перезапись информации. В последнее время наиболее популярными для использования в ПЗУ стали микросхемы флэш-памяти, позволяющие перезаписывать информацию до 1 млн. раз.

- Карты флэш-памяти появились после того, как начали пользоваться популярностью ноутбуки. В настоящее время карты флэш-памяти находят все большее применение не только в компьютерах, но и в сотовых телефонах и цифровых фотоаппаратах. Конструктивно они похожи на обычные таксофонные карты, но большей толщины. Для подключения к компьютеру на одном торце или плоскости карты флэш-памяти расположен разъем. Независимо от конструктивного исполнения, внутри них находятся микросхемы флэш-памяти, которые могут длительное время сохранять информацию даже тогда, когда отсутствует напряжение питания.
- Устройства *PenDrive*, или Flash Drive снабжены USB-интерфейсом и являются новым вариантом карт флэш-памяти, в которых программно смоделировано дисковое пространство винчестера. Если для подключе-

ния флэш-карты к настольному компьютеру нужно специальное устройство, то, например Flash Drive подключается к стандартному USB-интерфейсу, а операционная система принимает такую флэш-память за съемный винчестер. Для пользователя почти нет различия в использовании винчестера и устройства Flash Drive. Емкость последних моделей подобной флэш-памяти превышает 1 Гбайт, что позволяет хранить на них видеофильмы, музыкальные записи, программы и архивы.

Чуть забегая вперед, обратим внимание на запоминающие устройства, в которых для хранения информации используются вращающиеся механические носители.

- *Винчестер*, или накопитель на жестких магнитных дисках, используется для длительного хранения больших объемов информации, которая сохраняется при выключении питания. Конструктивно винчестер — это прямоугольная коробочка, внутри которой постоянно вращаются на большой скорости алюминиевые или стеклянные диски с нанесенным на их поверхность магнитным слоем. Чтение и запись данных производится с помощью магнитных головок, которые парят на расстоянии долей микрона от поверхности магнитных дисков. Так как винчестер является механическим устройством, то время доступа к информации на нем почти в тысячу раз больше, чем к ОЗУ. Емкость современных винчестеров превышает 100 Гбайт.
- *Гибкие магнитные диски* предназначены для архивирования данных или переноса информации с компьютера на компьютер. Наиболее старым видом являются 3- и 5-дюймовые магнитные диски, которые могут хранить 1,44 и 1,2 Мбайт (другие варианты встречаются крайне редко). Усовершенствованные варианты гибких магнитных дисков могут иметь емкость 100 и 250 Мбайт (например, накопители Zip и Jazz). Так как гибкие магнитные диски для считывания и записи информации требуют непосредственного контакта магнитной головки с поверхностью диска, то у них самое малое время доступа из всех применяемых сегодня накопителей информации.
- *Оптические диски*, или компакт-диски — самый современный вид носителей информации, применяемый в персональных компьютерах. Сегодня используются несколько типов оптических дисков. Наибольшую популярность у пользователей имеют компакт-диски — потомки музыкальных дисков емкостью 650 или 700 Мбайт, а также DVD-диски с емкостью в 4,7 Гбайт. Информация на таких оптических дисках записывается в виде точек на внутреннем слое диска. Для записи и чтения информации используется полупроводниковый лазер. Кроме того, пользуются некоторой популярностью магнитооптические диски с емкостью 250 и 640 Мбайт. Другие форматы оптических дисков мало популярны, в основном из-за цены дисков или устройств чтения/записи.

Конечно, существуют и другие виды накопителей информации, но они или не используются в персональных компьютерах, или морально устарели. Только иногда можно встретить *стримеры* — накопители на магнитной ленте, у которых наиболее низкая цена хранения большого объема информации (этот факт сегодня довольно спорен, если учитывать только те модели стримеров, которые чаще всего используются в персональных компьютерах). В стримерах магнитная лента расположена в кассетах, точно так же как в кассетных магнитофонах.

Основные принципы работы электронной памяти

Прежде чем говорить о конкретных типах современных микросхем памяти, надо немного вспомнить прошлое и разобраться в основных принципах работы электронной памяти и особенностях ее адресации.

Компьютеры, в отличие от людей, которые пользуются десятичной системой счисления, используют двоичную арифметику, т. е. в любом разряде машинного числа может находиться либо "0" — нет, либо "1" — да. Соответственно, и каждая ячейка электронной памяти компьютера должна запоминать одно из двух значений — 0 или 1. Самое простое запоминающее устройство — это набор тумблеров или реле, которые замыкают или размыкают электрическую цепь. Если вспомнить, то старинные вычислительные машины как раз использовали для оперативной памяти реле, а в качестве ПЗУ применялись обычные тумблеры (и это не удивительно, т. к. даже мини-ЭВМ 80-х годов прошлого века имели панель с набором тумблеров для ввода команд).

Развитие полупроводниковых технологий привело к тому, что для электронной памяти персонального компьютера в большинстве случаев используются кремниевые интегральные микросхемы. А минимальная ячейка памяти в микросхеме — это *триггер*, который в самом простейшем случае собирается на двух транзисторах. Но поскольку для управления триггером требуются цепи управления, то элементарная запоминающая ячейка современной статической памяти, которая применяется, в частности, для кэш-памяти, содержит иногда до десятка транзисторов. Для примера на рис. 3.5 показана схема ячейки памяти КМОП-микросхемы. В ней из шести КМОП-транзисторов только транзисторы V3 и V5 отвечают за хранение информации, а остальные используются по другому назначению.

Так как в современном компьютере применяются микросхемы, содержащие сотни тысяч ячеек, то для упрощения управления запоминающие ячейки группируются в квадратные матрицы. Для обращения к конкретной ячейке памяти используется адрес, формируемый из номера строки и столбца

(рис. 3.6). Как только на шинах столбцов и строк будет установлен правильный адрес нужной ячейки, на выходе матрицы появится напряжение, соответствующее информации, записанной в ячейку памяти. Заметим, что такой принцип адресации используется и для чтения или записи байта в оперативной памяти, но при этом за каждый разряд байта или слова отвечает своя запоминающая матрица, которая, чаще всего, находится в отдельной микросхеме.

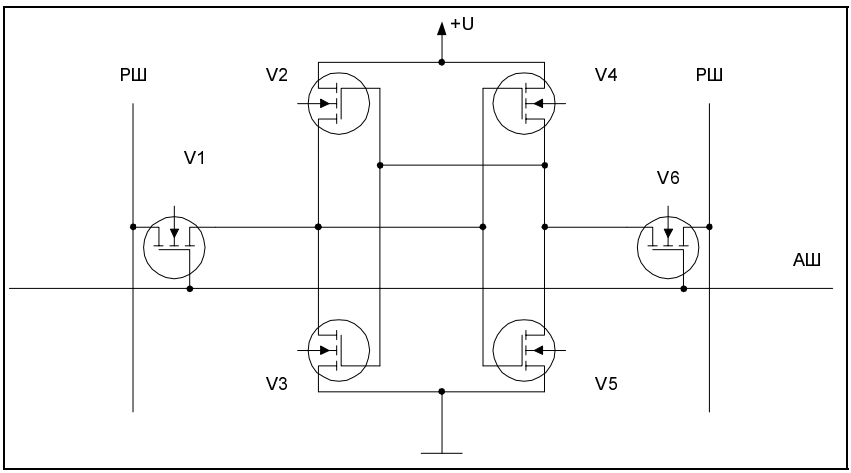


Рис. 3.5. Запоминающая ячейка на КМОП-транзисторах

Для записи информации в конкретную ячейку микросхемы предназначен всего один вывод. Когда на шине адреса установится нужный адрес ячейки памяти, то, хотя сигнал записи будет подан на все ячейки, запись произойдет только в ту ячейку, которая будет в данный момент выбрана (адресована).

Принцип записи и чтения ячеек памяти в запоминающей матрице хорошо иллюстрируется на примере ферритовой памяти (рис. 3.7). На заре компьютерной эры она представляла собой небольшие ферритовые колечки, находящиеся в узелках проволочной сетки. Чтобы сформировать сигнал чтения и записи, через все колечки продевался отдельный провод. Заметим, что для записи "1" и "0" использовалось свойство ферромагнетиков перемагничиваться под действием электрического тока. Самые маленькие ферритовые колечки были диаметром всего около 1 мм. С появлением полупроводниковых микросхем памяти о ферритовой памяти надолго забыли, но совсем недавно появились микросхемы FeRAM, в которых сочетается кремниевая технология производства микросхем и свойство ферромагнитных материалов изменять свое сопротивление в зависимости от приложенного магнитного поля.

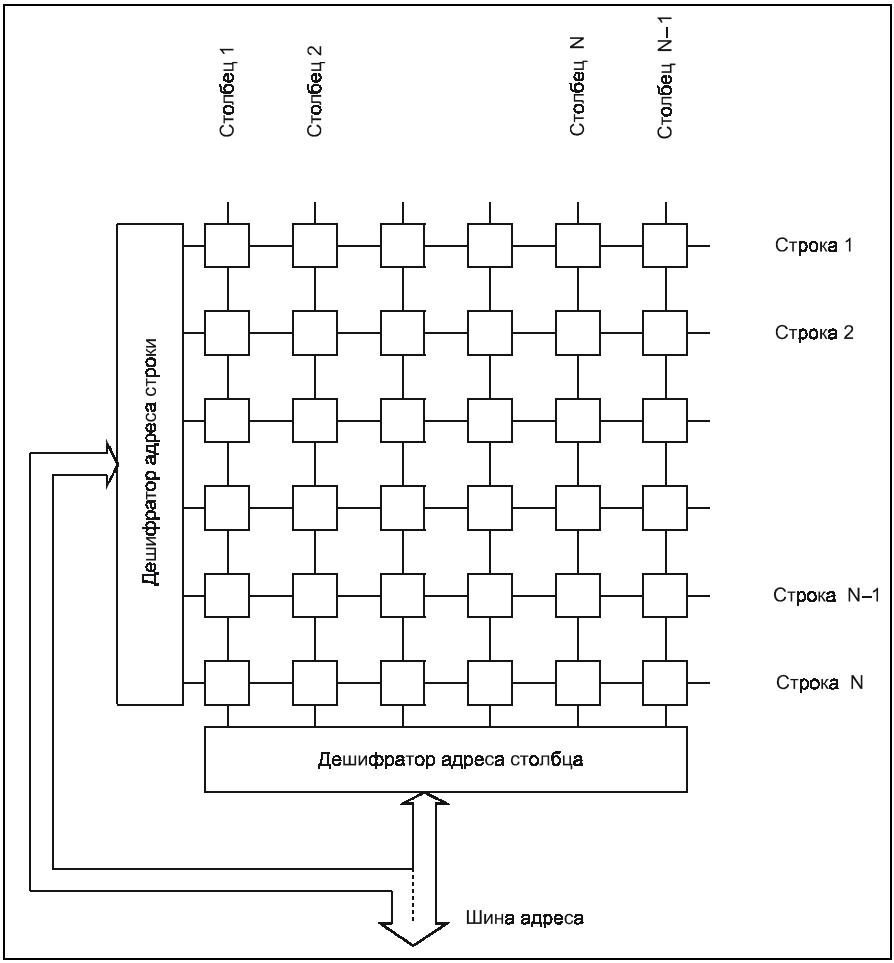


Рис. 3.6. Матрица памяти

Из *гл. 2* вы знаете, что процессоры имеют шину данных, кратную 8 разрядам, например, 8, 16, 32 или 64. В старых персональных компьютерах электронная память собиралась из микросхем, имеющих, например 64, 128, 256 и т. д. ячеек. На системных платах персональных компьютеров IBM PC можно было увидеть ряды микросхем памяти, занимающих там слишком много места. Чтобы уменьшить количество микросхем и упростить их электрические соединения друг с другом, на одном кремниевом кристалле стали создавать несколько отдельных матриц запоминающих ячеек (рис. 3.8). Наиболее популярными оказались варианты, когда микросхема памяти имеет разрядность равную 4 и 8, что позволило уменьшить количество корпусов на плате.

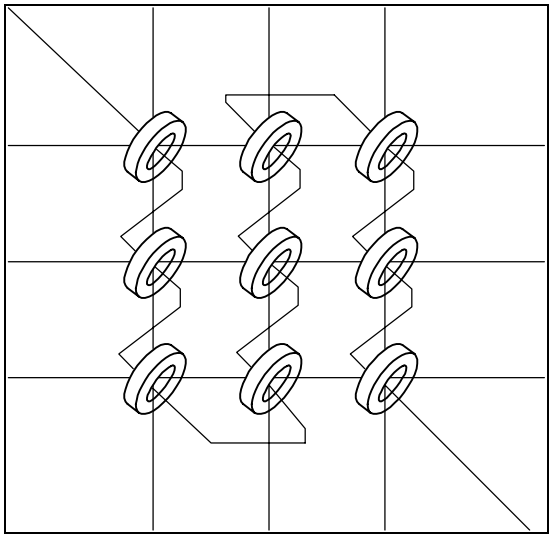


Рис. 3.7. Ферритовая память

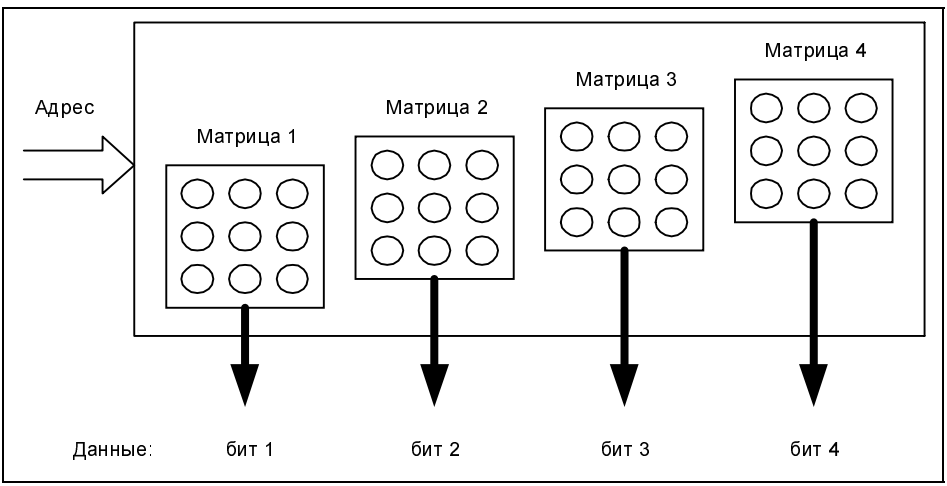


Рис. 3.8. Организация микросхемы памяти с 4 разрядами

В документации и прайс-листах на микросхемы памяти всегда указывается не только общий ее объем, но и как организованы ячейки памяти. Ниже приводятся строчки из прайс-листа на микросхемы динамической памяти DDR и SDRAM, которые выпускаются в настоящее время:

- DDR 256Mb, 32M×8, 266MHz;
- DDR 128Mb, 16M×8, 266MHz;

- SDRAM 256Mb, 32M×8, 133MHz;
- SDRAM 128Mb, 16M×8, 133MHz.

Заметьте, что в начале идет условное обозначения типа микросхемы, а в конце указывается максимальная тактовая частота шины, на которой они могут работать. Объем памяти в микросхеме указывается в двух вариантах: 256Mb — общее количество ячеек памяти в микросхеме; 32M×8 — это обозначение показывает, что на каждый разряд приходится по 32 Мбайт (также используется термин "глубина адресного пространства", от англ. *address depth*). Если умножить 32 Мбайт на 8, то получается 256 Мбайт.

Статическая память

Статическая память, или SRAM (Statistic RAM) является наиболее производительным типом памяти. Микросхемы SRAM применяются для кэширования оперативной памяти, в которой используются микросхемы динамической памяти, а также для кэширования данных в механических устройствах хранения информации, в блоках памяти видеоадаптеров и т. д. Фактически, микросхемы SRAM используются там, где необходимый объем памяти не очень велик, но высоки требования к быстродействию, а раз так, то оправдано использование дорогостоящих микросхем.

В персональных компьютерах с процессорами, у которых не было интегрированной на кристалле кэш-памяти второго уровня, всегда использовались микросхемы SRAM внешнего кэша. Для удешевления системных плат и возможности их модернизации производители системных плат с процессорами 486 и первых поколений Pentium устанавливали специальные кроватки (разъемы для микросхем с DIP-корпусом), в которые можно было устанавливать различные микросхемы SRAM, отличающиеся как по быстродействию и объему памяти, так и различной разрядностью. Для конфигурирования памяти на системной плате предусматривался набор джамперов. Для справки прямо на системной плате краской наносилась информация об установке джамперов, например, как показано в табл. 3.1 (в колонках **JS1** и **JS2** указаны номера контактов, которые надо замкнуть перемычками).

Таблица 3.1. *Пример таблицы конфигурирования кэш-памяти на системной плате*

Size	SRAM	JS1	JS2
256 K	32×8	1–2	1–2
512 K	64×8	2–3	1–2
1 M	128×8	2–3	2–3

Отметим, что изменением конфигурации кэш-памяти занимались только тогда, когда выходила из строя какая-либо микросхема кэш-памяти. В остальных случаях изменять положение джамперов не рекомендовалось.

В дальнейшем, по мере разработки более совершенных микросхем SRAM, они непосредственно припаивались на системную плату в количестве 1, 2 или 4 штук. На системных платах, которые выпускаются в настоящее время, микросхемы SRAM используются, в основном, только для кэширования ввода/вывода и других системных функций.

Маркировка микросхем SRAM

Микросхемы памяти выпускаются в самых разнообразных корпусах. Довольно длительное время наиболее популярными корпусами для статической памяти являлись DIP-корпуса (Dual In-line Package), у которых выводы расположены в два ряда по бокам корпуса. Количество выводов (ножек) у самых первых микросхем было 16, но в дальнейшем увеличилось до 32, для специальных случаев используются корпуса и с 8 ножками. Конструкция DIP-корпуса позволяла как припаивать микросхему на плату, так и вставлять ее кроватку (рис. 3.9).

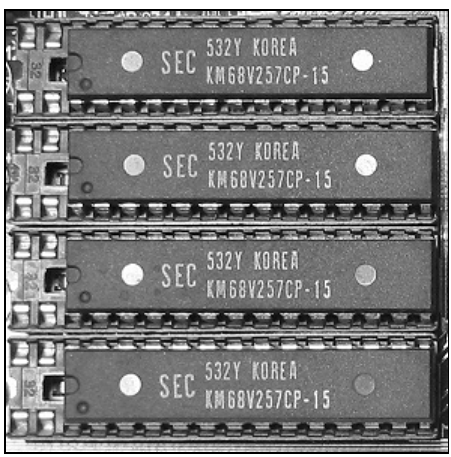


Рис. 3.9. Микросхемы кэш-памяти, установленные в кроватки

По мере развития компьютерных технологий стали применяться корпуса SOJ (Small Outline J-shared), которые было более удобно вставлять и вынимать из специального гнезда, и TSOP (Thin Small Outline Package), предназначенные для поверхностного монтажа (элементы припаиваются на текстолитовую печатную плату, в которой не надо сверлить отверстия под ножки микросхемы). Кроме вышеназванных, используется и множество других

конструкций корпусов, каждый из которых обладает теми или иными достоинствами.

Для маркировки микросхем на верхней их стороне краской всегда наносятся несколько групп знаков, которые содержат информацию о производителе, типе микросхемы, а также о дате выпуска. Следует заметить, что хоть и существует ряд стандартов на маркировку микросхем, но все же каждая фирма применяет собственный стиль указания типа микросхемы, а в ряде случаев одновременно указывается и международное обозначение, и фирменное.

Примечание

На корпусе микросхем почти всегда присутствует группа из четырех цифр, обозначающая дату выпуска данной партии изделий. Первые две цифры в группе обозначают год, а две последние — порядковый номер недели. Например, надпись 9722 обозначает, что микросхема выпущена в 1997 г., когда шла 22 неделя года. Иногда используется другой принцип маркировки года выпуска, или он не указывается вообще. Заметим, что в ряде случаев дату выпуска можно принять за тип микросхемы.

Микросхемы памяти производят несколько десятков крупных фирм, использующих собственную маркировку. В табл. 3.2 приведена информация о наиболее известных фирмах, чья продукция часто встречается в компьютерах. Кроме названия фирмы и адреса ее сервера в Интернете, в каждой строчке указан код, которым они маркируют свои микросхемы.

Таблица 3.2. *Производители микросхем памяти*

Код	Фирма	Адрес
HYB	Infineon	**http://www.infineon.com**
HY, LG	HYNIX (Hyundai)	**http://www.hynix.com**
N	IBM	**http://www-3.ibm.com**
μT	Micron	**http://www.micron.com**
M2	Mitsubishi	**http://www.mitsubishichips.com**
HM	NEC	**http://www.elpida-memory.com**
KM	Samsung	**http://samsungelectronics.com**
TC	Toshiba	**http://www.toshiba.com**
VG	Vanguard	**http://www.vis.com.tw**
HM	Hitachi	**http://www.hitachi.co.jp**
W	Winbond	**http://www.winbond.com**
V	Mosel Vitelic	**http://www.moselvitelic.com**

Таблица 3.2 *(окончание)*

Код	Фирма	Адрес
NT	Nanya	**http://www.nanya.com**
M	EliteMT	**http://www.esmt.com.tw**

В маркировке микросхем памяти почти всегда есть цифры, говорящие об объеме матрицы памяти и ее организации. Также почти всегда две последние цифры говорят о быстродействии микросхемы, выраженной в единицах или десятках наносекунд с отбрасыванием последнего нуля, например, вместо 60 нс может быть указано 6. В табл. 3.3 приведены примеры маркировки микросхем, которые применялись в старых компьютерах.

Таблица 3.3. *Примеры маркировки микросхем памяти*

Фирма	Маркировка
64 K × 1 в DIP-корпусе	
Fujitsu	MBM8264-15
Mitsubishi	M5K4164bp-15
256 K × 1 в DIP-корпусе	
Fujitsu	MB81256P-15
Mitsubishi	M5M4256P-15
64 K × 4 в DIP-корпусе	
Fujitsu	MB811464-15P
Hitachi	HM50464P-15
1024 K × 1 в DIP-корпусе	
Toshiba	TC511000-12
Hitachi	HM511000-12

Микросхемы памяти, выпускаемые в настоящее время, имеют более сложную систему маркировки, в которой указывается значительно больше технических характеристик, чем ранее. Для примера, на рис. 3.11 приведена расшифровка маркировки микросхем SRAM корпорации IBM. Обратите внимание, что микросхемы памяти применяются не только в компьютерах с процессорами *x*86, но и в компьютерах фирмы Apple, и в других самых разнообразных устройствах, поэтому пятый элемент в маркировке дает информацию о назначении микросхемы.

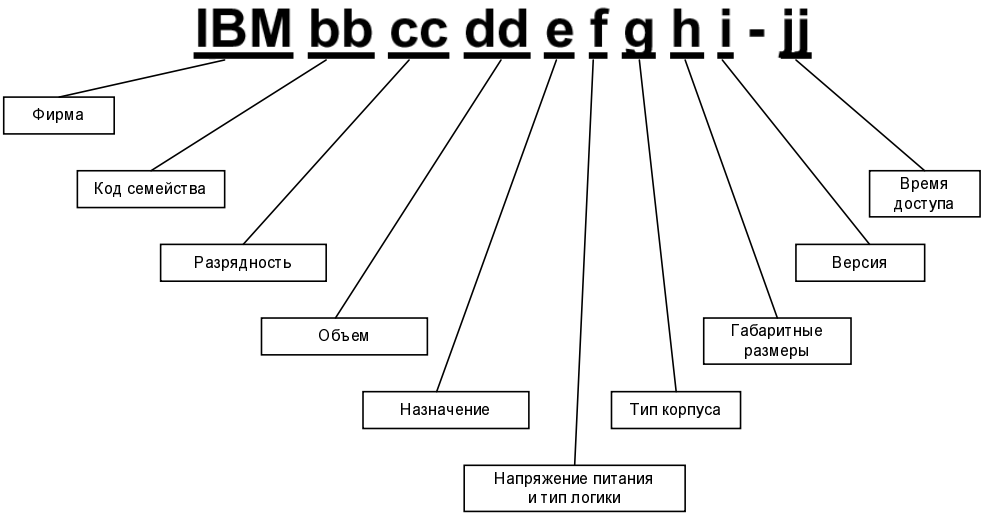


Рис. 3.10. Расшифровка маркировки микросхем SRAM корпорации IBM

Динамическая память

Магистральный путь полупроводниковой технологии — это постоянное уменьшение размеров элементов на кремниевой пластине. Размеры первых транзисторов в микросхемах были около 10 мкм, сегодня те же транзисторы выполняются по 0,13 и 0,08 мкм технологии, что позволило уменьшить на два порядка требуемую площадь кристалла. Второй замечательный способ, позволяющий на одном и том же кристалле разместить большее количество запоминающих ячеек — уменьшить количество транзисторов, которые требуются для создания триггера. В идеале — оставив лишь один.

Сегодня оперативная память персонального компьютера выполняется на микросхемах *динамической памяти*, в которых для каждой ячейки памяти используется один транзистор. Правда, транзистор применяется для управления, а запоминающим элементом служит конденсатор (рис. 3.11), который можно либо зарядить до величины логической "1", либо разрядить до логического "0". Микросхемы такого типа не только позволяют на ограниченной площади кристалла кремния создавать запоминающие матрицы огромной емкости, но и наиболее дешевы в производстве.

В то же время, сокращение числа элементов в триггере до минимума кроме плюсов дает неприятный эффект — запоминающие конденсаторы очень быстро разряжаются, и уже через десяток миллисекунд отличить "1" от "0" невозможно. Но величина в миллисекунду — это для компьютера весьма большое время, в течение которого можно сделать очень многое. Поэтому

инженеры придумали способ восстанавливать заряд конденсатора. Надо каждые 2 миллисекунды подключать конденсатор к шине питания. Если он хранит единицу, то конденсатор восстанавливает потерянное во время саморазряда напряжение логической единицы. Если конденсатор хранил "0", то подзарядки не будет. Такой способ восстановления информации называется *регенерацией памяти.*

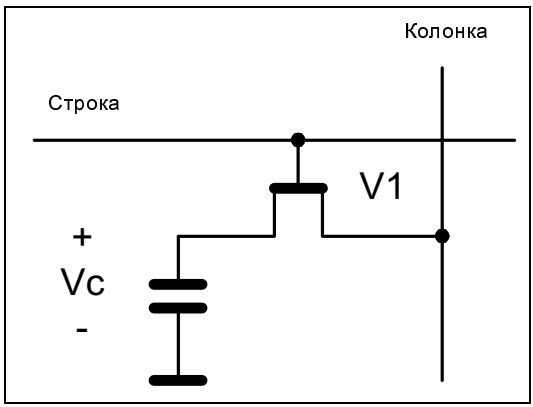


Рис. 3.11. Ячейка динамической памяти

Как вы понимаете, регенерировать каждую ячейку памяти отдельно не только хлопотно, но и для современных микросхем очень долго. Поэтому используют групповой метод регенерации, когда одновременно "лечится" целая строка или столбец запоминающей матрицы. В первых микросхемах на время регенерации никаких операций по записи или чтению информации не делалось. Но поскольку во время регенерации памяти процессор чаще всего вынужден простаивать, то более совершенные типы микросхем динамической памяти позволяют работать с теми ячейками, которые в данный момент времени не требуют восстановления заряда в конденсаторах.

Соответственно, для использования метода регенерации памяти требуется управляющий блок, который занимается исключительно восстановлением заряда в запоминающих конденсаторах. В первых компьютерах для этого служила специальная микросхема. Позднее блок регенерации встроили в одну из микросхем чипсета системной платы, а в наиболее совершенных микросхемах динамической памяти блок регенерации находится на том же кремниевом кристалле, что и запоминающая матрица. Для определения моментов регенерации используются импульсы от системного таймера компьютера. По традиции, это нулевой канал (системный таймер имеет три канала-счетчика, что досталось в наследство от IBM PC, где использовалась микросхема 8053).

Модули памяти

Начиная с компьютеров IBM PC AT, которые собирались на процессорах 80286, в персональных компьютерах применяются сменные модули оперативной памяти. Их использование вполне оправданно, т. к. цена оперативной памяти в компьютерах всегда определяла, да и до сих определяет стоимость компьютера. Тем более, что пользователям постоянно не хватает существующего объема ОЗУ, и они регулярно его модернизируют, добавляя дополнительные модули, устанавливая более скоростную память.

Так как модули памяти появились в эпоху IBM PC AT, то они, как и процессоры, всегда были излюбленным объектом для модернизации, поэтому сегодня можно встретить самые разнообразные экземпляры, отличающиеся по размерам, типам микросхем, назначению и пр.

Конструктивно модули памяти — это текстолитовые прямоугольные платы, на которые припаяны микросхемы памяти. Количество микросхем может быть самое различное, например, 4, 8 или 9. В тех случаях, когда микросхемы устанавливаются с двух сторон модуля, их может быть 8, 16 или 18. Кроме того, на модулях памяти могут находиться и специальные микросхемы, служащие для опознавания типа модуля или для контроля достоверности данных.

Самые первые модули памяти назывались SIP-модулями и подключались к системной плате с процессором 80286 с помощью тонких штыревых контактов. В дальнейшем стали использоваться модули памяти, снабженные краевым разъемом, которые носят название SIMM-модуль (Single In-Line Memory Module). Модули памяти такого типа очень просто устанавливаются в специальные слоты на системной плате. Надежность электрического соединения обеспечивается особой конструкцией контактов модуля и слота. На контакты модуля памяти наносят несколько металлических слоев, верхний слой чаще всего луженый, но на него может наноситься и тонкий слой золота. Заостренные контакты слота как бы врезаются в контактные поверхности модуля памяти.

За прошедшие 20 лет было разработано просто огромное разнообразие типов модулей. Первые SIMM-модули имели 30 контактов и устанавливались на системные платы с процессорами 386 и 486. Объем памяти у них составлял от 256 Кбайт до 1—2 Мбайт. Так как разрядность таких модулей была всего 8 битов, то нужно было всегда устанавливать 2 или 4 модуля вместе.

Появление процессоров типа Pentium вызвало разработку нового типа SIMM-модуля, у которого разрядность составляла 32 бита, соответственно, количество контактов увеличилось до 72. На рис. 3.12 показан один из вариантов конструкции SIMM-модуля. Количество микросхем на нем 2, 4, 8 (для односторонних модулей), но иногда добавляется еще одна микросхема, которая служит для контроля четности (parity) в каждом байте. Модули с контролем четности пименяются только в промышленности.

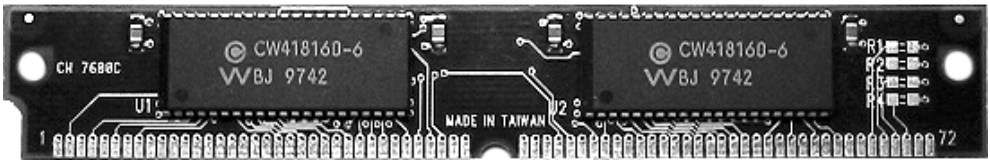
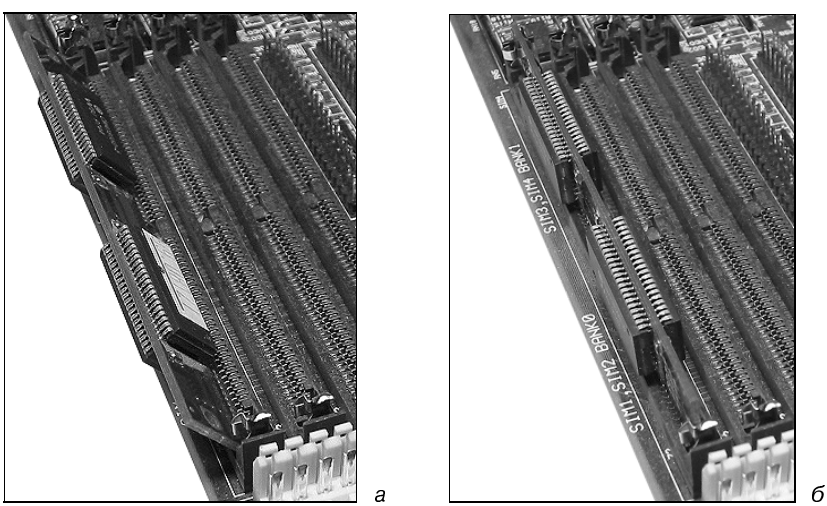


Рис. 3.12. 72-контактный SIMM-модуль

Для 72-контактных SIMM-модулей на системных платах устанавливаются разъемы, в которые модуль сначала ложится с наклоном примерно в 30°, а потом выпрямляется до защелкивания (рис. 3.13). Чтобы вставить модуль нужной стороной, на нем предусмотрены специальные пазы и отверстия.

Внимание

72-контактные SIMM-модули всегда устанавливаются попарно.



а *б*

Рис. 3.13. Установка в разъем 72-контактного SIMM-модуля

Наиболее распространенные 72-контактные SIMM-модули имели объем памяти, равный 4, 8 и 16 Мбайт, совсем недавно появились модули объемом в 32 и 64 Мбайт, которые даже дешевле своих предшественников. Кроме того, следует отметить, что 72-контактные SIMM-модули для системных плат с процессором 486 обычно не подходят для системных плат с процессором Pentium и наоборот. Конечно, бывают исключения, но крайне редко, т. к. это связано с типом установленных на них микросхем. Отличить несовместимые типы SIMM-модулей по внешнему виду практически невозможно,

разве что по маркировке на микросхемах памяти (чаще всего по последней букве, но это зависит от стандартов, принятых у изготовителя микросхем).

В 1997 г. появилось следующее поколение модулей памяти — 64-разрядные DIMM-модули (Dual In-line Memory Module), у которых насчитывалось 168 контактов, расположенных с двух сторон текстолитовой платы (по 84 контакта) (рис. 3.2). В отличие от SIMM-модулей, они вставляются в разъем (рис. 3.14) на системной плате вертикально и фиксируются боковыми защелками. DIMM-модули могут устанавливаться на системную плату в любом количестве от 1 до 4. На некоторых старых системных платах с процессором Pentium устанавливались вместе разъемы и для SIMM-, и для DIMM-модулей.

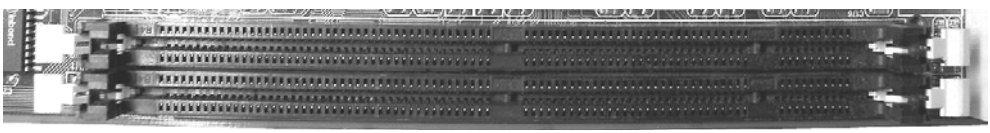


Рис. 3.14. Слоты для установки 168-контактных DIMM-модулей

Так как в последние годы стремительно совершенствовались не только процессоры, но и микросхемы памяти, практически для каждого нового процессора разрабатывался новый DIMM-модуль — более скоростной, с большим объемом памяти, с уменьшенным напряжением питания. Для идентификации типа модуля по объему памяти и типу используемых микросхем на нем устанавливается микросхема флэш-памяти с записанной в нее служебной информацией (SPD — Serial Presense Detect), доступ к которой происходит по интерфейсу I^2C. Чтобы нельзя было установить неподходящий тип DIMM-модуля, в текстолитовой плате делается несколько прорезей (ключей). Для механической идентификации различных DIMM-модулей используется сдвиг положения двух ключей в текстолитовой плате модуля, расположенных среди контактных площадок (рис. 3.15). Правда, основное назначение этих ключей — не дать установить в разъем DIMM-модуль с неподходящим напряжением питания микросхем памяти. Кроме того, левый ключ определяет наличие или отсутствие буфера данных.

Так как частота процессоров перевалила границу 2 ГГц, а технология изготовления системных плат не позволяет в такой же мере повышать тактовую частоту системной шины, то дальнейшее совершенствование DIMM-модулей происходило не только за счет постепенного повышения тактовой частоты. Очень удачным оказался принцип чтения за один такт двух слов. Этот принцип реализован в новых микросхемах динамической памяти DDR SDRAM. Для модулей DDR SDRAM число контактов увеличено до 184 (рис. 3.16). На работу с такими модулями рассчитаны последние модификации процессоров Pentium 4 и Celeron, а также Athlon и Duron. Для иденти-

фикации напряжения питания модулей DDR SDRAM служат соответствующие ключи (рис. 3.17).

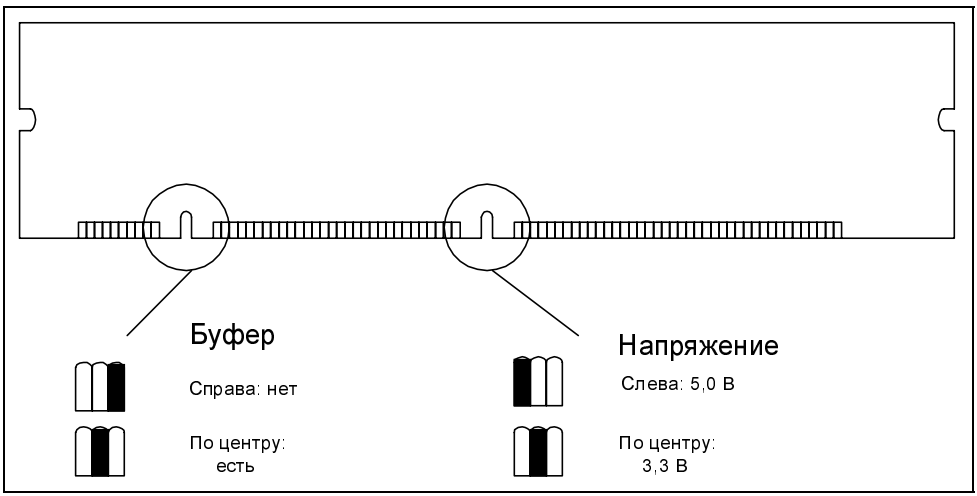


Рис. 3.15. Ключи 168-контактного DIMM-модуля

Примечание

В продаже имеются выпускаемые малоизвестными фирмами модули памяти с некондиционными микросхемами DDR SDRAM. На таких модулях, как правило, не указывается никакой маркировки. Использование этих модулей обычно приводит к неустойчивой работе компьютера. Для надежной работы компьютера используйте модули известных производителей, которые маркируют свои изделия этикеткой (слева), а иногда приклеивается и голограмма (справа), как видно на рис. 3.16.

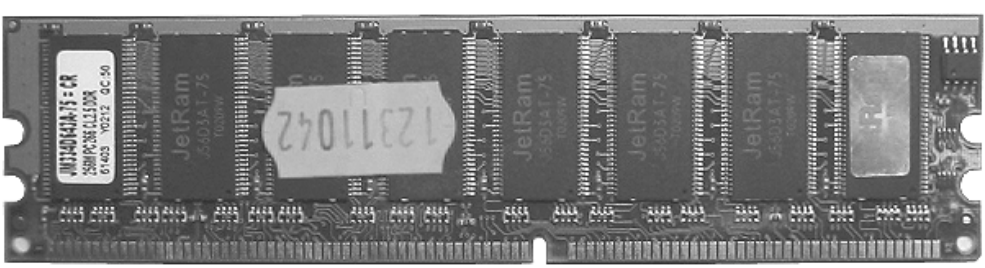


Рис. 3.16. 184-контактный модуль DDR SDRAM

Появление процессоров Pentium 4, работающих на частотах выше 1000 МГц, вызвало разработку 184- и 196-контактных RIMM-модулей. Основное досто-

инство таких модулей — это работа на частотах 400, 600 и 800 МГц (это удвоенные частоты магистрали Rambus, а сама шина данных работает на тактовой частоте 100 МГц), а основной недостаток — высокая цена. RIMM-модули (рис. 3.18 и 3.19) несовместимы с другими типами модулей памяти не только по величине тактовой частоты, но и по принципу доступа к данным.

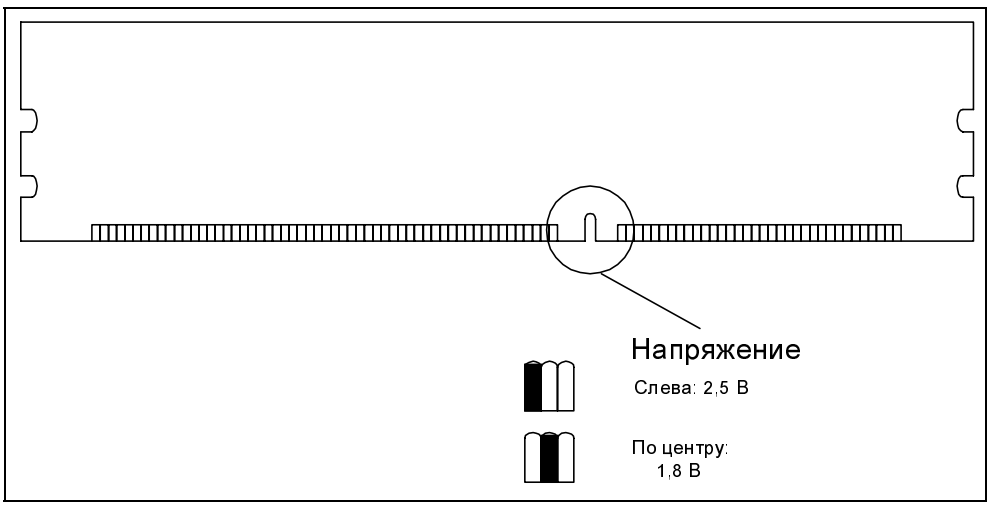


Рис. 3.17. Ключи 184-контактного модуля DDR SDRAM

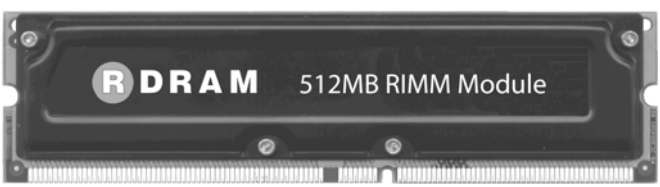


Рис. 3.18. RIMM-модуль с металлическим экраном

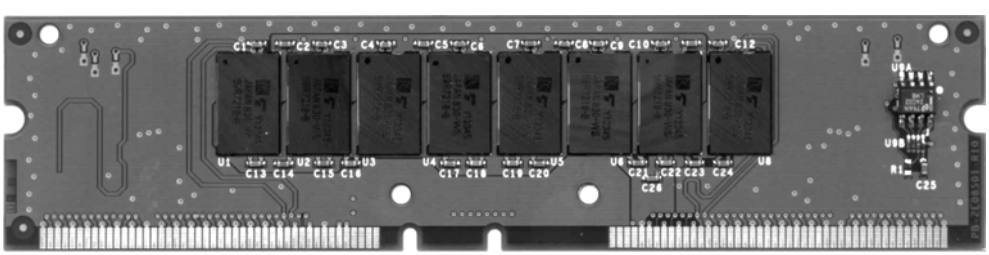


Рис. 3.19. RIMM-модуль со снятым экраном

Заметим, что несмотря все явные достоинства RIMM-модулей, у них оказались и серьезные недостатки, например, некоторые системные платы не могли устойчиво работать более чем с двумя модулями. Поэтому в настоящее время параллельно развиваются как RIMM-, так и DIMM-модули, которые уже штурмуют тактовую частоту в 533 МГц (за один такт читается 4 слова, поэтому 533 МГц = 133 МГц × 4).

Чтобы как-то отличать новейшие модули от старых, а также из рекламных соображений, на модули памяти теперь наносят маркировку, в которой указывается пропускная способность канала модуль—процессор, например, P1600, P2100 или P3200, которая рассчитывается как:

$$\text{Пропускная способность, Мбайт/с} = \frac{\text{Частота синхронизации, МГц} \times \text{Ширина шины, бит}}{8}.$$

Эта формула как раз и показывает, что производительность системы процессор—память можно увеличить двумя способами — повысить тактовую частоту и увеличить разрядность шины данных.

При покупке или установке в компьютер новых модулей обязательно следует найти в документации на системную плату информацию о поддерживаемых чипсетом типах модулей, т. к. при ошибке возможно повреждение не только модуля памяти, но и системной платы.

Для ноутбуков, где наиболее важным параметром являются габаритные размеры, разработаны малогабаритные модули памяти, например, в настоящее время популярными являются 172-контактные Micro DIMM и Small Outline DIMM.

Адресация памяти

В компьютерах с процессором *x*86 исторически сложилась довольно сложная система адресации памяти. Мы постепенно разберем все основные варианты, а сейчас просто отметим, что хотя с каждым новым поколением процессоров внедрялись новые принципы управления памятью, но даже самый современный Pentium 4 должен уметь работать с памятью так же, как любой из его предшественников. Это, конечно, не всегда удобно для пользователей, которые не используют старого программного обеспечения, но зато гарантирует, что любую программу, созданную для компьютеров, совместимых с IBM PC, можно заставить работать на новом персональном компьютере (бывают исключения, связанные с особенностью архитектуры некоторых старых компьютеров).

Одна из особенностей процессоров *x*86 заключается в том, что в процессоре 8086 с целью сокращения общего числа контактов для шины адреса и шины данных использовались одни и те же контакты. Соответственно, для получения информации из памяти вначале процессор должен был выработать

адрес нужного байта, который запоминался одной из микросхем системной платы, а уже потом его прочитать. Начиная с процессора 80286, шина адреса получила на корпусе процессора отдельные контакты. Но по традиции все равно приходится считать, что процессор сначала устанавливает адрес, а уж потом данные. (Ограничения на количество контактов коснулись также и ряда микросхем оперативной памяти, где одни и те же контакты используются для адресации и ввода/вывода данных.)

Другая особенность процессоров *x*86 — это различная размерность шины данных и адреса. Для 16-разрядного процессора 8086 использовалась 20-разрядная шина адреса, а для 80286 — 24-разрядная. В 32-разрядных процессорах 386 и 486 шина адреса была увеличена до 32 битов, а в процессорах Pentium до 64 битов.

Так как компьютеры оперируют адресным пространством, кратным 2^n, где n — разрядность шины, то получается следующий практический ряд:

- 16 линий (битов) — 65 536 байтов, или 64 Кбайт;
- 20 линий (битов) — 1 048 576 байтов, или 1 Мбайт;
- 22 линии (бита) — 4 194 304 байтов, или 4 Мбайт;
- 24 линии (бита) — 16 777 216 байтов, или 16 Мбайт;
- 26 линий (битов) — 67 108 864 байтов, или 64 Мбайт;
- 28 линий (битов) — 268 435 456 байтов, или 256 Мбайт;
- 30 линий (битов) — 1 073 741 824 байт, или 1024 Мбайт, или 1 Гбайт;
- 32 линии (бита) — 4 294 967 296 байтов, или 4 Гбайт.

Кроме всего прочего, у первых микропроцессоров количество выводов было ограничено, поэтому адрес передавался по шине данных в два этапа — сначала младшую половину бита, а потом старшую. В дальнейшем от такого способа отказались, но потом снова стали использовать для адресации ячеек памяти в микросхемах динамической памяти.

Обычно полагают, что матрица запоминающей микросхемы имеет квадратный вид, поэтому принято считать, что младшая половина адреса — это сигнал CAS (Column Access Strobe), или адрес столбца запоминающей матрицы, а старшая половина адреса — это сигнал RAS (Row Access Strobe), или адрес строки матрицы. Если матрица памяти по каким-либо причинам является прямоугольной, то сокращается размерность адреса RAS.

При обращении к запоминающему устройству с микросхемами динамической памяти контроллер памяти, который может быть в чипсете или в самой микросхеме памяти, устанавливает сигнал RAS, а потом — CAS (рис. 3.20). В разных типах микросхем DRAM длительности сигналов RAS и CAS и порядок их следования различны. Излюбленным приемом повышения производительности ОЗУ является однократная установка сигнала RAS,

а последовательным изменением сигнала CAS считывается вся строка. В более новых микросхемах присутствует счетчик, который автоматически увеличивает адрес RAS при считывании большого массива данных.

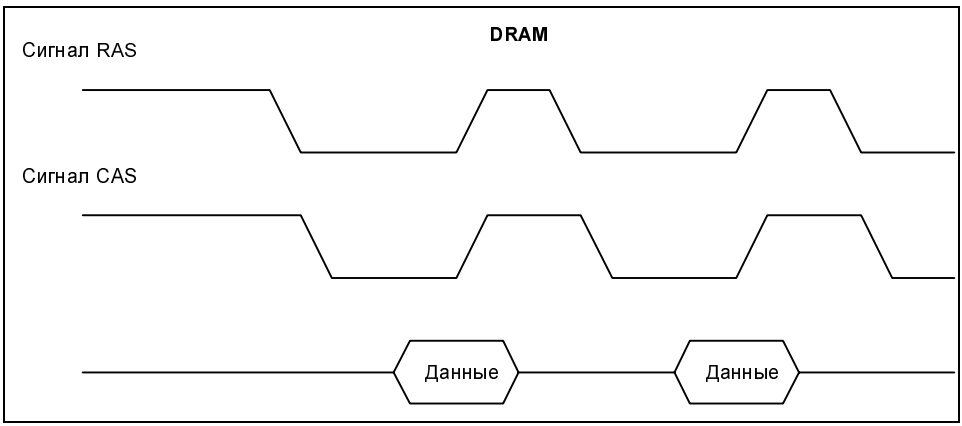


Рис. 3.20. Временные диаграммы микросхем DRAM

В программе настройки BIOS предусмотрена установка параметров сигналов CAS и RAS, а также возможность указания порядка их чередования. Для настройки пакетного режима с памятью служит установка параметров, например, 5-3-3-3 или 5-1-1-1. Первый случай предусматривает 5 тактов для задания базового адреса блока памяти и по 3 такта для чтения или записи каждого машинного слова (байта), второй, соответственно, только по 1 такту для чтения или записи каждого байта. Если "поиграть" параметрами пакетного режима, можно получить значительный выигрыш в производительности, правда, при этом следует пользоваться тестовыми программами, чтобы удостовериться в устойчивой работе компьютера с новыми настройками.

Типы динамической памяти

За несколько десятилетий было разработано множество типов микросхем динамической памяти, начиная от простеньких микросхем DRAM, применявшихся в компьютерах IBM PC, и до необычайно сложных по структуре современных микросхем DDR SDRAM. Впрочем, популярными становились совсем немногие, поэтому ниже даны характеристики только тех микросхем динамической памяти, которые до сих пор работают в персональных компьютерах, а также тех, которые были специально разработаны для использования с процессорами гигагерцового диапазона.

Наиболее длительное время были популярны два типа микросхем DRAM — FPM и EDO, которые используются в компьютерах с процессорами 486 и

Pentium. Заметим, что хотя оба типа микросхем по механическим и электрическим характеристикам аналогичны, но отличия в логике работы интерфейсных цепей не позволяют устанавливать их вместе. Кроме того, следует помнить, что только небольшое число системных плат поддерживают оба типа микросхем.

Микросхемы FPM DRAM (Fast Page Mode, быстродействующий страничный режим) были разработаны для компьютеров с 486 процессорами и реализовывали, как следует из названия, страничный режим. Время доступа для этих микросхем составляло 60 и 70 нс (для наиболее распространенных типов). Первые компьютеры с процессорами Pentium также использовали FPM DRAM. Без задержек эти микросхемы могли работать только с частотой системной шины, не превышающей 28 МГц.

Для сокращения потерь времени, связанных с отключением шины данных, когда начиналось задание нового адреса, FPM DRAM модернизировали, и новые микросхемы получили название EDO DRAM (Extended Data Output, память с расширенным выводом данных). Основное достоинство EDO DRAM в том, что чтение данных происходит на 10—15% быстрее, чем у FPM DRAM. До частоты системной шины в 50 МГц эти микросхемы могли работать без специальных циклов ожидания (задержки). Временные диаграммы работы микросхем приведены на рис. 3.21.

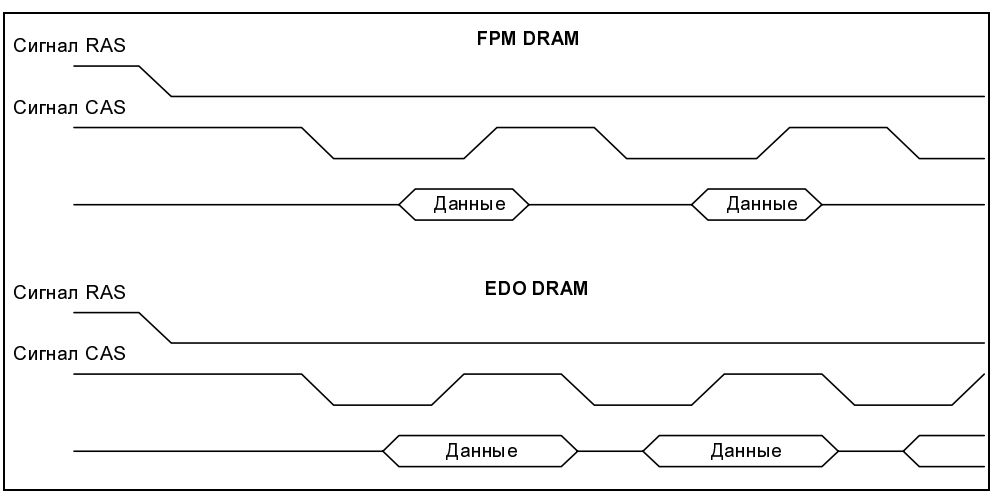


Рис. 3.21. Временные диаграммы микросхем FPM и EDO DRAM

В дальнейшем были разработаны и другие модификации микросхем EDO DRAM, например, BEDO DRAM, в которых был добавлен генератор номера столбца, чтобы сократить время доступа к большим блокам данных. Ряд

других типов микросхем нашли применение в узлах видеопамяти карт видеоадаптеров.

У микросхемы FPM и EDO DRAM есть серьезный недостаток — они являются асинхронными элементами, у которых выходные сигналы жестко не синхронизированы с тактовой частотой системной шины. На момент появления сигнала на выходе у этих микросхем влияют температура, старение элементов, созданных на полупроводниковом кристалле, а раз так, то могут пропускаться рабочие такты. Поэтому следующим шагом по повышению производительности памяти стала разработка микросхем синхронной динамической памяти — SDRAM (Synchronous Dynamic Random Access Memory), — у которой все операции синхронизированы с тактовой частотой системной шины. Микросхемы SDRAM могут работать на частотах 66, 75, 83, 100 и 125 МГц. За счет сокращения тактов ожидания удалось увеличить производительность системы ОЗУ-процессор. Кроме того, в этих микросхемах предусмотрены различные способы адресации и доступа к данным, например, чередование адресов, пакетный режим, конвейерная адресация.

На частоте системной шины выше 100 МГц первые микросхемы SDRAM работали неустойчиво (дополнительные проблемы вносили недостатки чипсетов и неудачная разводка системных плат, которые приходилось приспосабливать к работе на высокой частоте). Для решения проблем корпорация Intel разработала новую спецификацию для микросхем памяти — PC100. На ее основе стали производиться сначала микросхемы PC100 SDRAM, а потом и PC133 SDRAM. Можно отметить, что в настоящее время модули памяти PC133 SDRAM с объемом 128 и 256 Мбайт наиболее дешевы, а вследствие этого очень популярны у пользователей. Работа оперативной памяти на частоте в 10 раз ниже частоты ядра процессора явно создает массу проблем при обработке больших массивов информации, когда объема кэша второго уровня просто недостаточно. Поэтому очень кстати пришлась новая технология для создания ОЗУ, предложенная фирмой Rambus. Корпорация Intel, заинтересованная в повышении производительности компьютеров с процессорами Pentium III и 4, разработала чипсеты и системные платы, которые поддерживали модули памяти с различными микросхемами RDRAM (Rambus Dynamic Random Access Memory).

Основной изюминкой в технологии Rambus стала возможность поднять тактовую частоту, на которой работали микросхемы памяти. К тому же, она предусматривала пересылку данных как по переднему фронту тактового сигнала, так и по заднему. Таким образом удалось достигнуть пропускной способности канала ОЗУ—процессор в 1,6 и 3,2 Гбайт/с. Правда, разрядность шины данных у Rambus-модулей оказалась равным 8 и 16 битам. Обратите внимание, что повышение тактовой частоты перевело систему RDRAM—чипсет в разряд СВЧ-устройств, а это повлекло значительные сложности в разводке системных плат и модулей памяти, а также в согласо-

вании импендансов (сопротивлений) информационных и тактовых линий. Блок-схема ОЗУ на микросхемах RDRAM показана на рис. 3.22.

Примечание

Внутренняя магистраль Rambus работает теперь на частоте 400 МГц с чтением данных по переднему и заднему фронту синхросигнала, что дает результирующую частоту 800 МГц. Но для процессора контроллер Rambus организует передачу так, чтобы частотные и временные характеристики модулей Rambus соответствовали возможностям системной шины процессора (как и у модулей DDR DRAM).

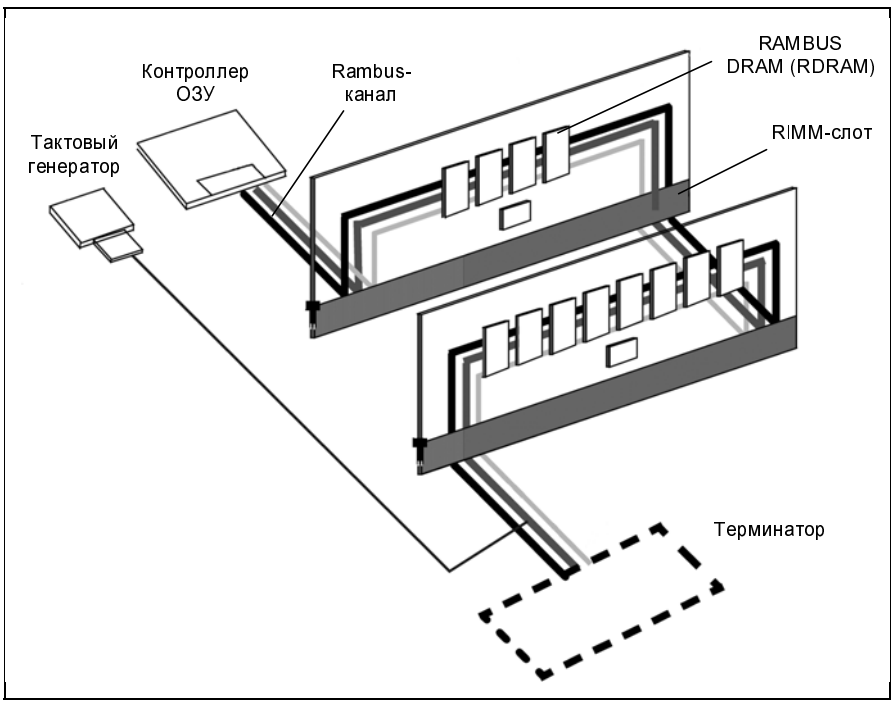


Рис. 3.22. Блок-схема ОЗУ на микросхемах RDRAM

При появлении нового типа памяти каждый раз громогласно объявляется, что за памятью этого типа — светлое будущее компьютерной индустрии. Вот только проходит пара лет, и появляется другой тип памяти, который и дешевле, и вполне может конкурировать со своими предшественниками. Точно так же обстояло дело и с памятью Rambus. Вначале казалось, что новая технология — это панацея, которая позволит использовать оперативную память чуть ли не на тактовой частоте процессора. Но, увы, модули с микросхемами Rambus оказались слишком капризными и дорогими.

Проблемы с Rambus-памятью привели к тому, что было разработано второе поколение микросхем SDRAM, которое получило название DDR SDRAM (Double Data Rate). Технология DDR SDRAM позволяет передавать данные по обоим фронтам каждого тактового импульса, что дало возможность удвоить пропускную способность памяти. В дальнейшем удалось за один тактовый импульс передавать уже 4 порции данных. Кроме всего прочего, микросхемы DDR SDRAM разработаны с учетом последних достижений полупроводниковой технологии, поэтому удалось серьезно снизить потребляемую энергию.

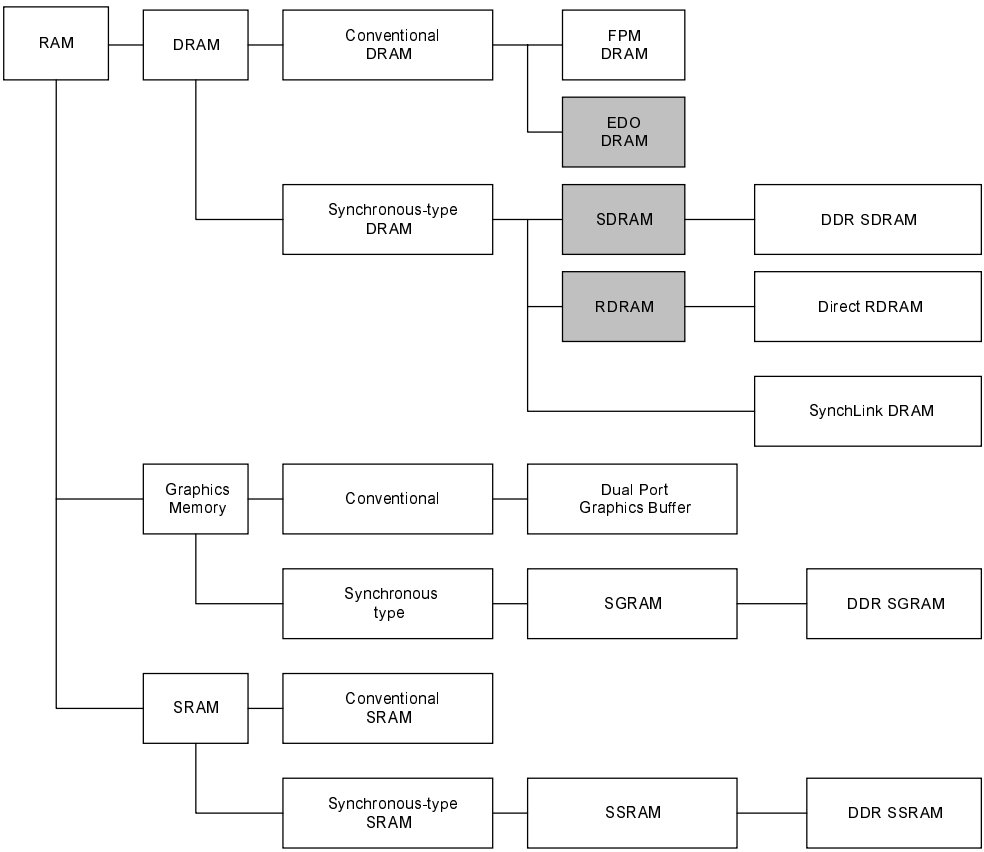


Рис. 3.23. Этапы развития микросхем памяти

На рис. 3.23 показаны этапы развития всех микросхем оперативной памяти, которые нашли применение в персональных компьютерах. Затенением выделены те типы микросхем, которые до сих пор производятся и успешно работают в компьютерах. Их потомки — DDR SDRAM и DirectRDRAM —

уже подешевели, а потому широко начали применяться в новых персональных компьютерах. Двумя отдельными ветками показаны типы микросхем, которые используются в кэш-памяти и видеопамяти. Обратите внимание, что кроме DDR SDRAM и DirectRDRAM, сегодня производятся микросхемы SynchLink (открытый стандарт на микросхемы DRAM), DDR SGRAM для видеопамяти и DDR SSRAM для кэш-памяти.

Чтобы у вас не сложилось впечатление, что микросхемы DRAM используются только с процессорами семейства *x*86, приведем информацию о конкурирующих процессорах. Например, процессор G4 7470 с тактовой частотой 1,5 ГГц производства корпорации Motorola, предназначенный для персональных компьютеров Apple, поддерживает память PC2100 DDR SDRAM. Процессоры G4 работают с системной шиной на тактовой частоте 133 и 166 МГц (266 и 333 МГц). А разрабатываемые сейчас процессоры G5 с тактовой частотой 1,5 ГГц будут поддерживать скорость обмена данными с памятью на уровне 12 Гбайт/с.

Постоянные запоминающие устройства

Традиционно сложилось, что под термином ПЗУ понимают полупроводниковую микросхему, в которой записана информация. Причем считается, что изменить информацию в ПЗУ невозможно, или этот процесс требует специальных действий, недоступных в домашних условиях, например, из-за необходимости иметь программатор. Но развитие полупроводниковых технологий размыло это определение, т. к. появились микросхемы флэш-памяти, которые близки по характеристикам к обычной оперативной памяти (например, флэш-карты в цифровых фотоаппаратах). Даже для ПЗУ с программой BIOS теперь используется микросхема флэш-памяти, которую пользователь может сам очень просто перепрограммировать, переустановив (и то не всегда) джампер на системной плате и запустив программу перезаписи.

Первыми полупроводниковыми ПЗУ были *масочные микросхемы*, которые выпускаются до сих пор, но используются только в устройствах для массового производства, когда требуется минимальная цена. Информация в них раз и навсегда занесена при изготовлении с помощью специальных трафаретов-масок, как при печати книг. Для таких микросхем используют также термин "заказная микросхема", т. к. их производят отдельными уникальными партиями, используя спецификации заказчика. Маркировка масочных микросхем, за исключением серийных данных производителя, всегда уникальна. Изменить хоть один бит в масочной микросхеме нельзя. Главные достоинства таких ПЗУ — дешевизна.

В старых компьютерах масочные ПЗУ чаще всего используются для хранения BIOS. Замене они не подлежат, но, к счастью, цоколевка наиболее популярных масочных ПЗУ совпадает с цоколевкой микросхем однократно

или многократно программируемой постоянной памяти, что позволяет установить аналог, записав в него нужную информацию.

Микросхемы с однократным программированием появились как следствие того, что для множества применений использование масочных ПЗУ экономически невыгодно. В ряде случаев изготовителю прибора (компьютера) удобнее самому записать нужную информацию в "чистую" микросхему. Такие микросхемы, называемые программируемыми ПЗУ (ППЗУ, PROM), разрабатывались по технологии с пережигаемыми металлическими перемычками или полупроводниковыми зонами. У этих типов микросхем есть достаточно серьезные недостатки — пережженный контакт со временем мог восстановиться, искажая записанную информацию, и не все микросхемы в одной партии могли быть правильно запрограммированы. Несмотря на проблемы, ППЗУ с пережигаемыми контактами широко применяются в различной радиоаппаратуре и компьютерах. Программировать такого типа ППЗУ можно только в специальных программаторах, т. к. требуется подача на выводы микросхемы напряжений, значительно отличающихся от тех, которые используются при чтении.

Следующим шагом развития полупроводниковой технологии стало появление *многократно записываемых* ПЗУ, называемых сейчас репрограммируемыми ПЗУ (РПЗУ, EPROM), в которых можно было стереть ранее записанную информацию и записать новую.

В наиболее массовых типах РПЗУ информация стиралась с помощью ультрафиолетового облучения кристалла микросхемы. В таких микросхемах для доступа ультрафиолетового света сделано специальное окошечко, закрытое кварцевым стеклом (рис. 3.24), которое после программирования обязательно надо заклеивать непрозрачной липкой лентой для защиты от самопроизвольного стирания от люминесцентного и солнечного света. Время, необходимое для стирания, примерно 5—10 минут (излишне долгое время стирания проводит к сокращению срока службы микросхемы и даже к невозможности нового программирования). Основной недостаток РПЗУ с ультрафиолетовым стиранием заключается в деградации запоминающих областей на полупроводниковом кристалле, что приводит к весьма малому количеству циклов перепрограммирования — всего около 10.

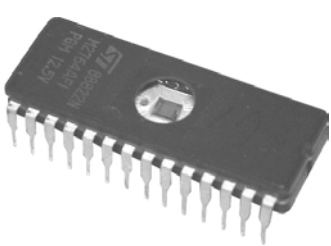


Рис. 3.24. Микросхемы ПЗУ
с ультрафиолетовым стиранием информации

Наиболее популярные восьмибитные РПЗУ, используемые в старых компьютерах, а также в различных периферийных устройствах, имеют обозначение 27*xx-t* и 27C*xx-t*, где *xx* — обозначает их емкость в килобайтах (8, 16, 32, 64 Кбайт). Для микросхем емкостью 128 и 256 Кбайт используются обозначения 27010 и 27020. Для 16-битных микросхем емкостью 64 К слов (1 Мбайт) и 128 К слов (2 Мбайт) используются обозначения 27001 и 27002. Буква *t* обозначает время доступа к данным, которое обычно лежит в диапазоне 50—250 нс. Хотя приведенная система маркировки микросхем РПЗУ широко применяется, многие фирмы используют и свои системы обозначений, которые не соответствуют приведенной выше. Программирование таких микросхем производится с помощью специальных программаторов, но более простых, чем для однократно программируемых. Возможно программирование микросхемы и в составе устройства, если разработчики предусмотрели возможность подачи повышенного напряжения (обычно 12—26 В, что указывается на корпусе микросхемы) на вывод программирования, правда, надо учитывать, что такты программирования значительно длиннее, чем такты чтения. Существуют отечественные аналоги: 2716 — К573РФ2 и К573РФ5, 2764 — К573РФ6.

С использованием вышеприведенных РПЗУ связана интересная особенность, которая вначале приводит пользователя в недоумение — в кроватку типа DIP-32 можно вставить микросхему с корпусом DIP-28, а в кроватку DIP-28 — DIP-24, пропуская контакты, ближние к ключу.

ПЗУ с электрическим стиранием информации

Рассмотренные ППЗУ и РПЗУ для изменения содержащейся в них информации требовали, в общем случае, дополнительного оборудования для ее записи и стирания. Для многих применений такое положение не устраивало разработчиков и пользователей, поэтому были разработаны микросхемы, где световой поток заменили электрическими импульсами, а в остальном они оказались аналогичными РПЗУ со стиранием ультрафиолетовыми лучами. Но по-прежнему для таких микросхем при программировании требовалось подавать на выводы повышенное напряжение.

Дальнейшим развитием микросхем ПЗУ с электрическим стиранием стала флэш-технология, которая позволяла приблизить параметры ПЗУ к параметрам обычной статической памяти. Первые такие микросхемы выпустила корпорация Intel в 1988 г. Флэш-память позволяет достичь более плотной упаковки запоминающих ячеек на кристалле, чем у микросхем динамической памяти, при этом информация не теряется при выключении питания.

Низкая стоимость, малое энергопотребление и высокая надежность флэш-памяти обусловили ее популярность, поэтому были разработаны микросхемы с интерфейсами, которые имитировали работу ранее выпущенных попу-

лярных серий памяти как ПЗУ, так и различных видов RAM. Например, выпускаются микросхемы флэш-памяти с интерфейсом DRAM, которые предназначены для установки на модули SIMM и DIMM, а также на модули PostScript для лазерных принтеров. Частота считывания информации из флэш-памяти с синхронным интерфейсом достигает 66 МГц. Специально для ноутбуков выпускаются PCMCIA-модули (PC Card) с IDE-интерфейсом, имитирующим жесткий диск. Для ряда применений изготавливается флэш-память с двухпроводным интерфейсом I^2C, который позволяет использовать корпуса всего с восьмью выводами, что удобно для применения, например, в модемах. Кроме того, микросхемы с таким интерфейсом и с небольшим объемом памяти используются в различных устройствах для идентификации, например модулей памяти DIMM или в аппаратных ключах, где пароль доступа хранится в ячейках, доступных только для чтения.

Наиболее существенный недостаток флэш-технологии в том, что хотя количество циклов записи и достигает 1 млн., для использования в качестве обычной оперативной памяти этого маловато. Но все же параметры современных микросхем на основе такой технологии вполне сопоставимы с винчестерами недавнего прошлого, что позволяет применять их, например, для хранения графических файлов в электронных фотоаппаратах.

Первое поколение флеш-памяти по параметрам соответствовало микросхемам с ультрафиолетовым стиранием, а число гарантированных циклов стирания-программирования достигало всего 10 000. Стирание информации в микросхемах допускалось только целиком, а запись побайтно. Микросхемы выпускались однобайтными и имели следующую маркировку: 28F256, 28F512, 28F010, 28F020 (аналогично серии 27*xx*). Для примера в табл. 3.4 приведена маркировка некоторых микросхем флэш-памяти.

Во флэш-микросхемах второго поколения уже допускалось стирание не всего массива информации целиком, а поблочно. Длительный цикл записи у таких микросхем можно было безболезненно прерывать для чтения информации.

Третье поколение флэш-памяти делалось уже по технологии Smart Voltage, что допускает стирание и запись информации при напряжении 5 В, а чтение — при напряжении 3,3 и 2,7 В.

Микросхемы флэш-памяти могут иметь различную организацию массивов ячеек:

- Bulk Erase — вся информация может быть стерта только целиком;
- Boot Block — ячейки памяти объединены в несколько блоков различного размера, причем один из блоков может иметь защиту от стирания и записи;
- Flash File — все ячейки памяти разделены на одинаковые и равноправные блоки.

Таблица 3.4. *Маркировка микросхем флэш-памяти*

Маркировка	Организация ячеек
28F256	32 K × 8
28F512	64 K × 8
28F010, 29EE010	128 K × 8
28F001, 29EE020	128 K × 8
28F002	256 K × 8
28F004	512 K × 8
28F008	1024 K × 8
28F200, 29F200, 29LV200	256 K × 8, 128 K × 16
28F400, 29F400, 29LV400	512 K × 8, 256 K × 16
28F800, 29F800, 29LV800	1024 K × 8, 512 K × 16

Наиболее интересной для пользователей PC является флэш-память с организацией ячеек Boot Block, которую удобно применять для хранения BIOS. В такой флэш-памяти, как минимум, существуют два блока — один блок используется для хранения BIOS, которую можно оперативно изменять, а второй блок, аппаратно защищенный от записи и стирания, используется для хранения программы-загрузчика (Boot Recovery code). Программу-загрузчик можно рассматривать как неизменяемую часть BIOS, которая используется для начальной записи BIOS или при ее восстановлении после некорректной записи или воздействия вируса-вандала. Один из вариантов организации такой BIOS показан на рис. 3.25. Принцип использования заключается в том, что основной блок BIOS может изменять свое положение в адресном пространстве. При нормальной работе блок BIOS располагается по стандартным адресам, поэтому при первоначальной загрузке компьютера будут выполняться его команды. При записи новой версии BIOS или в аварийной ситуации перестановкой джампера на место стандартного BIOS подставляется блок начального загрузчика, с помощью которого можно произвести новую запись основного блока. Конкретный способ переключения между блоками флэш-памяти зависит от типа системной платы и используемой микросхемы.

Несмотря на кажущуюся простоту перепрограммирования BIOS, любые работы по изменению информации в ее микросхеме требуют соблюдения следующих условий:

- навыков программирования микросхем;

- документации на системную плату или периферийное устройство с инструкцией по программированию BIOS;
- наличия копии старой версии BIOS;
- наличия источника бесперебойного питания (желательно).

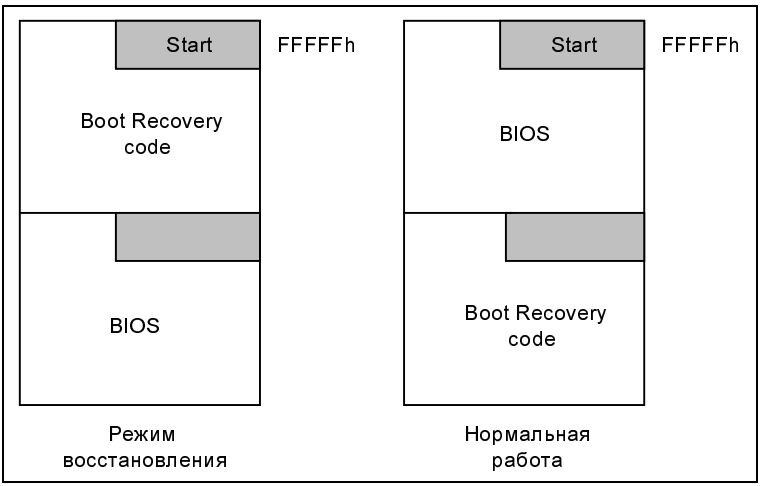


Рис. 3.25. Реконфигурирование флэш-BIOS

Несоблюдение этих условий может, в крайних случаях, привести к необходимости замены микросхемы BIOS, что не всегда просто, т. к., например, в новых компьютерах она припаяна к системной плате. В случае сбоя питания или при ошибке программирования не всегда возможно восстановление данных в микросхеме, скажем, без использования программатора, имеющего адаптер OBP (On-Board Programming). Обратите внимание, что не все системные платы и микросхемы поддерживают режим восстановления!

В любом случае, для перепрограммирования микросхемы BIOS требуются веские причины — невозможность установить новый процессор, необходимость введения поддержки других стандартов, например в приводах CD-RW и т. п. Простое же улучшение некоторых параметров компьютера возможно и другими способами, не требующими перепрограммирования BIOS.

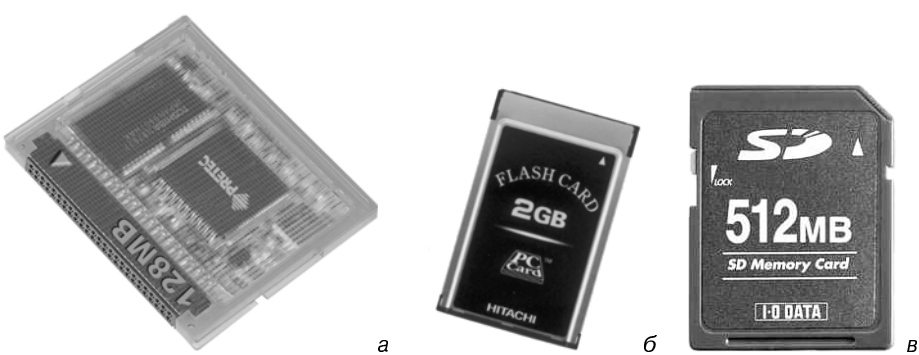
В настоящее время выпускаются самые разнообразные микросхемы флэш-памяти, которые используются в компьютерах, цифровых фотоаппаратах, игровых приставках и т. д. Для того чтобы знать, какая микросхема установлена в вашем устройстве, в табл. 3.5 указаны буквенные индексы маркировки микросхем Flash Memory корпорации AMD, которая выпускает популярную серию микросхем Am29DL400B, применяемую для записи BIOS.

Таблица 3.5. *Обозначение микросхем Flash Memory корпорации AMD*

Буквенный индекс	Цифровой индекс	Объем памяти
F (5 V)	040	4 Mbit, ×8-only
LV (2,7 V)	002	2 Mbit, ×8-only
	400	4 Mbit, ×8/×16
DL (2,7 V dual bank)	162	16 Mbit, ×8/×16
	322	32 Mbit, ×8/×16
SL (1,8 V)	800	4 Mbit, ×8/×16

Флэш-устройства

Свойство микросхем флэш-памяти сохранять данные при отключении питания и возможность многократной перезаписи информации позволили разработать ряд устройств, которые оказались популярными у пользователей. Самыми первыми появились флэш-карты (также используется термин "flash-карты"), которые можно было подключать к ноутбукам через стандартный PCMCIA-интерфейс. Небольшие размеры и малое потребление энергии позволили использовать флэш-карты в цифровых фотоаппаратах и сотовых телефонах. В дальнейшем появились флэш-карты, в которых имитировалось дисковое пространство винчестера, и для настольных персональных компьютеров. В настоящее время выпускаются и пользуются популярностью у пользователей несколько типов флэш-карт, например SmartMedia, CompactFlash, MemoryStick, которые, увы, несовместимы друг с другом. Некоторые современные флэш-карты показаны на рис. 3.26.



а *б* *в*

Рис. 3.26. Различные флэш-карты

Чтобы дать представление о технических характеристиках флэш-карт, в табл. 3.6 приведены данные на карту объемом 2 Гбайт (2-Gbyte PC-ATA card), а в табл. 3.7 — карту объемом 128 Мбайт (128-Mbyte MultiMediaCard) производства корпорации Hitachi. Обе флэш-карты используют микросхемы 512-Mbit AND-type flash memory HN29V51211T-50 (48-pin TSOP type-I) и 1 Gbit AND-type flash memory HN29V102414T-50 (48-pin TSOP type-I), которые также выпускаются корпорацией Hitachi. Обратите внимание, что во время чтения и записи микросхемы флэш-памяти потребляют большой ток, что приводит к нагреву корпуса как самой микросхемы, так и устройства, в котором она используется.

Таблица 3.6. *Технические характеристики 2-Gbyte PC-ATA card*

Параметры	Технические характеристики	
Объем памяти	2 Гбайт (HB28B2000A6)	
Скорость перезаписи	2 Мбайт/с (при использовании 6 микросхем)	
Напряжение питания, В	3,3	5
Ток покоя, мА	0,5	1
Ток чтения, мА	20	35
Ток записи, мА	25	45
Размеры, мм	PC Card Standard (type2) 54,0 × 85,6 × 5,0	

Таблица 3.7. *Технические характеристики 128-Mbyte MultiMediaCard*

Параметры	Технические характеристики
Объем памяти	128 Мбайт (HB28B128MM1)
Скорость чтения	14 Мбайт/с (multi-block read, 512 байт)
Скорость записи	5 Мбайт/с (multi-block write, 512 байт)
Напряжение питания, В	От 2,7 до 3,6
Ток чтения, мА	20
Ток записи, мА	20
Размеры, мм	32 × 24 × 1,4

Большая цена и необходимость установки в настольный персональный компьютер специального переходника для подключения флэш-карты обусловили малую популярность флэш-карт. Дешевле было купить новый винчестер, чем флэш-карту с не слишком большим объемом памяти и специальный

адаптер. Только в последнее время, когда USB-интерфейс стараниями крупнейших производителей компьютеров, стал популярен у пользователей, видимо, началась новая эпоха для флэш-устройств, подключаемых к настольным компьютерам. На рис. 3.27 показано устройство USB Flash Drive фирмы Transcend, которое без каких-либо приспособлений может быть подключено к USB-порту. Подобные же устройства производят и другие фирмы под самыми разными названиями, например PenDrive. Внешний вид у таких флэш-устройств может быть самый разнообразный, но в большинстве случаев они напоминают большой фломастер, под колпачком которого скрыта вилка стандартного USB-интерфейса. Заметим, что, например USB Flash Drive и USB PenDrive снабжены подставкой, в которую их можно вставить. Сама подставка — это однопортовый хаб для USB-интерфейса, который в самом простом случае представляет собой обычный USB-кабель.

Рис. 3.27. Устройство USB Flash Drive компании Transcend

Интерес к устройствам типа USB Flash Drive в первую очередь вызван тем, что после подключения к компьютеру оно ведет себя точно так же, как обычный винчестер. Как съемный диск определяет USB Flash Drive и операционная система Windows (рис. 3.28). Соответственно, в USB Flash Drive можно записать информацию и, подключив его к другому компьютеру, прочитать. Объем таких "винчестеров" составляет от 128 Мбайт до 1 Гбайт, что позволяет переносить на них не только небольшие программы, но и видеофильмы. Технические параметры USB Flash Drive довольно близки к тем, которые приведены в табл. 3.6 и 3.7. Отметим только, что скорость чтения/записи у них чуть ниже, чем у обычных винчестеров, в которых не используется режим UDMA.

В отличие от винчестеров, устройства USB Flash Drive требуют первоначальной установки драйверов для своей работы, которые можно найти на компакт-диске, входящем в комплект. В дальнейшем подключение и отключение USB Flash Drive не требует каких-либо настроек.

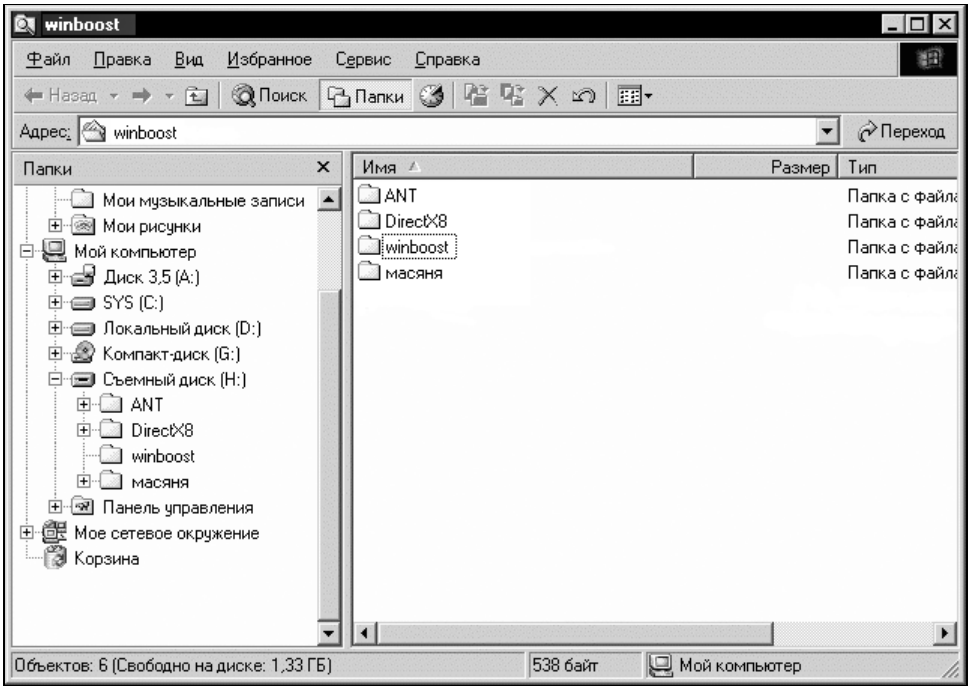


Рис. 3.28. USB Flash Drive, зарегистрированный в Windows

Глава 4

Системные платы

Системная плата — это второй по важности компонент персонального компьютера. Кроме термина "системная плата" используют еще несколько законных названий — "материнская плата" или, попросту, "мама" (System board, Mother board).

По сложности разработки и изготовления системная плата не уступит процессорам, а при ее производстве используются самые последние достижения научной и инженерной мысли. И пусть вам не покажется, что системная плата очень проста — на самом деле она как торт, сложена не менее чем из восьми слоев, в каждом из них проложены печатные проводники, причем строго оговоренной длины, а их форма и расположение подчиняются сложным физическим законам.

Основное назначение системной платы — соединение всех узлов компьютера в одно устройство, так что, по большому счету, она — это всего лишь набор проводов между контактами процессора и контактами модулей памяти и периферийных устройств. Все остальные расположенные на ней элементы носят второстепенные функции, служа только для развязки и согласования сигналов. Конечно, на системной плате устанавливаются дополнительно различные контроллеры и ПЗУ, которые выполняют определенные функции, но при желании, как в промышленных компьютерах, они могут быть вынесены на платы расширения, вставляемые в слоты.

На рис. 4.1 для иллюстрации многообразия конструкций показан внешний вид ряда современных системных плат.

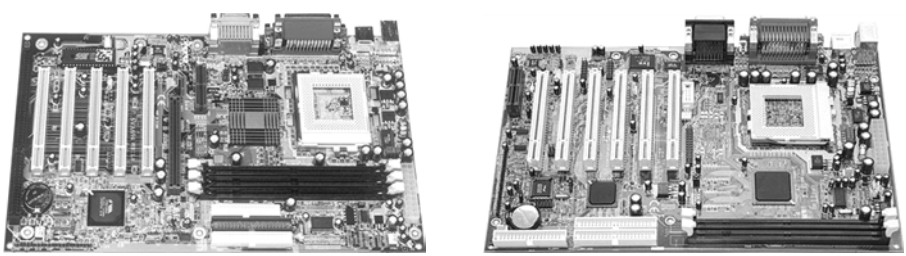


Рис. 4.1. Внешний вид современных системных плат

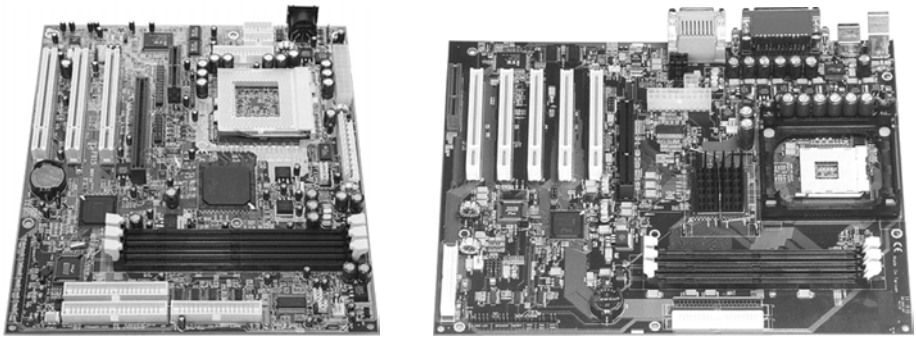


Рис. 4.1. Внешний вид современных системных плат (окончание)

Основные принципы работы

В IBM PC совместимом персональном компьютере на системной плате, в отличие от кросс-плат промышленных компьютеров, расположены электронные узлы, которые обеспечивают согласование процессора и всех остальных узлов компьютера по уровням напряжения и тока, а также по протоколам обмена. На рис. 4.2 показан в упрощенном виде принцип работы электроники системной платы.

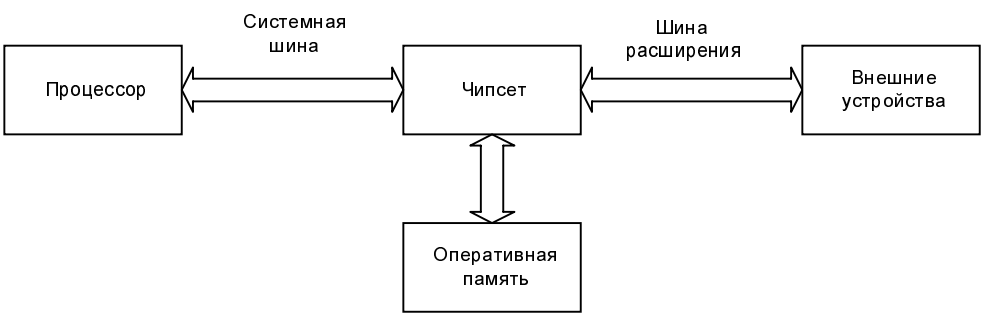


Рис. 4.2. Принцип работы системной платы

Процессор, имеющий многие миллионы транзисторов, сконцентрированных на маленьком кристалле, и являющийся очень дорогой микросхемой, увы, по нагрузочной способности своих выводов мало подходит для создания надежных и производительных компьютеров. Поэтому почти всегда между процессором и остальными элементами компьютера включаются буферные микросхемы, которые выполняют согласование входных и выходных сигна-

лов процессора с внешним миром (исключения были, но оказались нежизнеспособными).

В первых компьютерах типа IBM PC использовались микросхемы малой и средней интеграции (на кристалле таких микросхем располагается от 20 до 1000 транзисторов). Соответственно, на системных платах компьютеров IMB PC и XT рядами стояли 16-контактные микросхемы, а размеры печатной платы в два-три раза превосходили нынешние. В дальнейшем, на смену маленьким микросхемам пришли БИС (большие интегральные схемы), имеющие многие десятки выводов. Совершенствование схемотехники БИС привело к созданию чипсетов — наборов микросхем (от 1 до 4 корпусов), в которых располагаются все узлы системной платы (заметим, что так же поступают разработчики видеоадаптеров, звуковых карт и т. д.).

По системной шине, сигналы которой теперь непосредственно не выводятся во внешний мир, процессор обменивается информацией. Максимальная тактовая частота системной шины в настоящее время составляет 133 МГц (для процессоров AMD — 166 МГц), но, используя способ чтения данных 4 раза за один такт, повышают частоту обмена по системной шине до 533 МГц. Заметим, что еще несколько лет назад тактовая частота системной шины составляла 16, 25 и 33 МГц, а частоту 50 и 66 МГц поддерживали далеко не все системные платы!

Для подключения внешних устройств используют различные шины расширения. Самая первая шина, называемая ISA, имела сначала разрядность 8 битов, которая при разработке компьютеров IBM PC AT была расширена до 16 битов. Тактовая частота ISA-шины составляет всего 8 МГц. Для повышения скорости обмена между процессором и внешними устройствами были разработаны несколько спецификаций более производительных шин расширения. В настоящее время шина ISA постепенно исчезает из современных компьютеров, а вместо ее широко используются шины PCI и AGP. Но, заметим, им на смену уже разрабатываются новые, более производительные шины расширения.

Оперативная память, от скорости работы которой серьезно зависит общая производительность компьютера, подключается к системной шине через чипсет. Причем чипсет не просто согласует уровни напряжения, а изменяет разрядность данных и порядок следования байтов. Тут дело в том, что современные процессоры и модули оперативной памяти используют разные способы доступа к данным *(см. гл. 3)*.

Конструкция

В качестве первого примера рассмотрим рис. 4.3, на котором приведена схема довольно популярной системной платы форм-фактора AT, рассчитанной на процессоры Celeron и Pentium III.

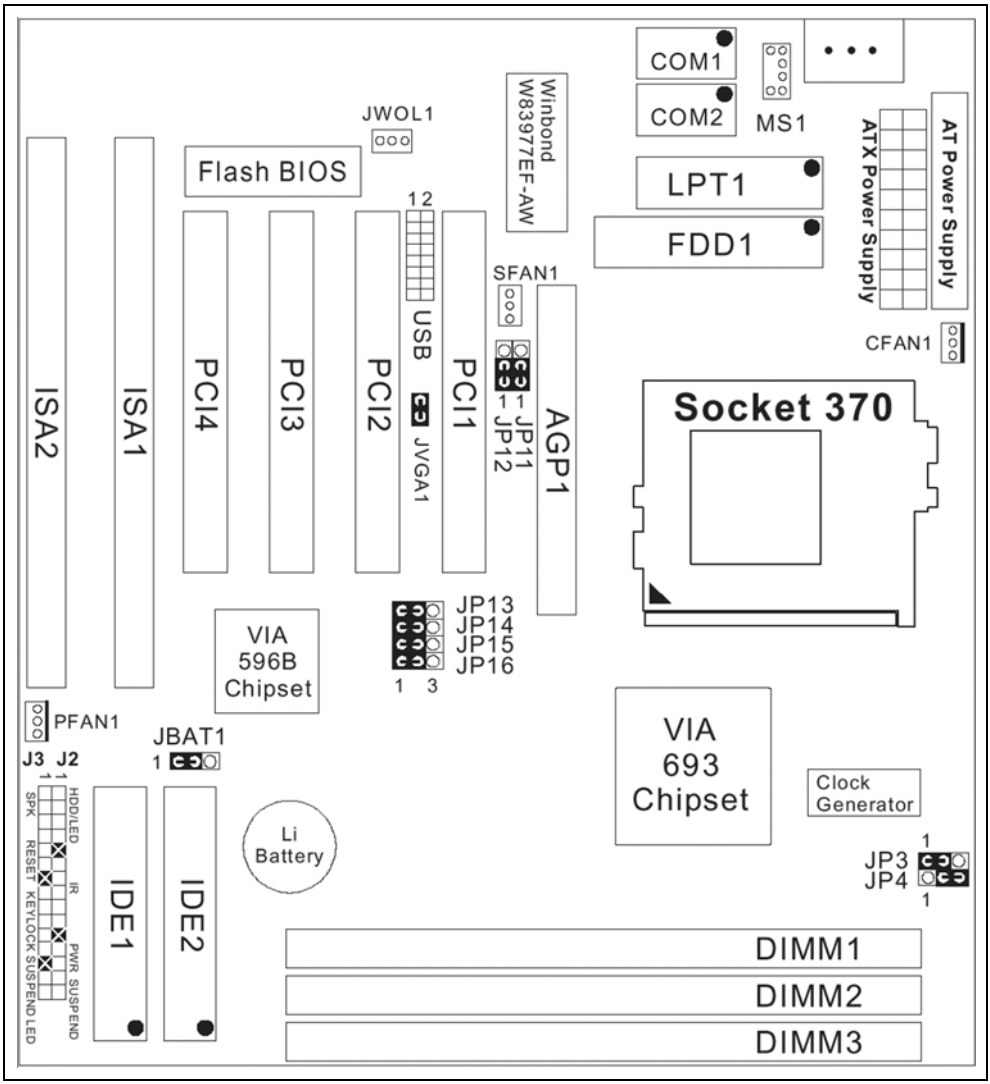


Рис. 4.3. Системная плата Soltek SL-63AV

В верхнем левом углу расположены традиционный набор слотов расширения: два ISA и три PCI, предназначенных для установки самых разнообразных карт, и слот AGP — для современного видеоадаптера. Отметим, что в более новых системных платах слоты ISA стараются не устанавливать, а вместо них монтируют один слот AMR или CNR, предназначенный для звуковой карты или модема, поддерживающего спецификацию AC'97.

Справа расположен большой сокет для установки процессора корпорации Intel. В данном случае — это Socket 370 (наиболее распространенным для процессоров Pentium и AMD K5 и K6 был Socket 7). Для процессоров Pentium 4 используются сокеты с другим расположением и количеством контактов. А для процессоров Athlon и Duron — Socket A.

Внизу системной платы расположены три слота для установки 168-контактных модулей DIMM. Следует отметить, что слоты для модулей памяти в количестве от 2 до 4 штук чаще устанавливаются у правого края платы.

Разъем питания практически всегда находится ближе к правому верхнему углу платы. Не исключение и системная плата, показанная на рис. 4.3, но в данном случае разработчики предоставили возможность использовать блоки питания как форм-фактора AT, так и ATX, установив разъемы обоих типов. Такой подход нетипичен, но весьма популярен у пользователей, которые сами собирают компьютер.

Так как рассматриваемая системная плата имеет форм-фактор AT, то на ней находится только разъем для подключения клавиатуры, расположенный на краю платы в правом верхнем углу. А вот при форм-факторе ATX на системной плате размещаются также разъемы для последовательных и параллельных интерфейсов *(см. гл. 8)*.

В левом нижнем углу смонтировано контактное поле для подключения индикаторов и кнопок, которые выводятся на лицевую панель компьютера. Также здесь имеются контакты для подключения внутреннего динамика и замка блокировки клавиатуры (этим замком так редко пользуются, что очень часто его просто не устанавливают на корпусе).

По всей системной плате произвольно размещены контакты, обозначаемые как Jn и JPn, для джамперов, с помощью которых производится конфигурация компьютера. Набор, назначение и расположение джамперов у каждого типа системной платы свои. Установка джамперов "наугад" в большинстве случаев не приносит какого-либо практического результата. Для их правильной установки надо пользоваться надписями, нанесенными на системную плату белой краской, или документацией на данную плату. При отсутствии надписей и документации разумное изменение конфигурации практически невозможно, особенно это касается системных плат для процессоров 486. Правда, системные платы для процессора 386 обходились одним или двумя джамперами, из которых один был всегда предназначен для указания режима работы монитора — черно-белый или цветной.

Квадраты с надписью VIA — это микросхемы чипсета. Кружок с надписью Battery — системная 3-вольтовая батарейка для питания CMOS-памяти, предназначенной для хранения конфигурации компьютера, устанавливаемой с помощью BIOS.

Для подключения винчестеров на системной плате устанавливаются два 40-контактных разъема (два канала IDE), обозначаемые как HDD1 и HDD2.

Для гибкого диска предназначен 34-контактный разъем FDD1. Для подключения принтера — разъем LPT1, а для последовательных портов — два разъема COM1 и COM2. Кроме этих разъемов, на системной плате могут находиться разъемы для портов USB и IrDa.

Шины расширения

Шины расширения — это наиболее консервативная часть системной платы. Например, окончательно устаревшая шина ISA не сдается из-за наличия у пользователей огромного числа различных карт, предназначенных для установки в слот ISA, поэтому до сих пор выпускаются системные платы, на которых можно найти от 1 до 3 таких слотов. А поскольку конкуренция среди производителей компьютерного оборудования колоссальная, то даже заклинания крупнейших разработчиков не могут заставить всех производителей перестать выпускать системные платы с такой шиной — если существует спрос, то будет и предложение! Соответственно, пусть вас не удивит, если на системной плате для Pentium 4 вы вдруг увидите слот ISA. Хотя, если говорить честно, это анахронизм, тем более что спецификации на современные компьютеры диктуют отказ от всех устаревших технологий.

На рис. 4.4 показаны типы слотов шин расширения, устанавливаемых на системной плате. Заметим, что показаны только те слоты, которые можно встретить на практике, так что на рисунке не приведены слоты MCA, имевшиеся в серии компьютеров IBM PS/2. А комбинированный слот ISA и VLB (VESA) показан для примера, т. к. использовался на системных платах с процессором 486 до тех пор, пока не появилась шина PCI. Шина EISA, имеющая двухэтажную конструкцию контактов, практически не встречается (внешний вид разъемов как и у ISA).

В большинстве случаев корпуса слотов расширения изготавливаются из цветной пластмассы. Для слотов ISA почти всегда используют черный цвет, для PCI — белый, для AGP — коричневый. (Впрочем, иногда встречаются и другие варианты раскраски.)

Небольшие разъемы расширения AMR и CNR, которые могут находиться рядом со слотами PCI, предназначены для звуковых карт и модемов, выполненных по спецификации AC'97 *(см. гл. 10)*. Заметим, что на некоторых системных платах можно встретить синие разъемы, похожие на слоты PCI, но установленные ближе к задней стенке компьютера — это слот ACR, расширенная версия слота CNR.

Примечание

Вообще, если встречается незнакомый тип слота, то не следует силой пытаться вставить в него плату PCI, а лучше посмотреть документацию на системную плату, т. к. жестких стандартов на компьютеры PC нет.

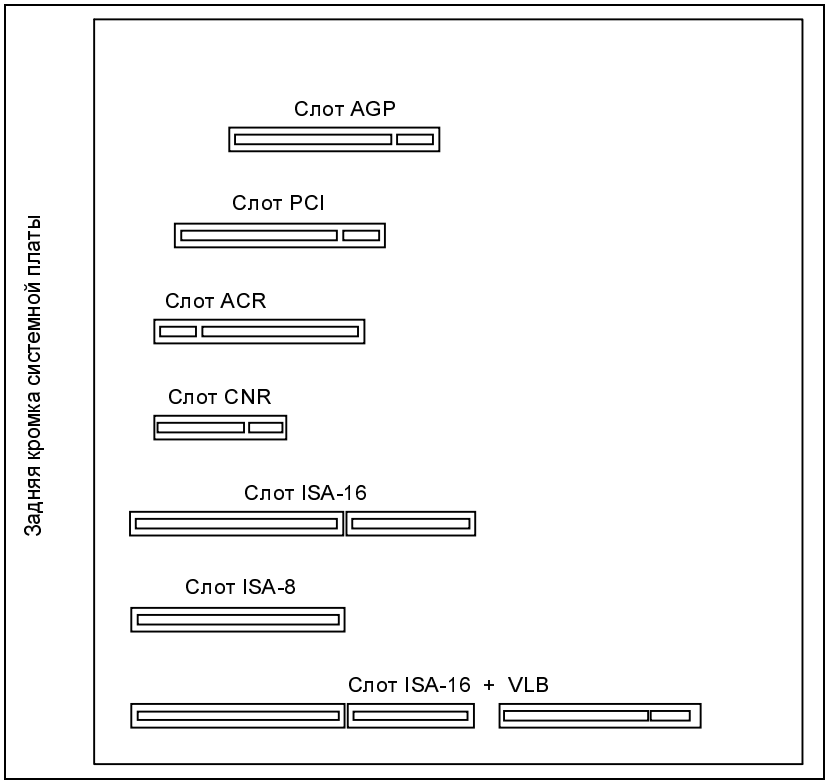


Рис. 4.4. Типы различных слотов расширения на системной плате

Шина ISA

Шина расширения ISA (Industry Standart Architecture) имеет два основных исполнения и несколько модификаций, которые в настоящее время уже канули в лету. Первый вариант — это оригинальная 8-разрядная шина расширения IBM PC, второй — 16-разрядный, появился в компьютерах IBM PC AT. Длительное время шина ISA была основным промышленным стандартом для подключения самой разнообразной периферии, когда не требуется особое быстродействие. Начиная со спецификации PC98, в разработке которой активное участие принимали корпорации Intel и Microsoft, производителям рекомендуется заменять шину ISA более современными типами.

Для 8-разрядной версии используется один 62-контактный щелевой разъем, в который вставляется плата расширения с контактами, выполненными непосредственно на печатной плате. Шаг выводов 2,54 мм (0,1 дюйма). Контактные поверхности почти всегда золотят, в крайнем случае покрывают

каким-либо твердым сплавом. Для передачи данных используются 8 битов, а для адресации — 20 битов.

В усовершенствованной версии шины ISA используется 16-разрядная шина данных и 24-разрядные адреса. Конструктивно расширение было сделано за счет установки второго 36-контактного разъема (рис. 4.5), правда в дальнейшем оба разъема шины ISA объединили в один.

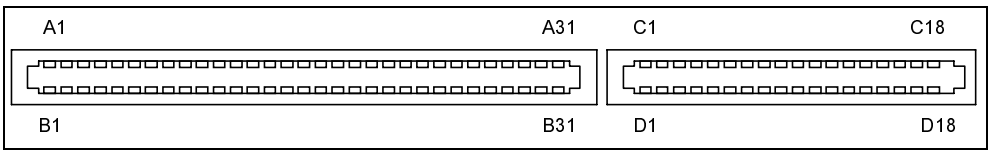


Рис. 4.5. Слот ISA

Кроме линий адреса и данных, на шине ISA имеются сигналы управления, с помощью которых производится запись/чтение данных и разрешение конфликтов между устройствами, вставленными в слоты ISA.

Тактовая частота шины ISA составляет 8,33 МГц (для IBM PC XT — 4,77 МГц). В старых моделях компьютеров из-за того, что процессору приходилось ожидать окончания процесса обмена данными по шине ISA, падала производительность всей системы.

Все устройства, подключенные к шине ISA, могут пользоваться аппаратными прерываниями и каналами прямого доступа к памяти. Так как шина ISA позволяет отображать регистры ввода/вывода периферийных устройств на адресное пространство оперативной памяти, то, если пользователем в BIOS будет разрешено использовать адресное пространство между 15-м и 16-м мегабайтом ОЗУ, процессор не сможет адресовать более 15 Мбайт памяти.

Платы расширения с восьмибитной шиной могут вставляться в 16-битный слот без каких-либо проблем.

При использовании шины ISA следует помнить, что для дешифрации адресов регистров, расположенных на платах расширения, использовались упрощенные схемы. Ранее это было актуально, т. к. удавалось значительно снизить стоимость устройств. Но в ряде случаев возможно возникновение конфликтов из-за того, что разные регистры могут обращаться к одним и тем же адресам.

Для увеличения производительности шины ISA одно время совместно с ней использовалась шина VLB (VESA[1] Local BUS). При этом питание и ряд сигналов управления плата расширения получала через шину ISA, а обмен данными происходил через шину VLB, которая непосредственно подключалась

[1] VESA — Video Electronics Standart Assotiation.

к системной шине процессора. В основном шина VLB использовалась видеоадаптерами в компьютерах с процессором 486. Тактовая частота шины VLB достигала 40 МГц, что позволяло эффективно использовать ее с процессорами 486, имеющими тактовую частоту 50 МГц.

Также для расширения возможностей шины ISA одно время применялся стандарт EISA (Extended ISA), позволяющий использовать 32-разрядные данные. Хотя тактовая частота расширенной шины составляла те же 8,33 МГц, но за счет расширения разрядности удалось увеличь скорость обмена данными до 33 Мбайт/с. Для шины EISA в разъемах слотов ISA устанавливались контакты расширения, расположенные ниже уровня контактов ISA.

Шина PCI

Для компьютеров с процессором Pentium корпорацией Intel в 1992 г.[2] была разработана шина расширения PCI (Peripheral Component Interconnect), которая являлась в то время совершенно новой шиной, а не просто модернизацией шины ISA. Универсальность и независимость от аппаратной части позволили использовать ее не только с процессорами *x*86, но и, например, с процессорами PowerPC.

В основе принципа организации шины PCI лежит идея применения мостов (Bridge) между разными шинами в компьютере, например, она применяется для согласования протоколов между шиной ISA и шиной PCI (PCI to ISA Bridge). Шина PCI является независимой от других шин и позволяет осуществлять связь между любыми узлами.

Наиболее интересной особенностью шины PCI является принцип Bus Mastering, когда внешнее устройство без помощи центрального процессора может управлять шиной, становясь главным устройством при передаче данных. То есть в компьютере может одновременно (без временного разделения) выполняться, например, две задачи — процессор занимается одной задачей, а контроллер винчестера загружает данные в память через шину PCI (в какой-то степени это похоже на режим прямого доступа к памяти DMA).

Чтобы освободить процессор от работы по пересылке данных от периферийных устройств в оперативную память и обратно, используют *контроллер DMA* (Direct Memory Access). При использовании режима DMA различные устройства и ОЗУ обмениваются данными через каналы прямого доступа к памяти без использования ресурсов процессора. В компьютерах, начиная с IBM PC AT, имеется 7 каналов (4 канала от 1-го контроллера DMA и 3 канала от 2-го). Во время процесса пересылки данных процессор может заниматься другими задачами. Например, звуковая карта получает данные по каналу DMA1, а в это время процессор используется для обработки данных в офисных приложениях.

[2] Первоначальный вариант появился в 1991 г.

В отличие от калькулятора, который может реагировать только на нажатие кнопок, центральный процессор, кроме обсчета данных текущей задачи, вынужден реагировать на самые разнообразные внешние сигналы — события. Например, нажатия клавиш клавиатуры, движения мыши и т. д. Чтобы процессор мог на время прервать свою текущую работу и выполнить обработку поступившего сигнала, используется *система прерываний* (Interrupts). Начиная с компьютеров IBM PC AT, для обработки запросов на прерывание текущей задачи используются два контроллера, которые позволяют использовать 15 линий прерываний. Первый контроллер обрабатывает прерывания от линий IRQ0 до IRQ7 (IRQ2 используется для подключения второго контроллера прерываний), а второй контроллер — от IRQ8 до IRQ15. Стандартное распределение аппаратных прерываний приведено в табл. 4.1 (существуют программные прерывания, с которыми работает BIOS).

Таблица 4.1. *Стандартное распределение аппаратных прерываний*

IRQ	Назначение	IRQ	Назначение
0	Прерывание от таймера	8	Часы реального времени
1	Прерывание от клавиатуры	9	Свободен
2	Каскадное прерывание от второго контроллера	10	Свободен
		11	Свободен
3	COM2, COM4	12	Мышь PS/2
4	COM1, COM3	13	Сопроцессор
5	LPT2	14	Первичный канал IDE
6	Контроллер гибких дисков	15	Вторичный канал IDE
7	LPT1		

Возвращаясь к шине PCI, рассмсотрим рис. 4.6, *а*, который иллюстрирует архитектуру системной платы, построенной на принципе мостов. На рисунке хорошо видно, что шина PCI как бы делит узлы компьютера на две части — скоростные блоки, а это оперативная память и видеоподсистема[3], отделены шиной PCI от устройств, которые могут "подождать". Фактически, шина PCI стала "стержнем" в персональном компьютере с процессором *x*86, на который "подвешиваются" все остальные узлы.

Так как еще до внедрения шины PCI производители системных плат использовали чипсеты, которые, как минимум, состояли из двух микросхем, то было придумано названия South Bridge (южный мост) и North Bridge

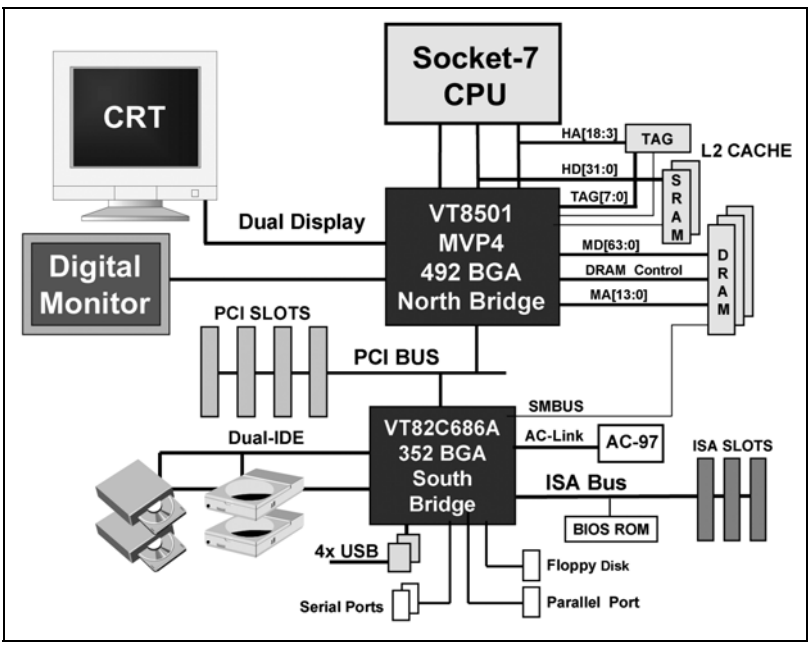
[3] Видеоадаптер может подключаться к шине PCI, как и любое внешнее устройство, вставляемое в слот PCI.

(северный мост). На рис. 4.6, *а* южный мост, в котором установлена микросхема VT82C686A, используется для связи между внешними устройствами и интерфейсами (в том числе, микросхемой BIOS и шиной ISA), а северный мост, в котором применена микросхема VT8501MVP4, организует обмен между процессором и узлами, которые требуют наибольшего быстродействия.

Примечание

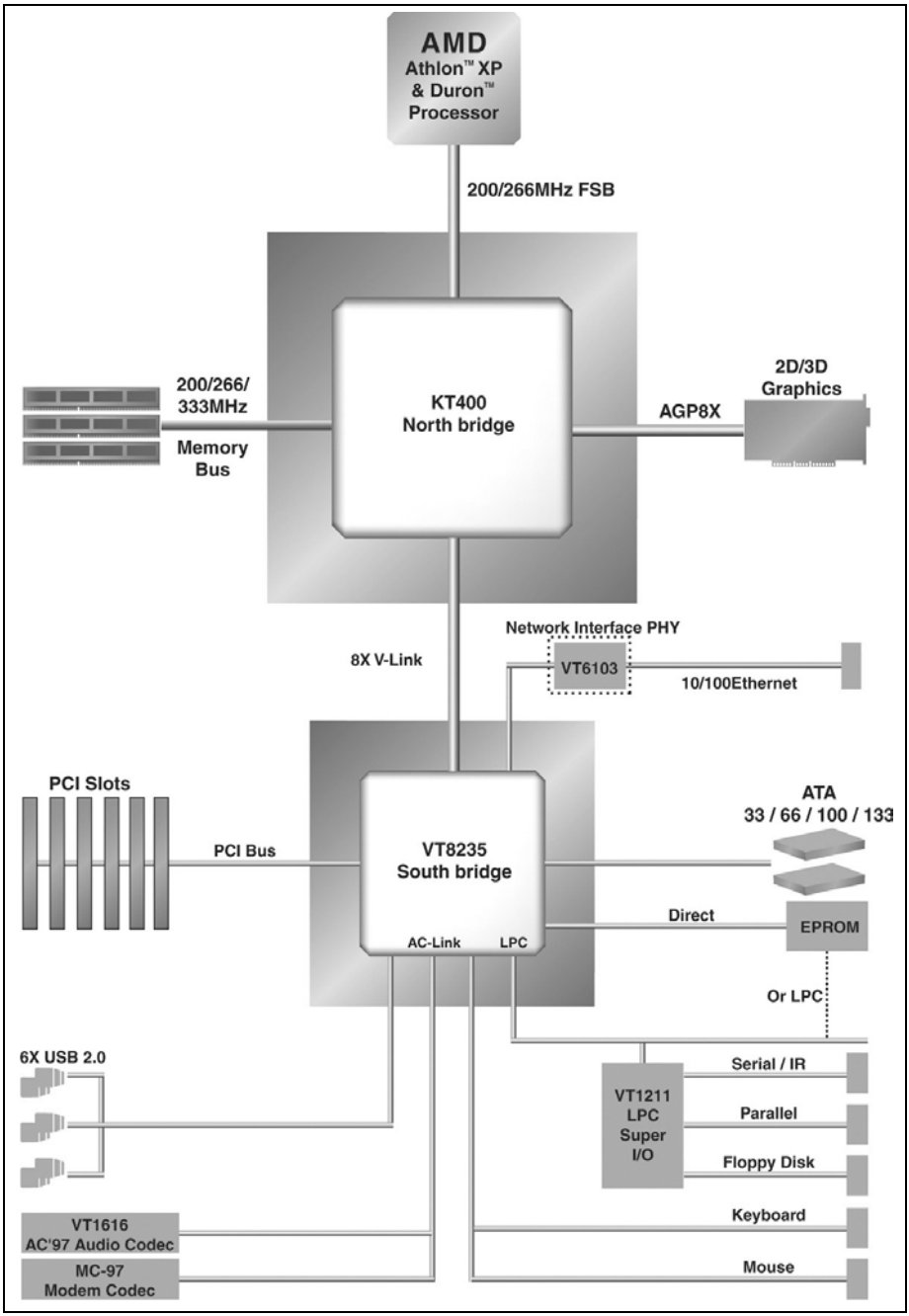
При появлении новых процессоров, модулей памяти и пр. всегда разрабатывается новый чипсет, который поддерживает аппаратные новинки. Но практически все чипсеты, начиная с Pentium, в настоящее время придерживаются архитектуры, показанной на рис. 4.6. Конечно, у того или иного чипсета всегда имеется ряд различий, но все основные принципы построения остаются неизменными, это хорошо видно на примере шины AGP *(см. разд. "Шина AGP")*.

На рис. 4.6, *б* показана архитектура современной системной платы на чипсете VIA KT400, предназначенной для процессора AMD Athlon XP. Обратите внимание, что шина PCI уже не разделяет компьютер "пополам", теперь северный и южный мосты соединяются высокоскоростной магистралью, в частности, для чипсетов VIA — это 8x V-Link (хотя, в остальном, принципы остались теми же). Кроме того, не используется шина ISA.



а

Рис. 4.6. Архитектура системной платы:
а — на чипсете VIA Apollo Pro



б

Рис. 4.6. Архитектура системной платы:
б — на чипсете VIA KT400

Так как между южным и северным мостами существует четкое разделение функций, на системной плате могут устанавливаться реализующие эти мосты микросхемы от разных производителей. Конечно, не все тут так просто, как показано на рис. 4.6. Следует отметить, что оба моста не являются полностью независимыми друг от друга, как, например, два винчестера, а имеют общие линии синхронизации и управления, кроме того, южный мост может "общаться" с процессором, минуя северный мост.

Существует несколько спецификаций шины PCI, которые определяют конструкцию слотов расширения, разрядность, тактовую частоту и пр. В соответствии со спецификацией PCI 1.0 используется 32-разрядная шина, назначение контактов приведено в табл. 4.2. На рис. 4.7 показаны два варианта исполнения слотов, которые различаются ключами, позволяющими указывать, для какого напряжения питания (5 или 3,3 В) рассчитаны данный слот и плата расширения. Для универсального случая на плате расширения могут быть две прорези. В спецификации PCI 2.0 оговорена возможность увеличения разрядности шины до 64, что влечет за собой добавление контактов в слоте. Заметим, что чаще всего используются короткие слоты, что позволяет уменьшить стоимость системной платы.

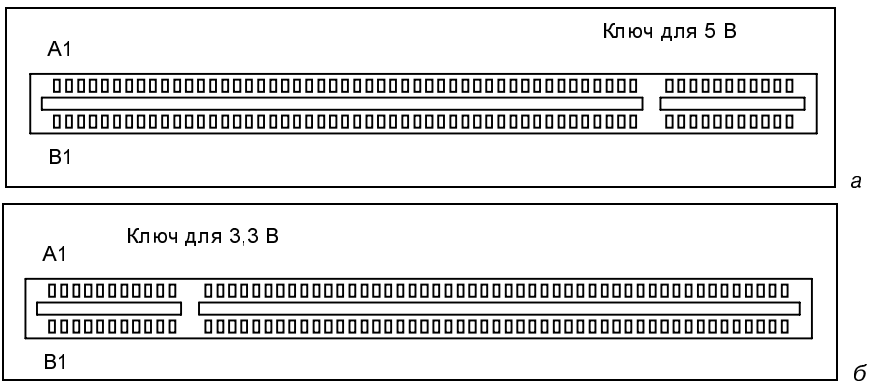


Рис. 4.7. 32-разрядный слот PCI:
а — для плат с 5-вольтовым питанием;
б — для плат с 3,3-вольтовым питанием

32-разрядная шина PCI может работать в 64-разрядном режиме, но в этом случае используется временное мультиплексирование. Тактовая частота шины может составлять 33 и 66 МГц. Учитывая разрядность и тактовую частоту, подсчитаем пиковую производительность:

- 132 Мбайт/с при 32 разрядах и частоте 33 МГц;
- 264 Мбайт/с при 32 разрядах и частоте 66 МГц;

- 264 Мбайт/с при 64 разрядах и частоте 33 МГц;
- 528 Мбайт/с при 64 разрядах и частоте 66 МГц.

Одной из важных особенностей шины PCI является поддержка режима Plug and Play, т. е. возможности распознавать конфигурацию компьютера при включении питания. Такой режим упрощает для пользователя установку новых устройств, возлагая анализ новой конфигурации на шину PCI и операционную систему. В идеале — установил и включил. Но, увы, различных производителей много, а количество проданных разнообразных устройств не поддается точному учету, поэтому пользователю очень часто надо подсказывать операционной системе, что же такого новенького установлено в компьютер.

Таблица 4.2. *Назначение контактов 32-разрядного слота PCI*

Ряд B	Контакт	Ряд A
–12 B	1	TRST#
TCK	2	+ 12 B
GND	3	TMS
TDO	4	TDI
+5 B	5	+5 B
+5 B	6	INTRA#
INTRB#	7	INTRC#
INTRD#	8	+5 B
PRSNT 1#	9	Reserved
Reserved	10	+V I/O
PRSNT 2#	11	Reserved
GND/Ключ 3,3 B	12	GND/Ключ 3,3 B
GND/Ключ 3,3 B	13	GND/Ключ 3,3 B
Reserved	14	Reserved
GND	15	RST#
Clock	16	+V I/O
GND	17	GNT#
REQ#	18	GND
+V I/O	19	Reserved
AD 31	20	AD 30
AD 29	21	+3,3 B

Таблица 4.2 (продолжение)

Ряд B	Контакт	Ряд A
GND	22	AD 28
AD 27	23	AD 26
AD 25	24	GND
+3,3 B	25	AD 24
C/BE3#	26	IDSEL#
AD 23	27	+3,3 B
GND	28	AD 22
AD 21	29	AD 20
AD 19	30	GND
+3,3 B	31	AD 18
AD 17	32	AD 16
C/BE2#	33	+3,3 B
GND	34	FRAME#
IRDY#	35	GND
+3,3 B	36	TRDY#
DEVSEL#	37	GND
GND	38	STOP#
LOCK#	39	+3,3 B
PERR#	40	SDONE#
+3,3 B	41	SBOFF#
SERR#	42	GND
+3,3 B	43	PAR
C/BE1#	44	AD 15
AD 14	45	+3,3 B
GND	46	AD 13
AD 12	47	AD 11
AD 10	48	GND
GND/M66EN	49	AD 9
GND/Ключ 5 B	50	GND/Ключ 5 B
GND/Ключ 5 B	51	GND/Ключ 5 B

Таблица 4.2 *(окончание)*

Ряд B	Контакт	Ряд A
AD 8	52	C/BEO#
AD 7	53	+3,3 B
+3,3 B	54	AD 6
AD 5	55	AD 4
AD 3	56	GND
GND	57	AD 2
AD 1	58	AD 0
+V I/O	59	+V I/O
ACK64#	60	REQ64#
+5 B	61	+5 B
+5 B	62	+5 B

Прерывания

В первых реализациях шины PCI использовалось четыре слота расширения, в дальнейшем, используя мосты PCI to PCI, стало возможным устанавливать на системной плате любое количество слотов PCI (чаще всего устанавливают 5 или 6 слотов).

Интересной особенностью шины PCI являются разделяемые прерывания. В отличие от шины ISA, где каждому устройству, вставляемому в слот, отводится конкретное прерывание, которое не может быть использовано каким-либо другим устройством, шина PCI позволяет использовать одинаковые номера прерываний. Но т. к. в спецификациях не указано конкретно "что и как", а только говорится о том, что обработчики прерывания должны уметь работать с разделяемыми прерываниями, то пользователи постоянно сталкиваются с проблемами регистрации устройств, устанавливаемых в слоты PCI. В частности, из-за этого создаются сложности при установке звуковых карт, возникают проблемы с совместимостью "старых" и "новых" карт, а также появляется необходимость подбирать слоты PCI для той или иной карты.

Еще одна проблема, связанная с прерываниями, заключается в том, что хотя у шины PCI имеются четыре линии прерывания, они предназначены для разделения прерываний многофункциональных устройств. Например, у платы видеозахвата есть канал звука и изображения, использующие собственные прерывания, а SCSI-устройства занимают два прерывания — для кон-

троллера SCSI и собственно для самого устройства. На рис. 4.8 показан универсальный механизм назначения номеров прерываний, который определен в спецификации PCI 2.1.

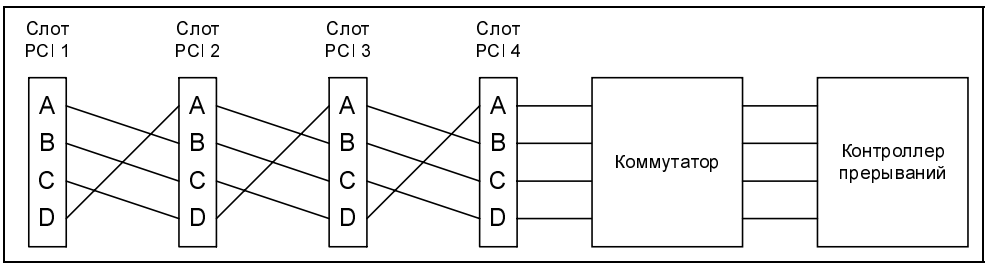


Рис. 4.8. Механизм назначения прерываний шины PCI 2.1

Шина AGP

32-разрядная шина AGP или, как она была названа разработчиками корпорации Intel, Accelerated Graphic Port (ускоренный графический порт), предназначена для подключения видеоадаптера (графического ускорителя, акселератора) к системной шине, минуя низкоскоростную шину PCI.

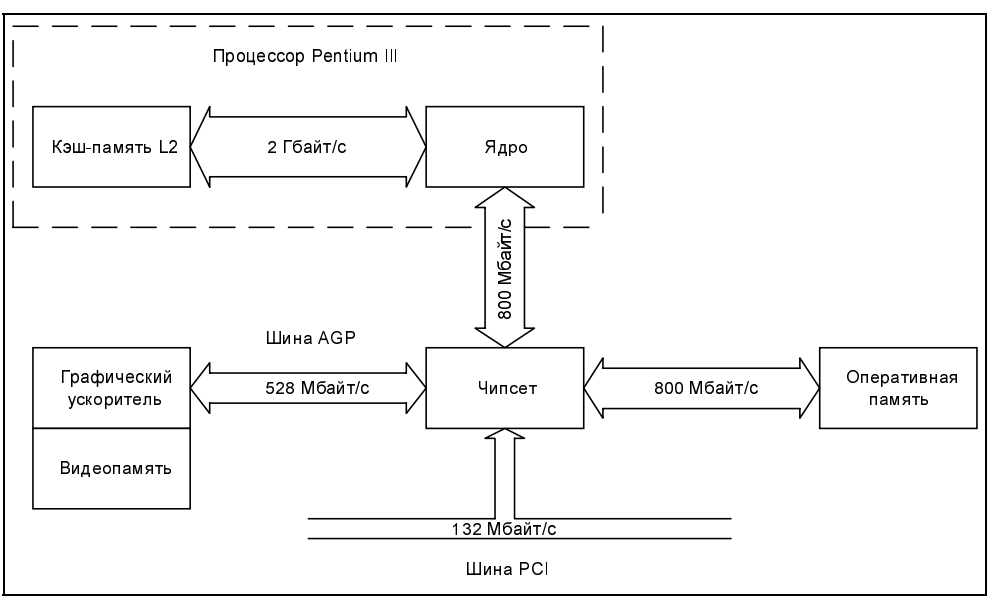


Рис. 4.9. Технология AGP

Основная идея AGP — работа на тактовой частоте системной шины и использование основной оперативной памяти для хранения текстур, что должно дать возможность применять высококачественную 3D-графику и уменьшить цену видеоадаптера за счет уменьшения требований к объему видеопамяти, устанавливаемой на плате видеоадаптера. Принцип работы шины AGP показан на рис. 4.9.

При разработке нового стандарта за основу была взята шина PCI. Хотя спецификация на шину AGP появилась в 1997 г., к настоящему времени существует уже версия 3.0. В табл. 4.3 приведены варианты исполнения шины AGP. Основные изменения коснулись скорости передачи по шине, уровней напряжения сигналов, а также протоколов обмена по интерфейсу. В первоначальном варианте тактовая частота по шине AGP составляла 66 МГц. В дальнейшем для увеличения производительности использовался принцип чтения двух слов за один такт (2X). В спецификации 2.0 предусмотрено чтение 4 слов за один такт и повышение тактовой частоты до 100 МГц.

Таблица 4.3. *Спецификации AGP*

Параметры	AGP 1.0	AGP 2.0	AGP 3.0
Уровень сигналов интерфейса, в вольтах	3,3	1,5	0,8
Скорость	2X, 1X	4X, 2X, 1X	8X, 4X
Разъем	Для 3,3 В	Для 1,5 В и универсальный	Для 1,5 В

Для шины AGP применяются несколько вариантов разъемов, которые отличаются ключами. На рис. 4.10 показан разъем универсального слота AGP. Для варианта 3,3 В на месте контактов 22—25 устанавливается пластмассовая перемычка, играющая роль ключа, а для варианта 1,5 В перемычка переносится к другому краю разъема — к контактам 42—45. Назначение контактов для различного варианта исполнения приведено в табл. 4.4.

Таблица 4.4. *Назначение контактов слота AGP*

Контакт	Спецификация					
	3,3 В		Universal		1,5 В	
	Ряд B	Ряд A	Ряд B	Ряд A	Ряд B	Ряд A
1	OVRCNT#	12V	OVRCNT#	12V	OVRCNT#	12V
2	5.0V	TYPEDET#	5.0V	TYPEDET#	5.0V	TYPEDET#
3	5.0V	Reserved	5.0V	Reserved	5.0V	Reserved

Таблица 4.4 *(продолжение)*

Контакт	Спецификация					
	3,3 В		Universal		1,5 В	
	Ряд B	Ряд A	Ряд B	Ряд A	Ряд B	Ряд A
4	USB+	USB–	USB+	USB–	USB+	USB–
5	GND	GND	GND	GND	GND	GND
6	INTB#	INTA#	INTB#	INTA#	INTB#	INTA#
7	CLK	RST#	CLK	RST#	CLK	RST#
8	REQ#	GNT#	REQ#	GNT#	REQ#	GNT#
9	VCC3.3	VCC3.3	VCC3.3	VCC3.3	VCC3.3	VCC3.3
10	ST0	ST1	ST0	ST1	ST0	ST1
11	ST2	Reserved	ST2	Reserved	ST2	Reserved
12	RBF#	PIPE#	RBF#	PIPE#	RBF#	PIPE#
13	GND	GND	GND	GND	GND	GND
14	Reserved	Reserved	Reserved	WBF#	Reserved	WBF#
15	SBA0	SBA1	SBA0	SBA1	SBA0	SBA1
16	VCC3.3	VCC3.3	VCC3.3	VCC3.3	VCC3.3	VCC3.3
17	SBA2	SBA3	SBA2	SBA3	SBA2	SBA3
18	SB_STB	Reserved	SB_STB	SB_STB#	SB_STB	SB_STB#
19	GND	GND	GND	GND	GND	GND
20	SBA4	SBA5	SBA4	SBA5	SBA4	SBA5
21	SBA6	SBA7	SBA6	SBA7	SBA6	SBA7
22	KEY	KEY	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved
23	KEY	KEY	GND	GND	GND	GND
24	KEY	KEY	3.3Vaux	Reserved	3.3Vaux	Reserved
25	KEY	KEY	VCC3.3	VCC3.3	VCC3.3	VCC3.3
26	AD31	AD30	AD31	AD30	AD31	AD30
27	AD29	AD28	AD29	AD28	AD29	AD28
28	VCC3.3	VCC3.3	VCC3.3	VCC3.3	VCC3.3	VCC3.3
29	AD27	AD26	AD27	AD26	AD27	AD26
30	AD25	AD24	AD25	AD24	AD25	AD24

Таблица 4.4 *(продолжение)*

Контакт	Спецификация					
	3,3 В		Universal		1,5 В	
	Ряд B	Ряд A	Ряд B	Ряд A	Ряд B	Ряд A
31	GND	GND	GND	GND	GND	GND
32	AD_STB1	Reserved	AD_STB1	AD_STB1#	AD_STB1	AD_STB1#
33	AD23	C/BE3#	AD23	C/BE3#	AD23	C/BE3#
34	Vddq3.3	Vddq3.3	Vddq	Vddq	Vddq1.5	Vddq1.5
35	AD21	AD22	AD21	AD22	AD21	AD22
36	AD19	AD20	AD19	AD20	AD19	AD20
37	GND	GND	GND	GND	GND	GND
38	AD17	AD18	AD17	AD18	AD17	AD18
39	C/BE2#	AD16	C/BE2#	AD16	C/BE2#	AD16
40	Vddq3.3	Vddq3.3	Vddq	Vddq	Vddq1.5	Vddq1.5
41	IRDY#	FRAME#	IRDY#	FRAME#	IRDY#	FRAME#
42	3.3Vaux	Reserved	3.3Vaux	Reserved	KEY	KEY
43	GND	GND	GND	GND	KEY	KEY
44	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved	KEY	KEY
45	VCC3.3	VCC3.3	VCC3.3	VCC3.3	KEY	KEY
46	DEVSEL#	TRDY#	DEVSEL#	TRDY#	DEVSEL#	TRDY#
47	Vddq3.3	STOP#	Vddq	STOP#	Vddq1.5	STOP#
48	PERR#	PME#	PERR#	PME#	PERR#	PME#
49	GND	GND	GND	GND	GND	GND
50	SERR#	PAR	SERR#	PAR	SERR#	PAR
51	C/BE1#	AD15	C/BE1#	AD15	C/BE1#	AD15
52	Vddq3.3	Vddq3.3	Vddq	Vddq	Vddq1.5	Vddq1.5
53	AD14	AD13	AD14	AD13	AD14	AD13
54	AD12	AD11	AD12	AD11	AD12	AD11
55	GND	GND	GND	GND	GND	GND
56	AD10	AD9	AD10	AD9	AD10	AD9
57	AD8	C/BE0#	AD8	C/BE0#	AD8	C/BE0#

Таблица 4.4 *(окончание)*

Контакт	Спецификация					
	3,3 В		Universal		1,5 В	
	Ряд B	Ряд A	Ряд B	Ряд A	Ряд B	Ряд A
58	Vddq3.3	Vddq3.3	Vddq	Vddq	Vddq1.5	Vddq1.5
59	AD_STB0	Reserved	AD_STB0	AD_STB0#	AD_STB0	AD_STB0#
60	AD7	AD6	AD7	AD6	AD7	AD6
61	GND	GND	GND	GND	GND	GND
62	AD5	AD4	AD5	AD4	AD5	AD4
63	AD3	AD2	AD3	AD2	AD3	AD2
64	Vddq3.3	Vddq3.3	Vddq	Vddq	Vddq1.5	Vddq1.5
65	AD1	AD0	AD1	AD0	AD1	AD0
66	Reserved	Reserved	Vrefcg	Vrefgc	Vrefcg	Vrefgc

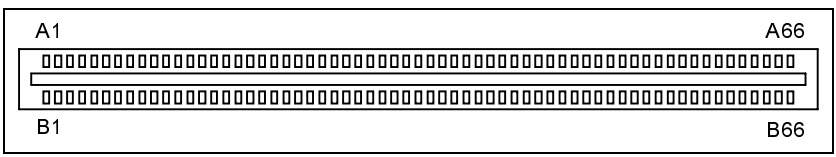


Рис. 4.10. Слот AGP

В разъеме AGP контакты установлены в два ряда по высоте. На рис. 4.11 схематически показана часть краевого разъема AGP-платы видеоадаптера. Обратите внимание, что справа от контактного поля в печатной плате вырезан крючок, предназначенный для дополнительного крепления видеоадаптера на системной плате (в комплект видеоадаптера входит пластмассовый фиксатор). Данная доработка оказалась необходимой из-за того, что в процессе эксплуатации компьютера плата AGP может выходить из разъема, т. к. нежесткая конструкция компьютера и удаленность разъема AGP от точки крепления AGP-платы (задняя стенка компьютера) позволяют ей перекашиваться, когда системная плата изгибается при установке различных внешних устройств и интерфейсных разъемов.

В настоящее время большинство видеоадаптеров выпускаются для использования с AGP-шиной. Причем, наибольший интерес спецификация AGP вызвала не тем, что позволяет использовать основную оперативную память

компьютера, т. к. теперь не редкость видеоадаптеры с 64 Мбайт видеопамяти и более, а большей нагрузочной способностью линий питания — современный видеоадаптер потребляет несколько десятков ватт мощности. Кроме того, наличие постоянного места на системной плате и удачный протокол обмена упрощает разработку видеоадаптеров.

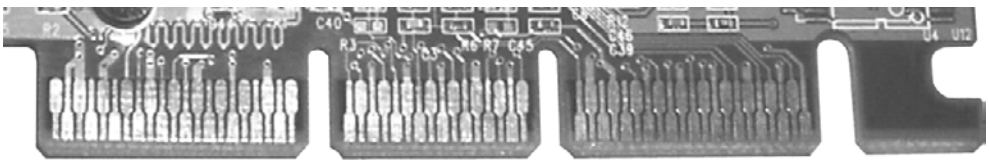


Рис. 4.11. Краевой разъем AGP на плате видеоадаптера

Сокеты для процессоров

Не считая процессоров 386, которые, чаще всего, припаивались к системной плате, все остальные процессоры *x*86, если не учитывать краткого пришествия Pentium II, устанавливаются в панельки, предназначенные для установки микросхем. Причем, начиная с процессора 486, в качестве панелек используются сокеты с нулевым усилием или ZIF-сокеты (Zero Insertion Force Socket). Контакты в различных сокетах могут располагаться в ряд, в шахматном порядке или в виде комбинации предыдущих двух способов. В качестве ключа используется либо лишняя ножка, либо пропущенные в какомлибо углу несколько ножек.

На рис. 4.12 показан сокет mPGA478B, предназначенный для процессора Pentium 4. Рычаг сбоку сокета позволяет раздвинуть контакты, чтобы установить процессор и потом зажать усилием, необходимым для создания прочного электрического и механического соединения. На боковых поверхностях некоторых сокетов имеется несколько выступов, за которые крепится радиатор охлаждения процессора.

Основная причина появления таких разъемов заключается в том, что процессоры очень быстро обзавелись сотнями контактов для подключения к системной плате, а это означает, что человек, если учесть требуемое для установки процессора в обычную панельку усилие, без помощи специальных массивных приспособлений уже не в состоянии правильно и без повреждений установить процессор. Кроме того, конструкция корпусов современных процессоров настолько упрощена, что простое изгибание контактов может вызвать обламывание краев керамического корпуса.

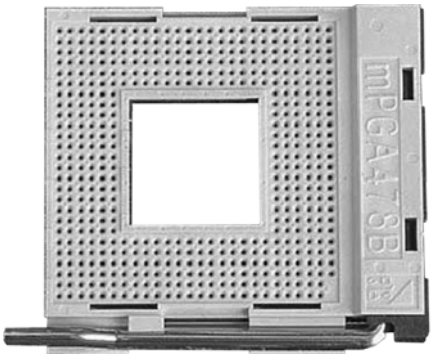


Рис. 4.12. Сокет mPGA478B для процессора Pentium 4

Предупреждение

Никогда не изгибайте и не правьте погнутые контакты у процессоров Celeron, Pentium III и 4, Athlon и Duron, т. к. можно обломать края керамического корпуса.

Процессоры 486 чаще всего выпускались в корпусах PGA-168 и PGA-169. Для их установки на системную плату использовались сокеты типа 1, 2, 3 и 6, отличающиеся разным числом контактов. В тех случаях, когда применялись четырехрядные сокеты, внешний ряд предназначался для процессоров Pentium OverDrive и при установке процессора 486 не использовался.

У процессоров Pentium первого поколения на корпусе было 273 контакта, и для его установки на системную плату использовался сокет типа 4. Второе поколение процессоров Pentium выпускалось в корпусах PGA-296, и для их установки использовались сокеты типа 5 и 7. Причем, наиболее популярным являлся сокет 7, под который выпускались процессоры AMD и Cyrix.

Для процессоров Pentium II использовался слот 1, напоминающий слоты для модулей памяти. На многих системных платах одновременно со слотом устанавливался и Socket 370, что позволяло использовать более широкую номенклатуру процессоров. Для того чтобы устанавливать новые процессоры на системные платы, имеющие слот, применялась переходная плата слот—сокет.

После появления Pentium III и новых процессоров Celeron на системные платы стали устанавливать Socket 370.

Предупреждение

Для установки процессора Celeron (с тактовой частотой выше 566 МГц) на системную плату, которая не рассчитана на данный тип процессора, но имеет соответствующий слот, можно использовать переходник слот—сокет с регулятором напряжения. При использовании переходника без регулятора напряжения процессор очень быстро перегревается и выходит из строя.

Первые процессоры Pentium 4 были выпущены для установки в Socket 423 с габаритными размерами почти такими же, как и у предыдущего поколения процессоров Pentium. В дальнейшем процессоры Pentium 4 стали упаковываться в корпус уменьшенных габаритов, но с увеличенным количеством ножек, который устанавливается в Socket 478.

Для процессоров Athlon и Duron корпорацией AMD был разработан Socket A (он же Socket 462), у которого расположение и назначение контактов не совпадает с внешне похожими сокетами, предназначенными для процессоров Intel.

Если вы рассматриваете системную плату, о которой ничего неизвестно, то первым делом посмотрите на сокет и узнайте его тип. Таким образом почти однозначно определяется тип процессора, для которого предназначена системная плата.

Оперативная память

Модули оперативной памяти устанавливаются в слоты, расположенные недалеко от процессора. Так как на сегодняшний день существует достаточно большое разнообразие модулей, то единственный способ правильно подобрать нужные модули для конкретной системной платы — это найти на нее документацию, которая прилагается в комплекте или доступна на сайте производителя. Надо открыть брошюру под названием "User's Mahual" (или PDF-файл на прилагаемом компакт-диске) и найти раздел "System Memory Configuration", где обязательно указано, какие модули можно устанавливать и в какой комбинации по объему памяти (также может быть указано, можно ли устанавливать модули различного типа). Установка модулей методом подбора[4] малопригодна из-за огромного многообразия выпущенных системных плат, исключение составляют старые платы, выпущенные в то время, когда в продаже были лишь модули SIMM и DIMM (FPM и EDO).

Примечание

По типу чипсета можно определить, какие типы модулей поддерживаются системной платой, но конкретная группировка модулей в банках зависит только от разработчиков данной платы.

На современных системных платах обычно устанавливаются три или четыре слота для установки модулей памяти (рис. 4.13 и 4.14). Одиночный модуль SDRAM DIMM может быть вставлен в любой слот, хотя желательно устанавливать его в первый слот. Для модулей DDR DIMM обязательна после-

[4] При неправильной установке современных модулей памяти возможно выгорание микросхем и повреждение системной платы.

довательная установка, т. е. заполнение слотов должно идти от 1 до 3, например, как указано в табл. 4.5.

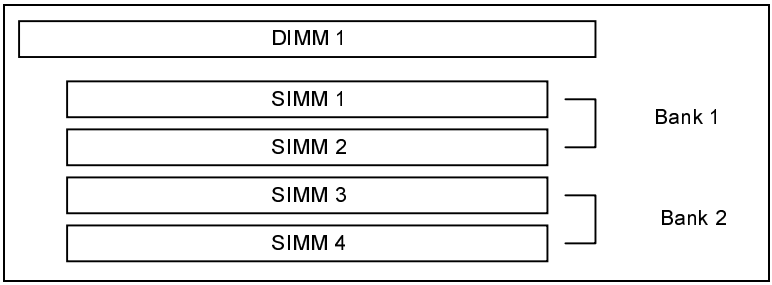


Рис. 4.13. Организация банков памяти на системной плате

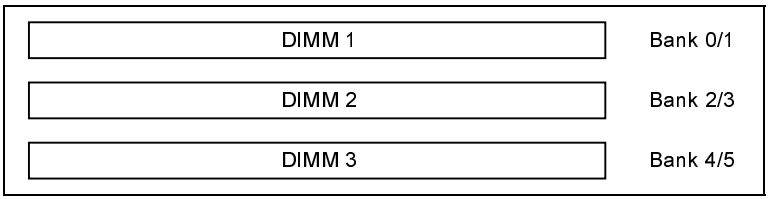


Рис. 4.14. Расположение слотов для модулей DIMM

Таблица 4.5. *Варианты установки модулей DDR DIMM в слоты*

Total Memory	DDR DIMM 1 (Bank 0/1)	DDR DIMM 2 (Bank 2/3)	DDR DIMM 2 (Bank 4/5)
512 MB max	DDR SDRAM 64 MB, 128 MB, 256 MB, 512 MB	None	None
1 GB max	DDR SDRAM 64 MB, 128 MB, 256 MB, 512 MB	DDR SDRAM 64 MB, 128 MB, 256 MB, 512 MB	None
1,5 GB max	DDR SDRAM 64 MB, 128 MB, 256 MB, 512 MB	DDR SDRAM 64 MB, 128 MB, 256 MB, 512 MB	DDR SDRAM 64 MB, 128 MB, 256 MB, 512 MB

Старые системные платы для процессоров Pentium вначале работали с модулями памяти SIMM, а в дальнейшем с модулями DIMM. Кроме того, выпускались даже системные платы, на которых были одновременно слоты для модулей DIMM и SIMM (см. рис. 4.13).

В том случае, когда на системной плате в наличии имеются только модули SIMM, они устанавливаются попарно, т. к. разрядность этих модулей меньше разрядности шины данных, отсюда и термин "банк памяти". В большинстве случаев можно было заполнять любой банк при условии, что модули одинаковые. Установка вместе модулей FPM и EDO почти всегда была недопустима. При установке дополнительной памяти можно добавлять модули как в слоты для SIMM, так и DIMM. Но следует отметить, что произвольная комбинация по объему памяти у модулей, устанавливаемых в разные банки, не всегда была возможна, особенно у наиболее старых системных плат.

36-контактные модули SIMM, которые применялись с процессорами 386 и 486, всегда устанавливались попарно, а в ряде случаев их надо было устанавливать в количестве не менее 4 штук, заполняя все слоты (или половину, когда было 8 слотов).

Настройка системной платы

На рис. 4.15 показан внешний вид высокоинтегрированной системной платы ABIT IT7/IT7E, которая предназначена для работы с процессором Pentium 4. Плата поддерживает частоту системной шины 400/533 МГц (учетверенная тактовая частота), контроллер Ultra ATA/100/66/33 (разъемы IDE1 и IDE2), систему для расширения возможности хранения данных RAID (разъемы IDE3— IDE6), слот AGP 4X, встроенный звуковой процессор и сетевой адаптер. Для индикации работы BIOS (Award Plug and Play BIOS supports APM and ACPI) используется двухразрядное цифровое табло (POST Code Display).

Примечание

Для крепления системы охлаждения процессора Pentium 4, устанавливаемого в Socket 478, на системной плате предназначены 4 отверстия. Обычно для установки радиатора используется пластмассовый фиксатор, показанный на рис. 4.16.

Если сравнить системные платы, показанные на рис. 4.3 и 4.15, то можно заметить, что на последней практически нет разъемов для джамперов, обозначаемых как JPn, с помощью которых настраивается конфигурация компьютера. Это связано с тем, что в такой плате использована программа BIOS, которая может самостоятельно определить большинство параметров всех устройств, установленных на системной плате, а те, которые требуется конфигурировать вручную, настраиваются через меню BIOS.

Вообще, если вспомнить историю развития системных плат, можно заметить, что джамперы конфигурации то появляются в большом количестве, то почти полностью исчезают. Например, на системных платах для процессоров 386 фактически присутствовал только один джампер, предназначенный для выбора режима монитора — цветной или черно-белый (иногда добавлялась еще

парочка вспомогательных), что было значительно приятнее, чем конфигурирование более старых моделей, у которых требовалось "поиграть" переключателями. Появление процессоров 486 вызвало настоящий бум установки множества джамперов, почти половина из которых была предназначена для указания типа процессора, т. к. на одну и ту же системную плату можно было установить процессоры разных фирм, которые часто весьма сильно отличались друг от друга. При появлении процессоров Pentium количество джамперов сначала уменьшилось, а потом снова быстро стало увеличиваться.

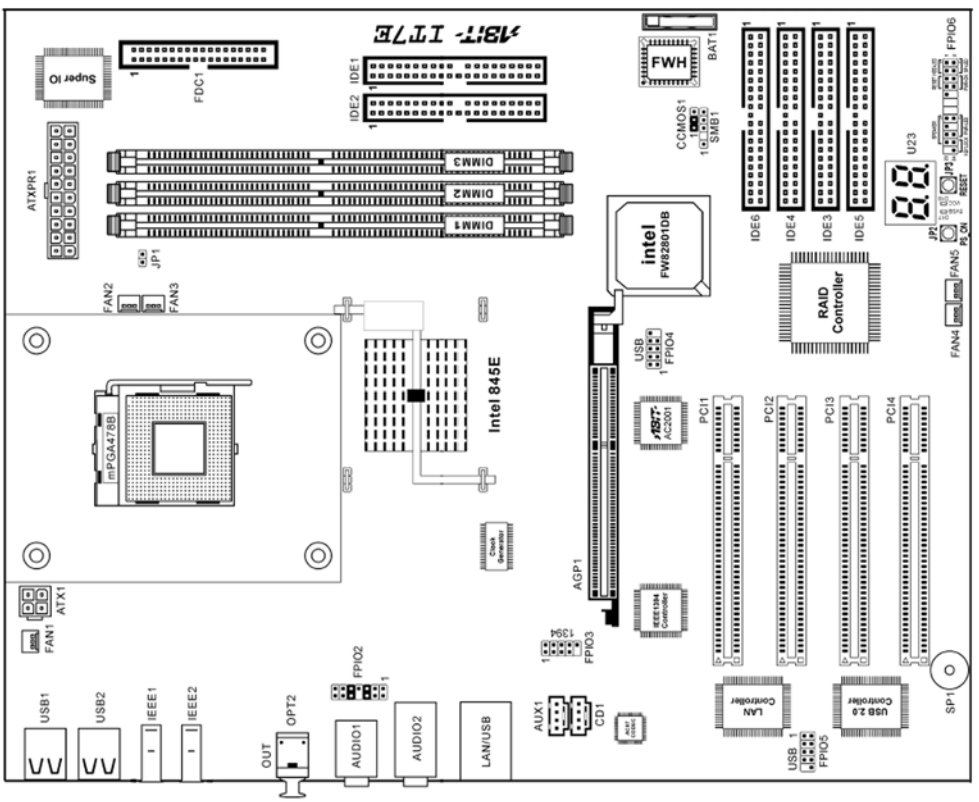


Рис. 4.15. Системная плата ABIT IT7/IT7E для процессора Pentium 4

Примечание

Чтение BIOS конфигурации компьютера, которое указано с помощью джамперов, происходит после включения питания. Заметим, что после нажатия кнопки Reset обычно повторной переконфигурации не происходит, поэтому перестановка джамперов при включенном питании не имеет смысла (иногда даже опасна!).

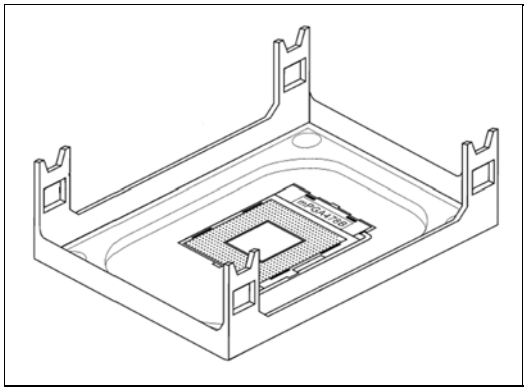


Рис. 4.16. Фиксатор для крепления радиатора на процессоре Pentium 4 (Socket 478)

Назначение джамперов приводится в таблицах, напечатанных краской на системной плате. Когда такой информации нет, надо смотреть документацию на системную плату.

Для примера конфигурации компьютера с помощью джамперов рассмотрим способ указания типа процессора и тактовых частот для системной платы, которая предназначена для первых процессоров Celeron.

На рис. 4.17 приведена сводная таблица положения джамперов JP3—JP4 и JP13—JP16, с помощью которых указывается, какой процессор установлен на системную плату. Если нет рисунков джамперов, то указывается надпись "On" (Close), когда требуется установка джампера, или ""Off" (Open), если джампер отсутствует.

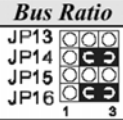
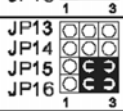
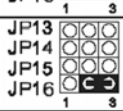
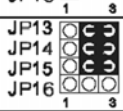
CPU Type	*Bus Ratio*	*Bus Clock*
Celeron 300 (66MHz x 4.5X)		
Celeron 333 (66MHz x 5.0X)		
Celeron 366 (66MHz x 5.5X)		
Celeron 400 (66MHz x 6.0X)		

Рис. 4.17. Указание типа процессора

Теперь посмотрим, какие параметры с помощью этих джамперов изменяются. На рис. 4.18 приведена таблица, которая показывает, что джамперы JP3—JP4 устанавливают тактовую частоту системной шины процессора. Коэффициент умножения тактовой частоты для ядра процессора, который может изменяться у этой системной платы от 2 до 7,5, устанавливается джамперами JP13—JP16 (рис. 4.19).

Bus Clock	JP3, JP4
66MHz	
100MHz	
Auto detect 66/100MHz (default)	

Рис. 4.18. Установка тактовой частоты системной шины

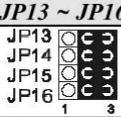
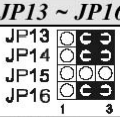
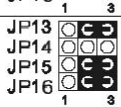
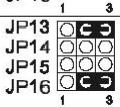
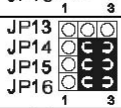
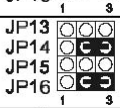
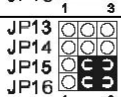
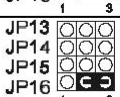
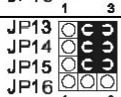
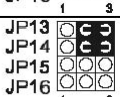
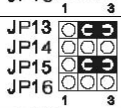
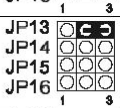
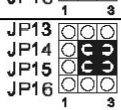
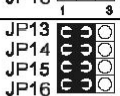
Bus Ratio	JP13 ~ JP16	Bus Ratio	JP13 ~ JP16
2.0x		2.5x	
3.0x		3.5x	
4.0x		4.5x	
5.0x		5.5x	
6.0x		6.5x	
7.0x		7.5x	
8.0 x		By BIOS (jumperless setting) (default)	

Рис. 4.19. Установка коэффициента умножения тактовой частоты для ядра процессора

Кроме джамперов, определяющих тип процессора (частотные характеристики), на системной плате обычно расположен ряд джамперов, которые определяют специфические параметры системной платы. Например, очень популярен джампер для блокировки записи в микросхему BIOS, для которой использована флэш-память.

Около батарейки, питающей микросхему системных часов, когда компьютер выключен, расположен разъем, позволяющий подключить внешнюю батарею питания или разрядить CMOS-память, где записана конфигурация компьютера.

Для процессоров 486 на системной плате всегда устанавливали джамперы для указания напряжения, подающегося на ядро процессора, и конфигурации внешней кэш-памяти.

Разгон процессора

Как видно из рис. 4.18 и 4.19, на тактовую частоту ядра процессора влияет частота системной шины и коэффициент умножения. Соответственно, у пользователя всегда появляется искушение заставить процессор работать на тактовой частоте, превышающей ту, для которой он предназначен. А это можно сделать, повысив как частоту системной шины, так и коэффициент умножения.

Оба способа активно используются, особенно для старых типов процессоров. Иногда можно разогнать процессор чуть ли не на удвоенную частоту. Правда, производители процессоров усиленно этому сопротивляются, вводя различные ограничения на возможность превышения коэффициента умножения. На что очень "продвинутые" пользователи отвечают, например, вскрытием картриджей процессоров (Pentium II, AMD) или восстановлением перемычек на корпусе процессора (AMD K7).

По поводу возможности разгона процессоров надо сказать следующее — в этом процессе есть как положительные факторы, так и весьма отрицательные.

Сначала отметим, что производители стараются маркировать свои изделия той частотой, на которой процессоры работают без сбоев и могут функционировать достаточно длительное время (а это более 10 лет). Соответственно, ни один производитель не будет указывать меньшую частоту, т. к. это сокращает размер прибыли, получаемой от продажи процессоров.

Когда процессор разгоняет пользователь, он сознательно идет на то, что процессор будет работать в каком-либо режиме неустойчиво. Правда, увеличение тактовой частоты процессора на один пункт редко приводит к зависанию операционной системы Windows или любимой игры. А вот значительное увеличение частоты, например, установка для процессора AMD XP+ частоты, указанной на корпусе (это расчетная частота относительно произ-

водительности аналогичного процессора Pentium 4), приводит к неустойчивой работе почти наверняка.

Кроме того, при разгоне современных процессоров следует помнить, что повышение тактовой частоты всегда вызывает увеличение температуры кристалла процессора. А это, как это ни прискорбно, может привести к выходу процессора из строя из-за плохого охлаждения. Случай достаточно частый. Также надо понимать, что увеличение температуры кристалла всегда сопровождается сокращением срока службы процессора, т. к. при повышенной температуре значительно ускоряются процессы старения кристалла.

Разгоном процессора пользуются и мошенники, которые стачивают заводскую маркировку процессора, указывая новую, что позволяет получить прибыль на их перепродаже.

Но не все так плохо, как может показаться. Например, для процессоров 486 и первых поколений Pentium разгон вполне допустим, правда, не очень большой. Скажем, процессор 486-50 отлично работает на частоте 66 МГц, а Pentium 150 на частоте 166 МГц. Так что опытный пользователь всегда может попробовать аккуратно поэкспериментировать с частотами. Но следует помнить, что при значительном увеличении частоты системной шины многие внешние устройства могут перестать работать, т. к., скажем, тактовая частота шины PCI часто устанавливается как половинная частота системной шины. Поэтому, изменяя тактовую частоту ядра процессора, надо обратить внимание на установку различных параметров в BIOS.

Органы управления и индикации

На лицевой панели персонального компьютера присутствуют несколько кнопок, с помощью которых включается и перезапускается системный блок, и индикаторы, позволяющие следить за включением питания и работой винчестера. В более старых компьютерах устанавливались кнопка и индикатор Turbo, а иногда и двух-трехразрядное цифровое табло.

Для подключения органов управления и индикации на системных платах устанавливается контактное поле самой разнообразной формы, на которое выводятся соответствующие линии. Вариант реализации контактного поля зависит от изготовителя системной платы. Для примера на рис. 4.20 показан разъем для подключения кнопок управления и индикаторов на системной плате ABIT IT7/IT7E.

Кнопка Keylock — это замок на передней панели персонального компьютера PC, предназначенный для блокировки клавиатуры. Если кнопка не подключена, что часто делается, да и производители корпусов сплошь и рядом не устанавливают замок блокировки, клавиатура всегда работает.

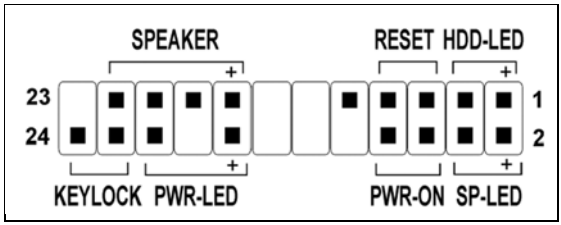


Рис. 4.20. Разъем для подключения кнопок управления и индикаторов на системной плате ABIT IT7/IT7E

Кнопка Reset, когда замыкаются контакты, вызывает "холодный" перезапуск компьютера (принудительно стартует программа BIOS начального тестирования).

Примечание

При "горячем" старте компьютера, когда одновременно нажимаются клавиши <Ctrl>+<Alt>+<Del>, не тестируется оборудование, в том числе и оперативная память.

У системных плат форм-фактора ATX присутствует кнопка PWR-ON, которая управляет блоком питания. Для форм-фактора AT такой функции нет, а кнопка питания коммутирует сеть 220 В.

В старых компьютерах использовались кнопка и индикатор Turbo. Режим Turbo вызывал увеличение тактовой частоты процессора. Для процессоров 486 эта кнопка управляла каким-либо параметром, например, отключением внешнего кэша. В последнее время кнопка и индикатор Turbo не устанавливаются.

Для индикации включения питания и выхода из дежурного режима для блоков питания ATX используется светодиод PWR-LED. Светодиод HDD-LED индицирует работу (когда к нему обращается какая-либо программа) винчестера.

Линия PW-LED предназначена для подключения цифрового светодиодного индикатора, на котором вручную набирают тактовую частоту процессора. Такой индикатор пользовался успехом, когда частота процессоров не превышала 200 МГц, т. к. можно было набрать с помощью джамперов, установленных на плате индикаторов, максимальное число 199 или слова HI или LO. Кроме того, индикатор мог управляться от линии Turbo.

Чипсеты

Для того чтобы процессор в персональном компьютере мог работать в полную силу, ему требуется помощь от специализированных микросхем, которые берут на себя рутинную работу с оперативной памятью и периферий-

ными устройствами. Комплект таких вспомогательных микросхем носит название *чипсет*. Для каждого класса процессоров разрабатывается свой набор чипсетов, имеющий буквенно-цифровой индекс с весьма запутанным принципом классификации.

Для старых типов процессоров разнообразие чипсетов не было слишком большим, и их параметры не особенно различались. Сегодня, с ростом частоты системной шины, частоты работы ядра процессора и многообразия типов оперативной памяти ситуация несколько изменилась. Не каждый чипсет будет поддерживать всевозможные конфигурации вашего компьютера, а при неудачной комплектации производительность компьютера может быть весьма далекой от желаемой. Кроме того, чипсеты производит не только корпорация Intel, а еще ряд фирм. Соответственно, возникающее многообразие приводит к проблемам при самостоятельной сборке компьютера из-за неизбежной разницы между чипсетами конкурирующих фирм. К счастью, в большинстве случаев можно ориентироваться на чипсеты Intel, которые являются образцом для подражания, хотя, как показывает практика, чипсеты других фирм часто имеют более заманчивые параметры.

Достаточно сложно описать все типы выпускаемых чипсетов и показать их отличительные черты, поэтому ниже приводятся сведения о наиболее популярных сериях для процессоров линейки Pentium.

Для процессоров первых поколений Pentium предназначены чипсеты, перечисленные в табл. 4.6. Эта таблица поможет подобрать тип модулей памяти и оптимизировать для них BIOS. Отметим, что с внешним кэшем все наборы работают по диаграмме 3-1-1-1.

Таблица 4.6. *Серия чипсетов семейства 430 корпорации Intel*

Чипсет	430FX	430HX	430VX	430TX
Диаграмма FPM	7-3-3-3	6-3-3-3	6-3-3-3	6-3-3-3
Диаграмма EDO	7-2-2-2	5-2-2-2	6-2-2-2	5-2-2-2
Диаграмма SDRAM			7-1-1-1	5-1-1-1
Тип памяти	FP / EDO	FP / EDO	FP / EDO / SDRAM	FP / EDO / SDRAM

Для процессоров Pentium II, III и Celeron корпорацией Intel выпускались чипсеты семейства 440 (табл. 4.7), которые до сих пор используются во многих компьютерах. Особенно популярным стал чипсет 440BX, который устойчиво работает с процессорами на тактовой частоте до 1 ГГц, хотя, увы, не поддерживает высокопроизводительные режимы работы интерфейса IDE и память DDR.

Таблица 4.7. *Серия чипсетов 440 корпорации Intel*

Чипсет	440LX	440EX	440BX	440ZX	440GX
Целевой процессор	PII	Celeron	PII/PIII	Celeron	PII Xeon/ PIII Xeon
Частота системной шины	66	66	66/100/133	66/100	100
Тип памяти	EDO / SDRAM	EDO / SDRAM	SDRAM	SDRAM	SDRAM

В дальнейшем корпорацией Intel выпускались чипсеты 810, 815 820 и 840, которые позволяли иметь интегрированную на системной плате подсистемы звука и сети Ethernet.

Для процессоров Pentium 4 выпущено несколько типов чипсетов, каждый из которых имеет свои достоинства и недостатки. Но, видимо, наиболее популярным станет серия чипсетов 845, которые поддерживают дешевую память DDR. Правда, как будут развиваться события дальше, сказать трудно, т. к. новые чипсеты появляются чуть ли не каждый месяц.

Следует отметить, что для процессоров Athlon и Duron выпускаются свои типы чипсетов.

В заключение надо сказать, что в России очень популярны системные платы с чипсетами SIS, ALI и VIA.

Крепление системной платы

К великому удивлению человека, который первый раз захочет снять или установить системную плату, окажется, что позиции ее точек крепления не поддаются разумному объяснению. Увы, в этом случае мы опять имеем дело со стандартом de-facto. Места крепления системных плат закрепились на основе ранее выпущенных плат. На рис. 4.21 показан схематический план точек крепления, которого придерживаются большинство производителей. Обратите внимание, что на этом рисунке указаны точки для трех форм-факторов системных плат.

Для крепления системной платы используют металлические шестигранники (рис. 4.22) и пластмассовые стойки с отгибающимися усиками (рис. 4.23). Следует обратить внимание, что металлические стойки используются, в основном, для крепления системной платы в точках B и C, где создается заземление на корпус компьютера. Для всех остальных точек используются пластмассовые стойки. Если надо увеличить жесткость конструкции, то применяют металлические шестигранники с пластмассовыми шайбами.

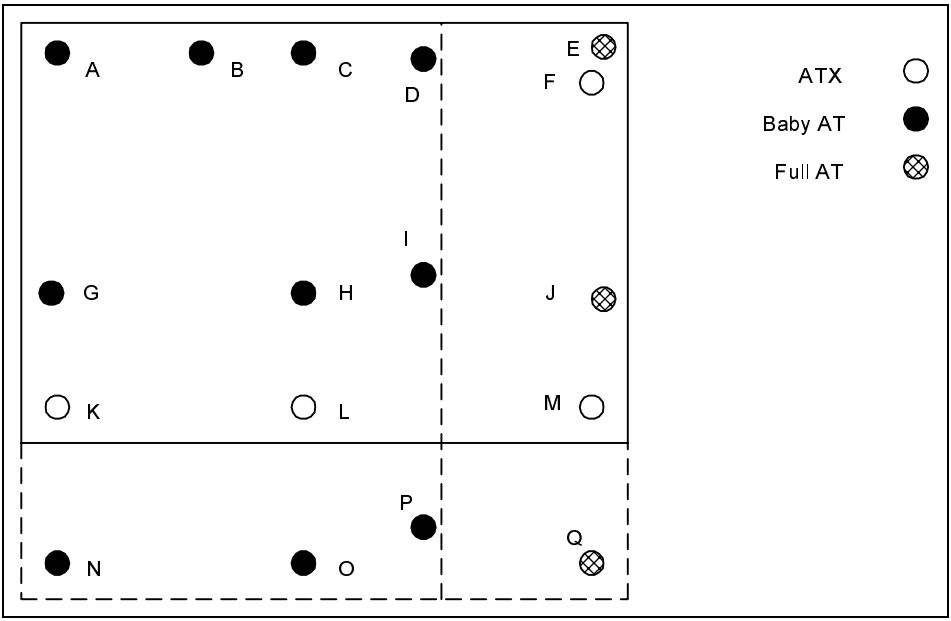


Рис. 4.21. Стандартные точки крепления системных плат

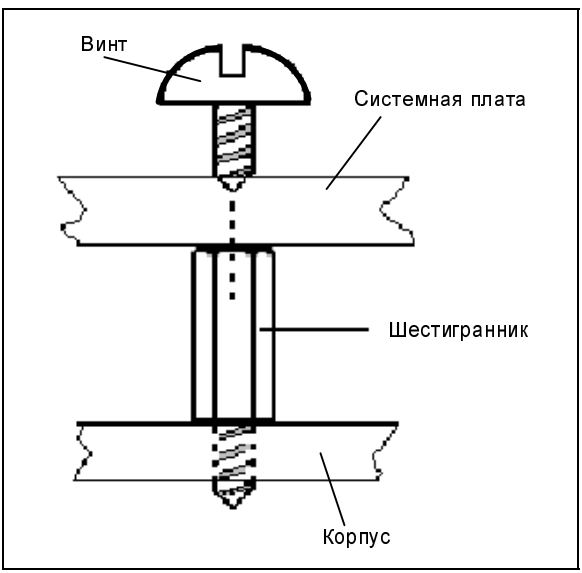


Рис. 4.22. Крепление платы
с помощью металлических шестигранников

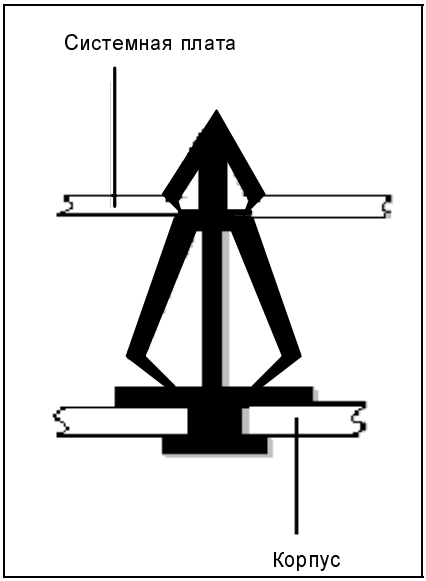


Рис. 4.23. Крепление платы с помощью пластмассовых стоек

Для того чтобы вытащить системную плату из корпуса компьютера, следует с помощью отвертки открутить винты, крепящие плату к шестигранникам. После этого сдвинуть плату влево, если смотреть спереди, и вытащить ее из корпуса. Пластмассовые стойки останутся в отверстиях системной платы. На рис. 4.24 приведены фотографии пластмассовых стоек, которые применяются в компьютерах.

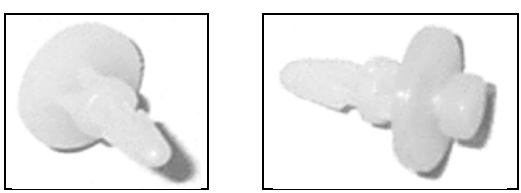


Рис. 4.24. Пластмассовые стойки для крепления системной платы

Глава 5

BIOS

Каким бы ни было замечательным компьютерное "железо" — "умным" и многофункциональным — без программного обеспечения оно представляет собой просто набор механических и электронных компонентов, которые ничего не умеют и не знают. Для активизации всех узлов компьютера всегда используются специальные программы, которые знают, как инициализируется то или иное установленное в компьютере устройство. Конкретная программа может быть очень короткой, например парой строк для активизации устройства, или очень большой и сложной, производящей тестирование устройства, настройку под окружающие элементы и даже интерактивное общение с пользователем, скажем, для выбора той или иной полезной функции.

В персональном компьютере все основные программы, предназначенные для начального "оживления", собраны в универсальную программу, которая записана в постоянном запоминающем устройстве, носящем название ROM BIOS или, проще, BIOS — Basic Input/Output System (базовая система ввода/вывода). Объем современной BIOS не менее 1—2 Мбайт.

Традиционно все программы, записанные в микросхеме BIOS, можно разделить по выполнению следующих функций:

- инициализация и начальное тестирование всех основных (стандартных) узлов компьютера — расположенных на системной плате, подключенных к шине IDE и вставленных в слоты расширения. Для этого используется программа POST (Power On Self Test), также записанная в микросхеме BIOS. Отметим, что "нестандартные" платы расширения, например старые интерфейсы сканеров не тестируются;
- загрузка операционной системы с внешнего устройства — гибкого диска, винчестера, компакт-диска или ПЗУ сетевой карты. В самых первых персональных компьютерах был вариант, когда можно было загрузить интерпретатор языка Basic, который находился в дополнительной микросхеме ПЗУ;
- обслуживание аппаратных прерываний, например, от клавиатуры и таймера, обработка программных прерываний BIOS, которые предназначены

для управления обменом данными между операционной системой компьютера и подключенными к нему периферийными устройствами, выполнение базовых функций, например, вывод на экран монитора символов и работа с дисковыми устройствами;

- настройка и конфигурирование узлов системной платы и устройств, подключенных к ней, что выполняется с помощью программы BIOS Setup.

Примечание

Практически всегда мы пользуемся BIOS, которую разработала одна из трех фирм — AMI (**http://www.megatrends.com**), Award[1] и Phoenix (**http://www.phoenix.com**). Производители системных плат не разрабатывают сами программное обеспечение для своих изделий, а лишь иногда дорабатывают стандартную BIOS для конкретной платы. Например, в России фирма Ramec устанавливает в свои компьютеры русифицированную версию BIOS.

Предупреждение

На сайтах производителей системных плат доступны обновления BIOS, которые пользователь может скачать и самостоятельно установить. Но следует сказать, что подобную операцию следует делать только в том случае, когда это жизненно необходимо, например, требуется поддержка нового процессора или интерфейса, или надо исправить ошибку BIOS (фактически, это означает, что невозможна эксплуатация системной платы с тем набором элементов, которые есть в наличии у пользователя). В остальных случаях данная операция более чем рискованна, т. к. велика вероятность неправильной прошивки BIOS, что не всегда возможно исправить без помощи сервисного центра производителя.

Инициализация

После включения питания или нажатия кнопки Reset у компьютера на адресной шине системной платы аппаратно устанавливается адрес точки входа в программу BIOS, которая в момент старта находится в самых старших ячейках адресуемой памяти. Например, в процессорах 8086/8088 по возникновении сигнала `RESET` прекращаются все текущие процедуры, а по окончании действия этого сигнала управление передается инструкции по адресу 0FFFF0h, в процессорах 386 — по адресу 0FFFFFF0h и т. д.

Следует заметить, что первоначальный адрес загрузки искусственно формируется чипсетом системной платы, который принудительно устанавливает все адресные линии, кроме первых четырех, в единичное состояние. После передачи управления BIOS точка входа становится доступной по стандартному адресу 0FFFF0h, где ею может воспользоваться любая программа.

[1] Компания Award в настоящее время принадлежит Phoenix.

Раскроем смысл вышесказанного — разработчики IBM PC совместимых компьютеров всегда вынуждены оглядываться на самый первый персональный компьютер IBM PC. В нем стандартное место BIOS, как и у всех остальных потомков, находится в области по адресам от 0F0000h до 0FFFFFh. Соответственно, приходится вынужденно создавать условия, чтобы образ BIOS отображался в двух местах — в стандартном для IBM PC и в конце возможной физической памяти. (В ряде BIOS имеется возможность указать, что он находится под границей 16 Мбайт, что приводит к невозможности использования более 16 Мбайт ОЗУ.)

Сама точка входа представляет собой занимающую пять ячеек памяти (один байт — команда и 4 байта — адрес) команду дальнего безусловного перехода (JMP-адрес) на подпрограмму начального запуска компьютера.

Кроме стандартной точки старта системы, в BIOS определено еще несколько ячеек памяти, в которых всегда записывается вполне определенная информация (см. табл. 5.1). Из них наиболее важные ячейки находятся в самом начале и конце BIOS — признаки корректных данных в ПЗУ. В начале идут два байта с содержимым 55AAh, а в конце — число 0, которое должно получиться, если сложить значения всех байтов в ПЗУ (по модулю 256). Точно такими же признаками должны обладать и другие ПЗУ, которые могут быть установлены на платах расширения, например, видеоадаптера и сетевой платы.

Примечание

В персональных компьютерах с процессорами *x*86 принято, что данные из памяти читаются словами длиною два байта, причем первый байт — это младшая часть 16-разрядного слова, а второй байт — его старшая часть. То есть ячейки чередуются как 2, 1, 4, 3 и т. д. При этом следует помнить, что программисты стараются выравнивать данные и код по четным адресам, по границе 16-байтных параграфов и 64-килобайтных сегментов, что позволяет ускорить работу программ. Конечно, всегда можно прочитать или записать одиночный байт или бит, но этот режим не является оптимальным для процессора, памяти и чипсета. Заметим, что другие процессоры не придерживаются такого способа адресации.

Например, после начала работы программ BIOS проверяется наличие ПЗУ видеоадаптера (установлен ли видеоадаптер), и, если оно есть, управление передается программе, записанной в нем. После инициализации видеоподсистемы управление вновь возвращается программам BIOS. При наличии ПЗУ на сетевой плате дисковой станции после отработки всех стартовых программ управление передается программе, записанной в этом ПЗУ. Причем присутствие ПЗУ и возможность передачи управления проверяются по первым двум байтам и нулевой контрольной сумме.

Примечание

Стандартная статическая память CMOS имеет 64 регистра, к которым обращаются по адресам ввода/вывода от 0 до 3Fh. При выключении питания

ячейки памяти питаются от батареи напряжением 3 В, которая установлена на системной плате. В CMOS хранится конфигурация компьютера и текущее системное время.

Так как микросхемы постоянной памяти, которые предназначены для хранения кода BIOS, отличаются неторопливостью, то для увеличения быстродействия компьютера пользователь может разрешить использование теневой памяти (Shadow RAM) — при этом код BIOS переписывается в ОЗУ, и все последующие обращения к микросхеме BIOS перенаправляются к соответствующей области ОЗУ (для программ адреса ячеек памяти в BIOS остаются неизменными, но сам код перемещается за пределы 1 Мбайт).

Таблица 5.1. *Фиксированные ячейки BIOS*

Адрес	Размер, байт	Назначение
F000:0000	1	55h, признак ПЗУ
F000:0001	1	AAh, признак ПЗУ
F000:FFF0	5	команда перехода на POST по сбросу — FAR JMP
F000:FFF5	8	Дата выпуска BIOS, например "08/01/95"
F000:FFFE	1	Тип компьютера (0FFh — для оригинального PC, 0FEh — XT, 0FCh — AT)
F000:FFFF	1	Дополнение до 0 контрольной суммы BIOS

Ресурсы BIOS

Программы, находящиеся в BIOS, используют ряд ресурсов компьютера для хранения данных, полученных в ходе инициализации оборудования, тестирования и для работы служебных подпрограмм. На рис. 5.1 показано распределение оперативной памяти компьютера PC.

Наиболее важная служебная зона адресов размером в 1 Кбайт начинается с нулевого адреса. В ней находятся векторы аппаратных и программных прерываний, с которыми работают процессор и программное обеспечение. Сами векторы представляют собой инструкцию безусловного перехода[2] на подпрограмму обработки прерывания. Каждый вектор занимает 4 байта, соответственно, всего может быть всего 256 прерываний.

[2] Вместо инструкции безусловного перехода JMP может содержаться команда `IRET`, которая является командой возврата. То есть при вызове прерывания не будет выполняться никакая подпрограмма.

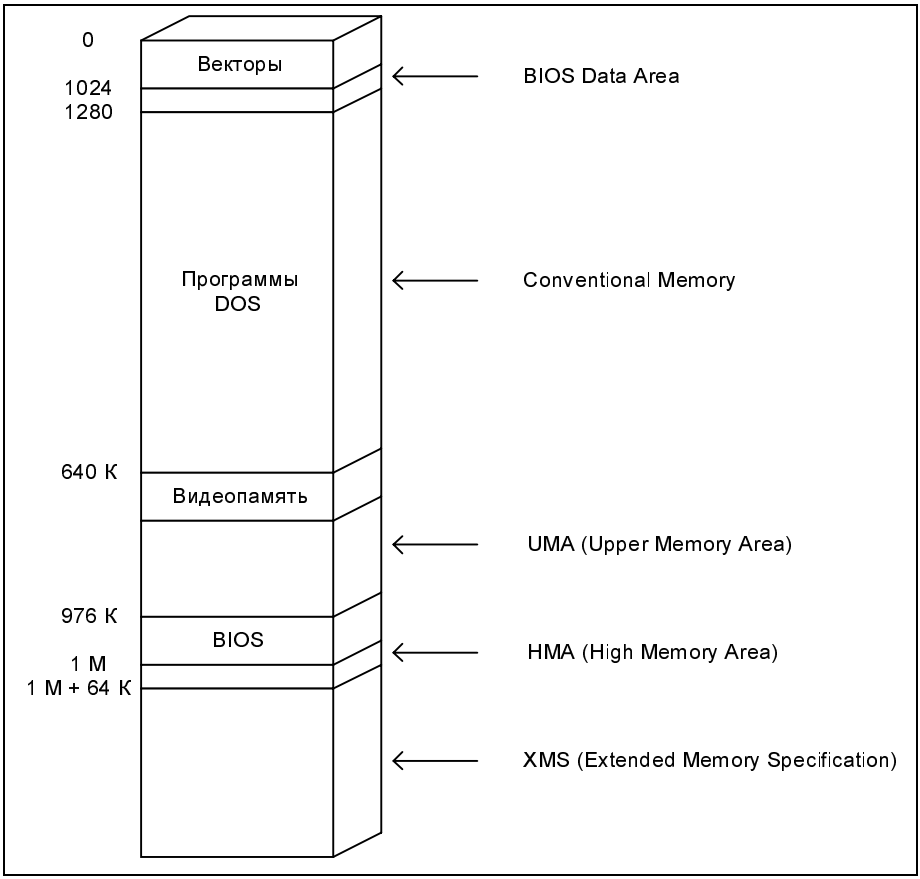


Рис. 5.1. Распределение адресного пространства ОЗУ для компьютера IBM PC

С прерываниями связана одна из проблем персональных компьютеров, которая осложняет жизнь системным программистам. Дело в том, что зону векторов, расположенную с нулевого адреса, используют как сами процессоры семейства *x*86, так и различные устройства компьютера, в чем виноваты разработчики IBM PC. Вначале это не особенно осложняло жизнь программистам, поскольку у процессора было не так много аппаратных прерываний, но в дальнейшем, по мере совершенствования процессоров, 256 векторов стало маловато.

Ниже, только для иллюстрации использования таблицы векторов приведено назначение нескольких прерываний компьютера IBM PC AT (для современных процессоров назначение ряда векторов несколько иное):

- INT 00h — деление на 0;
- INT 01h — пошаговый режим;

- INT 02h — немаскируемое прерывание;
- INT 03h — точка останова;
- INT 04h — переполнение;
- INT 08h — таймер;
- INT 09h — клавиатура;
- INT 33h — поддержка мыши;
- INT 4Ah — будильник пользователя.

После зоны векторов прерываний идет область, называемая BIOS Data Area, где размещаются данные, полученные в ходе тестирования оборудования, буфера системных устройств, например буфер клавиатуры, и различные служебные регистры. Эта область данных имеет размер не менее 256 байтов и начинается с адреса[3] 0000:0400h или 0040:0000h. Назначение наиболее интересных для пользователя зон в области BIOS Data Area приведено в табл. 5.2.

Таблица 5.2. *Назначение ячеек BIOS Data Area*

Адрес	Размер, байт	Назначение
040:000	4×2	Базовые адреса портов COM1—COM4
040:008	3×2	Базовые адреса портов LPT1—LPT3
040:010	2	Установленное оборудование
040:017	39	Область флагов и буфер клавиатуры
040:049	1	Текущий видеорежим
040:04A	2	Ширина экрана (число колонок символов)
040:050	16	Позиция курсора (младшая половина — колонка, старшая — ряд)
040:060	2	Размер курсора (в младшем байте — последняя строка, в старшем — первая)
040:067	5	Область данных POST

[3] Различное представление одного и того же адреса связано с сегментацией памяти на сегменты размером в 64 Кбайт. Левая часть адреса указывает число 16-байтных параграфов. Для получения адреса в традиционном виде нужно к левой части справа добавить ноль и сложить обе части.
Буква "h" указывает, что для представления числа используется 16-разрядная система счисления. То же, когда число начинается с символов "0x".

Для работы с видеоадаптером BIOS использует область видеопамяти, расположенную выше 640 Кбайт. Видеопамять занимает 128 Кбайт, начиная с адреса A0000h и до C0000h, но для конкретного режима работы видеоадаптера (монитора) используется строго определенная часть памяти. Например, в текстовом режиме могут использоваться только 4 Кбайт *(см. гл. 12)*.

Распределение памяти

В персональных компьютерах традиционно принято два основных способа распределения оперативной памяти.

Первый способ, который начинает свой путь от IBM PC, когда даже 512 Кбайт оперативной памяти было чрезвычайно много, делит всю память на ряд небольших областей. Причем такой принцип остается даже у современных компьютеров в момент первоначальной работы BIOS и при переходе процессора в реальный режим, который характеризуется возможностью использования только 1 Мбайт памяти.

Второй способ реализуется, когда процессор переключается в защищенный режим и использует линейную модель памяти. Для разных поколений процессоров имеются некоторые различия, но надо учитывать, что современный процессор считает, что физическая память не имеет сегментации[4].

На рис. 5.1 указаны названия различных областей памяти, которые используются процессором для тех или иных целей в реальном режиме, например, под управлением MS-DOS. Данное распределение является стандартным для многих операционных систем, особенно разработанных корпорацией Microsoft.

Основная часть ОЗУ (в пределах первого мегабайта, от 0 до начала видеопамяти) размером в 640 Кбайт называется *стандартной памятью* (Conventional Memory). Она используется для размещения кода программ, запущенных пользователем или операционной системой. В ней также хранятся различные данные, необходимые для работы программ.

За пределами 1 Мбайт существует область *памяти HMA* (High Memory Area), которая появилась из-за ошибки в процессоре 286. Эти дополнительные 64 Кбайт, если загружен драйвер HIMEM.EXE, можно использовать для хранения кода и данных любой программы. Правда, чаще всего этот подарок программистам и пользователям занимается под размещение резидентной части операционной системы и различных драйверов. Пользователь может самостоятельно указать, какие программы должны загружаться в эту память, например, корректируя системные файлы операционной системы MS-DOS — AUTOEXEC.BAT и CONFIG.SYS.

---

[4] Для каждой программы, которая запускается в защищенном режиме, выделяется свой кусочек физической памяти, который может произвольным образом располагаться в адресном пространстве.

Между верхней границей стандартной памяти и до конца первого мегабайта существует *область UMA* (Upper Memory Area) размером 384 Кбайт, в которой расположены видеопамять, адресное пространство ПЗУ видеоадаптера и BIOS (а также ПЗУ других внешних устройств). Это пространство между верхней границей ПЗУ видеоадаптера и до начала BIOS, т. е. от C8000h до F0000h, у стандартного персонального компьютера почти всегда не занято. Чтобы использовать свободную часть этой памяти, например для размещения кода операционной системы, используют драйвер EMM386.EXE. Соответственно, надо указать в файлах AUTOEXEC.BAT и CONFIG.SYS, что пользователь разрешил использовать эту память.

Оперативная память за пределами 1 Мбайт и до верхней границы адресуемой памяти имеет название *XMS* (eXtended Memory Specification). Процессор, работающий в реальном режиме, обратиться к этой памяти может только используя метод EMS[5] (Expanded Memory Specification). Суть метода в том, что в области UMA выделяется окно размером 64 Кбайт, разделенное на четыре страницы по 16 Кбайт. Специальный драйвер отображает произвольный кусочек физической памяти на эти страницы, из-за чего, кстати, эту память еще называют "отображаемой памятью".

Программа POST

При включении компьютера и при перезагрузке операционной системы BIOS проверяет флаги условий, при которых произошло данное событие. Если состояние флагов говорит о том, что производится начальный старт компьютера, то первой из комплекта BIOS запускается программа POST (Power On Self Test), которая инициализирует и тестирует аппаратные средства компьютера, определяя его конфигурацию и исправность всех основных узлов.

Обязательные и наиболее важные этапы — это тестирование регистров процессора и оперативной памяти (особенно первых 64 Кбайт, где размещаются служебные регистры), т. к. при ошибках работы процессора или служебной зоны памяти остальное тестирование узлов компьютера не имеет смысла. После этого тестируются остальные ресурсы. Для примера ниже приведен краткий перечень шагов программы POST:

1. Проверка регистров процессора.
2. Проверка контрольной суммы BIOS.
3. Проверка таймера.
4. Проверка контроллеров DMA.

[5] Названия "Extended Memory Specification" и "Expanded Memory Specification" настолько похожи, что существовали правила, как запомнить, что к чему относится.

5. Проверка регенерации памяти и тестирование первых 64 Кбайт.
6. Проверка интерфейса клавиатуры.
7. Инициализация контроллера прерываний и установка векторов.
8. Проверка батареи и контрольной суммы CMOS.
9. Проверка защищенного режима.
10. Получение конфигурации из CMOS.
11. Проверка видеоадаптера.
12. Проверка контроллера прерываний.
13. Проверка клавиатуры.
14. Тест памяти от 64 до 640 Кбайт.
15. Тест памяти свыше 1 Мбайт.

При обнаружении какой-либо ошибки при тестировании аппаратуры BIOS информирует пользователя о неприятном событии звуковым сигналом или выводом текстового сообщения. Традиционно, если еще не активизирован и не протестирован видеоадаптер, пользователь информируется об ошибке набором звуковых сигналов, которые издает динамик, установленный в корпусе системного блока. Звуковые сигналы фатальных ошибок, при которых тестирование прекращается, а процессор переходит в режим останова, приведены в табл. 5.3 и 5.5. Если обнаруженная ошибка не является фатальной, например, села батарейка питания CMOS, после выдачи звукового сигнала (табл. 5.4 и 5.6) процесс тестирования продолжается.

Если к моменту обнаружения ошибки видеоадаптер работает, то на экран монитора выводятся код ошибки, например 101 или 1791, и краткое описание на английском языке. Обычно это ошибки, связанные с проблемами, которые не позволят загрузить операционную систему, например, не детектируется винчестер, хотя возможны и фатальные ошибки, связанные с неисправностью блоков на системной плате. Так как привести даже краткий перечень сообщений об основных ошибках невозможно из-за его обширности, то пользователю рекомендуется внимательно прочитать сообщение, записать его на бумаге, и, если самостоятельно не удастся решить проблему, обратиться к специалистам.

Когда процесс тестирования оборудования доходит до момента вывода на экран монитора сообщений, с помощью которых пользователь может следить за процессом работы программы POST, внизу экрана монитора появляется информационная строка, в которой содержится подсказка о том, как перейти в режим BIOS Setup (программы конфигурации оборудования и BIOS), например:

```
Press <DEL> if you want to run Setup
```

или

```
Press <Ctrl><Alt><Esc> if you want to run Setup
```

Таблица 5.3. *Звуковые коды AMI BIOS при фатальных ошибках аппаратуры*

Сигнал	Описание
1 короткий	Ошибка регенерации ОЗУ
2 коротких	Ошибка четности ОЗУ
3 коротких	Ошибка в области первых 64 Кбайт ОЗУ
4 коротких	Ошибка системного таймера
5 коротких	Ошибка процессора
6 коротких	Ошибка на линии A20, которой управляет контроллер клавиатуры
7 коротких	Ошибка переключения режимов процессора
8 коротких	Ошибка при работе с видеопамятью
9 коротких	Ошибочная контрольная сумма BIOS
10 коротких	Ошибка при работе с CMOS-памятью
11 коротких	Ошибка кэша

Таблица 5.4. *Звуковые коды AMI BIOS при нефатальных ошибках аппаратуры*

Сигнал	Описание
1 длинный, 3 коротких	Ошибка ОЗУ
1 длинный, 8 коротких	Ошибка видеоподсистемы

Таблица 5.5. *Звуковые коды Phoenix BIOS при фатальных ошибках аппаратуры*

Сигнал	Описание
1-1-3	Ошибка при работе с CMOS-памятью
1-1-4	Ошибочная контрольная сумма BIOS
1-2-1	Ошибка системного таймера
1-2-2 и 1-2-3	Ошибка инициализации DMA
1-3-1	Ошибка регенерации ОЗУ
1-3-3, 1-3-4, 1-4-1 и 1-4-2	Ошибка в области первых 64 Кбайт ОЗУ
от 2-1-1 до 2-4-4	Ошибка ячейки памяти в области первых 64 Кбайт ОЗУ
3-1-1 и 3-1-2	Ошибка DMA
3-1-3 и 3-1-4	Ошибка контроллера прерываний

Таблица 5.5 *(окончание)*

Сигнал	Описание
3-2-4	Ошибка контроллера клавиатуры
3-3-4, 3-4-1 и 3-4-2	Ошибка видеоподсистемы

Таблица 5.6. *Звуковые коды Phoenix BIOS при нефатальных ошибках аппаратуры*

Сигнал	Описание
4-2-1	Ошибка системного таймера
4-2-2	Аварийное завершение программы POST
4-2-3	Ошибка управления линией A20
4-2-4	Ошибка в защищенном режиме
4-3-1	Ошибка ОЗУ
4-3-3	Ошибка 2-го канала системного таймера
4-3-4	Ошибка часов реального времени
4-4-1	Ошибка последовательного порта
4-4-2	Ошибка параллельного порта
4-4-3	Ошибка математического сопроцессора
1-1-2	Ошибка системной платы
1-1-3	Ошибка CMOS-памяти

Цифровая индикация ошибок

При появлении процессоров Pentium 4 и Athlon наконец-то подвергся модернизации способ индикации процесса тестирования и вывод сообщений об ошибках. На системной плате теперь устанавливают знаковый двухразрядный светодиодный индикатор (рис. 5.2), который высвечивает коды, по которым можно определить, какой этап тестирования в данный момент выполняется и с каким результатом завершилась работа программы POST. Например, код 65 высвечивается на индикаторе в тот момент, когда начинается инициализация мыши PS/2, поэтому если загрузка компьютера прекратится на этом коде, то можно считать, что на данном этапе зафиксирована фатальная ошибка.

К сожалению, диагностические коды различных системных плат не совпадают, поэтому информация в табл. 5.7 приведена только для иллюстрации процесса тестирования. Соответственно приведен неполный список кото-

рый имеется в документации на системную плату, а наиболее понятные пункты, т. к. для "разбора полетов" при появлении некоторых кодов требуется доскональное знание архитектуры компьютера.

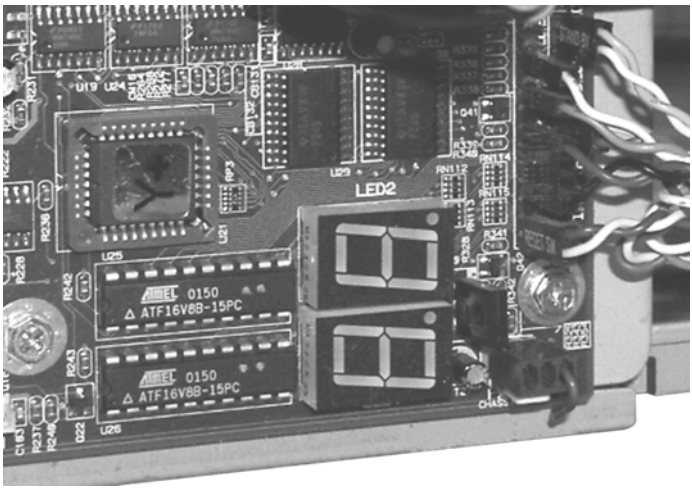


Рис. 5.2. Индикатор BIOS на системной плате

Таблица 5.7. *Диагностические коды системной платы ABIT IT7/IT7E (в сокращенном виде)*

Код процедуры POST	Описание
CF	Тестирование CMOS памяти
05	Очистка экрана Очистка в CMOS регистра ошибок
3C	Тест 8254 (таймер)
43	Тест 8259 (контроллер прерываний)
49	Расчет объема ОЗУ
52	Тестирование ОЗУ
6F	Инициализация контроллера гибких дисков
65	Инициализация мыши PS/2
75	Детектирование и инициализация IDE-устройств: HDD, Zip, CD-ROM и др.
77	Детектирование последовательных и параллельных портов

Таблица 5.7 *(окончание)*

Код процедуры POST	Описание
7A	Детектирование и инициализация математического сопроцессора
FF	Выполнение прерывания INT 19h

Для индикации корректного завершения тестирования системы многими производителями системных плат, часто используется код FF. Заметим, что при ряде нефатальных ошибок, когда на индикаторе высвечивается не код FF, компьютер может нормально загрузиться и работать.

Загрузка операционной системы

При успешном завершении программы POST вызывается прерывание Int19 (Bootstrap), и через него передается управление программе, которая должна найти устройство (какой-либо дисковод), с которого можно загрузить операционную систему. Поиск устройств проводится в том порядке, который установил пользователь при настройке BIOS. Наиболее частый вариант — A:, C:, CD-ROM, хотя в последнее время часто используют вариант CD-ROM, C:, A:.

В первом случае, когда гибкий диск A: вставлен в дисковод, проводится проверка — является ли он загрузочным. Весьма частым является случай, когда пользователь забывает в дисководе гибкий диск, не являющийся загрузочным, пустой или с какими-либо данными. Тогда вырабатывается сигнал ошибки, о чем выводится сообщение на экран монитора, а программа ожидает решения пользователя.

При обычном старте компьютера операционная система загружается с винчестера (для MS-DOS и Windows 95/98/ME — обязательно с диска C:). При этом всегда считывается в память самый первый сектор винчестера, где находится *загрузочная запись* — MBR (Master Boot Record).

Корпорация Microsoft de-facto установила формат первого сектора (используется термин "нулевой" сектор), которого придерживаются разработчики других операционных систем для IBM PC совместимых компьютеров. В нем, в пределах 512 байтов (если требуется больше места, то используются секторы, находящиеся на логическом диске, где расположена операционная система), записана программа, которой передается управление после завершения работы стартовой программы BIOS. Отличительной особенностью MBR является наличие в последних байтах сектора "магического числа" 0xAA55 (адреса 0xFEh и 0xFFh), означающего, что данный сектор содержит программу MBR.

Кроме программы начального загрузчика, в нулевой сектор записана *таблица разделов* (partition table) винчестера (табл. 5.8), которая содержит информацию о четырех основных разделах, с которых можно загрузить операционную систему.

На рис. 5.3 показана традиционная для корпорации Microsoft схема деления дискового пространства.

Таблица 5.8. *Таблица разделов винчестера (partition table)*

Part	Boot	Start			System	End			Start Sector	Number of Sectors	MB
		Head	Cyl	Sec		Head	Cyl	Sec			
1	Yes	1	0	1	06h	31	558	63	63	1126881	550
2	No	0	559	1	05h	31	821	63	1126944	530208	258
3	No	0	0	0	00h	0	0	0	0	0	0
4	No	0	0	0	00h	0	0	0	0	0	0

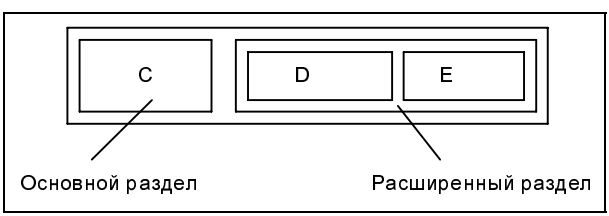


Рис. 5.3. "Традиционная" схема деления дискового пространства

Структура элементов таблицы разделов показана на рис. 5.4. Для указания, что раздел содержит операционную систему, которая загружается при старте компьютера, первый байт записи содержит флаг `Boot` (флаг загрузки). Если значение `Boot` равно 80h, то данный раздел является загрузочным (активным), в остальных случаях этот байт будет содержать 0.

Примечание

Если прокомментировать структуру разделов, приведенную в табл. 5.8, то можно сказать, что все операционные системы корпорации Microsoft (MS-DOS, Windows 95, 98, ME, NT, 2000, XP) считают, что дисковое пространство может быть разбито только на два основных раздела — диски C: и D:. Основной раздел D, называемый расширенным разделом, в свою очередь, может быть разделен на логические диски — D:, E:, F: и т. д. (см. рис. 5.3). Для создания другой схемы разделения винчестера требуется использовать программу, созданную программистами не фирмы Microsoft, а, например, из операционной системы Linux.

Код операционной системы, точнее, код файловой системы, созданной в основном разделе, несет информацию о том, где и как расположены служебные зоны в разделе и как записываются данные на этот диск.

Остальные поля в записи относятся к геометрии винчестера, информируя о размере раздела и его положении на винчестере.

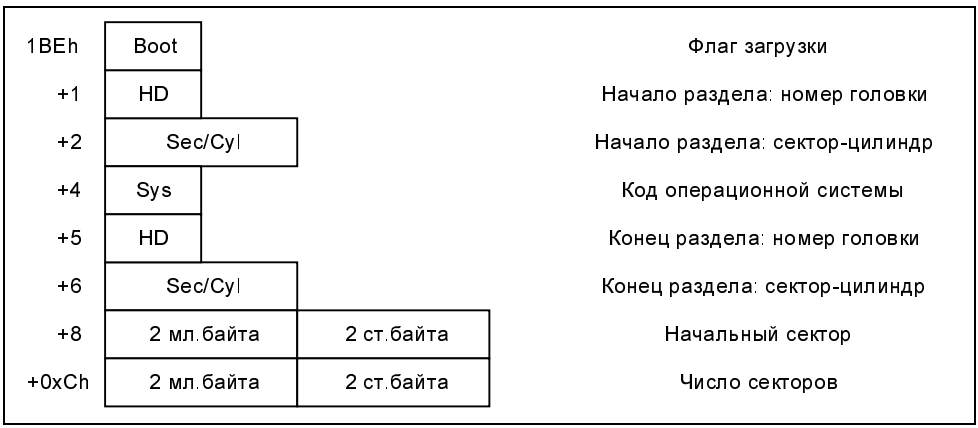


Рис. 5.4. Структура элемента таблицы разделов

Программа начального загрузчика, найдя в таблице разделов активный раздел[6], считывает в память, начиная с первого логического сектора этого раздела, программу вторичного загрузчика. После этого первичный загрузчик прекращает работу и передает управление программе вторичного загрузчика, который находит на винчестере служебные программы операционной системы и загружает их в оперативную память, после чего передает управление операционной системе. Например, в MS-DOS первым загружается файл IO.SYS, расположенный по фиксированному адресу 700h.

Настройка BIOS

Первый шаг, который надо сделать пользователю, когда он включает только что собранный компьютер, это в программе BIOS Setup указать конфигурацию тех устройств, которые обычно не могут быть автоматически сконфигурированы BIOS. К таким устройствам, как минимум, относятся дисковод гибких дисков и винчестер. Дисковод по причине малой "интеллектуальности", а винчестер — из-за огромного количества моделей. Остальные

[6] Так загружаются операционные системы MS-DOS и Windows 95, 98, ME. При использовании других операционных систем процесс их загрузки несколько иной.

параметры BIOS, особенно в новых компьютерах, можно всегда оставить по умолчанию, т. к. любые изменения в настройках BIOS требуют ясного понимания последствий.

Программу BIOS Setup также приходится запускать, когда устанавливается новый винчестер или возникли проблемы с загрузкой компьютера (особенно после "тяжелого" сбоя по питанию).

Чаще всего для входа в меню программы BIOS Setup после включения питания или нажатия кнопки Reset надо нажать клавишу <Del>, но, скажем, для Award BIOS следует использовать комбинацию клавиш <Ctrl>+<Alt>+ +<Esc>. Один из вариантов главного меню программы BIOS Setup показан на рис. 5.5[7].

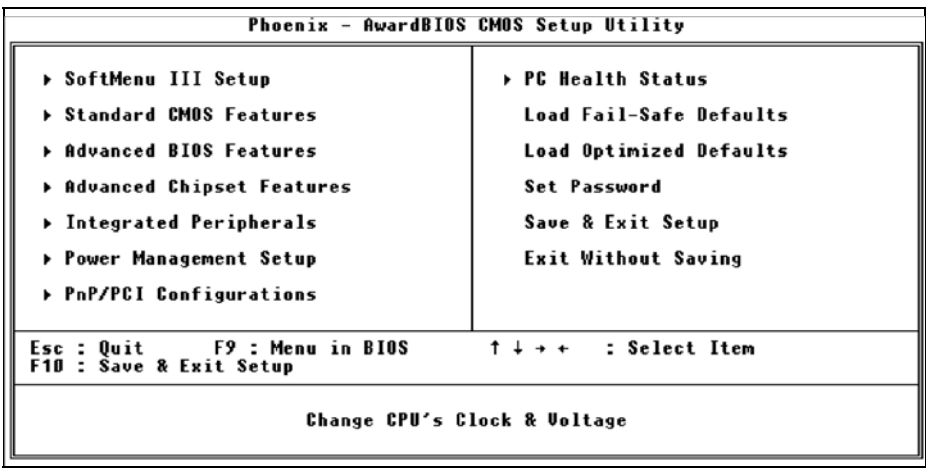


Рис. 5.5. Главное меню программы BIOS Setup

Из главного меню программы BIOS Setup доступны вспомогательные меню, предназначенные для изменения конфигурации компьютера, и несколько системных функций:

- **Standard CMOS Features**[8] — это меню отвечает за стандартные настройки аппаратных средств и установку системной даты и времени. При плохой батарейке CMOS пользователю регулярно приходится открывать это меню и восстанавливать текущую конфигурацию;
- **Advanced BIOS Features** — установка стартовой конфигурации компьютера и ряда параметров BIOS. Наиболее популярный пункт в данном меню — это выбор порядка загрузки компьютера. Изменения остальных пунктов

[7] Для иллюстрации используется меню BIOS от системной платы ABIT AT7.
[8] Названия пунктов в главном меню могут быть несколько иными.

могут как улучшить быстродействие компьютера, так и вызвать обратный эффект. Особо навредить себе при неправильных действиях в этом меню пользователь может лишь с большим трудом;

- **Advanced Chipset Features** — меню служит для настройки параметров чипсета. Опытный пользователь может существенно улучшить работу компьютера, но при этом должен отлично знать "железо" и понимать, что он изменяет. Начинающему не рекомендуется "играть" с параметрами в этом меню, особенно, когда настаивается современная системная плата;
- **Integrated Peripherals** — изменение параметров периферийных устройств. Какие-либо изменения в этом меню рекомендуется делать только при проблемах со старым оборудованием;
- **Power Management Setup** — настройка параметров энергосбережения. Для настольных компьютеров в большинстве случаев данное меню не актуально;
- **PnP/PCI Configurations** — изменение конфигурации шины PCI. Интерес к этому меню может возникнуть, скорее всего, когда используется больше четырех PCI-карт;
- **Load Fail-Safe Defaults** и **Load Optimized Defaults** — эти пункты позволяют восстановить настройки BIOS. К сожалению, для тех конфигураций компьютеров, которые обычно создаются пользователем самостоятельно, использование этих функций может привести к некорректной загрузке компьютера, что потребует кропотливой настройки параметров в различных меню;
- **Set Password** — установка пароля на BIOS. Пункт может заинтересовать тех пользователей, которые обеспокоены по поводу доступа к компьютеру посторонних, но, увы, если вытащить батарейку или закоротить контакты, предназначенные для сброса CMOS, то парольная защита исчезнет[9];
- **Save & Exit Setup** — выбор данного пункта приводит к записи в CMOS новой конфигурации и к перезапуску компьютера;
- **Exit Without Saving** — воспользуйтесь этим пунктом, если не хотите вносить какие-либо изменения в конфигурацию компьютера;
- **SoftMenu III Setup** — этот пункт меню появился в компьютерах с современными процессорами и системными платами, позволяющими выставлять параметры процессора без использования джамперов;

Предупреждение

Неверная установка параметров в меню **SoftMenu III Setup** может привести к выходу из строя процессора!

[9] Для ряда BIOS имеются стандартные пароли.

- **PC Health Status** — это меню предназначено для мониторинга температуры узлов современного компьютера. Периодически рекомендуется сюда заглядывать, чтобы узнать самочувствие вашего компьютера. Кроме того, в этом меню могут быть пункты для настройки оповещения о перегреве и аварийного выключения компьютера. Ряд дешевых системных плат имеют упрощенную версию BIOS[10], где нет этого меню.

В других версиях BIOS количество пунктов в главном меню и их назначение могут быть иными, особенно для старых компьютеров. Например, очень популярен пункт **IDE HDD AUTO DETECTION**, позволяющий запустить процедуру автоматической идентификации винчестера. У очень старых компьютеров вообще возможно только одно меню для настройки стандартной конфигурации.

Стандартная конфигурация

Окно меню **Standard CMOS Features,** показанное на рис. 5.6, позволяет установить системную дату и время, если с помощью курсора выбрать соответствующий пункт и нажать определенные клавиши на клавиатуре (о назначении клавиш всегда имеется информация в последних строчках окна).

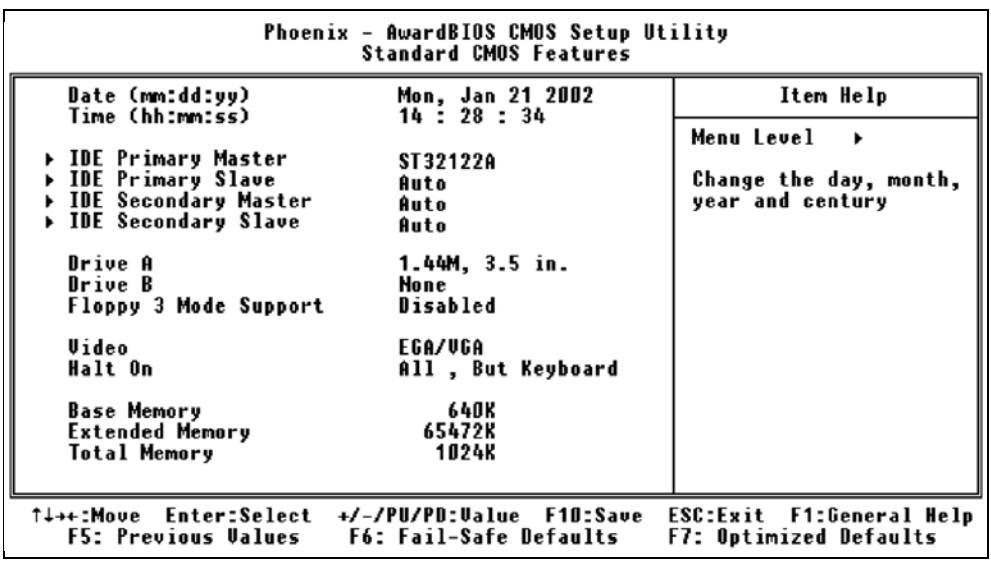


Рис. 5.6. Меню **Standard CMOS Features**

[10] Существуют системные платы для процессоров AMD, на которых не задействована система защиты от перегрева процессора.

Четыре пункта, относящиеся к винчестерам с IDE-интерфейсом, позволяют вручную выставить геометрию винчестера. Но желательно использовать функцию автоопределения винчестера. (Для варианта, приведенного на рис. 5.6, вызов меню настройки параметров винчестера осуществляется нажатием клавиши <Enter> при выборе соответствующего канала IDE.)

Меню настройки параметров процессора показано на рис. 5.7. Рекомендуется внимательно прочесть документацию на системную плату, прежде чем менять коэффициенты умножения и корректировать напряжения питания. Начинающим настоятельно не рекомендуется что-либо изменять в этом меню, особенно, для процессоров гигагерцового диапазона!

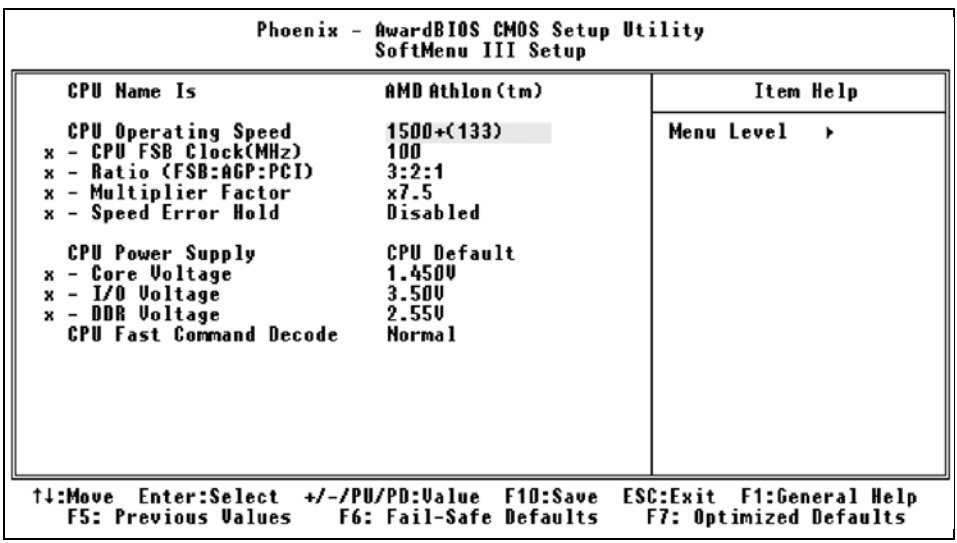


Рис. 5.7. Установка параметров процессора

Меню мониторинга температуры показано на рис. 5.8. Также в этом меню имеется информация о напряжениях питания системной платы и ряда устройств.

В меню **Advanced BIOS Features**, показанном на рис. 5.9, можно установить вариант процедуры загрузки компьютера. В отличие от старых BIOS, здесь пользователю предоставляются более широкие возможности — пункты **First Boot Device**, **Second Boot Device**, **Third Boot Device** и **Boot Other Device** позволяют подобрать наилучший вариант. Остальные пункты можно оставить по умолчанию. Относительно пункта **Virus Warnihg** — защита от записи нулевой дорожки винчестера — можно сказать, что активизировать его, установив опцию **Enable**, при наличии традиционной антивирусной программы не имеет большого смысла, а вот проблемы при установке операционной системы возникнут.

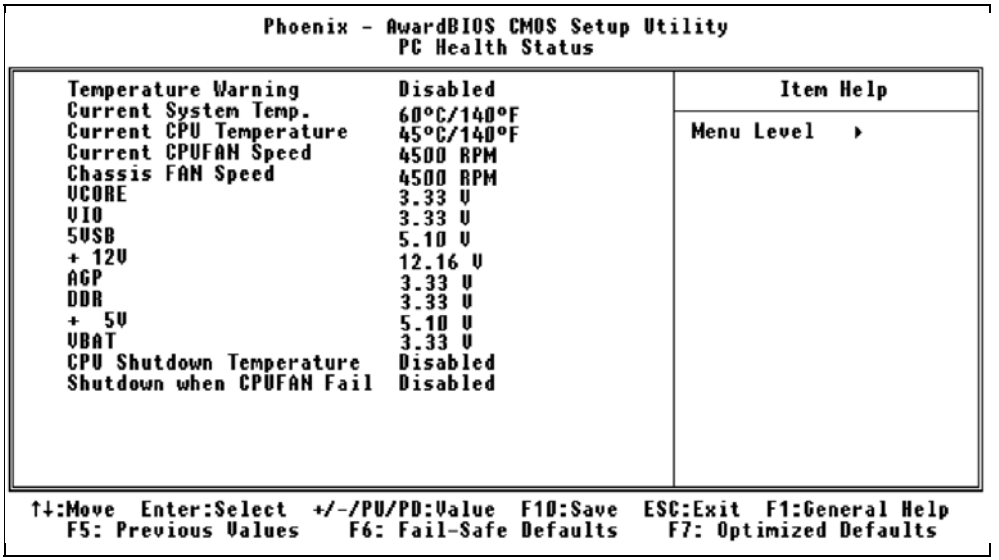


Рис. 5.8. Меню контроля температурного режима

Все остальные меню программы BIOS Setup предназначены для продвинутых пользователей и инженеров техподдержки.

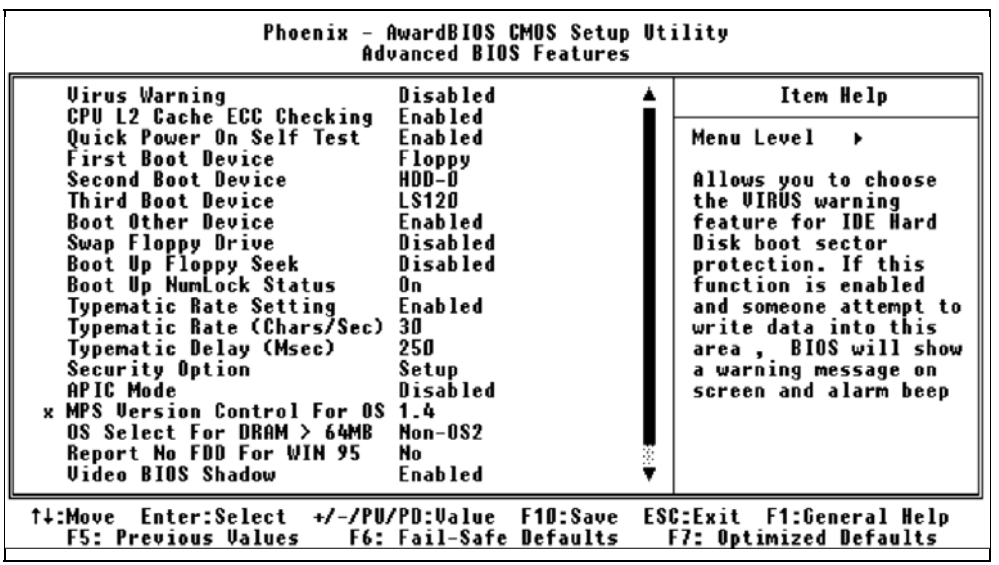


Рис. 5.9. Меню **Advanced BIOS Features**

Совет

Работу любого стандартного персонального компьютера можно оптимизировать с помощью подбора параметров в BIOS так, что его производительность может возрасти чуть ли не в два раза. В первую очередь, это можно сделать, подобрав оптимальную циклограмму работы оперативной памяти для тех модулей памяти, которые установлены в компьютере. Очень полезно, особенно для старых компьютеров, перевести в режим Shadow RAM BIOS и ПЗУ видеоадаптера[11]. В Интернете можно найти много статей по настройке BIOS, но заниматься этим рекомендуется только опытным пользователям, т. к. неверные настройки способны привести к неустойчивой работе компьютера. Кроме того, при настройке современного компьютера следует пользоваться специальными тестирующими программами.

Установка винчестера

Обязательной процедурой при установке нового винчестера в компьютер является указание его параметров в BIOS. Ранее, когда количество марок винчестеров было невелико, требовалось указать тип винчестера от 1 до 46 (номер однозначно определял количество головок, цилиндров и секторов). Сейчас все винчестеры уже устанавливаются как тип 47 (определяемый пользователем).

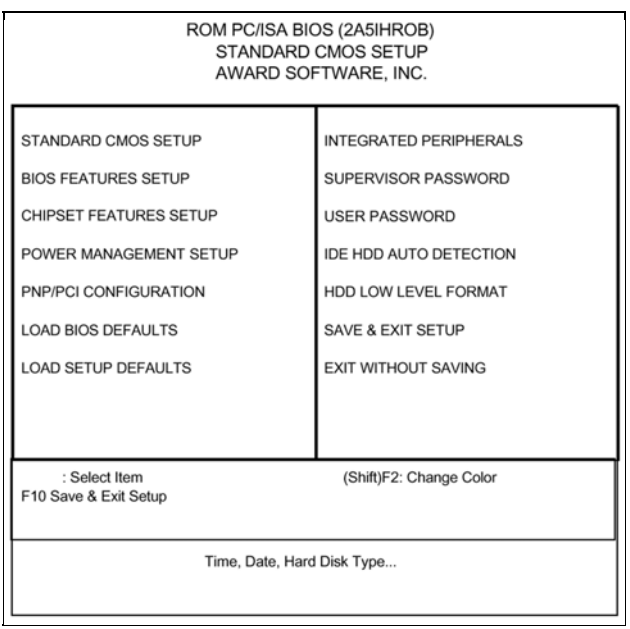


Рис. 5.10. Меню **STANDARD CMOS SETUP**

[11] Перевод в режим Shadow RAM ПЗУ видеоадаптера не всегда приводит к желаемому результату из-за особенностей работы ПО.

На рис. 5.10 показан еще один вариант главного меню (**STANDARD CMOS SETUP**) программы BIOS Setup, где имеется пункт **IDE HDD AUTO DETECTION**. Выбор этого пункта запускает программу автоматического определения параметров винчестера. Результаты ее работы приведены на рис. 5.11. Как можно видеть, пользователю предлагается сделать выбор между тремя способами указания геометрии винчестера. Но для современных винчестеров следует останавливаться на варианте **LBA**.

После того как пользователь согласился с автоопределением винчестера в окне **STANDARD CMOS SETUP** (на рис. 5.12 показан еще один вариант этого окна) появятся параметры установленного в системе винчестера. В пункте **Mode** лучше устанавливать значение **Auto**, что позволяет BIOS самостоятельно устанавливать винчестер в системе после того, как он был, например, снят и потом снова установлен.

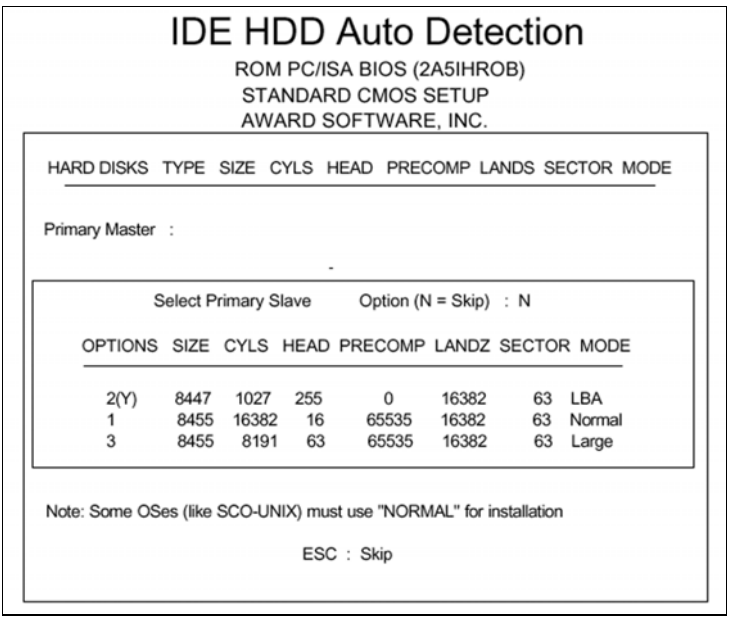


Рис. 5.11. Результаты автоопределения винчестера

После установки в компьютер нового винчестера или при переформатировании дискового пространства с потерей всей старой информации на винчестере, чтобы винчестер был доступен операционной системе, требуется разметить дисковое пространство программой FDISK[12]. На рис. 5.13 показано главное меню этой программы.

[12] В каждой операционной системе своя программа FDISK.

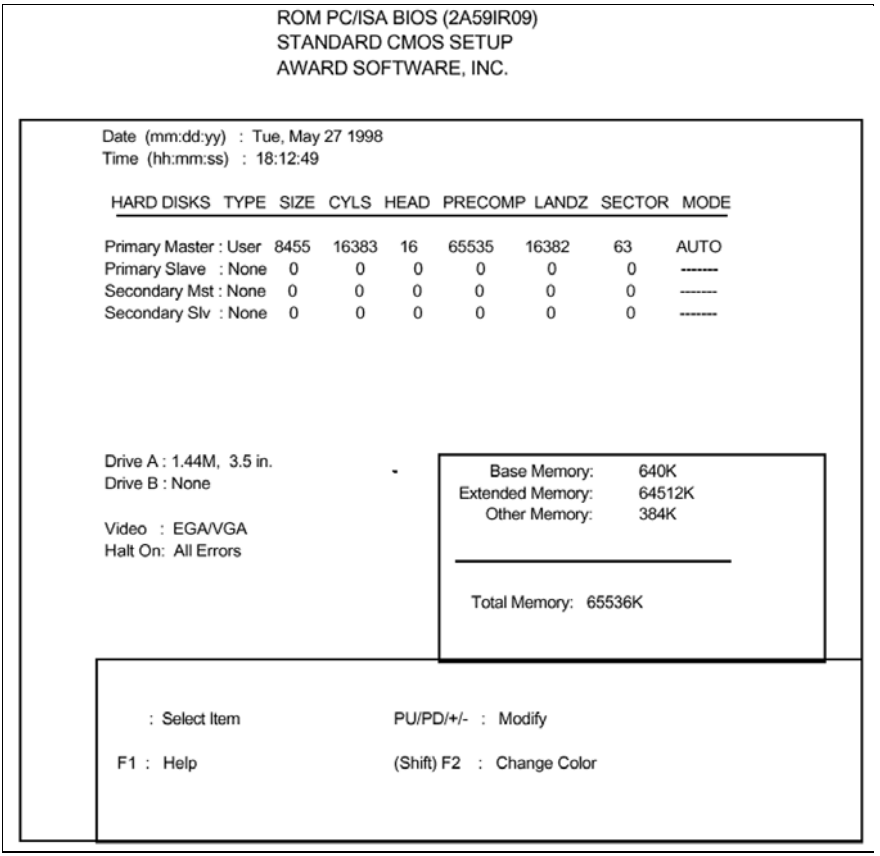


Рис. 5.12. Вариант окна **STANDARD CMOS SETUP**

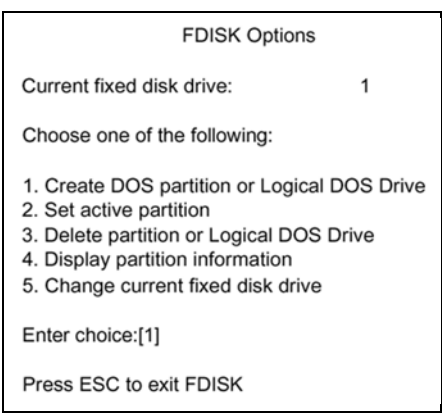


Рис. 5.13. Главное меню программы FDISK

Первая операция, которую надо сделать, — это создание первого основного раздела на винчестере. Для этого надо нажать на клавишу <1> (пункт **Create DOS Partition or Logical DOS Drive**). В следующем меню (рис. 5.14) снова нажать клавишу <1>, выбрав пункт **Create Primary DOS Partition**.

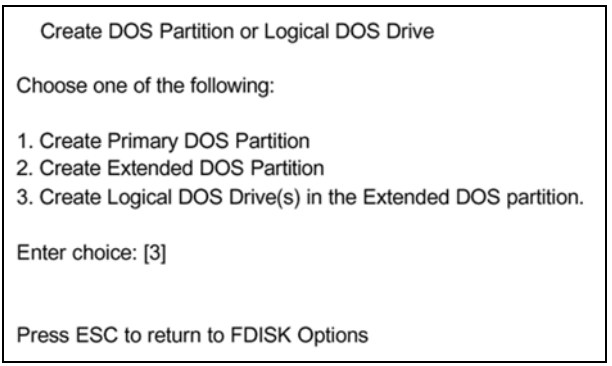


Рис. 5.14. Меню выбора типа создаваемого раздела

Последняя операция по созданию основного раздела — это в окне, показанном на рис. 5.15, ответить на вопросы программы. Пользователю предлагается определиться с размером создаваемого раздела и указать его название (присваивать имя разделу необязательно, но позволяет более удобно пользоваться файловой системой).

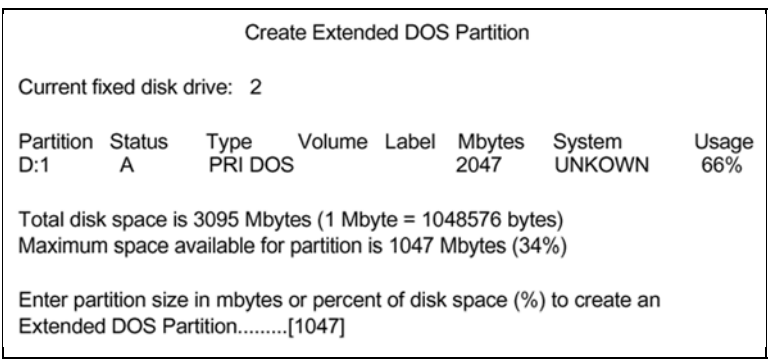


Рис. 5.15. Создание раздела MS DOS

При необходимости создается расширенный раздел, где можно определить несколько логических дисков. Заметим, создание двух основных разделов программой FDISK из комплекта MS-DOS и Windows невозможно. Нестан-

дартная разметка допускается только с применением коммерческих программ или при использовании программ из операционных систем, разработанных не корпорацией Microsoft; например, можно взять какой-либо компакт-диск с дистрибутивом Linux.

Совет

После создания разделов с помощью программы FDISK требуется обязательное форматирование созданных логических дисков с помощью программы FORMAT.

Предупреждение

Не используйте низкоуровневое форматирование (доступное через пункт **HDD LOW LEVEL FORMAT**) для современных винчестеров.

Глава 6

Блоки питания, охлаждение

Эта глава, хоть и рассказывает о так называемых "второстепенных" узлах персонального компьютера, является такой же важной, как и главы о процессорах и системных платах. Ведь от таких малозаметных устройств, как блок питания, корпус и вентиляторы зависит "самочувствие" всех остальных блоков. От того, насколько правильно выбраны данные элементы, во многом зависит безаварийная работа персонального компьютера и, соответственно, расходы пользователя на ремонт, когда возникнут проблемы.

Блок питания

Блок питания в персональных компьютерах PC — наиболее стандартизованный узел. Практически, за многие десятилетия его внешний вид и основные технические параметры не претерпели каких-либо принципиальных изменений. Лишь появление низковольтных процессоров заставило ввести некоторые коррективы — добавить напряжение 3,3 В. Итак, в настоящее время есть два стандарта на блоки питания — форм-фактор AT, сохранившийся от эпохи IBM PC AT, и модернизированный вариант ATX. Другие конструктивные варианты блоков питания редки и используются, в основном, в малогабаритных компьютерах. Внешний вид блока питания показан на рис. 6.1.

Рис. 6.1. Блок питания для персональных компьютеров PC

Несмотря на свою незаметность и простоту, блок питания является одним из самых важных с точки зрения надежности работы узлов компьютера. Поверьте на слово, но именно удачный импульсный блок питания, который был установлен в первые персональные компьютеры корпорации IBM, сыграл немаловажную роль в прогрессе клонов IBM PC XT/AT. Ведь что надо от источника питания — бесперебойное и качественное обеспечение всех узлов компьютера электроэнергией, да так, чтобы не возникали проблемы при добавлении в компьютер новых блоков или замене старых на более совершенные. То есть при переводе вышесказанного на технический язык, универсальный источник питания для компьютера должен обладать следующими техническими характеристиками:

- иметь во вторичных цепях (к ним подключаются все блоки компьютера) универсальный ряд напряжений, который пригоден для большинства микросхем, используемых в этот период времени в промышленности;
- мощность блока питания должна обеспечивать потребности не только базовых узлов компьютера, но и иметь существенный резерв для дополнительных устройств;
- подключение внешних устройств желательно сделать простым (должны иметься свободные разъемы питания), а перекоммутация разъемов питания не должна приводить к проблемам (все коммутационные элементы должны быть стандартизованы);
- необходима высокая надежность и защита от перегрузок;
- значительные изменения напряжения в первичной электросети не должны отражаться на параметрах вторичных цепей;
- вес и габариты блока питания не должны превышать некоторого разумного предела, например, не быть тяжелее и больше всех остальных узлов компьютера;
- блок питания должен выполняться в виде отдельного узла, который элементарно может быть извлечен из корпуса компьютера, а также заменен на другой.

Оглядываясь на десяток лет назад и рассматривая современное состояние компьютерного рынка, можно сказать, что блок питания IBM PC AT вполне отвечал, да и сейчас отвечает, всем желаемым требованиям. Более того, появление стандарта ATX не привело к моральному старению предыдущего стандарта — новые системные платы часто имеют разъемы для подключения обоих типов блоков питания.

Одна из основных электрических характеристик блока питания PC — это общая мощность, которая находится в пределах от 63 до 400 Вт. У нижней границы мощности находятся блоки питания IBM PC XT и малогабаритных персональных компьютеров, а у верхнего предела — особо мощные блоки питания для Pentium 4 и Athlon. Большинство же блоков питания имеют

стандартные мощности 200, 210, 220, 230, 240 и 250 Вт, что всегда отмечено на этикетке, приклеенной к корпусу. Небольшая разница всего лишь в 10 Вт иногда играет существенную роль при установке, например, новой видеокарты или винчестера.

Блок питания AT

Стандарт AT обязан своим появлением выпуску компьютеров фирмы IBM, созданных на базе процессора Intel 286. Каких-либо принципиальных изменений за все годы, прошедшие с момента выпуска первого компьютера IBM PC AT, он не претерпел — лишь последовательно увеличивалась максимальная мощность блока питания.

Стандартный блок питания AT имеет следующие уровни выходного (вторичного) напряжения:

- напряжение +5 В, ток от 2 до 25 А;
- напряжение −5 В, ток от 0 до 0,3 А;
- напряжение +12 В, ток от 0,4 до 3 А;
- напряжение −12 В, ток от 0 до 0,25 А.

Предупреждение

Включать блок питания без нагрузки нельзя, т. к. могут выйти из строя силовые элементы электрической схемы — транзисторы и электролитические конденсаторы. При необходимости проверки блока питания отдельно от компьютера к цепи +5 В следует подключить автомобильную лампу 30—40 Вт, 12 В.

Основное напряжение питания, которое подается на процессор и все микросхемы, +5 В. Соответственно, от этого источника напряжения потребляется и наибольший ток. Например, современные процессоры требуют 20 и более ампер.

Напряжения −5 В ранее применялось для питания подложек кристаллов микросхем, а теперь практически не используется, точно так же, как и напряжение −12 В. Все необходимые напряжения различного уровня, отличные от +5 и +12 В, вырабатываются импульсными преобразователями на системной плате и платах расширения.

При включении блок питания вырабатывает для системного сброса (Reset) сигнал PG (Power Good), который появляется через 0,1—0,5 с, если напряжения на всех линиях вторичного питания в норме.

Для подачи напряжений к системной плате используются два 6-контактных разъема P8 и P9 (рис. 6.2). Так как оба разъема конструктивно абсолютно одинаковы, а назначение контактов существенно различается, всегда существует опасность установить их неправильно. Для старых моделей блоков

питания и системных плат это кончалось, как правило, выгоранием токопроводящих проводников на материнской плате и выходом ее из строя. Маркировка разъемов не особо помогает, т. к. на самой материнской плате достаточно трудно рассмотреть номера разъемов. Существует правило, по которому происходит подключение — две пары черных и толстых проводов должны быть рядом (иногда они могут быть другого цвета). Учитывая такую особенность, всегда перед первым включением питания проверяйте — находятся ли в центре четыре одинаковых провода (по цвету и толщине).

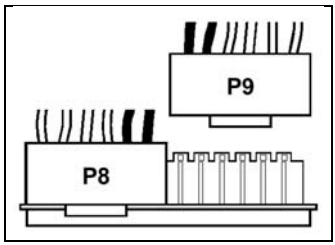


Рис. 6.2. Подключение питания к системной плате стандарта AT

Предупреждение

Устанавливайте разъемы питания так, чтобы рядом были по два черных провода (земля).

Для проводов разъемов питания применяются стандартные цвета (табл. 6.1), хотя встречаются и другие варианты.

Таблица 6.1. *Напряжения и цвета проводников в разъемах P8 и P9*

Контакт	Напряжение	Цвет провода
P8-1	PG	Белый
P8-2	+5 В	Красный
P8-3	+12 В	Желтый
P8-4	–12 В	Коричневый
P8-5	GND	Черный
P8-6	GND	Черный
P9-1	GND	Черный
P9-2	GND	Черный
P9-3	–5 В	Голубой

Таблица 6.1 *(окончание)*

Контакт	Напряжение	Цвет провода
P9-4	+5 В	Красный
P9-5	+5 В	Красный
P9-6	+5 В	Красный

Для питания различных устройств, например дисководов, из блока питания выходят несколько жгутов с 4-контактными разъемами (рис. 6.3), имеющими скошенные углы. На эти разъемы выводятся напряжения +5 и +12 В. Таких разъемов обычно бывает от 3 до 5. Для питания 3-дюймового дисковода используют малогабаритный 4-контактный разъем (рис. 6.4), который надо подключать к дисководу очень аккуратно, чтобы не перепутать ориентацию или не установить его не на те контакты (со сдвигом). Так как различных внешних устройств, в том числе и вентиляторов, может быть больше количества разъемов, то используют переходники. Также переходники применяют, когда у блока питания нет разъема для подключения 3-дюймового дисковода (рис. 6.5).

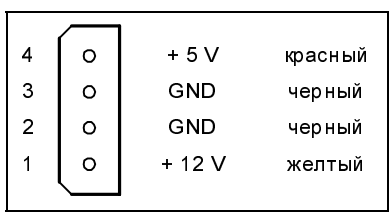


Рис. 6.3. Разъем питания для внешних устройств (винчестеров, 5-дюймовых дисководов)

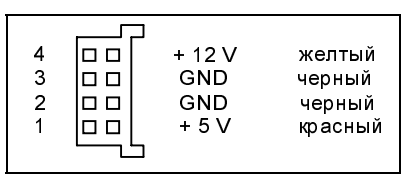


Рис. 6.4. Разъем питания для 3-дюймового дисковода гибких дисков

В тех случаях, когда нет переходника, можно самостоятельно припаять дополнительные разъемы питания. При распайке новых разъемов следует быть аккуратным и не перепутать провода +5 и +12 В. Обратите внимание, что новые разъемы продаются с контактами, которые не отделены от технологи-

ческой полосы (рис. 6.6), поэтому их надо осторожно откусить. Кроме того, следует учитывать, что конструкция контактов, которые выполняются из тонкой жести, рассчитана на однократную сборку, соответственно, разборка разъема может вызвать поломку фиксаторов крепления.

Рис. 6.5. Переходник для питания внешних устройств

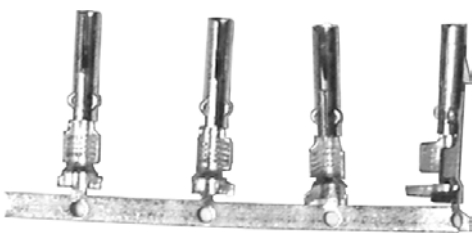


Рис. 6.6. Комплект контактов для разъема питания внешних устройств

На рис. 6.7 показан блок питания AT, установленный в корпусе, где видно, что с внешним миром его соединяют два разъема для цепи 220 В, а также вентиляционные отверстия, через которые из корпуса компьютера выдувается воздух, создавая поток, который охлаждает силовые элементы блока питания.

Рис. 6.7. Блок питания AT, установленный в корпусе

На блоке питания AT установлено две розетки для цепи 220 В, которые не являются равнозначными. Основная, к которой подключается питающее напряжение, снабжена тремя штырями для подключения сетевого провода (рис. 6.8), у которого третий проводник — это защитное заземление (зануление). Вторая розетка предназначена для подключения специального кабеля питания монитора (рис. 6.9). Напряжение 220 В к ней подается только после нажатия кнопки питания на лицевой панели компьютера.

Каких-либо предохранителей или переключателей у блока питания AT обычно нет, т. к. большинство блоков рассчитаны и устойчиво работают как при напряжении 180—265 В, так и при стандарте 115 В и частоте сетевого напряжения от 47 до 63 Гц. Внутренний защитный предохранитель сгорает только в случае выхода из строя силовых элементов питания, и поэтому не предназначен для замены пользователем.

Рис. 6.8. Стандартный шнур питания

Рис. 6.9. Шнур питания для монитора или UPS (транзитный, переходной)

Блок питания ATX

В стандарте ATX все необходимые для работы напряжения питания подаются через один 20-контактный двухрядный разъем, который нельзя вставить по-другому (рис. 6.10). Кроме напряжений, которые имеются у блоков питания AT, в стандарте ATX добавлена силовая линия с напряжением 3,3 В. От этой

шины питается наиболее мощный потребитель энергии в компьютере — процессор, потребляющий ток до 20—30 А. Этот же уровень напряжения требуется современным микросхемам памяти и чипсетам. Возможные изменения значения выходных напряжений блока питания приведены в табл. 6.2.

Примечание

Существует несколько модификаций блоков питания ATX, учитывающих особенности ряда процессоров и системных плат. Например, выпускаются блоки питания с повышенной мощностью для работы с некоторыми процессорами Pentium 4 и Athlon.

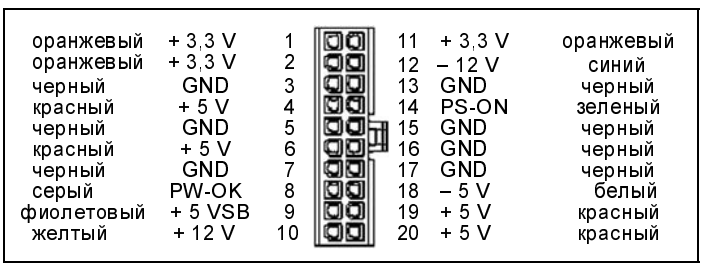


Рис. 6.10. Разъем питания системной платы форм-фактора ATX

Таблица 6.2. *Выходные напряжения блока питания ATX*

Номинальное, В	Допуск	Минимальное, В	Максимальное, В
+12	±5%	+11,40	+12,60
+5	±5%	+4,75	+5,25
+3,3	±5%	+3,14	+3,47
–12	±10%	–10,80	–13,20
+5 VSB	±5%	+4,75	+5,25

Появление напряжения +3,3 В обусловлено тем, что для работы современных высокочастотных процессоров требуется напряжение питания не 5 В, а значительно меньшее (вплоть до 1 В), которое при использовании блока питания типа AT вырабатывается на самой материнской плате с помощью дополнительных импульсных преобразователей. Следует заметить, что центральный процессор для своей нормальной работы требует нескольких уровней напряжения питания из ряда от +1 до +3,9 В, которые преобразо-

вываются из +3,3 или +5 В, причем в самых современных компьютерах пользователь может даже сам регулировать уровень питания в пределах полувольта, используя BIOS или сервисные программы. Соответственно, в любом случае применяется двухступенчатое преобразование напряжения, а раз так, то выгоднее получать напряжение, например, +1,5 В от источника +3,3 В, чем от +5 В — так меньше потерь на вредное нагревание окружающего воздуха.

Для повышения "интеллектуальности" блока питания в стандарте ATX предусмотрен ряд шин для автоматического включения и выключения компьютера. Линия +5VSB предназначена для питания цепей компьютера в дежурном режиме, чтобы можно было "разбудить" компьютер, используя, например, сигнал, поступивший через сетевую карту из локальной сети.

Сигнал PW-OK аналогичен сигналу PG у блока питания AT и появляется после достижения всеми силовыми вторичными напряжениями номинального уровня.

Для включения и выключения блока питания используется линия PS-ON. Этой линией управляет кнопка включения питания (Сеть) на лицевой панели компьютера и чипсет системной платы. То есть кнопка питания не коммутирует цепь 220 В. Для полного выключения компьютера и отключения блока питания от сети используется установленный на нем выключатель (рис. 6.11) или, как часто делают, выключатель на электрическом удлинителе или сетевом фильтре.

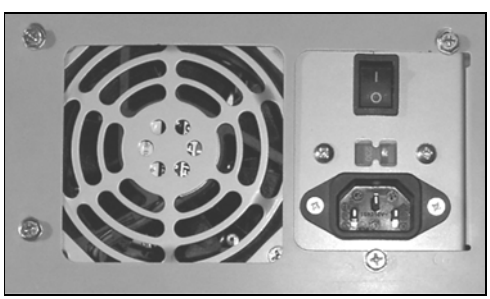


Рис. 6.11. Блок питания ATX, установленный в корпусе

Габаритные размеры стандартного блока питания 100×50×150 мм, но для улучшения условий охлаждения процессора выпускаются блоки питания с уменьшенной глубиной, например 125 или даже 100 мм. В последнем случае на радиатор процессора можно устанавливать более производительные вентиляторы.

Как и для блока питания AT, в стандарте ATX оговариваются временные параметры (рис. 6.12) появления и выключения вторичных напряжений +5,

+3,3 и +12 В. При нарушении временных соотношений возникает аварийная ситуация, которая может привести к выходу из строя процессора, микросхем памяти и чипсета.

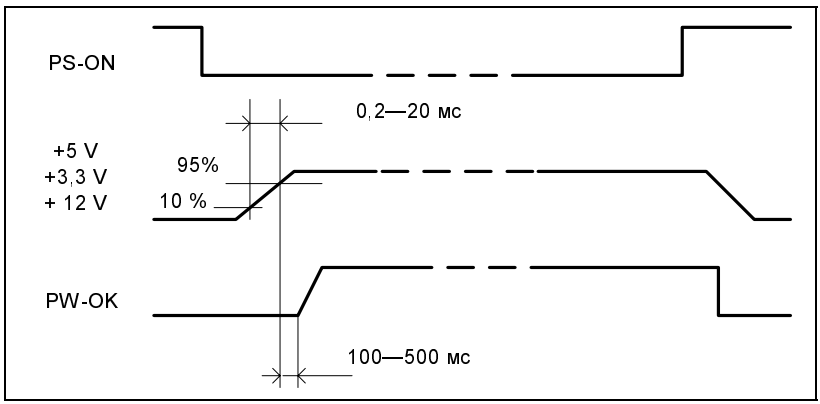


Рис. 6.12. Временные диаграммы включения блока питания ATX

В ряде случаев блоки питания ATX снабжаются дополнительным 6-контактным разъемом для питания интерфейса FireWare (IEEE 1394) и цепями регулирования скорости вентилятора блока питания, а также цепью обратной связи для регулирования напряжения по шине 3,3 В. Разводка этого разъема приведена на рис. 6.13.

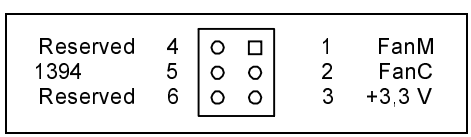


Рис. 6.13. Дополнительный разъем блока питания

Подключение внешних устройств с помощью 4-контактных разъемов в блоке питания ATX организовано аналогично стандарту AT.

Опасности и проблемы при сборке компьютера

При сборке компьютера, особенно, если это делается в первый раз, надо уделить максимум внимания тому, как подключаются разъемы питания к системной плате и внешним устройствам (обычно, это различного рода дисководы). Тут следует заметить, что все разъемы питания, несмотря на ключи на их корпусах, могут быть ошибочно установлены наоборот, если

приложить к ним чуть большее физическое усилие, что вполне возможно, когда приходится вслепую подключать устройства внутри корпуса.

При самостоятельной сборке компьютера возможна ошибка и в правильном понимании назначения цепей. Многие производители не маркируют разъемы или используют такие обозначения, которые трудно понять или заметить, поэтому собрать разъем питания можно в зеркальном отражении, перепутав первый и последний контакт. Для системной платы и многих внешних устройств такой вариант сборки будет "смертельным". Для дисководов гибких дисков возможен вариант, когда перегорают только второстепенные цепи.

Обратите внимание, что 4-контактные разъемы питания внешних устройств на первый взгляд симметричны (для обоих вариантов исполнения). Разница только в уровнях напряжения на краевых контактах +5 и +12 В. При этом, самое любопытное, что многие дисководы гибких дисков могут достаточно уверенно работать при перепутанном питании. Например, дисководы 3-дюймовых гибких дисков, которые используют два напряжения питания, при ошибочном подключении только лишь громче работают (если при запуске компьютера дисковод A: весьма громко срабатывает на тестовые программы BIOS, есть смысл, используя тестер, проверить правильность его подключения), правда, при этом не всегда верно выполняются все функции, особенно форматирования. А вот для дисководов с одним напряжением питания подача +12 В вместо +5 В приведет к "дымовым эффектам" — сгорают микросхемы или двигатели (все зависит от особенностей конструкции).

Самый надежный способ проверки правильности разводки напряжений питания по цепям (см. табл. 6.2) да и работы самого источника питания — это включить его с искусственной нагрузкой или подключить к старой ненужной системной плате и проверить тестером уровни напряжения.

Примечание

Блок питания — один из немногих узлов современного персонального компьютера, который подлежит ремонту не только в сервисных центрах производителя. Наиболее часто выходят из строя диодный мостик, который выпрямляет напряжение 220 В, и электролитические конденсаторы во вторичных цепях. Кроме того, после нескольких лет эксплуатации (иногда и через полгода) заклинивает вентилятор охлаждения. При его замене следует учитывать, что в нем могут применять электродвигатели, подключаемые либо к цепи 220 В переменного тока, либо к цепи +12 В.

Помехи по цепям питания

Компьютер является высокочастотным электронным устройством, которое весьма подвержено различным помехам по цепям питания, а также само создает значительные электрические наводки. Для устранения большинства

помех в цепи питания (чаще всего это импульсные помехи и радиочастотные наводки) в блоке питания применяются специальные фильтрующие устройства, в первую очередь, разнообразные электрические дроссели и керамические конденсаторы, а также используется особая схемотехника импульсного блока питания.

К сожалению, из электрической сети общего пользования регулярно поступают импульсные помехи, которые, несмотря на совершенство современных блоков питания, не могут сгладиться фильтрами в блоке питания, так, амплитуда помехи может достигать нескольких тысяч вольт, а длительность — нескольких миллисекунд. Помехи с такими параметрами являются одной из причин сбоя запущенных программ и выхода из строя различных узлов компьютера. Для защиты от подобных помех используют внешние фильтры, которые, чаще всего, выполняются в виде электрического удлинителя. Иногда в такой фильтр добавляют плавкий предохранитель, а также варисторные ограничители импульсных помех, которые обрезают помехи до безопасного уровня (рис. 6.14).

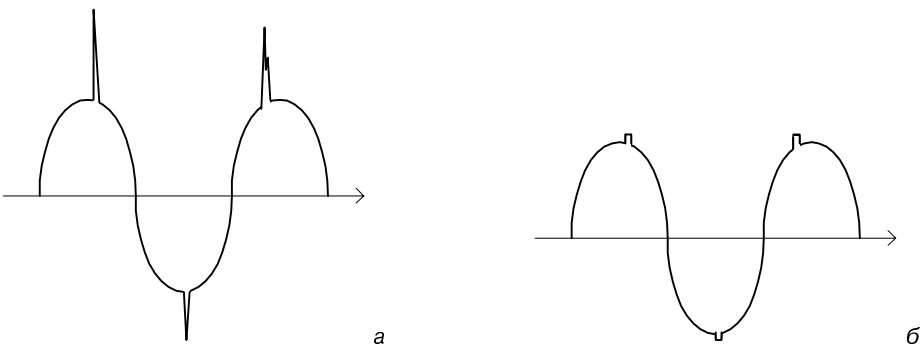


Рис. 6.14. Ограничение импульсных сетевых помех:
а — форма напряжения, поступающая из сети;
б — после блока ограничения импульсных помех

Довольно популярными в России устройствами, содержащими блок защиты от перенапряжений и фильтр, являются изделия, выпускаемые под маркой Pilot. На рис. 6.15 показан один из вариантов устройства подавления сетевых импульсных помех (УПСИП), предназначенный для персональных компьютеров. Ниже приведены его примерные технические характеристики:

- суммарная мощность нагрузки — 2,2 кВт;
- номинальный ток нагрузки — 10 А;
- ток помехи, выдерживаемый ограничителем, — не менее 2,5 кА;
- максимальная поглощаемая энергия — 150 Дж;
- уровень ограничения напряжения при токе помехи 100 А — 700 В.

Рис. 6.15. Удлинитель, фильтр и блок защиты от перенапряжения Pilot

Источники резервного питания

Почти каждый пользователь персонального компьютера сталкивался с ситуацией, когда уже готовый текст или рисунок, над которыми он долго работал, терялись при пропадании напряжения питания 220 В, когда, например, сосед выключил рубильник на лестнице или сгорели электрические пробки. К такому же результату приводит и кратковременное исчезновение питания, т. е. электролампочка в комнате только слегка мигнет, но операционная система почти обязательно зависнет или начнет перегружаться.

Для того чтобы успеть сохранить данные, которые вводятся в компьютер, да и обезопасить персональный компьютер и операционную систему от аварийных ситуаций, используют *источник бесперебойного питания*, ИБС (Uninterruptible Power Supply, UPS), одна из моделей которого представлена на рис. 6.16. Но следует сразу заметить, ИБП обеспечивает нормальную работу компьютера и монитора только при кратковременном пропадании напряжения питания, т. к. электроэнергии, запасенной в аккумуляторах, которые в нем установлены, хватает на 5—8 минут функционирования. Если сетевое напряжение выключено надолго, то пользователь должен немедленно сохранить все уникальные данные и запустить процедуру прекращения работы операционной системы.

Промышленностью выпускаются самые разнообразные источники резервного питания, различающиеся как конструкцией, так и принципами действия. Внешне они почти всегда выполняются в виде отдельного прямоугольного блока, весьма тяжелого из-за аккумуляторной батареи, на корпусе которого имеются несколько розеток для подключения компьютера, монитора и других устройств, требующих бесперебойного питания.

Основной принцип работы ИБП заключается в том, что компьютер получает питание от аккумуляторов, когда возникает аварийная ситуация, а в ос-

тальное время электроэнергия поступает от сети переменного тока. При работе от аккумуляторов напряжение 12 В преобразуется в переменное напряжение 220 В, которое может быть в простейшем случае прямоугольной формы или ступенчатой, близкой к синусоидальной.

Рис. 6.16. Резервный источник питания Back-UPS AVR 500 корпорации APC

Когда не используется энергия аккумулятора, питание на компьютер поступает из сети переменного тока. В большинстве случаев для переключения между сетью и преобразователем (инвертором) применяется быстродействующий переключатель, который переключает источники быстрее, чем могут разрядиться электролитические конденсаторы в блоке питания компьютера. В наиболее сложных ИБП внутренний преобразователь используется постоянно, что позволяет ИБП выполнять функции стабилизатора переменного напряжения.

Наиболее дешевый вариант ИБП основан на архитектуре off-line (иногда используют название Back-UPS), показанной на рис. 6.17. В этом случае в ИБС имеются следующие узлы — сетевой фильтр, зарядное устройство, инвертор и коммутатор, выполненные по самым простым схемам. Компьютер питается от сети переменного тока через сетевой фильтр. Аккумулятор, находящийся внутри ИБС, постоянно подзаряжается от зарядного устройства. При работе от аккумуляторов включается преобразователь напряжения. Время переключения между режимами примерно 4—5 мс. Наибольший недостаток подобных устройств — компьютер питается непосредственно от сети переменного тока и подвержен перепадам напряжения, которые всегда имеют место в реальных условиях, что иногда вызывает ложное переключение ИБС в режим генерации.

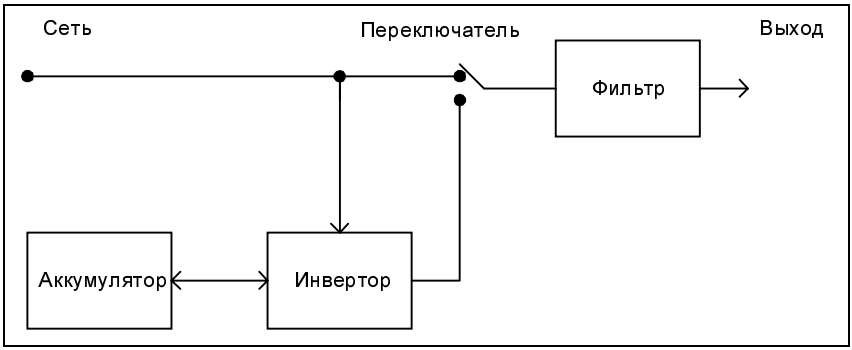


Рис. 6.17. Блок-схема ИБП типа off-line

Чтобы ввести функцию стабилизации напряжения в линейно-интерактивных ИБП, используют трансформатор или автотрансформатор с переключающимися отводами (рис. 6.18). Входное сетевое напряжение регулируется ступенями, а время переключения не превышает 4—5 мс.

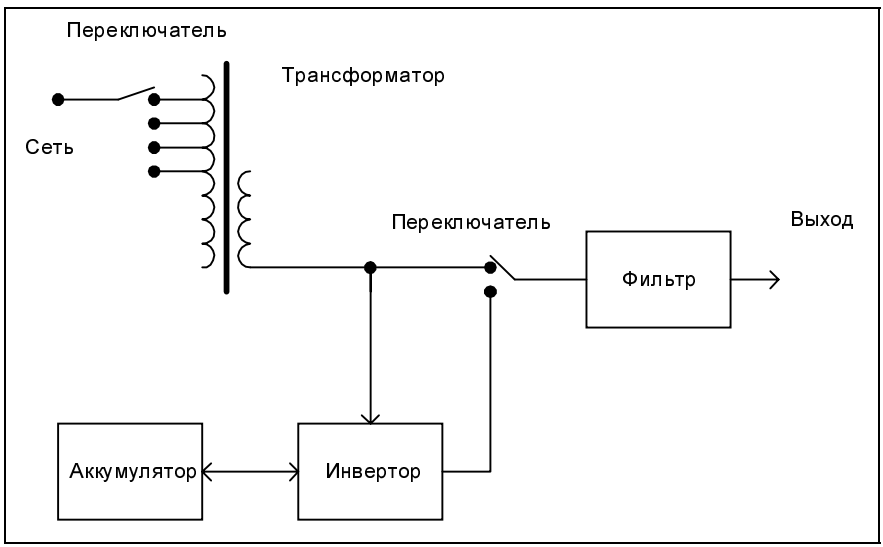


Рис. 6.18. Блок-схема линейно-интерактивного ИБП

Наиболее сложные ИБС выполняются по схеме с двойным преобразованием напряжения (рис. 6.19), иногда применяют термин on-line. При такой схемотехнике компьютер постоянно питается от вторичного преобразователя напряжения, который получает энергию либо от аккумулятора, либо от первичного преобразователя, питаемого от сети. Подобные ИБС обеспечивают

наиболее стабильное напряжение питания компьютера, но, в то же время, они наиболее дорогие. Также в них предусмотрена возможность переключения на питание компьютера непосредственно от сети и предусмотрена возможность для "горячей" замены аккумулятора.

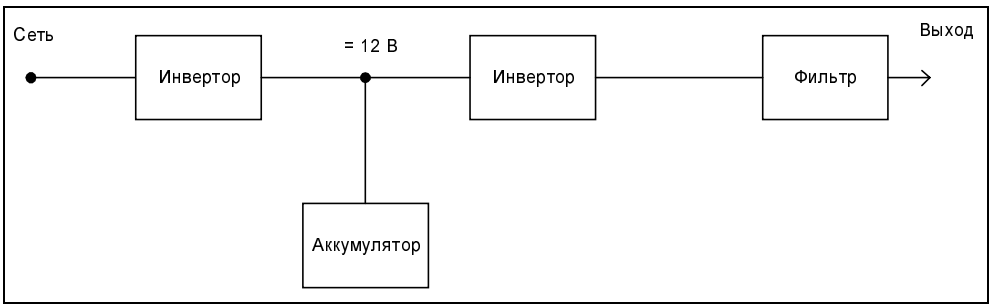


Рис. 6.19. Блок-схема ИБП с двойным преобразованием (on-line)

В настоящее время почти во все модели ИБП вводятся схемы управления его режимом, а также датчики контроля напряжения. Для подключения к компьютеру применяется интерфейс RS-232 или USB, и для таких ИБП используют термин Smart-UPS. В наиболее интеллектуальных ИБП имеется функция управления через локальную сеть.

При покупке ИБП следует помнить, что его мощность не безгранична, поэтому следует выбирать ту модель, мощности которой хватит для питания вашего компьютера, монитора и тех устройств, которым "вредно" отключение питания. Например, принтер редко подключают к выходной цепи ИБП, поэтому для принтера используются розетки, хоть и установленные на ИБП, но на которые непосредственно подводится входное напряжение сети. Для ориентировочного расчета мощности ИБП можно воспользоваться цифрами из табл. 6.3, но в магазине обязательно следует проконсультироваться с продавцом.

При использовании источников бесперебойного питания надо помнить, что в них пименяются различные типы аккумуляторов, за которыми надо ухаживать. Например, для свинцово-кислотных аккумуляторов опасен глубокий разряд, а никель-кадмиевые имеют эффект памяти.

Таблица 6.3. *Ориентировочная мощность, потребляемая различными устройствами*

Название оборудования	Ориентировочная потребляемая мощность, VA
Компьютер с процессором Celeron	170
Компьютер с процессором K-6-3	185

Таблица 6.3 (окончание)

Название оборудования	Ориентировочная потребляемая мощность, VA
Компьютер с процессором Pentium III	200
Дополнительный винчестер	+14
Монитор 14"	125
Монитор 15"	150
Монитор 17"	160
Монитор LCD	85

Охлаждение

Совсем недавно, еще в эпоху процессоров 486, единственный вентилятор (Cooler) в персональном компьютере находился в блоке питания. Причем, за его исправностью практически можно было не следить — лишь бы как-то крутился. Теперь количество самых разнообразных радиаторов и вентиляторов в персональном компьютере достигает десятка штук! А стоимость радиатора с кулером для процессора Pentium 4 и Athlon сравнима со стоимостью дисководов гибких дисков.

В блоках питания могут применяться два типа вентиляторов — с двигателями переменного тока, работающими от сети 220 В, и постоянного тока, питающимися от цепи +12 В. На рис. 6.20 показан общий вид вентилятора для блоков питания, двигатель которого находится в ступице крыльчатки. Корпус и крыльчатка выполнены из пластмассы, а стальная ось вращается в подшипнике скольжения[1] (шарикоподшипники стараются не применять из-за повышенного уровня шума). Основное назначение вентилятора в блоке питания — это принудительно охлаждать радиаторы транзисторов импульсного преобразователя и выпрямительных диодов.

При замене вентилятора в блоке питания следует выбирать наиболее малошумящий тип, т. к. его электромотор — один из основных источников шума в персональном компьютере.

Для охлаждения корпусов процессоров и чипсетов используют вентиляторы (рис. 6.21), которые питаются от напряжения +12 или +5 В. Для подключения к блоку питания вентилятор продается вместе с переходником. Так как

[1] В связи с повышенными требованиями к надежности системы охлаждения процессора Pentium 4 в кулерах вновь стали использоваться шарикоподшипники. Их может быть два или один в комбинации с подшипником скольжения.

для управления двигателями таких вентиляторов обычно используется электронная схема, то при их подключении следует соблюдать полярность, в противном случае двигатель вентилятора выходит из строя.

Рис. 6.20. Вентилятор для блока питания

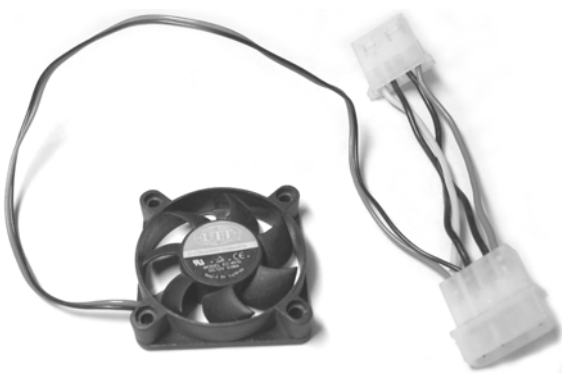


Рис. 6.21. Вентилятор для процессоров и чипсетов

Охлаждение процессоров

До появления высокочастотных процессоров 486 в персональных компьютерах на системной плате никаких радиаторов и вентиляторов не использовалось. Первые процессоры, которым потребовался радиатор для охлаждения — это 486DX2-50 (рис. 6.22). К корпусу этого процессора алюминиевый радиатор приклеивался и принудительного охлаждения не требовал. Более высокочастотные процессоры уже требовали принудительного охлаждения с помощью вентилятора, установленного на радиаторе (исключение составляет небольшое количество типов процессоров, которые выпускались не корпорациями Intel и AMD).

По мере смены поколений процессоров и повышения их тактовой частоты требования к охлаждению повышались. Если процессоры 486 могли какое-

то время работать даже без радиатора, например, можно было включить компьютер и пальцем проверить, работает (нагревается) ли процессор, то для процессоров класса Pentium обязательна установка радиатора с принудительным охлаждением. Причем, чем выше тактовая частота, тем серьезнее требования к качеству охлаждения. Сейчас процессор с тактовой частотой выше 1000 МГц немедленно выходит из строя, если на его корпусе очень прочно, с использованием теплопроводящей смазки, не укреплен массивный радиатор.

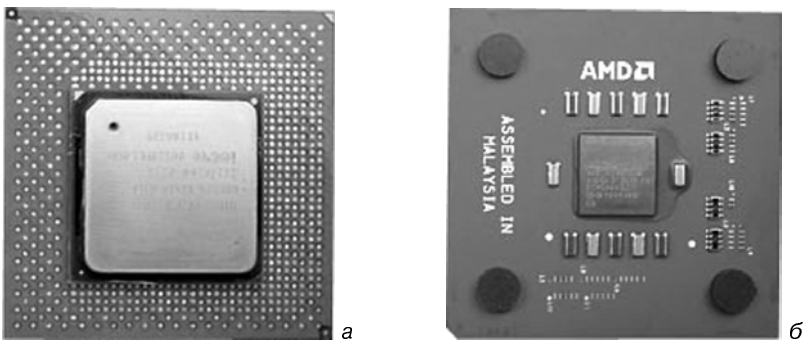
Рис. 6.22. Процессор Cyrix DX2-50 с приклеенным заводским радиатором

В процессорах Pentium для защиты от перегрева на кристалле находится электронная схема, которая выключает процессор, если температура кристалла становится выше нормы. В процессорах производства корпорации AMD для этой же цели используется термодиод, созданный на кристалле, а внешняя схема управления размещена на системной плате.

В старых процессорах подложка с кристаллом процессора находилась в центре керамического корпуса, обладающего большой тепловой инерцией, соответственно, для 486 процессоров радиатор на корпус можно было устанавливать без теплопроводящей смазки. Для процессоров Pentium наличие теплопроводящей смазки уже обязательно, особенно для тактовых частот выше 166 МГц, но каких-либо особых требований, отличных от принятых в бытовой электронике, к радиаторам и их установке нет.

На рис. 6.23 показаны корпуса современных процессоров. Обратите внимание, что в центре корпуса выступает металлическая пластина — подложка, на которую припаивается изнутри кристалл процессора. Тепловая инерция такой системы очень мала, поэтому все современные процессоры требуют обязательного применения массивного радиатора, притертого на тонкий слой (около 0,1 мм) теплопроводящей смазки. Иногда вес радиатора, выполненного из красной меди, доходит до 1 кг, а форма может быть весьма замысловатой (рис. 6.24), кроме того, применяются самые разнообразные

способы его крепления к процессору. На системных платах для процессора Pentium 4 имеются специальные крепежные отверстия для установки радиатора. На корпус процессора AMD для правильной установки радиатора приклеены резиновые шайбы. Сами радиаторы крепятся к сокету процессора с помощью крючков, которые натягиваются на пластмассовые выступы сокета с помощью отвертки или специального приспособления, с приложением значительного усилия. В Pentium 4 радиатор крепится к специальной пластмассовой направляющей, которая установлена на системной плате.



а *б*

Рис. 6.23. Корпус современных процессоров:
а — Pentium 4; *б* — Athlon

Рис. 6.24. Радиатор для современного процессора

Так как охлаждение процессора сегодня стало очень болезненной проблемой, то для принудительного охлаждения на радиатор часто устанавливают два вентилятора. Также используют специальные схемы для контроля за их вращением. Дополнительно BIOS и операционную систему снабжают подпрограммами для мониторинга температуры процессора.

Способы доработки системы охлаждения

К сожалению, ряд производителей радиаторов, используя заблуждения пользователей, выпускают очень красивые и дорогие радиаторы, которые, увы, имеют весьма малую эффективность (хорошо, если они обладают хоть как-то сравнимыми со штатными радиаторами характеристиками). Покупать же несколько радиаторов и проверять их работу может позволить себе не каждый российский пользователь, поэтому наиболее изобретательные используют подручные средства, создавая свои системы охлаждения.

На рис. 6.25 показан вариант, когда на круглый радиатор (см. рис. 6.24) надета сделанная из бутылки из-под лимонада переходная трубка с дополнительным вентилятором. Но заметим, что такой способ применим только тогда, когда в компьютере использован малогабаритный блок питания (глубиной 100 мм).

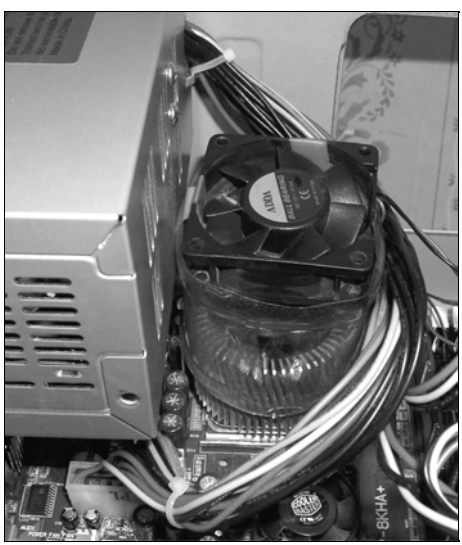


Рис. 6.25. Дополнительный вентилятор на радиаторе процессора (с малогабаритным блоком питания компьютера)

У "продвинутого" пользователя, который очень заботится о самочувствии своего электронного чуда, внутри корпуса персонального компьютера вращается значительное количество дополнительных вентиляторов, например, для охлаждения винчестера, памяти, чипсета, видеокарты и т. д. А поскольку штатные радиаторы и вентиляторы не всегда такого пользователя удовлетворяют, то используются более мощные. Но в этом случае возникают проблемы с подключением дополнительных вентиляторов к цепи питания. Чтобы упростить подключение дополнительных вентиляторов и сократить

число переходников в цепи +12 и +5 В, можно использовать пластмассовую электрическую колодку, к которой подключают все внештатные охлаждающие устройства (рис. 6.26).

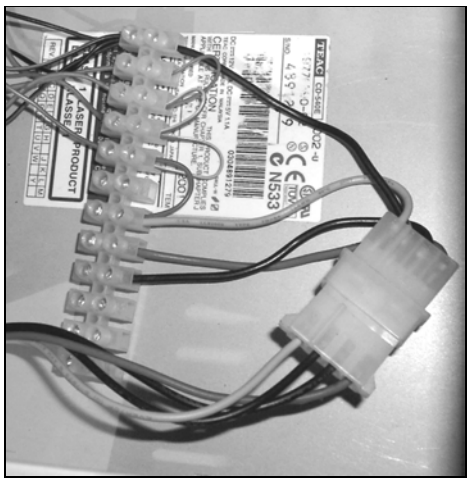


Рис. 6.26. Подключение вспомогательных вентиляторов

Предупреждение

Все доработки системы охлаждения требуют особой тщательности и аккуратности. До первого включения компьютера обязательно проверьте правильность и надежность электрических и механических соединений.

Дополнительное охлаждение

Конструкция персональных компьютеров досталась нам от тех времен, когда проблема охлаждения узлов, кроме блока питания, была просто не актуальной. Поэтому наиболее популярные и дешевые сегодня корпуса Mini-Tower (башня) просто не предназначены для установки в них выделяющих значительное количество тепла элементов. То есть все способы дополнительного охлаждения внутреннего объема корпуса являются паллиативной попыткой хоть как-то решить проблему перегрева процессора, видеоадаптера, винчестера и чипсета системной платы.

Использование корпусов другого типа, например, больших габаритов или другого промышленного стандарта, наталкивается на две проблемы — цену и нежелание пользователей отказываться от удачного форм-фактора, к которому привыкли, да и компьютерные столы в большинстве случаев рассчитаны на корпуса Mini-Tower или, в крайнем случае, Midi-Tower. Использова-

ние крупногабаритных башен просто неудобно — приходится ставить корпус на пол или в очень неудобном для пользователя месте.

Для персональных компьютеров с процессорами последних поколений корпус типа Tower оснащают дополнительными вентиляторами, которые либо нагнетают воздух извне, либо выдувают горячий воздух наружу. Направление потока зависит от места расположения дополнительного вентилятора.

На задней стенке корпуса Midi-Tower и Big-Tower теперь обычно есть воздухозаборник и крепежные отверстия для установки дополнительного крупногабаритного вентилятора (с габаритами как в блоке питания), который пользователь может сам, по желанию, установить.

На корпус Mini-Tower приходится устанавливать различные малогабаритные вентиляторы, которые были разработаны для процессоров Pentium. Для их размещения используется пространство над платами расширения, что позволяет удачно отводить тепло от слишком мощных видеоадаптеров, на которых иногда бывает до двух собственных вентиляторов. Заметим, что радиаторы охлаждения у некоторых видеоадаптеров закрывают всю площадь печатной платы как панцирем, а иногда радиаторы даже серебрят.

В ряде случаев мощный вентилятор устанавливают под фальшпанелью корпуса, как показано на рис. 6.27. Правда, не всегда отверстия для потока внешнего воздуха имеются на лицевой панели корпуса, поэтому воздух в этом случае забирается из пространства между фальшпанелью и корпусом.

Рис. 6.27. Дополнительные вентиляторы для охлаждения внутреннего объема корпуса и винчестера

Обратите внимание, что на рис. 6.27 винчестер также снабжен дополнительным вентилятором (внизу), который установлен на экране оригинальной формы.

Проблему эффективного охлаждения осложняет наличие пыли, которая во время эксплуатации персонального компьютера всегда осаждается на ребрах радиаторов, на дне корпуса и т. д. В крайних случаях пыль может забить пространство между ребрами радиатора и даже заклинить лопасти вентилятора, что приведет к перегреву процессора.

Так как, в основном, вентиляторы на блоках питания выдувают воздух из корпуса, а наружный воздух попадает внутрь через щели в дисководах и крышках корпуса, установка даже элементарных воздушных фильтров невозможна. Самое удивительное, что при появлении новых корпусов форм-фактора ATX, в которых воздух нагнетался внутрь корпуса (сейчас в большинстве случаев воздух опять выдувается из корпуса), креплений для фильтров, да и самих фильтров, предназначенных для удаления пыли, не предусматривалось.

Совет

Регулярно открывайте корпус компьютера и очищайте радиатор процессора от пыли. Проще всего это сделать с помощью мощной воздушной струи от пылесоса. Также следует поступать и при очистке от пыли блока питания. Практика показывает, что в домашних условиях приходится очищать компьютер от пыли примерно раз в полгода, а если много мягкой мебели, то раз в три месяца (а иногда и раз в месяц!).

Глава 7

Устройства ввода

К устройствам ввода условно отнесем все те устройства, которые пользователь может подключать к компьютеру по собственному желанию и которые позволяют внести в компьютер какую-либо информацию. Условно, потому что информацию можно ввести и через модем. Но в данный момент нас интересуют лишь те устройства, с помощью которых человек может ввести информацию в компьютер "вручную". Наиболее же традиционные системы ввода информации — это *клавиатура*, *мышь* и *джойстик*.

За многие десятилетия были разработаны самые разнообразные конструкции клавиатур, манипуляторов "мышь" и джойстиков. Сегодня практически большинство подобных устройств имеют обратную связь, например управляемые компьютером индикаторные лампочки режима на клавиатуре или силовые вибраторы у рулей, поэтому о них правильнее говорить, что это устройства ввода/вывода. Но все же основное их назначение — вооружить руку человека инструментом, с помощью которого можно управлять компьютером. Точно так же, как первобытный человек взял в руки камень, чтобы начать строительство цивилизации.

Клавиатура

Главное устройство ввода у персонального компьютера — это *клавиатура* (keyboard), которая, несмотря на все ухищрения разработчиков, со времен первых компьютеров IBM PC AT практически сохранила внешнюю форму и внутреннюю схему.

Те, кто рассматривал современные клавиатуры в компьютерных магазинах или читал рекламу, могут возразить, ведь количество клавиш у клавиатур бывает самое разнообразное, встречаются клавиатуры беспроводные, с шариками трекбола и т. п. Тут надо заметить, что ни один человек не будет переучиваться работать на клавиатуре каждые полгода-год или при покупке нового компьютера. Поэтому назначение всех основных клавиш остается неизменным, а различные усовершенствования носят исключительно сервисный характер. Если у клавиатуры есть еще десяток новых клавиш для

вызова полезных функций, то это абсолютно не значит, что человек ими будет пользоваться. Ну, и отсутствие провода у клавиатуры ничего не меняет — вместо провода инфракрасный луч или радиоволна.

Для примера на рис. 7.1 показаны две клавиатуры, выпускаемые в настоящее время.

а

б

Рис. 7.1. Клавиатуры:
а — клавиатура с интерфейсом PS/2 Logitech Deluxe Access;
б — беспроводные клавиатура и мышь Genius TwinTouch

Наиболее традиционная сегодня клавиатура со 104 клавишами и интерфейсом PS/2 или AT (рис. 7.1, *а*), например компании Logitech, имеет всего 3 дополнительные клавиши, предназначенные для управления интернет-приложениями (функциональные клавиши iTouch): <WWW>, <Mail> и <Search>.

А вот модная беспроводная клавиатура от компании Genius обзавелась 120 клавишами, из которых 16 отвечают за вызов функций мультимедийных программ, а три клавиши ACPI используются для управления режимом работы компьютера — <Sleep> (спящий режим), <WakeUp> (пробуждение), <Power> (выключение компьютера). Соединяется эта клавиатура с компьютером с помощью инфракрасного блока (приемник-передатчик), который подключается вместо самой клавиатуры, а ее пользователь может перемещать как угодно по комнате аналогично пульту дистанционного управления телевизором.

За последнюю пару лет придумано множество самых разнообразных клавиатур с более эргономичным расположением клавиш, иногда для этого корпус клавиатуры изгибают особым образом, изредка даже снабжают шарнирами, которые позволяют разделить ее на две части. Для некоторых категорий пользователей клавиши клавиатуры делаются со "щелчком", когда при нажатии чувствуется преодоление сопротивления контактов.

В документации на клавиатуру можно встретить также упоминание о стандартах WIN'95 101/103 key и Win'98 106/107 key. Название "Win" происходит оттого, что на клавиатуре есть несколько функциональных клавиш, которые

отвечают за вызов функций операционной системы Windows. Клавиша <⊞>, дублируя комбинацию клавиш <Ctrl>+<Ecs>, позволяет вызвать меню Windows. Клавиша <Menu> дублирует правую кнопку манипулятора "мышь". Особой надобности в этих клавишах нет, а сами клавиатуры не обладают какими-то особенными свойствами.

Но, несмотря на внешние различия клавиатур, приведенных на рис. 7.1, всегда на одних и тех же местах остается 101 клавиша, которые отвечают за ввод символов, цифр и вызов специальных функций. Операционные системы Windows учитывают это и назначают каждой такой клавише то значение, которое принято в стране пользователя. То есть любая клавиатура может продаваться в любой стране мира, и единственным отличием будут другие надписи на клавишах, например в Китае — иероглифы, в Европе — различные варианты латиницы (латинские алфавиты европейских стран отличаются друг от друга), а в России — на каждой символьно-цифровой клавише присутствует двуязычная маркировка. На рис. 7.2 показана клавиатура, предназначенная для России. Верхняя буква на клавише относится к латинскому алфавиту и обычно наносится черным цветом, а нижняя — кириллица, для которой часто используется красный цвет.

Справа в верхней части клавиатуры всегда находятся три индикатора, которые индицируют режим работы клавиатуры: Num Lock — режим работы цифровой клавиатуры, Caps Lock — режим ввода прописных букв, Scroll Lock — режим прокрутки экрана. Эти индикаторы изменяют свое состояние при нажатии одноименных клавиш.

Рис. 7.2. Стандартное расположение клавиш

На стандартной клавиатуре клавиши всегда группируются в несколько функциональных групп. Основная группа клавиш соответствует клавиатуре пишущей машинки. Справа от нее находятся три группы вспомогательных клавиш. Самая большая из них — цифровая клавиатура, которая как бы ко-

пирует клавиатуру калькулятора. Эти клавиши могут работать в двух режимах — ввода цифр и математических знаков и управления курсором. Режим определяется клавишей <Num Lock> и индицируется одноименным индикатором. Все клавиши цифровой клавиатуры дублируют одноименные клавиши, расположенные в других зонах клавиатуры.

Четыре клавиши, на которых нарисованы стрелки, управляют положением курсора.

Группа из шести клавиш, расположенная над клавишами курсора, предлагает более сложное управление курсором — клавиши <Page Up> и <Page Down> перелистывают страницы в активном окне, <Home> и <End> — переводят курсор к началу или концу файла или строки, <Delete> — удаляет символ слева от курсора или выделенный фрагмент текста в редакторе, <Insert> — переключает режим ввода символов из режима вставки в режим замены.

Самый верхний ряд клавиш, чуть отделенный от всех остальных, содержит функциональные клавиши и клавиши специальных функций. Назначение функциональных клавиш <F1>—<F12> определяется активной в данный момент программой, поэтому выполняемые ими функции могут быть самыми разнообразными, только у клавиши <F1> есть устойчивое назначение — вызов справочной системы в программе. Слева от функциональных клавиш расположена клавиша <Esc>, которой почти всегда присвоена функция выхода из меню или программы, а также сброса неверных действий пользователя. Справа от функциональных клавиш всегда присутствуют три клавиши: <PrtScr> или <PrintScrn>, которая помещает снимок экрана монитора в буфер обмена Windows[1], <Scroll Lock> — включение прокрутки экрана, <Pause Break> — останов системы, например загрузки компьютера и пр.

Справа и слева от клавиши пробела располагаются по две клавиши <Ctrl> (управление) и <Alt> (альтернатива). Когда-то у этих клавиш были вполне определенные функции, но в настоящее время они используются в комбинации с символьными клавишами. То есть при удерживании клавиши <Ctrl> или <Alt> назначение остальных символьных клавиш изменяется. Например, комбинация <Ctrl>+<C> копирует выделенный блок в буфер обмена Windows, а <Ctrl>+<V> вставляет содержимое буфера обмена в указанное курсором место. Кроме того, хотя правые и левые клавиши <Ctrl> или <Alt> в большинстве случаев в Windows равнозначны, но иногда они могут иметь различное назначение.

У клавиши <Alt> есть интересная особенность — удерживая ее, можно набрать на цифровой клавиатуре код символа (от 1 до 256), тогда после отпускания клавиши <Alt> на экране будет отображен сам символ, а не его код.

Существуют и другие варианты расположения клавиш на клавиатуре, но они мало распространены в России. Разве что изредка можно встретить клавиа-

[1] При нажатой клавише <Alt> в буфер обмена помещается снимок не всего экрана, а только активного окна.

туры от IBM PC XT, которые имеют 83 или 84 клавиши. Так как интерфейс клавиатуры IBM PC XT не совместим со стандартом IBM PC AT, который используется в современных персональных компьютерах, то для подключения такой клавиатуры к IBM PC AT совместимому компьютеру на корпусе клавиатуры должен быть переключатель XT/AT, который отвечает за возможность ее подключения по тому или иному стандарту.

Следует знать, что несмотря на различный вид самих клавиш (например клавиша <Enter> часто выполняется в виде большой вычурной кнопки) и надписей на них, все клавиши абсолютно равноправны, а различия в функционировании определяются BIOS и операционной системой.

Раскладка клавиатуры

Есть два понятия — *раскладка клавиатуры* и *кодировка кириллицы*, которые, если пользователь имеет в своем распоряжении клавиатуру, предназначенную, например для Германии, или увлекается операционной системой Linux, могут вызвать ряд проблем.

Используя локализованную для России версию операционной системы Windows и осуществив ее установку в части выбора клавиатуры по умолчанию, вы получите вариант раскладки клавиатуры для латиницы и кириллицы, который стал стандартом для России исключительно благодаря усилиям корпорации Microsoft. Другие российские стандарты, отличающиеся расположением некоторых знаков (например точки и запятой), не используются подавляющим большинством пользователей.

Вообще, оптимизация расположения клавиш весьма мало поддается разумному объяснению. Различных "стандартных" и "оптимизированных" вариантов раскладок только для английского языка более двух десятков. Например, встречается клавиатура Дворака (ее можно установить в Windows), которая позволяет увеличить скорость печати, если человек научится на ней работать. Вариант раскладки, используемый в настоящее время, взят от клавиатур обычных пишущих машинок. Основной ее принцип — наиболее часто встречающиеся буквы располагаются в зоне действия указательных пальцев (когда на клавиатуре работают слепым десятипальцевым методом). К сожалению, для России все это осложняется тем, что у нас одновременно используются две раскладки — американская (для латиницы) и русская.

Американский стандарт имеет название QWERTY, которое произошло от 6 самых верхних левых буквенных клавиш. Нажмите подряд клавиши с буквами от Q до Y в каком-либо редакторе. Если включена английская раскладка, то вы получите слово QWERTY, а если кириллица, то ЙЦУКЕН. Но, например, для немецкой клавиатуры на клавишах будет слово QWERTZ, т. к. символы Y и Z обменялись своими позициями. Правда, операционная система Windows, если не указать, что требуется локализация для

Германии, таких тонкостей не поймет, а будет по-прежнему использовать стандарт QWERTY и ЙЦУКЕН.

Упомянутая же раскладка Дворака отличается от стандартной тем, что в среднем ряду, на котором лежат пальцы, находятся наиболее употребляемые буквы AOEUIDHTNS, пять согласных и пять гласных, сгруппированные под правую и левую руку.

На рис. 7.3 показано окно **Свойства: Клавиатура** с вариантом настройки клавиатуры для России, который желательно использовать, чтобы не иметь проблем при работе в различных текстовых редакторах. Хотя, если вы привыкли к другой раскладке, то имеете полное право установить желательный для вас вариант.

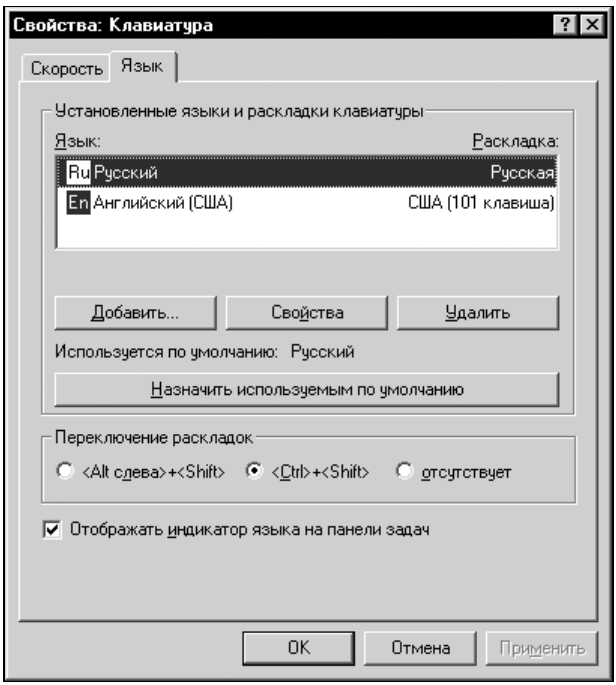


Рис. 7.3. Окно **Свойства: Клавиатура** с настройкой для России

Кодировки кириллицы

Кроме трудностей с раскладкой у клавиатур с кириллицей существует проблема кодировки буквенных символов. Точнее не у самих клавиатур, а у операционных систем, которые должны транслировать передаваемые от клавиатуры байты.

Универсальность клавиатур заключается в том, что микропроцессор, находящийся в клавиатуре, передает в компьютер не код символа, который нарисован на клавише, а порядковый номер клавиши от 1 (код клавиши <Esc>) до максимально возможного значения 128. А вот операционная система (все равно какая — Windows, Linux, UNIX, Solaris и пр.) должна понять на основании предыдущих нажатий клавиш пользователем, какую букву он хочет видеть на экране монитора. То есть, если ранее был включен режим кириллицы, то при нажатии на соответствующие клавиши будут отображаться буквы от А до Я, при включенной клавише <Caps Lock> (верхний регистр) или нажатой клавише <Shift> все буквенные символы будут выводиться прописными.

Трансляция клавиатурных кодов в символы национальных алфавитов происходит в несколько этапов. Сначала работает записанная в BIOS системной платы подпрограмма, принимающая сигналы от нажатых и отпущенных в данный момент клавиш и попутно выхватывающая из потока пользовательских данных информацию, адресованную чипам системной платы, например, возможно управление адресной шиной A20. Далее работают подпрограммы операционной системы, которые перекодируют клавиатурные коды в коды того национального алфавита, в режиме ввода которого находится система клавиатура—ОС.

Поскольку клавиатура IBM PC AT была разработана задолго до того, как персональные компьютеры стали неотъемлемой частью жизни человека, новейшие клавиатуры, увы, вынуждены сохранять совместимость со своими далекими предками. А это означает, что при кодировке одного символа европейских алфавитов используется всего один байт — это всего 256 значений (двухбайтовые кодировки существуют, но используются ограниченно).

Так как стандарты на современные персональные компьютеры пришли из США, где использовался латинский алфавит, то получилось, что половина всех возможных значений кодов символов от 0 до 127 (так называемая "нижняя" половина кодовой таблицы) оказалась отведена под символы английского языка, цифры и служебные знаки.

Когда разрабатывалась клавиатура IBM PC, казалось совершенно немыслимым присутствие компьютеров практически в каждом доме, поэтому оставшаяся часть кодовой таблицы, символы от 128 до 255, была отведена для псевдографики и символов национальных алфавитов, которые можно увидеть, когда в операционной системе MS-DOS или Windows не включен драйвер русификации клавиатуры. С помощью псевдографики рисуются графические элементы, например, в старых версиях программы Norton Commander.

В России (тогда — СССР) вначале использовались отечественные таблицы кодировки кириллицы, но в дальнейшем их вытеснила так называемая *аль-*

тернативная кодировка, которую корпорация Microsoft обозначает как CP866. Она позволяла сохранить псевдографику, а знаки строчных букв кириллицы располагались не подряд. Для иллюстрации на рис. 7.4 показано окно **Таблица символов**, в котором отображается соответствующий этой таблице шрифт Terminal.

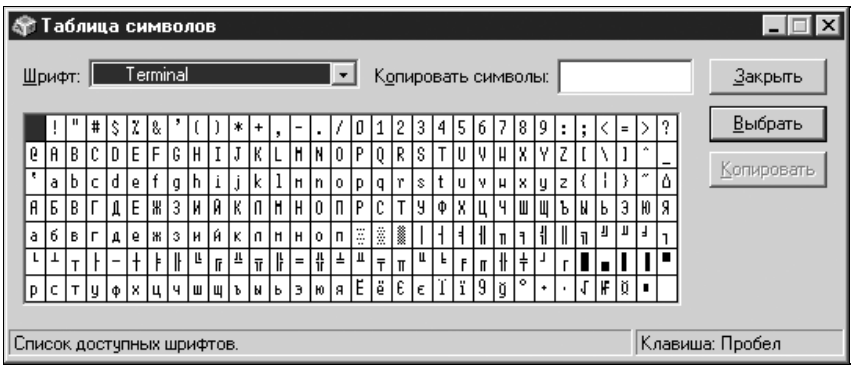


Рис. 7.4. Кодовая таблица CP866

Появление электронной почты в операционной системе UNIX вызвало к жизни еще одну кодировку кириллицы — KOI-8 (рис. 7.5). Смысл ее появления в том, что при передаче почтовых сообщений (E-mail), т. к. программное обеспечение было англоязычным, восьмой бит в байте часто удалялся серверами, поэтому в сообщении оставались знаки нижней половины кодовой таблицы, где расположен латинский алфавит. Чтобы сохранить возможность прочесть русскоязычный текст письма, когда оно отображено латиницей (не слишком весело, но возможно), русские буквы расположили симметрично похожим символам из нижней части кодовой таблицы.

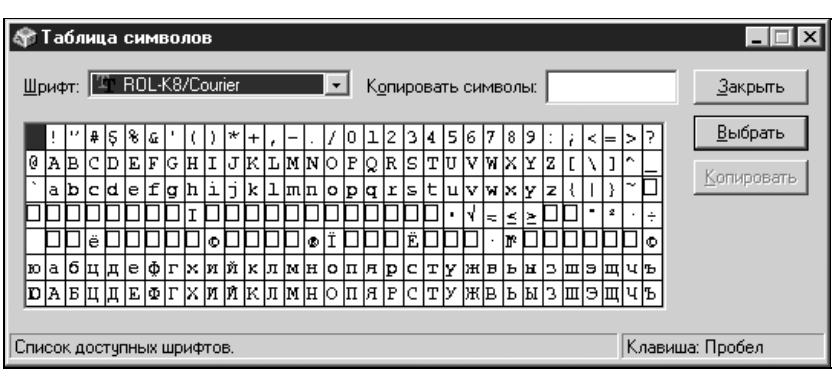


Рис. 7.5. Кодовая таблица KOI-8

Последняя наиболее распространенная в настоящее время кодировка — CP1251. Она используется в операционных системах Windows (рис. 7.6). В такой кодовой таблице русские буквы идут в естественном порядке, что позволяет эффективно использовать базы данных и поисковые механизмы. Правда, и здесь не обошлось без накладки — осталась "вне закона" буква Ё. То есть она существует, но расположена не по порядку, а среди прочих символов. Кстати, найти ее на клавиатуре также не слишком просто, т. к. она не имеет узаконенного места. Чаще всего она присваивается клавише, находящейся слева от цифры 1. А т. к. влияние операционной системы Windows на обыденную жизнь людей огромно, то буква Ё стала постепенно исчезать из газет и журналов, да и в книгах она стала редким гостем.

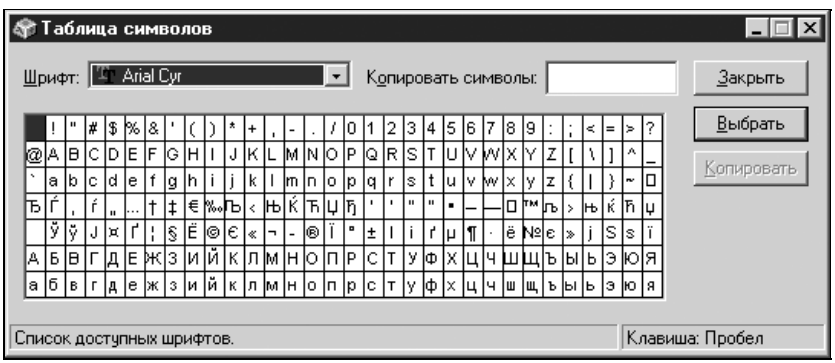


Рис. 7.6. Кодовая таблица CP1251

Вообще, проблема кодировки национальных алфавитов особенно обострилась, когда персональными компьютерами типа IBM PC стали пользоваться в Азии, где вместо латиницы используется арабский язык и различные системы иероглифов. Тут уже не хватает 256 значений одного байта, поэтому, кроме клавиши <Shift>, используют различные комбинации клавиш <Ctrl> и <Alt> (также различаются правые и левые одноименные клавиши). Да и у европейских языков не все ладно, например, на рис. 7.7 показана кодовая таблица шрифта Arial, у которого нет символов кириллицы.

Проблемы проблемами, но в то же время простая и гибкая система замены клавиатурных кодов любыми другими символами позволяет создавать кодовые таблицы не только национальных алфавитов, но и таблицы специальных символов, например музыкальных, математических или рисунков. Один такой шрифт под названием Wingdings показан на рис. 7.8. Пользоваться им можно в любой программе корпорации Microsoft, но всегда следует учитывать, что такой шрифт может быть не установлен на другом компьютере, на котором вы захотите прочитать текст, написанный на вашем компьютере.

Вместо красиво оформленного текста ваш читатель, хорошо, если не покупатель товаров вашей фирмы, увидит набор непонятных символов. Поэтому следует очень осторожно подходить к выбору типа шрифта, т. к. между клавишей на клавиатуре и экраном монитора или листом бумаги в принтере находятся многочисленные служебные программы, которые работают не всегда согласованно.

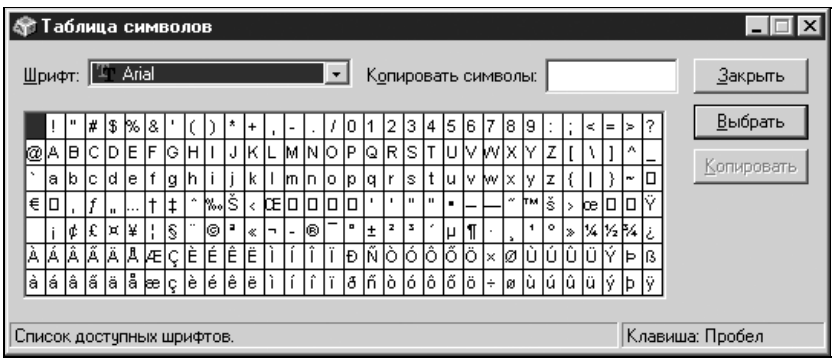


Рис. 7.7. Кодировка шрифта Arial

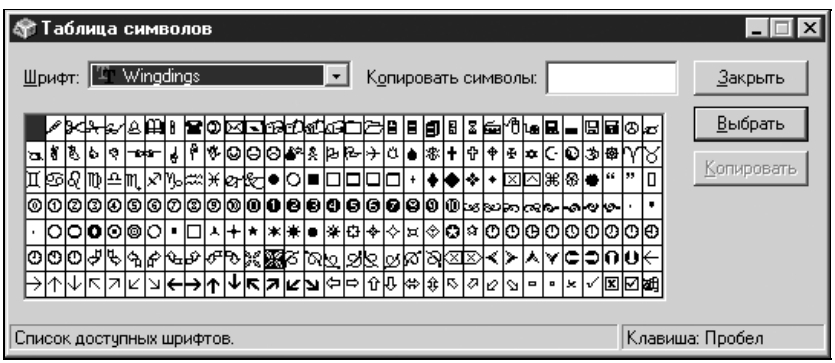


Рис. 7.8. Кодировка шрифта Wingdings

Скан-коды клавиатуры

При нажатии любой клавиши контроллер клавиатуры (специализированный микропроцессор) вырабатывает два скан-кода, соответствующих позиции этой клавиши, которые передаются в компьютер. Первый скан-код вырабатывается, когда нажимается клавиша, а второй — при ее отпускании. Чтобы отличить второй скан-код, он предваряется посылкой байта со значением F0h.

При получении байта от клавиатуры чипсет системной платы формирует сигнал аппаратного прерывания IRQ1. Появление такого прерывания однозначно требует от процессора начать выполнение подпрограммы BIOS, отвечающей за обработку сигналов клавиатуры. Если полученный байт является скан-кодом нажатой или отпущенной клавиши, то его значение будет записано в буфер клавиатуры, который занимает 32 байта и имеет начальный адрес 0040:001A. Служебные коды, которые может вырабатывать контроллер клавиатуры, передаются для обработки другим подпрограммам BIOS. Блок-схема принципа обработки скан-кодов клавиатуры показана на рис. 7.9.

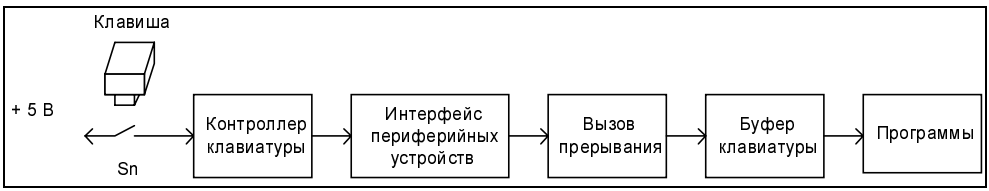


Рис. 7.9. Принцип обработки скан-кодов клавиатуры

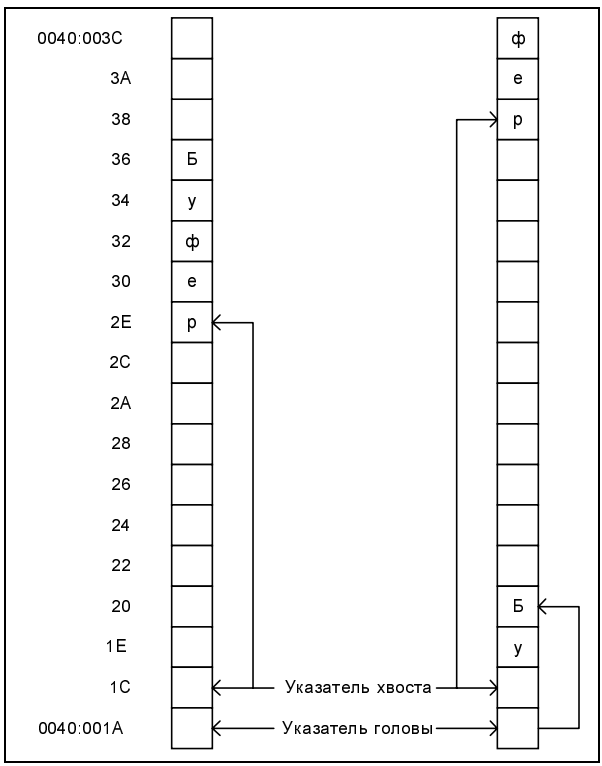


Рис. 7.10. Принцип работы буфера клавиатуры

В буфере клавиатуры для кода клавиши отводится по 2 байта, т. е. он рассчитан на 16 символов. Чтобы можно было вводить неограниченное количество символов, буфер клавиатуры работает по принципу FIFO ("первым вошел — первым ушел"). Принцип работы буфера клавиатуры показан на рис. 7.10 (адреса указаны в шестнадцатеричном счислении).

После того как скан-код клавиши помещен в буфер клавиатуры, его может прочитать любая программа однозадачной операционной системы, например MS-DOS. В многозадачной операционной системе Windows служебные подпрограммы отлеживают, чтобы символы от клавиатуры получала активная в момент ввода символа программа.

Конструкция клавиатуры

Некогда клавиатуры собирались из отдельных клавиш, в которых были одна или несколько групп механических контактов. Иногда в такую клавишу для повышения надежности срабатывания контактов помещалась даже микросхема. Сегодня же практически все клавиатуры используют пленочное контактное поле, а сама клавиша — это механический толкатель, снабженный резиновой "пружиной".

Внутри корпуса клавиатуры находится большой лист пленки, на котором токопроводящей краской нанесены контакты всех клавиш. Один из вариантов выполнения контактов показан на рис. 7.11. В этом случае пружина клавиши выполняется в виде резинового колокольчика, внутри которого есть кружочек токопроводящей резины. При нажатии на клавишу между контактами появляется электрическое соединение.

Вы всегда можете вытащить любую клавишу, поддев ее с помощью тонкой отвертки, т. к. они снабжены простыми пластмассовыми защелками. Эта операция может потребоваться, например для того чтобы изменить раскладку QWERTZ на QWERTY, поменяв клавиши <Y> и <Z>. А вот чтобы получить доступ к контактам, надо разобрать корпус клавиатуры.

Примечание

Основная неисправность клавиатур — это заедание и разбалтывание клавиш, когда не получается надежного нажатия на клавишу. Практически, при активной работе с дешевой клавиатурой "неизвестного" производителя, она выходит из строя через месяц-другой, т. к. плохая пластмасса, неудачная конструкция узла трения клавиши и плохая резина пружины теряют свои первоначальные свойства. Ремонту такая клавиатура не подлежит.

Контактное поле может быть также сделано из трех пластмассовых листов. На верхнем и нижнем листе наносятся соответствующие контакты, а в среднем — вырубаются круглые отверстия. Клавиша при нажатии прижимает верхний лист к нижнему, замыкая контакты, находящиеся под толкате-

лем клавиши. В этом случае клавиши чаще всего снабжаются обычными стальными пружинами, надеваемыми на толкатель.

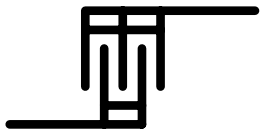


Рис. 7.11. Вариант выполнения контактов пленочной клавиатуры

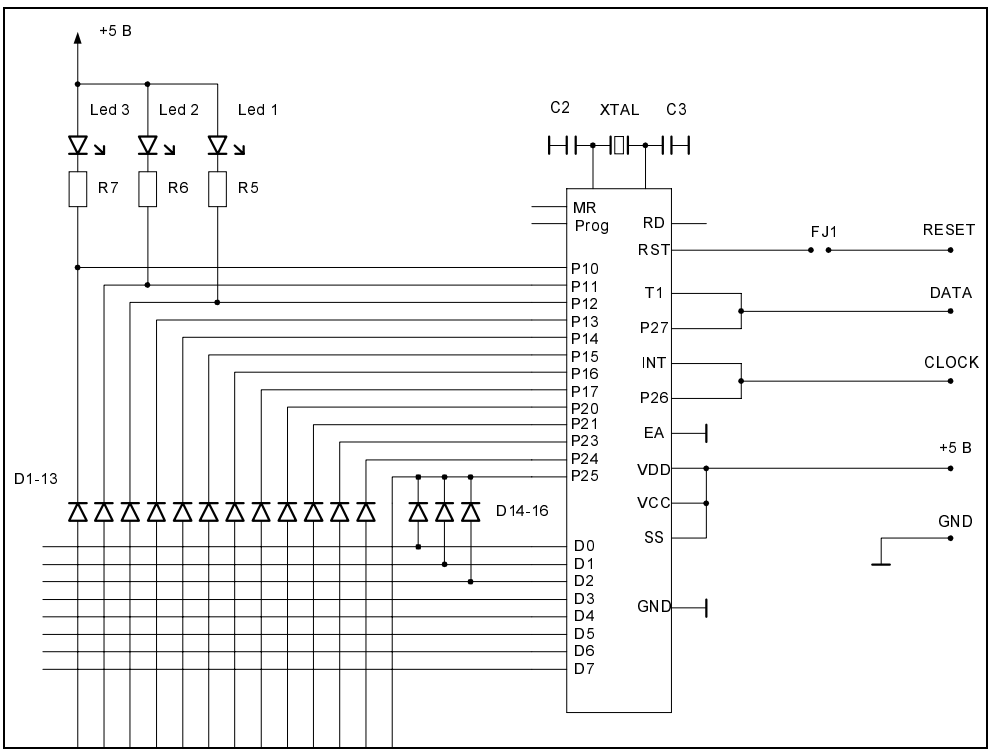


Рис. 7.12. Принципиальная электрическая схема клавиатуры К-157

Так как клавиш у клавиатуры много, а количество выводов у микросхемы контроллера клавиатуры ограничено, то все контакты объединяются в матрицу, которая последовательно сканируется — нажата клавиша или нет. Для примера на рис. 7.12 показана несколько упрощенная принципиальная электрическая схема клавиатуры К-157. Заметим, что для использования в качестве контроллера клавиатуры различными производителями выпускается

большое количество микросхем, которые работают по одному и тому же алгоритму.

На рис. 7.12 видно, что информационные линии P10—P25 и D0—D7 образуют клавиатурную матрицу, в узлах которой находятся контакты клавиш. Контроллер клавиатуры постоянно опрашивает состояние информационных линий. При замыкании любого контакта вырабатывается код клавиши, который передается в компьютер. Для синхронизации всех событий используется кварцевый резонатор XTAL.

Питание +5 В контроллер клавиатуры получает от системной платы компьютера, где может быть установлен плавкий предохранитель для защиты от перегрузки.

Для приема и передачи данных между клавиатурой и компьютером используются линии DATA и CLOCK.

Обратите внимание, что линия RESET (перезагрузка компьютера) не подключена к интерфейсному кабелю клавиатуры. В настоящее время эта линия считается резервом интерфейса клавиатуры.

Интерфейс клавиатуры

Для клавиатур IBM PC AT был разработан интерфейс, у которого для подключения к системному блоку использовался разъем DIN с пятью контактами (рис. 7.13, *а*), популярный в бытовой аппаратуре. Длина интерфейсного кабеля может быть от 1 до 2 м. Для улучшения потребительских свойств кабель скручивается в виде пружины.

Так как габариты устанавливаемого на системной плате стандартного разъема клавиатуры IBM PC AT слишком велики, то при разработке корпорацией IBM линии компьютеров типа IBM PS/2 был создан новый стандарт для интерфейса клавиатуры. Под него был использован 6-контактный разъем Mini DIN (рис. 7.13, *б*). Правда, компьютеры IBM PS/2 оказались не слишком популярны, но стандарт на подключение клавиатуры стал использоваться и другими производителями.

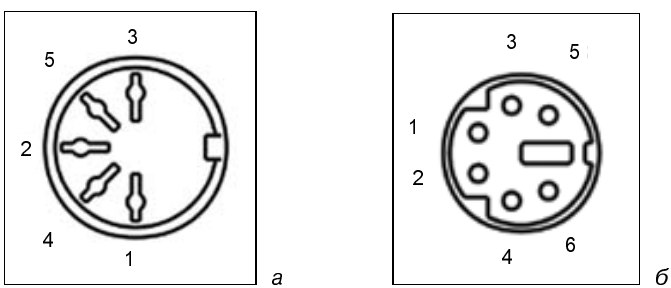


Рис. 7.13. Разъемы интерфейса клавиатуры:
а — 5-контактный DIN; *б* — 6-контактный Mini DIN

К счастью для пользователей, электрические характеристики обоих стандартов интерфейса клавиатура одинаковы (табл. 7.1), поэтому клавиатуру с разъемом DIN можно подключить к разъему Mini DIN, используя переходник, и наоборот. Заметим, что подключать и отключать клавиатуру от системной платы форм-фактора ATX, использующего стандарт PS/2, можно только при выключенном питании компьютера.

Таблица 7.1. *Соответствие выводов разъемов интерфейса клавиатуры*

Сигнал	AT	PS/2
Данные	2	1
Резерв	3	2
Корпус	4	3
+5 В	5	4
Синхросигнал	1	5
Резерв	—	6
Экран	Экран	Экран

В последнее время наметилась тенденция отказа даже от малогабаритных разъемов PS/2, поэтому новейшие клавиатуры обзавелись интерфейсом USB. В беспроводных клавиатурах может использоваться инфракрасный порт.

Манипулятор "мышь"

Манипулятор типа "мышь" (обычно везде и всюду говорят и пишут более кратко — *мышь*), самое простое и популярное средство ввода информации в компьютер. Более того, работать без мыши в операционной среде Windows с графическим интерфейсом практически невозможно, что ощущают на себе пользователи, когда хвостатый друг ломается (загрязнился шарик или обломался провод).

Манипулятор "мышь" после клавиатуры — наиболее многофункциональное устройство ввода. С помощью мыши пользователь управляет перемещением курсора на экране в любом направлении, т. к. при передвижении мыши по поверхности стола курсор послушно двигается в том же направлении и с такой же скоростью. Нажатие на левую кнопку мыши в графическом редакторе, если, например, установлен режим Карандаш, оставляет видимый след при передвижении курсора. В операционной системе Windows, подведя курсор с помощью мыши к изображению какой-либо кнопки, можно щелчком левой кнопки мыши имитировать нажатие клавиши <Enter>. По статистике нынешний пользователь более 80% времени работы за компьютером пользу-

ется мышью. Появляются даже предложения вообще отказаться от использования клавиатуры, заменив ввод с клавиатуры символов на голосовое управление.

Сегодня многие пользователи считают, что мышь была разработана специально для персональных компьютеров совсем недавно. Но если посмотреть на ее первые экземпляры — угловатые, тяжелые, невзрачные коробки, которые не так уж легко держать в руке, то сразу веришь, что изобретена она в начале 60-х годов прошлого века. Автор мыши, Дуглас Энгельбарт, работал в Стэнфордском исследовательском институте над проектом по развитию человеческого интеллекта (в то время — обычная фантастика), который финансировался NASA. Основная цель разработки нового манипулятора — это получить более удобный инструмент ввода графической информации в компьютер, чем световое перо и джойстик.

Конструкция манипулятора "мышь" была запатентована Стэнфордским институтом, как и многие другие устройства, лишь для того чтобы застолбить данную идею, т. к. в то время было трудно представить светлое будущее нового устройства. Как говорит автор — он лишь через несколько лет узнал, что лицензия была продана компании Apple за $40 000.

Почти за сорок лет конструкция мыши (mouse) претерпела не так много изменений. Только лишь когда развитие микроэлектроники позволило поместить в одной маленькой микросхеме всю электронную начинку мыши, появились изящные и удобные корпуса. На рис. 7.14 показаны фотографии нескольких представителей семейства хвостатых помощников: от самых простых — с двумя кнопками и не слишком причудливым корпусом, до эргономических моделей, удобно лежащих в руке, снабженных дополнительными колесиками и кнопками.

Рис. 7.14. Манипуляторы "мышь":
а — двухкнопочная Genius Easy Pro с USB-интерфейсом;
б — трехкнопочная Logitech Pilot First; *в* — Microsoft Intellimouse мышь PS/2

Наиболее распространенная и дешевая мышь имеет две кнопки (рис. 7.14, *а*) — левую, наиболее часто используемую, и правую, предназначенную для вызова вспомогательных функций. Почти также популярна

мышь с тремя кнопками (рис. 7.14, *б*), но средняя в среде Windows практически не используется. В последнее время пользуется популярностью модель с колесиком (рис. 7.14, *в*), которое применяется для вертикальной прокрутки окна, колесико прокрутки может дополнительно выполнять и функцию кнопки. Кроме мышей, показанных на рис. 7.14, существуют конструкции с одной или четырьмя кнопками (иногда дополнительные кнопки помещают на боковой поверхности мыши), предлагаются также мыши, на которых установлено второе колесико для горизонтальной прокрутки.

Конструкция мыши

Если перевернуть мышь вверх "брюшком" (рис. 7.15), можно увидеть резиновый шарик, закрытый крышкой с круглым отверстием. Этот шарик (рис. 7.16, *а*) и есть главное действующее лицо. Хотя в шарике нет ни грамма электроники, но именно от его работы зависит — получит пользователь удовлетворение от работы на компьютере или будет вспоминать плохими словами его производителей и продавцов. Если шарик передает движение мыши курсору точно и без рывков, человек занимается своим делом, работая с мышью на подсознательном уровне. А вот если трудно установить курсор в нужное место, или он двигается рывками, то виноват в этом загрязнившийся шарик, впрочем, может быть вам вообще досталась мышь неудачной конструкции.

Рис. 7.15. "Брюшко" мыши

Когда вы ведете мышь по столу, шарик свободно вращается в любом направлении. Внутри же мыши находятся два пластмассовых валика с дисками (рис. 7.16, *б*), которые снабжены прорезями или отверстиями для измерения координат *X* и *Y*. Валики расположены перпендикулярно друг другу (рис. 7.16, *в*) и касаются поверхности резинового шарика. Скорость вращения валиков с дисками *X* и *Y* пропорциональна скорости движения мыши.

Для преобразования перемещения мыши в цифровые данные с двух сторон каждого диска установлены светодиод и фотоприемник. Отверстия или прорези в дисках модулируют световой поток, формируя поток импульсов. Сиг-

налы от фотоприемников поступают на контроллер мыши (специализированная микросхема), который определяет как перемещается мышь — в каком направлении, с какой скоростью. Так как на каждой координате используются два фотоприемника, чаще всего, фотодиода, то направление вращения определяется по порядку засвечивания фотодиодов, а скорость, точнее, пройденное расстояние, рассчитывается по количеству импульсов от фотодатчиков.

Рис. 7.16. Основные элементы мыши:
а — шарик; *б* — валик с прорезями; *в* — "внутренний мир" мыши

Разрешение мыши, т. е. то, с какой точностью мышь фиксирует пройденное расстояние, измеряется в DPI (dot per inch — количество точек на дюйм) и зависит от конструкции мыши. Для большинства продаваемых сегодня манипуляторов "мышь" DPI находится в диапазоне от 200 до 900.

На рис. 7.17 показана принципиальная электрическая схема одной из моделей мыши, в которой используется микросхема EM84530 производства компании EMM (**http://www.szxad.com**). Информация о перемещении мыши и состоянии ее кнопок передается по интерфейсу в компьютер, где подпрограмма BIOS, обрабатывая полученные данные, отвечает на соответствующие запросы операционной системы.

Так как шарик мыши выступает из корпуса на пару миллиметров, то механическая мышь правильно работает только на ровной поверхности, которая обеспечивает хорошее сцепление с резиновым шариком. При загрязнении поверхности шарика или неровной поверхности стола движение курсора на экране становится прерывистым. Для обеспечения нормальной работы мыши используют специальные коврики (Mouse Pad), покрытые пленкой с каким-либо рисунком. Применив такой коврик, можно более точно управлять движением курсора, а также уменьшить загрязнение шарика мыши.

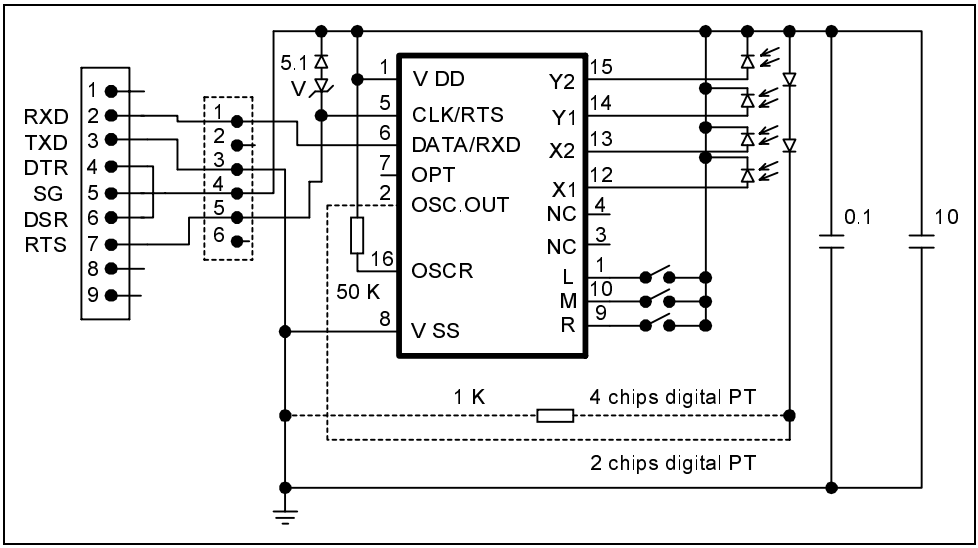


Рис. 7.17. Принципиальная электрическая схема мыши с микросхемой EM84530

Совет

Коврик для мыши желательно примерно раз в год менять, т. к. он постепенно теряет форму, изгибаясь по краям, а шарик мыши следует регулярно промывать теплой мыльной водой или протирать спиртом, вынув его из корпуса. При большом беспорядке на рабочем столе, особенно, если тут же пить лимонад, кофе и крошить бутерброды, бытовая грязь попадает внутрь корпуса мыши, выводя из строя ее механику. Кроме того, активное использование мыши любителями компьютерных игр стачивает пластмассовые вкладыши на корпусе мыши, обеспечивающие правильный зазор между корпусом и поверхностью стола или коврика. Ремонт загрязненной мыши возможен, но лучше купить новую, т. к. истираются и внутренние пластмассовые узлы трения.

Подключение мыши

Мышь стала обязательной принадлежностью компьютеров линии IBM PC только после появления графического интерфейса Windows, поэтому для ее подключения сначала использовался стандартный последовательный интерфейс RS-232 (рис. 7.18, *а*), для которого есть термин Serial, потом интерфейс PS/2 (рис. 7.18, *б*), а в последнее время усиленно внедряется интерфейс USB (рис. 7.18, *в*). Также используются комбинации интерфейса USB с инфракрасным и радиопортами. Другие способы подключения мыши либо экзотичны, либо редко используемы.

Рис. 7.18. Интерфейсные разъемы мыши:
а — RS232; *б* — PS/2; *в* — USB

При использовании мыши с интерфейсом Serial она подключается к любому из двух портов RS-232 и занимает аппаратное прерывание 3 или 4. Каких-либо дополнительных драйверов в операционной системе Windows для такой мыши загружать не надо. Операционная система автоматически определяет наличие мыши, подключенной к портам COM1—COM4, и регистрирует ее.

Мышь с интерфейсом PS/2 использует прерывание 12 (рис. 7.19). Изменить номер этого прерывания нельзя.

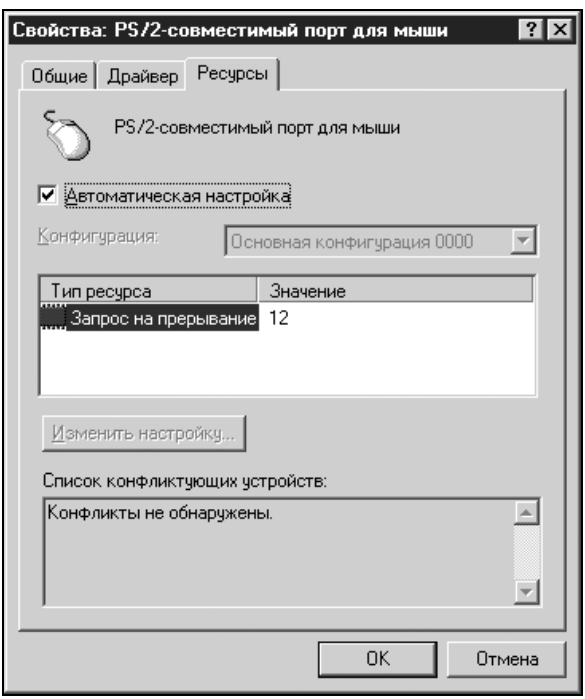


Рис. 7.19. Прерывание мыши, подключенной к порту PS/2

Так как электрические параметры интерфейсов PS/2 и Serial для манипуляторов "мышь" одинаковы, то с помощью переходника их можно подключать к любому интерфейсу компьютера. Например, мышь Serial через переходник подключается к порту PS/2, а мышь PS/2 к порту RS-232. Практически, всегда желательно подключать мышь к порту PS/2, даже если у вас мышь Serial. Соответствие выводов разъемов мышей Serial и PS/2, а также интерфейса RS-232 приведено в табл. 7.2.

Таблица 7.2. *Соответствие выводов разъемов интерфейсов мыши и RS-232*

Интерфейс RS-232			Интерфейс мыши		
RS-232	**Назначение**	**Сигнал**	**Serial 9 pin**	**PS/2 6 pin**	**Назначение**
1	Обнаружение несущей	CD			
2	Прием данных	RXD	2	1	Данные
3	Передача данных	TXD	3	3	Земля
4	Готовность терминала	DTR			
5	Земля	SG	5	4	+5 В
6	Готовность информации	DSR			
7	Запрос на передачу	RTS	7	5	Синхронизация
8	Сброс для передачи	CTS			
9	Указатель вызова	RI			

Мышь с интерфейсом USB может подключаться к USB-порту в любое время, даже если к компьютеру подключена мышь с другим интерфейсом. В этом случае курсором на равных основаниях управляют обе мыши. Конфликтов между ними не наблюдается. Правда, до этого в операционной системе должны быть правильно установлены драйверы USB, которые часто после инсталляции операционной системы надо устанавливать дополнительно. Исключение для Windows 9*x* составляют системные платы с чипсетом 440BX, для которых не требуются дополнительные драйверы.

Современные мыши с интерфейсом USB обладают очень полезным свойством — их контроллер автоматически определяет, к какому типу интерфейса подключена мышь. Поэтому мышь USB можно через переходник подключать к портам PS/2 и RS-232.

Примечание

В 9-контактном разъеме мыши выводы 4—6 могут быть соединены.

Оптическая мышь

Постоянные проблемы с загрязнением шарика у механических манипуляторов "мышь" заставили производителей искать новые технологии. Наиболее удачным оказалось использование в таких простых устройствах решений, найденных при разработке цифровых фотокамер. Теперь на полках магазинов во множестве имеются манипуляторы "мышь" с оптическим датчиком, которым не нужны традиционные коврики, периодическая чистка шарика и направляющих.

Внешне оптическая мышь (применяется термин "бесконтактная мышь"), мало отличается от традиционной. Точно такой же хвостик-провод, корпус, кнопки, колесики. Но внизу, на месте резинового шарика, теперь прозрачное окошко, в котором светится светодиод.

Рис. 7.20. Оптическая мышь

Внутренняя конструкция оптической мыши очень проста. Небольшая плата, на которой смонтированы контроллер мыши и оптический блок (рис. 7.21), состоящий из фотоприемника и мощного светодиода, испускающего луч света под углом примерно в 30° к плоскости дна мыши. Так поскольку измерения перемещения мыши используется луч света, то оптическая мышь может работать на любой поверхности, вплоть до коленки пользователя, где механическая мышь начинает пробуксовывать. В принципе, даже не нужен непосредственный контакт корпуса мыши с какой-либо поверхностью, т. к. фотодатчик реагирует на перемещение мыши на расстоянии примерно 2 см. Например, можно взять оптическую мышь в руку, повернуть ее на 90° и поднести к вертикальной стенке.

Когда мышь не двигается, светодиод уменьшает свою яркость для экономии электроэнергии. Как только мышь сдвинется с места, яркость свечения ста-

новится максимальной (заметим, опасной для зрения). При движении контроллер мыши получает информацию от сложного фотодатчика и рассчитывает траекторию движения мыши.

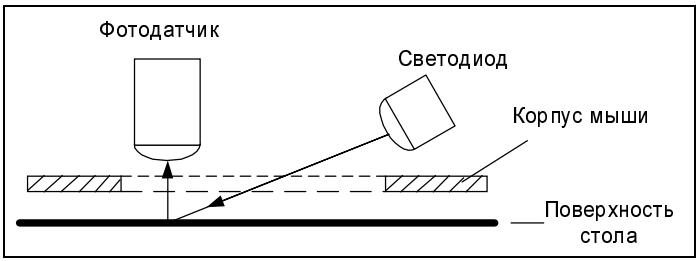


Рис. 7.21. Оптический блок бесконтактной мыши

Оптические мыши используют точно такие же интерфейсы, как и механические, хотя чаще всего применяется универсальный способ подключения, как у мыши с USB-интерфейсом.

Беспроводные мыши

Больше всего неудобств пользователю доставляет интерфейсный провод мыши, который вечно путается и цепляется. Чтобы избавиться от него, используют радио- или инфракрасный интерфейсы. Подобные мыши пока чаще всего используются с ноутбуками. У современных настольных персональных компьютеров имеется инфракрасный интерфейс IrDa, но мыши с таким интерфейсом весьма редки.

Радиоинтерфейс только совсем недавно начал применяться для недорогих устройств. И для таких устройств, как мышь и клавиатура, увы, чаще всего предлагаются слишком простые варианты радиоинтерфейса. В таких случаях используются радиоканалы в частотном диапазоне 2400,5—2483,5 МГц, а пользователь сам выбирает желаемый ему радиоканал. То есть на одном канале может работать кто угодно, даже сосед за стенкой. "Дальнобойность" радиоинтерфейса составляет от 2 до 7 м (а, возможно, и дальше). А поскольку каких-либо средств идентификации не предусмотрено, то вы вполне можете управлять курсором не только своего компьютера, но и соседа, который потом долго будет искать новый "вирус".

Кстати, использование дешевой реализации радиоинтерфейса открывает такую брешь в системе безопасности компьютера, какая не снилась даже самому крутому хакеру. Если пользователь использует комплект клавиатура—мышь с радиоинтерфейсом, то через некоторое время, применив чувствительный радиоприемник и магнитофон, хакер будет в курсе всех проблем

пользователя, а для получения паролей и логинов ему даже не потребуются какие-либо программы для взлома.

Наиболее часто для беспроводных манипуляторов "мышь" используют комбинированный интерфейс, когда в компьютере к портам RS-232 или USB подключается дополнительный блок, который содержит инфракрасный приемник, принимающий данные от мыши. В беспроводную мышь встраивают инфракрасный светодиод, луч которого модулируется данными от датчика перемещения мыши. Точно так же работают и различные дешевые модели мышей с радиоинтерфейсом.

Беспроводная мышь питается от батареек. Соответственно, когда батарейки садятся, начинаются проблемы. Визуально это проявляется в прерывистом перемещении указателя мыши, и у пользователя появляется чувство, что шарик мыши проскальзывает по коврику. В какой-то мере такие побочные эффекты можно компенсировать изменением положения блока с фотоприемником или антенной, но наиболее правильно — установить новые батарейки.

Настройка параметров

Прошли те времена, когда мышь была редким гостем на столах пользователей. Заметим, что тогда процесс подключения мыши к компьютеру напоминал шаманский танец — найти нужный COM-порт, выяснить тип мыши или название производителя, подобрать драйвер. Так уж получилось, что мыши, несмотря на свою простоту и одинаковый интерфейс, используют различные форматы данных для обмена информацией с компьютером. Соответственно, настройка мыши в операционной системе MS-DOS была весьма проблематичной.

К счастью, совершенствование микросхем и операционных систем привело к тому, что, сегодня для подключения мыши к компьютеру надо только правильно вставить штеккер мыши в нужный разъем на корпусе компьютера, при необходимости воспользовавшись переходником. Все остальные проблемы по настройке параметров мыши берет на себя операционная система. Проблемы могут возникнуть только тогда, когда пользователь захочет сам указать тип мыши или возникнут конфликты между устройствами, подключенными к COM-портам, когда мышь нельзя подключить к интерфейсу PS/2 или USB.

Какие-либо настройки манипулятора "мышь", которые пользователь сегодня иногда выполняет, почти всегда связаны с желанием сделать реакцию курсора на движения мыши более удобными, чем те, которые установлены по умолчанию. В первую очередь, это указание, какой рукой пользуется человек (см. рис. 7.22). Окно **Свойства: Мышь** можно вызвать, если в окне **Панель управления** щелкнуть на значке с надписью **Мышь**.

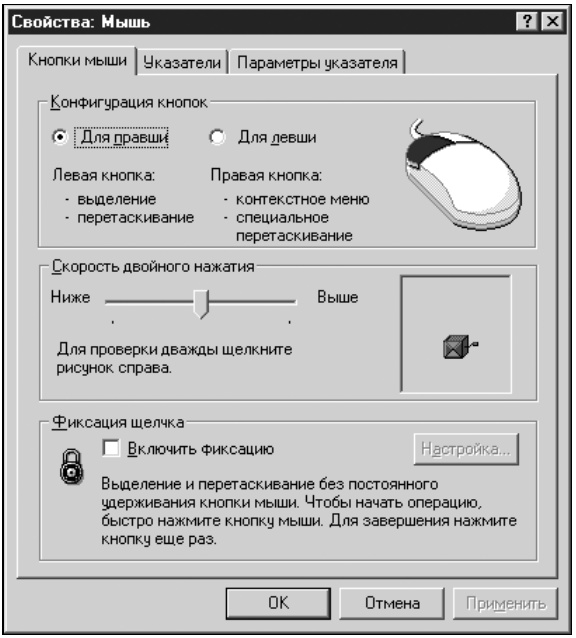


Рис. 7.22. Вкладка **Кнопки мыши** окна **Свойства: Мышь**

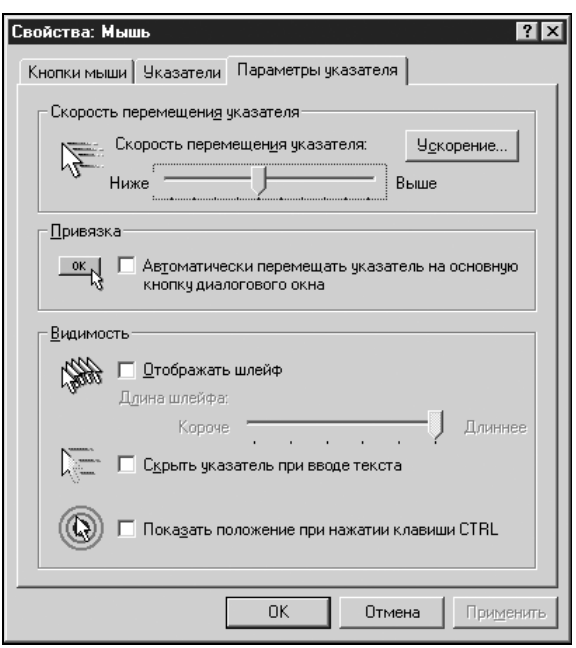


Рис. 7.23. Вкладка **Параметры указателя** окна **Свойства: Мышь**

Неопытным пользователям можно порекомендовать настроить реакцию операционной системы на скорость двойного нажатия левой кнопки мыши, для чего надо переместить движок в области **Скорость двойного нажатия** (рис. 7.22).

Изменить соотношение чувствительности мыши (разрешающая способность) и движения курсора на экране монитора можно на вкладке **Параметры указателя** окна **Свойства: Мышь** (рис. 7.23). Желаемая реакция указателя на движение вашей мыши настраивается перемещением движка **Скорость перемещения указателя**. Дополнительно можно изменить порог переключения скорости движения указателя при резком движении мыши, щелкнув на кнопке **Ускорение** и выбрав один из вариантов в предлагаемом меню.

Настройка мыши с интерфейсом USB

Пользовательские настройки мыши с интерфейсом USB ничем не отличаются от обычной. Но регистрируется она в операционной системе Windows несколько по-другому. Для примера рассмотрим регистрацию оптической мыши с USB-интерфейсом, что поможет понять, почему новенькая мышь, только купленная в магазине, не хочет работать после подключения к компьютеру.

Если щелкнуть на пиктограмме **Система** окна **Панель управления**, то на вкладке **Устройства** окна **Свойства: Система** (рис. 7.24) в категориях **Мышь** и **Устройства интерфейса с пользователем** вы должны увидеть пункты, относящиеся к оптической мыши с USB-интерфейсом (для нее надо установить драйверы, которые есть на компакт-диске, поставляемом в комплекте с мышью). В категории **Мышь**, если к компьютеру подключены две мыши, появится дополнительный пункт **HID-совместимая мышь**. Кроме того, вкладка **Устройства** будет содержать еще одну категорию — **Устройства интерфейса с пользователем**, которого до этого не было. В этой категории для нашей мыши будет пункт **Устройства ручного ввода для шины USB**.

Если выделить пункт, относящийся к нужной мыши, и щелкнуть на кнопке **Свойства**, то в новом окне на вкладке **Общие** будет выведена информация о том, работает ли устройство нормально, или есть проблемы. На этой же вкладке имеется флажок, который позволит отключить ненужную мышь, если они мешают друг другу. Если новая мышь неправильно установилась, на вкладке **Драйвер** возможна ручная смена драйвера мыши.

Хороший способ убедиться в работоспособности мыши, это проверить параметры интерфейса USB, которые доступны в окне **Корневой разветвитель для USB**, куда можно попасть с вкладки **Устройства** окна **Свойства: Система**, нажав кнопку **Свойства** выбранного устройства. На вкладке **Питание** этого окна щелкните по кнопке **Параметры питания**. При правильной работе мыши в окне **Питание** (рис. 7.25) вы найдете информацию о требуемом для нее токе, который может быть равен, например 100 мА. (Величина **Требуемый ток** может быть равна и нулю, но в любом случае это значение не относится к потребляемому в данный момент току.)

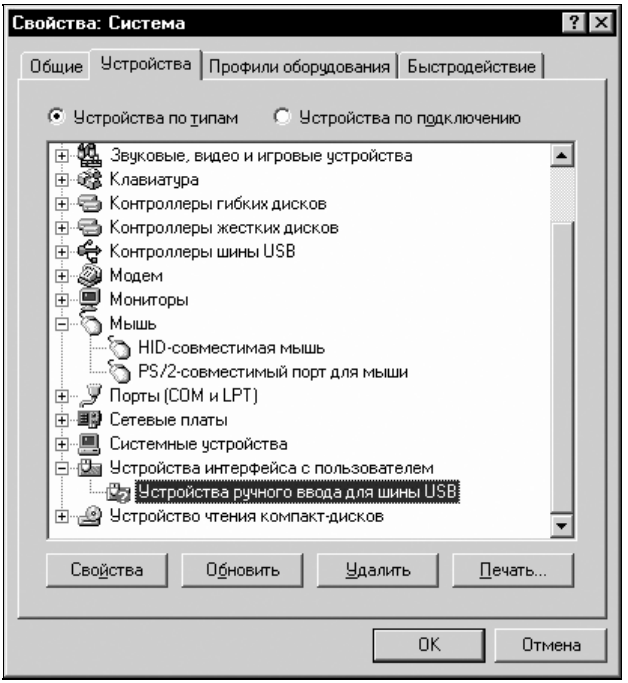


Рис. 7.24. Вкладка **Устройства** окна **Свойства: Система**

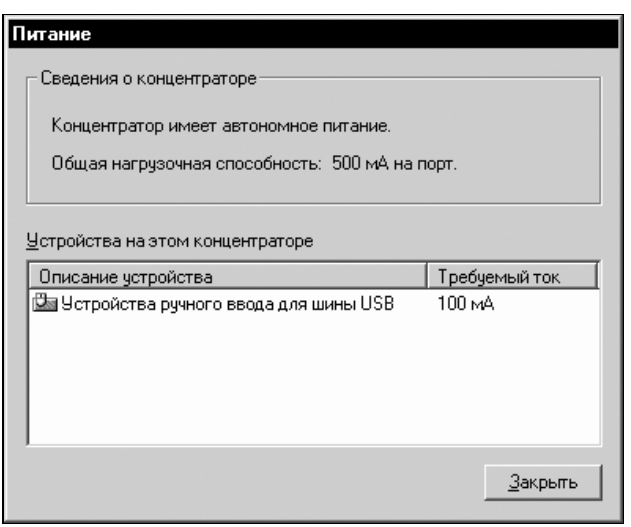


Рис. 7.25. Требуемый ток для мыши с интерфейсом USB

Графические планшеты

Дигитайзеры, они же графические планшеты, или устройства рукописного ввода для тех, кто не пользуется современным ноутбуком, пока весьма дорогие и экзотичные устройства. Но, к счастью, все в компьютерном мире быстро меняется в лучшую сторону. Вот сейчас на полках компьютерных магазинов появились самые разнообразные графические планшеты, называемые теперь более кратко — планшеты, которые позволяют пользователю настольного персонального компьютера пользоваться графическим вводом без использования мыши. Например поставить свою подпись под документом, который потом будет отправлен по факсу.

Когда-то дигитайзеры и оптические перья, если вспомнить прошлое, были единственными устройствами, посредством которых в компьютеры вводилась графическая информация. Мышь была изобретена значительно позднее.

Длительное время дигитайзеры оставались инструментом профессионалов, занимающихся проектированием различных вещей, скажем, от разводки печатных плат и до поисков новых химических молекул. Рядовым пользователям оставалось пользоваться мышью, которая не всегда могла заменить большой дигитайзер. Появление ноутбуков дало толчок появлению устройств, которые сочетали в себе свойства дигитайзера и оптического пера. Сегодня их потомки — различные сенсорные панели, которые могут быть соединены с поверхностью LCD-дисплея или располагаться рядом с клавиатурой, стали обязательной принадлежностью любого ноутбука, а для карманных компьютеров даже единственным способом ввода информации в компьютер.

Наибольшие усилия в распространении дешевых графических планшетов приложила корпорация Genius, которая выпустила много разнообразных их конструкций. Для примера на рис. 7.26 показан дигитайзер Genius EasyPen 1812, который в какой-то степени сохранил черты своих профессиональных предков. Довольно громоздкий и дорогой, он обладает весьма неплохими характеристиками:

- рабочая зона — 360×305 мм;
- разрешение — 2540 линий/дюйм;
- погрешность считывания — ±0,25 мм;
- устройства ввода — 3-кнопочный электронный карандаш и 4-кнопочная мышь с указателем.

Как видно из рисунка и описания, дигитайзер Genius EasyPen 1812 использует два способа ввода графической информации. Первый, традиционный — манипулятор "мышь", который входит в его комплект. Второй — электронное перо, которым можно рисовать и писать как обычным карандашом.

Рис. 7.26. Дигитайзер Genius EasyPen 1812

Заметим, что большие габариты не позволяют большинству пользователей комфортно пользоваться этим планшетом, т. к. в большинстве случаев на компьютерных столах еле хватает места для обычной клавиатуры.

Существующие малогабаритные планшеты корпорации Genius более подходят для пользователей настольных компьютеров. Например, дигитайзер Genius EasyPen (рис. 7.27) имеет следующие характеристики:

- рабочая зона — 76×102 мм;
- разрешение — 2540 линий/дюйм;
- погрешность считывания — ±0,25 мм;
- устройство ввода — 3-кнопочный электронный карандаш.

Рис. 7.27. Дигитайзер Genius EasyPen

Несмотря на небольшие размеры рабочей зоны, планшетом Genius EasyPen удобно пользоваться. Конечно, для многих будет непривычно писать вслепую электронным карандашом на планшете, отслеживая результат рисования на экране монитора, но через несколько дней координация движения руки у вас наладится.

Правда, надо заметить, что спешить избавиться от старой и заслуженной мыши не следует, т. к. не слишком много операций удобно делать с помощью планшета. Например, ставить свою подпись — это уникальная возможность графического планшета, как и ввод рукописного текста (программы распознавания, увы, редки и еще не слишком совершенны). А вот пытаться полностью заменить мышь стремиться, наверное, не нужно, т. к. придется заново переучиваться пользоваться компьютером. Практически, планшетом удобно пользоваться тогда, например, когда надо подправить фотографию в графическом редакторе.

Что касается вопросов сопряжения планшета с компьютером, то можно порадовать читателя тем, что для установки планшета не нужно вскрывать компьютер и устанавливать что-либо на его системную плату. Планшеты корпорации Genius используют стандартный COM-порт (интерфейс RS-232) или USB-интерфейс, точно так же, как и мышь. Соответственно, редакторы и игры будут воспринимать планшет как обычную мышь, работающую параллельно со старой. То есть вы можете сначала провести линию в редакторе обычной мышью, а потом продлить ее с помощью электронного пера планшета.

Настройка планшета

После подключения планшета к компьютеру обязательно надо установить его драйвер, который имеется на прилагаемом к планшету компакт-диске. После перезагрузки Windows планшет будет ею опознан, а зеленый светодиод, расположенный на планшете, начнет мигать с частотой примерно 2 раза в секунду. На рис. 7.28 показано окно **Свойство: Система**, где зарегистрирован графический планшет **Genius EasyPen** под именем **Genius Tablet**. Обратите внимание, что в семействе (категории) **Мышь** новое устройство не появляется.

Чтобы получить доступ к настройке планшета, найдите в окне **Панель управления** значок **Genius Tablet**.

Для настройки свойств планшета в окне **Genius Tablet Properties** (рис. 7.29) имеется пять вкладок. Во вкладке **Buttons** можно настроить реакцию кнопок электронного карандаша. Наилучший вариант, который установлен по умолчанию, это когда при нажатии кончиком карандаша на плоскость планшета система реагирует, как на щелчок левой кнопкой стандартной мыши. Ведете карандашом по поверхности планшета, а в графическом редакторе рисуется непрерывная линия. Вторая кнопка — это правая кнопка мыши, но, заметим, при работе с планшетом использовать ее неудобно.

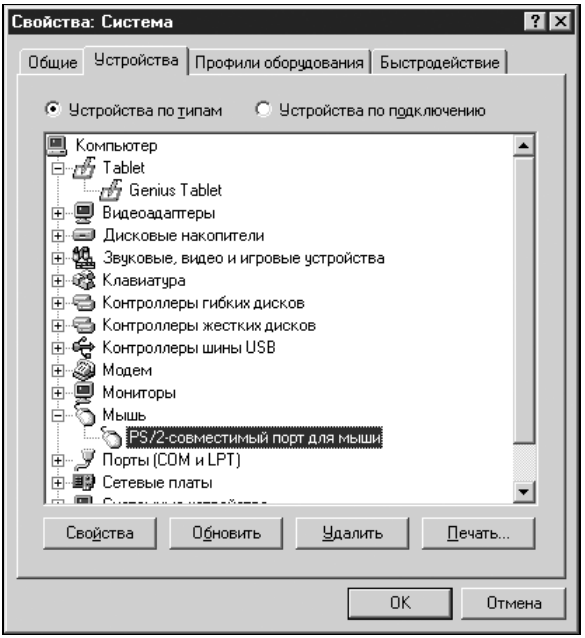


Рис. 7.28. Графический планшет Genius EasyPen, установленный в ОС Windows

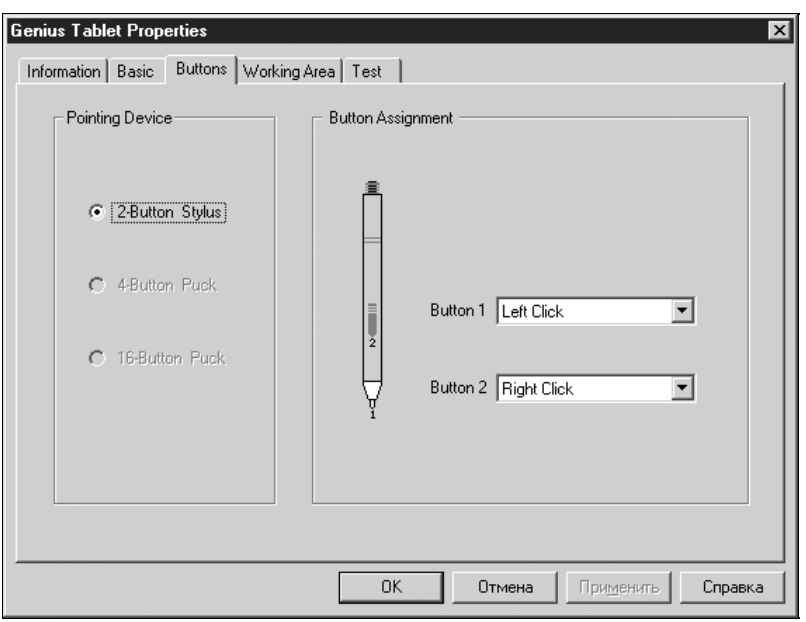


Рис. 7.29. Вкладка **Buttons** окна настройки свойств планшета Genius EasyPen

На вкладке **Basic** (рис. 7.30) окна настройки свойств планшета имеется доступ к параметрам планшета, которых не имеют обычные мыши. Наиболее любопытна область **Tracking Mode**, где можно переключить привязку координат на планшете — в режиме Absolute каждая точка планшета привязана к соответствующей точке экрана, а в режиме Relative — работа электронного пера полностью совпадает с режимами обычной мыши. Но можно отметить, что более практичен режим Absolute.

Проверка работоспособности планшета проводится на вкладке **Test**.

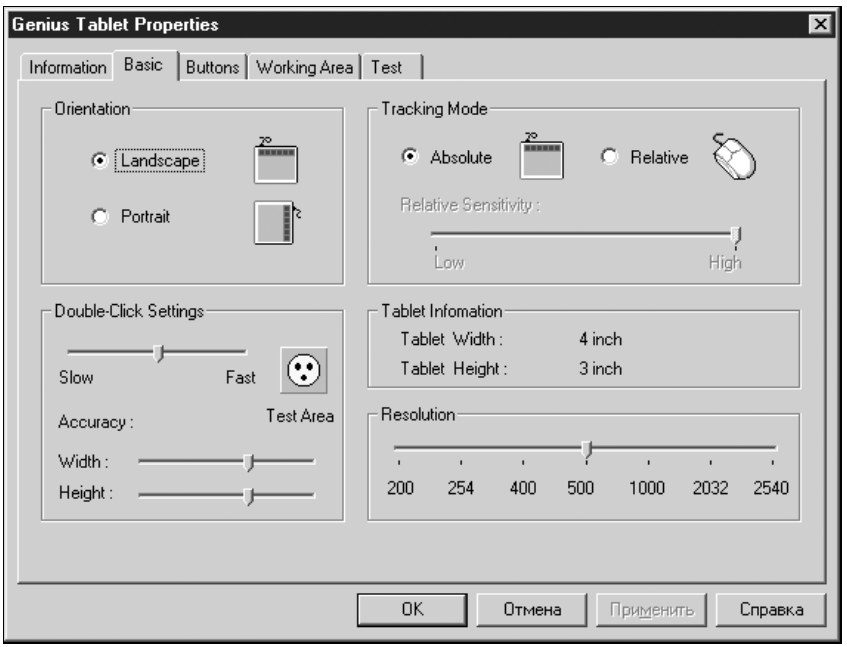


Рис. 7.30. Вкладка **Basic** окна настройки свойств планшета Genius EasyPen

Конструкция планшета

Так как планшеты являются еще редкими гостями на столах пользователей, то рассмотрим конструкцию Genius EasyPen чуть подробнее, тем более что она сильно отличается от всевозможных дорогостоящих сенсорных экранов.

Корпус планшета Genius EasyPen состоит из двух частей. Нижняя половина выполнена из металла, а верхняя, где находится рабочая зона, пластмассовая. Внутри располагается печатная плата с набором микросхем, расположенных по ее краям, а вся остальная площадь отведена под решетку антенн. Внешний вид печатной платы показан на рис. 7.31.

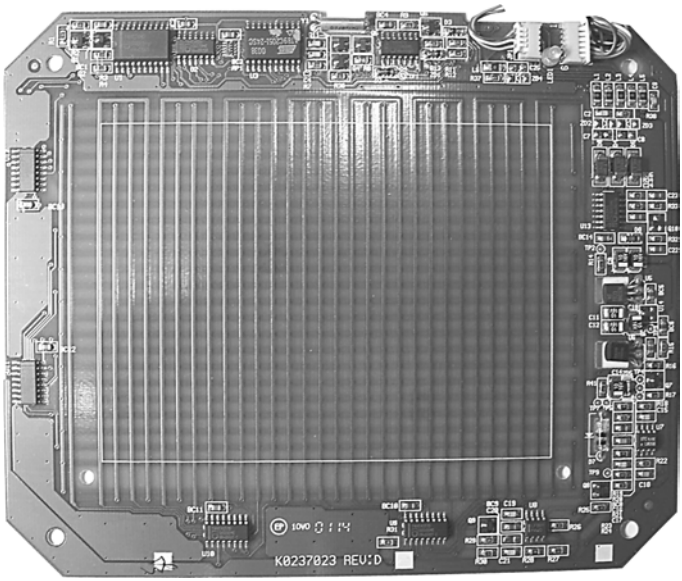


Рис. 7.31. Печатная плата планшета Genius EasyPen

Каждая антенна представляет собой один виток печатного проводника. С помощью микросхем серии 74HC в антенной решетке коммутируются элементарные антенны. Это примерно напоминает работу сотовой телефонной сети, где базовые станции постоянно отслеживают местоположение абонента, передавая его друг другу по мере перемещения человека по городу.

Соответственно, в электронном карандаше находится передающая антенна, которая выполнена в виде катушки с десятком витков провода. Принципиальная электрическая схема электронного карандаша приведена на рис. 7.32, где S1 и S2 — кнопки, а C1 и C2 — блокировочные конденсаторы для подавления помех. Внешний вид разобранного карандаша показан на рис. 7.33.

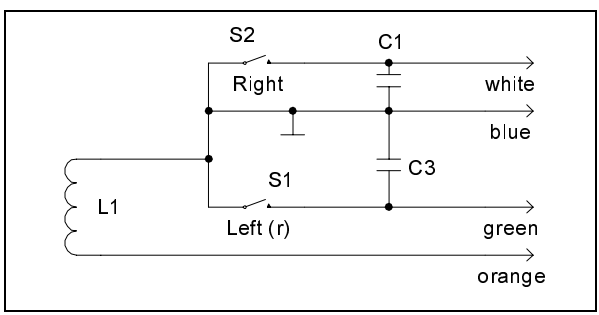


Рис. 7.32. Схема электронного карандаша планшета Genius EasyPen

Рис. 7.33. Электронный карандаш планшета Genius EasyPen

Так как в планшете Genius EasyPen используется электромагнитный принцип, то вполне понятно, почему электронный карандаш при приближении его на пару сантиметров к плоскости рабочей зоны планшета начинает воздействовать на курсор. Нажатие же кончиком электронного карандаша всего лишь приводит в действие микровыключатель, расположенный в его наконечнике. Отсюда следует вывод, что пленка, которой закрыта рабочая зона планшета, носит всего лишь декоративный характер, а не относится к конструкции сенсорного поля, как в других устройствах. Ее, при желании, можно заменить фотографией или распечаткой окна какой-либо программы.

В беспроводных электронный карандашах находится генератор импульсов и одна батарейка типа AAA (рис. 7.34).

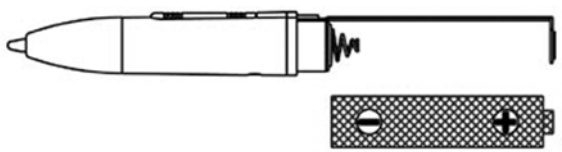


Рис. 7.34. Беспроводный электронный карандаш Genius

Джойстики

Одно из "древнейших" устройств ввода графической информации в персональный компьютерах — это *джойстик*. Созданные на заре компьютерной эры, джойстики позволяют реализовать аналоговый способ ввода информации в компьютер, причем компьютеру самому надо озадачиться способом преобразования сигналов от джойстика в байты, пригодные для "внутреннего" употребления.

На рис. 7.35 показаны наиболее популярные варианты конструкции джойстика. Независимо от количества кнопок, которые могут быть "натыканы" в самых разнообразных местах на корпусе джойстика, главный орган управления — это рукоятка. Рукоятка имеет две степени свободы — ее можно качать в любом направлении. При наклоне она вращает внутри корпуса джойстика два переменных резистора, меняющих свое сопротивление в за-

висимости от угла наклона рукоятки. На рукоятке установлены несколько кнопок, которым пользователь может назначить какие-либо функции для работы в конкретной программе. Так как обычно джойстик используется любителями компьютерных игр, то кнопки чаще всего управляют огнем пушек и пулеметов или переключателем скоростей у нарисованной машинки.

а

б

Рис. 7.35. Джойстики:
а — Genius Flight F22X; *б* — AVB GC-FBJ1 PEGASUS Force Feedback

В отличие от манипулятора "мышь", с помощью джойстика очень неудобно управлять курсором в офисных приложениях, т. к. трудно подвести его в нужную точку. Кроме того, являясь аналоговым устройством, джойстик постоянно требует юстировки своего положения, для чего используются два дополнительных переменных резистора, установленных на его корпусе.

Схема подключения переменных резисторов и кнопок джойстика для IBM PC совместимых компьютеров к игровому порту показана на рис. 7.36. Для подключения используется 15-контактный двухрядный разъем DB-15P (рис. 7.37).

Величина переменных резисторов в джойстике может быть от 100 до 470 кОм, но системная плата измеряет их текущую величину в диапазоне от 0 до 100 кОм. На резисторы джойстика подается напряжение +5 В. Блок измерения системной платы (примерно за 1 мс) определяет длительность импульса внутреннего генератора, которая зависит от величины сопротивления, по формуле:

$$T = 24{,}2 + 11 \times R,$$

где T измеряется в мкс, а R — в кОм.

Если использовать игровой порт, например, для измерения сигналов каких-либо датчиков, то следует знать, что точность, скорость и стабильность результатов преобразования невелика.

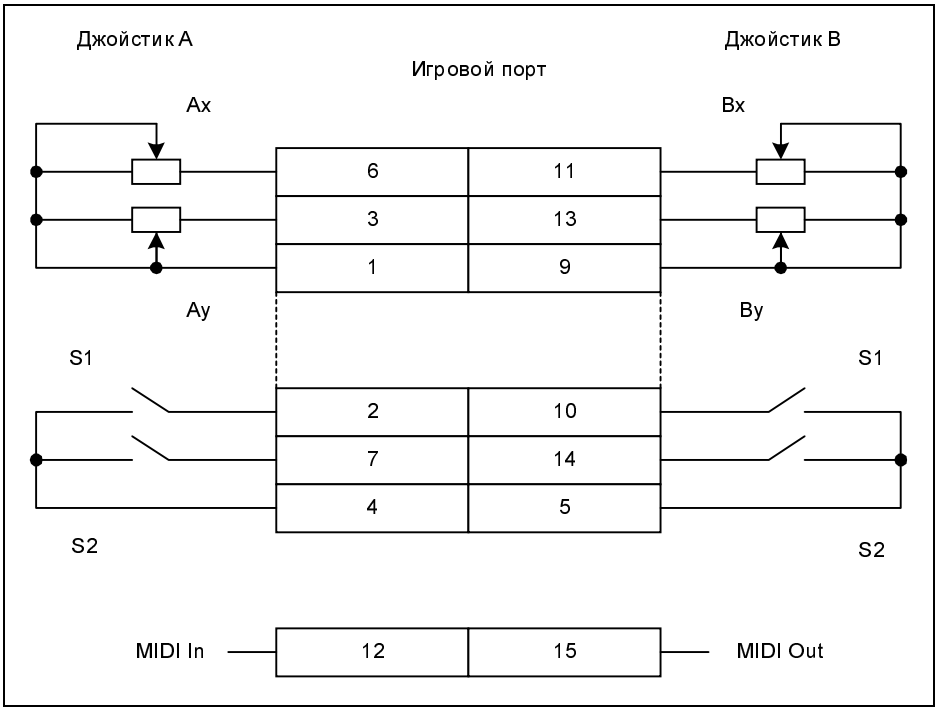


Рис. 7.36. Схема подключения датчиков джойстика к игровому порту

Рис. 7.37. Разъем DB-15P для подключения джойстика к игровому порту

Игровая клавиатура (GamePade)

Игровая клавиатура, или GamePade (рис. 7.38) предназначена исключительно для пользователей, которые очень серьезно подходят к своим результатам в компьютерных играх. Хотя, конечно, GamePade можно купить ребенку, чтобы сохранить целостность клавиатуры домашнего компьютера, что иногда весьма желательно.

Конструктивно GamePade выполняется в виде затейливого устройства с большим количеством кнопок, иногда до 12 штук, и двумя мини-джойстиками. Являясь развитием обычного джойстика, современный GamePade подключается к USB-порту и обрабатывает сигналы от джойстиков самостоятельно. Наиболее "продвинутые" игровые клавиатуры снабжаются обратной связью — в их корпус встраиваются вибраторы, которые сигнализируют, например, о нагрузке на "мотор" или о неровностях "дороги".

При подключении GamePade к компьютеру надо загрузить программное обеспечение, которое прилагается к нему на компакт-диске. После установки доступ к параметрам GamePade возможен, если щелкнуть на панели управления на пиктограмме **Игровые устройства**. Кроме того, ряд его параметров доступен как и у USB-мыши — величину потребляемого тока можно узнать, выбрав в окне **Свойства: Корневой разветвитель** в категории **Контроллеры шины USB** пункт **Корневой разветвитель для USB**, а сменить драйвер можно, если заглянуть в категорию **Устройства интерфейса с пользователем** в окне **Свойства: Система**.

Рис. 7.38. Игровая клавиатура FireStorm Dual Analog 2 Gamepad

В окне **Игровые устройства** (рис. 7.39) можно выбрать желаемое игровое устройство, просмотреть его свойства, а также установить новый или удалить старый GamePade. Для примера на рис. 7.40 показано окно проверки игровой клавиатуры FireStorm Dual Analog 2 Gamepad, у которого два аналоговых джойстика, 12 кнопок и многопозиционный переключатель.

Даже такое совершенное устройство, как FireStorm Dual Analog 2 Gamepad, использующее современную схемотехнику, требует калибровки своих джойстиков, как показано на рис. 7.41. Самое большое окошко слева предназначено для проверки и калибровки основного джойстика (оси 1 и 2), а для вспомогательного — прямоугольники (оси 3 и 4) в центре. Для полной калибровки надо правильно выполнить все действия, которые предлагаются в каждом последующем окне **Калибровка устройства**.

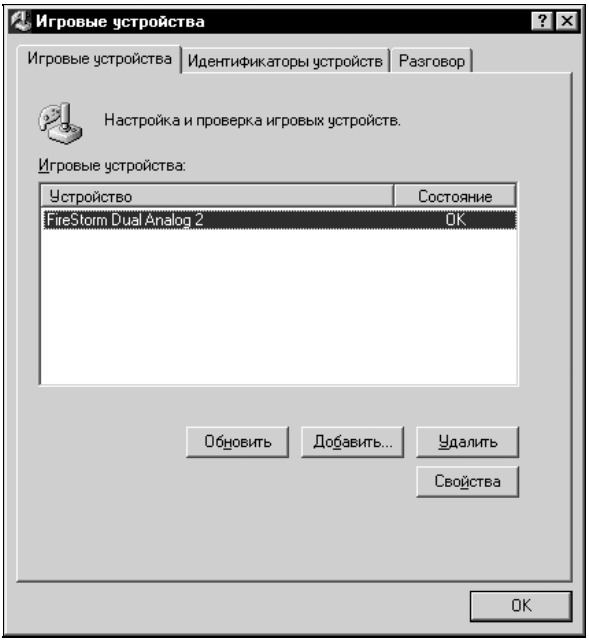


Рис. 7.39. Окно **Игровые устройства**

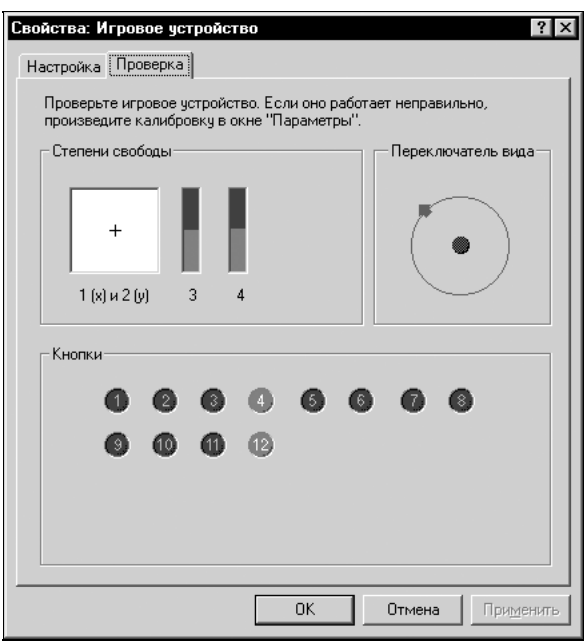


Рис. 7.40. Окно проверки игровой клавиатуры

Конкретная привязка кнопок для выполнения тех или иных функций производится уже в меню **Настройка** запущенной игры. Но следует отметить, что игровая клавиатура будет использоваться в игре только тогда, когда вы укажете при ее запуске, что используется джойстик или GamePade. В старых игрушках, например Heretic и т. п., у современной игровой клавиатуры будет задействован только один джойстик и пара кнопок.

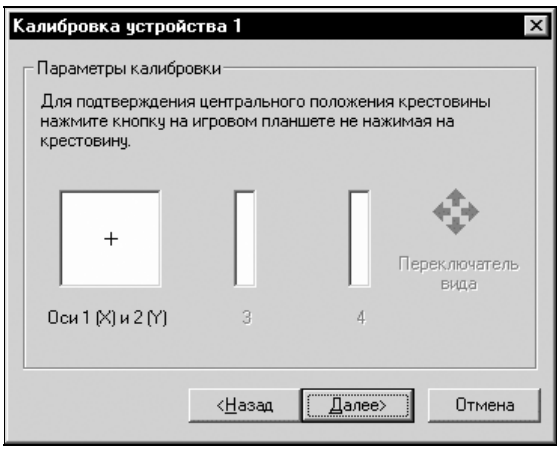


Рис. 7.41. Калибровка игровой клавиатуры

Рули

Вы, конечно, встречали в компьютерных магазинах красивые *рули* (рис. 7.42), рядом с которыми часто висит табличка: "Покрутить — 10 рублей".

а

б

Рис. 7.42. Рули:
а — AVB GC-FBW1 Force Feedback;
б — Logitech WingMan Formula Force Feedback

Такие интересные устройства — это наиболее "продвинутые" игровые клавиатуры, которые предназначены для автомобильных симуляторов. Часто они снабжаются ножными педалями, рычагами "скорости" и системами обратной связи, имитирующими управление машиной в реальных условиях. То есть все делается для повышения реалистичности управления и создания эффектов отдачи органов управления.

Рули могут питаться как от USB-интерфейса, так и от отдельного блока питания, подключаемого к сети. Также в них может быть установлен собственный процессор, как в компьютере. Например, в руле AVB GC-FBW1 Force Feedback использован процессор I-Force с тактовой частотой 24 МГц.

Глава 8

Интерфейсы

Одно из ключевых отличий персонального компьютера от игровой приставки и калькулятора заключается в том, что к нему можно подключать самые разнообразные внешние устройства. Это, например, могут быть устройства вывода информации — принтеры и плоттеры, ввода — модемы и видеокамеры. Можно соединить компьютер с локальной сетью и управлять станком ЧПУ, на котором отфрезеровать, скажем, печатную плату, которую перед этим разработали в программе PCAD. То есть компьютер — это универсальное вычислительное устройство, которое возможно использовать в различных областях человеческой деятельности.

Любые внешние устройства подключаются к компьютеру через *интерфейс* (Interface, сопряжение). Под термином "интерфейс" понимают совокупность механических, электрических и программных характеристик линий связи, которые позволяют соединить вместе и организовать обмен информацией между двумя объектами. Кстати, из этого определения ясно, что вполне правомерно использовать термин "интерфейс" в самых разнообразных случаях, например, интерфейсный разъем, интерфейсный кабель, интерфейсная программа и т. д.

Так как конструкции внешних устройств, да и разных типов компьютеров, сильно отличаются друг от друга, то для упрощения процесса подключения компьютера к внешним устройствам было разработано несколько стандартных интерфейсов. В мире IBM PC наиболее популярными оказались следующие внешние интерфейсы — *параллельный* интерфейс LPT, он же Centronics, *последовательные* интерфейсы RS-232 и USB, а также *сетевой* интерфейс Ethernet. В последнее время становятся популярными последовательный интерфейс FireWire и *инфракрасный* IrDa. Кроме того, на подходе новые стандарты, которые позволят значительно увеличить скорость обмена информацией.

Параллельный интерфейс

Один из наиболее древних интерфейсов в персональном компьютере — это параллельный интерфейс, или интерфейс принтера. Хотя за многие десятилетия он подвергался неоднократным доработкам, подключить принтер, ко-

торый использовался с компьютером IBM PC XT, к современному компьютеру вполне возможно, правда, поймет ли этот принтер самая последняя версия Windows, еще неизвестно.

Термин "параллельный интерфейс" означает, что данные от компьютера к принтеру передаются не побитно, а в виде машинных слов — байтов (8 битов). Для каждого разряда байта в кабеле интерфейса предназначен отдельный провод. Кроме того, параллельно данным передается различная служебная информация, например, о готовности принтера к работе или о том, что закончилась бумага.

Для параллельного интерфейса на корпусе компьютера установлен 25-контактный разъем DB-25S (рис. 8.1). Для подключения интерфейсного кабеля к принтеру используется 36-контактный разъем Centronics (рис. 8.2) с плоскими контактами. Длина простого принтерного кабеля не должна превосходить 5 м, а экранированного — 12 м. Максимальная скорость передачи данных по параллельному интерфейсу лежит в диапазоне от 120 до 200 Кбайт/с.

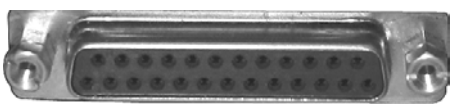


Рис. 8.1. Разъем параллельного интерфейса DB-25 на корпусе компьютера

Рис. 8.2. Разъем параллельного интерфейса Centronics на кабеле принтера

Первоначально стандарт на параллельный интерфейс предусматривал только передачу данных из компьютера в принтер, а также подключение только одного внешнего устройства. А поскольку пользователи часто устанавливают несколько принтеров, например струйный и игольчатый, то в этом случае для переключения интерфейса между принтерами используется обычный галетный переключатель на 25 групп, который монтируется в стальной коробке. Пример подключения двух принтеров к компьютеру показан на рис. 8.3.

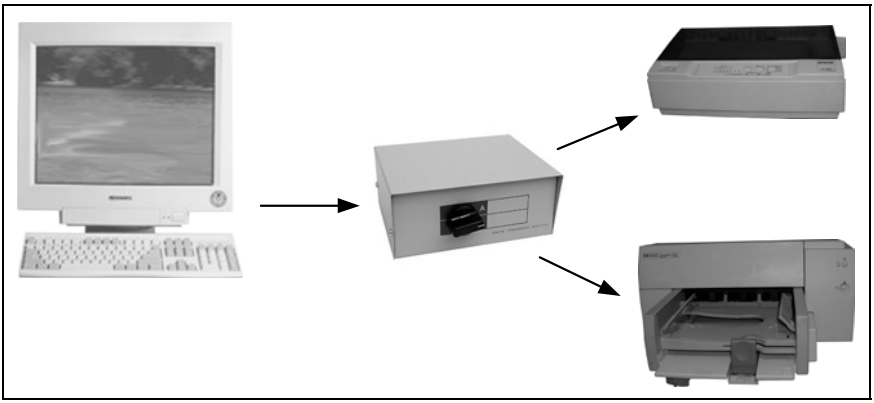


Рис. 8.3. Подключение двух принтеров к компьютеру

Сложность установки дополнительных разъемов на корпус персонального компьютера заставила разработчиков взяться за совершенствование параллельного интерфейса. В 1994 г. был принят стандарт IEEE 1284, который определил расширенные возможности параллельного порта. В современном компьютере параллельный порт теперь может работать в нескольких режимах — AT или SPP (Standart Parallel Port) — стандартный параллельный порт, EPP (Enhanced Parallel Port) — усовершенствованный параллельный порт и ECP (Extended Capability Port) — параллельный порт с расширенными возможностями.

Спецификация EPP была разработана фирмами Zenith и Xircom, чтобы использовать параллельный порт для двунаправленной передачи данных. Подключаемые устройства должны соответствовать стандарту EPP, а системная плата — обеспечивать двунаправленную передачу. Максимальная скорость передачи данных по этому стандарту достигает 2 Мбайт/с.

Кроме двунаправленной передачи данных между внешним устройством и процессором, стандарт EPP предусматривает возможность передавать блоки данных непосредственно между оперативной памятью и интерфейсом, не занимая ресурсов процессора. В таком режиме используется канал прямого доступа к памяти, который реализуется чипсетом системной платы.

Порт EPP полностью совместим со стандартным параллельным интерфейсом. Дополнительно он обладает возможностью подключать без использования каких-либо механических переключателей до 64 периферийных устройств, соединенных в цепочку.

Дальнейшим развитием параллельного интерфейса стала спецификация ECP, предложенная корпорациями Microsoft и HP, которая позволила организовать скоростную двунаправленную передачу данных, сжатых по методу RLE (Run Length Encoding). Для повышения производительности использу-

ется промежуточный FIFO-буфер емкостью 16 Кбайт. Количество подключаемых периферийных устройств увеличено до 128.

Несмотря на различия между стандартами параллельного порта, для подключения используются одни и те же разъемы. Режим работы переключается в настройках BIOS, где нужно выбрать между вариантами SPP, EPP и ECP. В настоящее время параллельный порт применяют для подключения различных видов принтеров, сканеров и внешних накопителей, например, приводов ZIP и внешних винчестеров. Также он применяется для соединения двух компьютеров друг с другом, для чего в операционной системе Windows есть стандартная программа связи Прямое кабельное соединение.

В качестве сервисной функции усовершенствованный параллельный порт поддерживает режим Plug and Play, что позволяет операционной системе получить регистрационную информацию от подключенного к нему устройства. Но при подключении старых игольчатых принтеров, которые не поддерживают этот режим, пользователю самому надо указать тип и модель принтера.

Сигналы параллельного интерфейса

У параллельного интерфейса, часто называемого Centronics, наиболее простой алгоритм передачи информации. На рис. 8.4 показана временная диаграмма протокола Centronics.

После подготовки процессором страницы для печати и обмена управляющими командами между принтером и процессором на линии D0—D7 (Данные) интерфейса Centronics выводится первый байт данных. После этого процессор переводит линию STROBE (Данные верны) в состояние логического 0, сообщая принтеру, что данные готовы для дальнейшей обработки принтером. Принтер, получив сигнал о достоверности данных, принимает их и после этого переводит линию ACKNLG (Данные приняты) в состояние логического 0. После получения данных принтером сигналы на линиях STROBE и ACKNLG возвращаются к первоначальному состоянию.

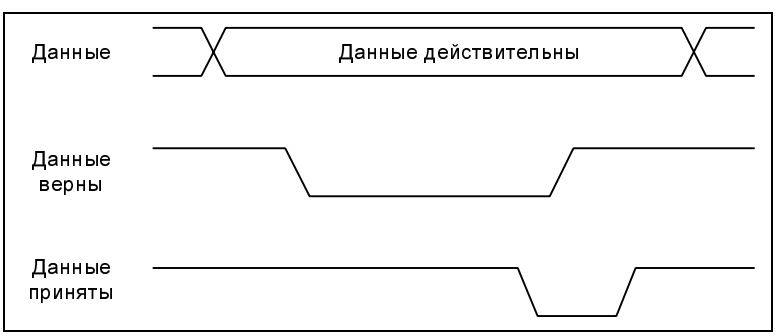


Рис. 8.4. Временная диаграмма передачи данных протокола Centronics

Кроме показанных на рис. 8.4 сигналов, интерфейс Centronics предусматривает еще несколько дополнительных линий, предназначенных для управления принтером:

- BUSY (Принтер не готов) — этот сигнал появляется, когда принтер не готов к приему данных, например, принтер обрабатывает ранее полученные команды;
- PAPER OUT (Конец бумаги) — когда в принтере кончается бумага, то принтер выставляет этот сигнал, информируя процессор о своей неготовности принимать данные;
- SELECT (Выбор) — на эту линию выводится сигнал состояния принтера On-line или Off-ine (управляется кнопкой на панели управления принтером), что позволяет процессору узнать, в каком состоянии принтер;
- AUTO FEED (Автоподача) — появление этого сигнала требует от принтера после получения сигнал на перевод каретки (CR) автоматически перевести и строку (LF). Данная функция нужна для совместимости принтера с различными операционными системами;
- ERROR (Ошибка) — сигнал на этой линии появляется при неисправности принтера;
- RESET (Сброс) — этим сигналом процессор заставляет принтер прекратить обработку любых данных и провести начальную инициализацию, например, очистку головок, перевод каретки в крайнее положение и т. д.;
- SELECT IN (Выбор режима) — подача процессором команды принтеру о переходе в режим On-line.

Назначение контактов в разъеме DB-25 приведено в табл. 8.1. В столбце "Направление передачи" комментируется назначение соответствующей линии для режима AT. Наличие напряжения +5 В на контактах 18 и 35 разъема Centronics, установленного на принтере, необязательно.

Таблица 8.1. *Сигналы параллельного интерфейса*

Номер контакта		Сигнал	Направление передачи*	Назначение
DB-25, 25 конт.	**Centronics, 36 конт.**			
1	1	STROBE	К—ПУ	Готовность данных
2	2	D0	Двунапр.	Данные, бит 0
3	3	D1	Двунапр.	Данные, бит 1
4	4	D2	Двунапр.	Данные, бит 2
5	5	D3	Двунапр.	Данные, бит 3

Таблица 8.1 *(окончание)*

Номер контакта		Сигнал	Направление передачи*	Назначение
DB-25, 25 конт.	**Centronics, 36 конт.**			
6	6	D4	Двунапр.	Данные, бит 4
7	7	D5	Двунапр.	Данные, бит 5
8	8	D6	Двунапр.	Данные, бит 6
9	9	D7	Двунапр.	Данные, бит 7
10	10	ACKNLG.	ПУ—К	Подтверждение приема
11	11	BUSY	ПУ—К	Принтер не готов
12	12	PAPER OUT	ПУ—К	Конец бумаги
13	13	SELECT	ПУ—К	On-line/Off-line ПУ
14	14	AUTO FEED	К—ПУ	Перевод каретки CR дополняется переводом строки LF
15	32	ERROR	ПУ—К	Ошибка
16	31	RESET, INIT	К—ПУ	Инициализация принтера
17	36	SELECT IN	К—ПУ	Принтер в режиме On-line
18	33	EXT. GND	ПУ—К	Внешняя земля
19-25	19-30	GND	—	"Сигнальная" земля
—	15, 16	GND	—	Масса
	17	GND	—	Экран кабеля
—	18	EXT. +5 V	ПУ—К	Внешние +5 В
—	34		—	Не используется
—	35	+5 V	—	+ 5 В

* К — компьютер, ПУ — периферийное устройство.

Распределение ресурсов параллельного интерфейса

Так как параллельный интерфейс в основном применяется для управления принтером, то его обозначают как LPT или PRN.

Операционные системы могут поддерживать до 4 принтеров (параллельных портов), но, в большинстве случаев, поддерживают не больше двух. Первый принтер (порт) всегда носит название LPT1, а второй — LPT2. Для этих двух принтеров в персональном компьютере зарезервированы номера аппаратных прерываний и базовые адреса ввода/вывода в соответствии с табл. 8.2. Во многих случаях операционные системы не используют аппаратные прерывания LPT-портов, что позволяет передать эти линии прерывания другим устройствам.

Таблица 8.2. *Программные ресурсы параллельного интерфейса*

Порт	Адрес I/O	Прерывание (IRQ)
LPT1	378h	7
LPT2	278h	5

Последовательный интерфейс RS-232

Последовательный интерфейс RS-232 появился в эпоху первых вычислительных машин, где применялся для связи между процессорным блоком и терминалами. В персональных компьютерах IBM PC этот интерфейс, а точнее упрощенная версия асинхронного последовательного интерфейса RS-232C, разработанная EIA (Electronic Industries Association), появился с самого начала и использовался для подключения самых разнообразных устройств — мышей, принтеров, плоттеров, а также для соединения компьютеров друг с другом. Так как интерфейс RS-232, используемый в персональных компьютерах, практически не менялся за прошедшие десятилетия, то в настоящее время он применяется почти исключительно для подключения мыши и модема. Кроме того, наметился процесс полного отказа от этого интерфейса в пользу других, более совершенных, например USB и FireWare.

Среди пользователей IBM PC совместимых компьютеров очень популярен термин "COM-порт", который используется для обозначения интерфейса RS-232. Также употребляется термин "Serial".

Для подключения устройств с интерфейсом RS-232 используют два типа разъемов — DB25 (рис. 8.5) и DB9 (рис. 8.6). Причем вариант с громоздким разъемом DB25, где большинство контактов не используется, практически на современных системных блоках не устанавливается. Назначение контактов в разъемах интерфейса RS-232 приведено в табл. 8.3.

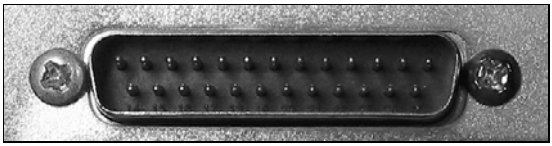


Рис. 8.5. Разъем DB25 последовательного интерфейса RS-232

Рис. 8.6. Разъем DB9 последовательного интерфейса RS-232

Таблица 8.3. *Сигналы последовательного интерфейса RS-232*

Номер контакта		Сигнал	Направление	Назначение
DB9	**DB25**			
1	8	DCD	Вход	Data Carrier Detected Определение несущей
2	3	RD	Вход	Receive Data Принимаемые данные
3	2	TD	Выход	Transmit Data Передаваемые данные
4	20	DTR	Выход	Data Terminal Ready Готовность терминала
5	7	SG	—	Signal Ground Сигнальное заземление
6	6	DSR	Вход	Data Set Ready Готовность к работе
7	4	RTS	Выход	Request To Send Запрос на передачу
8	5	CTS	Вход	Clear To Send Готовность к приему
9	22	RI	Вход	Ring Indicator Индикатор вызова

Применение нескольких вариантов кабелей для интерфейса RS-232 часто приводит к тому, что возникают сложности с подключением, когда разъемы кабеля не подходят для комплекта "компьютер—модем". Такая проблема может решиться покупкой переходника с 25 контактов на 9 (рис. 8.7). Но можно сделать переходник самостоятельно, его схема показана на рис. 8.8.

Рис. 8.7. Переходник для разъемов DB25 и DB9

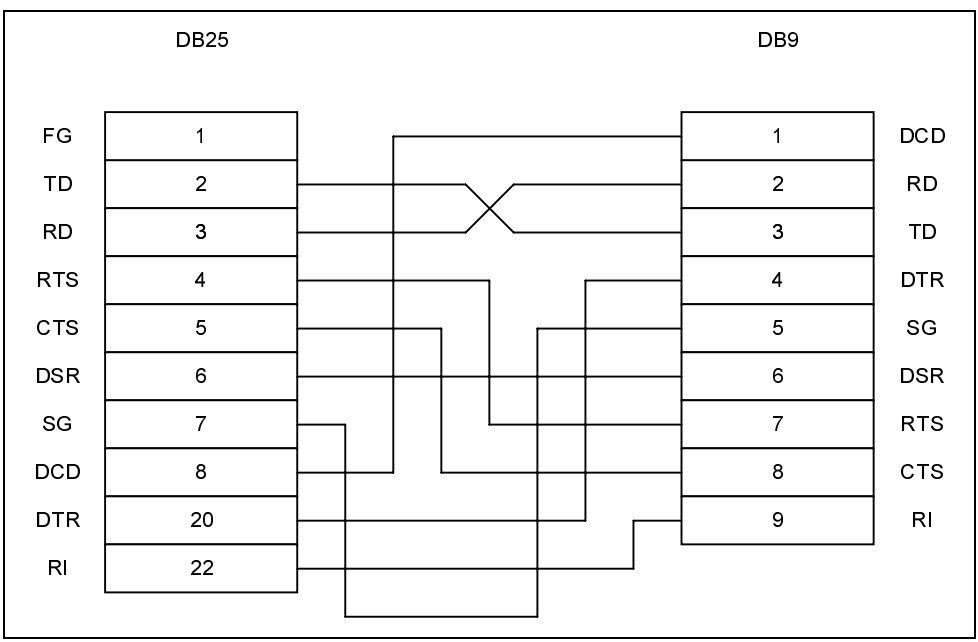


Рис. 8.8. Принципиальная электрическая схема переходника для разъемов DB25 и DB9

Сигналы интерфейса RS-232

По последовательному интерфейсу данные передаются по одному проводу, что означает передачу байта в виде последовательности отдельных битов (рис. 8.9). Для синхронизации битов в байте (группы битов) используются синхронизирующие биты — вначале идет стартовый бит, потом группа битов данных, которых может быть от 5 до 8, а заканчивает серию один или два стоповых бита.

Рис. 8.9. Передача информации по последовательному интерфейсу RS-232

Между данными и стоповыми битами может вставляться бит проверки четности, чтобы выявлять ошибки передачи. Правда, в мире IBM PC совместимых компьютеров контроль четности чаще всего не используется, т. к. этот метод позволяет обнаруживать только одиночные ошибки. Для контроля за достоверностью информации используются контрольные суммы, относящиеся к целой группе байтов — кадру или блоку, что выполняется программно или с использованием аппаратных средств того или иного устройства.

В названии интерфейса RS-232 есть слово "асинхронный", означающее, что байты могут передавать по линии в любое время. То есть приемное устройство постоянно слушает линию, проверяя — появился ли стартовый бит. Если стартовый бит есть, то начинается прием посылки, которая должна заканчиваться стоповыми битами. Отсутствие стоповых битов означает, что приемником был принят сигнал помехи.

Примечание

В первых персональных компьютерах для организации интерфейса RS-232 использовалась микросхема Intel 8250, на которой был реализован универсальный приемопередатчик UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter). Увы, при разработке этой микросхемы были допущены ошибки в алгоритме обработки сигналов, поэтому в дальнейшем появились более совершенные микросхемы 16450, 116550 и 16550a. Но т. к. разработчиками персональных компьютеров используется принцип совместимости новых компьютеров со старыми, то особенности первой микросхемы, а также исправленных вариантов, учитываются как чипсетом современных системных плат, на которых нет отдельной микросхемы UART, так и программным обеспечением. На рис. 8.10

показано окно **Дополнительная настройка порта**, где есть ссылка на совместимость со старыми аппаратными устройствами.

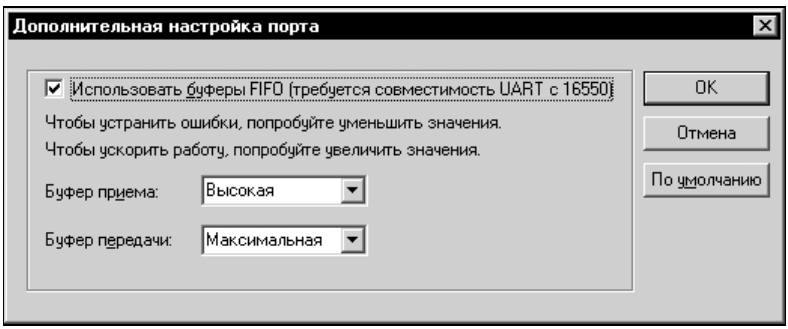


Рис. 8.10. Окно дополнительной настройки последовательного порта

Так как интерфейс RS-232 — двунаправленный, то для дуплексного обмена информацией между устройствами используются две линии: входная — RD (Принимаемые данные) и выходная — TD (Передаваемые данные). Согласно спецификации интерфейса RS-232, компьютер является терминальным устройством DTE (Data Terminal Equipment), а, например, модем — устройством связи DCE (Data Communication Equipment). В кабеле, который соединяет компьютер и модем, одноименные контакты соединены друг с другом, как показано на рис. 8.11.

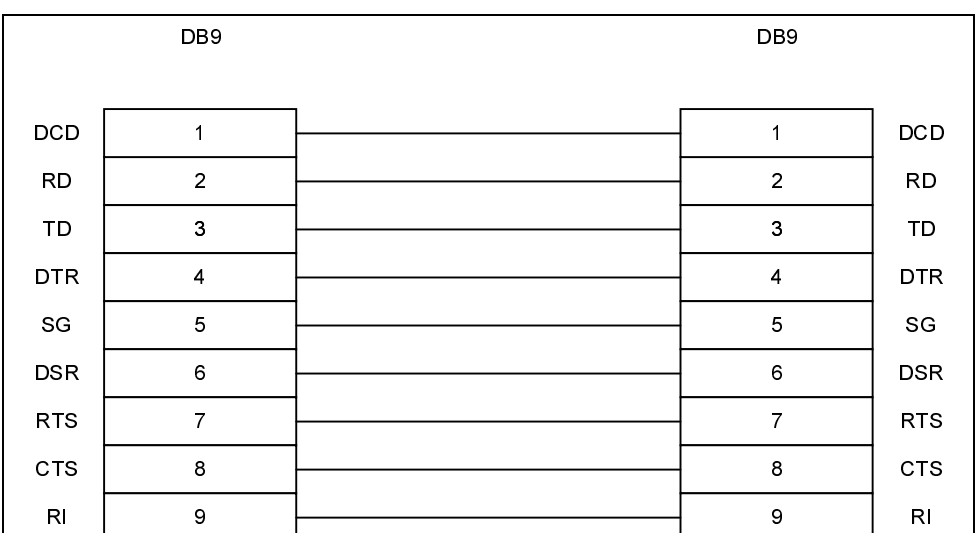


Рис. 8.11. Кабель для соединения компьютера (DTE) и модема (DCE)

Если нужно соединить вместе два компьютера (два устройства DTE), то линии должны быть перекрещены, т. к. устройства DTE используют линию TD для передачи и линию RD для приема, а устройства DCE применяют обратный порядок.

Спецификация интерфейса RS-232 позволяет использовать для соединения двух устройств кабель с двумя линиями, но, к сожалению, в этом случае скорость обмена информацией будет невелика. Для повышения производительности, кроме линий TD и RD, интерфейс RS-232 предусматривает дополнительные служебные сигналы для синхронизации передаваемых данных (см. табл. 8.3).

Использование линий синхронизации данных для устройств DTE и DCE, как и для линий TD и RD, не одинаково, т. е. сигналы DSR, DTR, DCD, CTS и RTS асимметричны. Поэтому при соединении двух компьютеров применяют специальный кабель, называемый *нуль-модем*. На рис. 8.12 и 8.13 показаны два варианта распайки нуль-модемов.

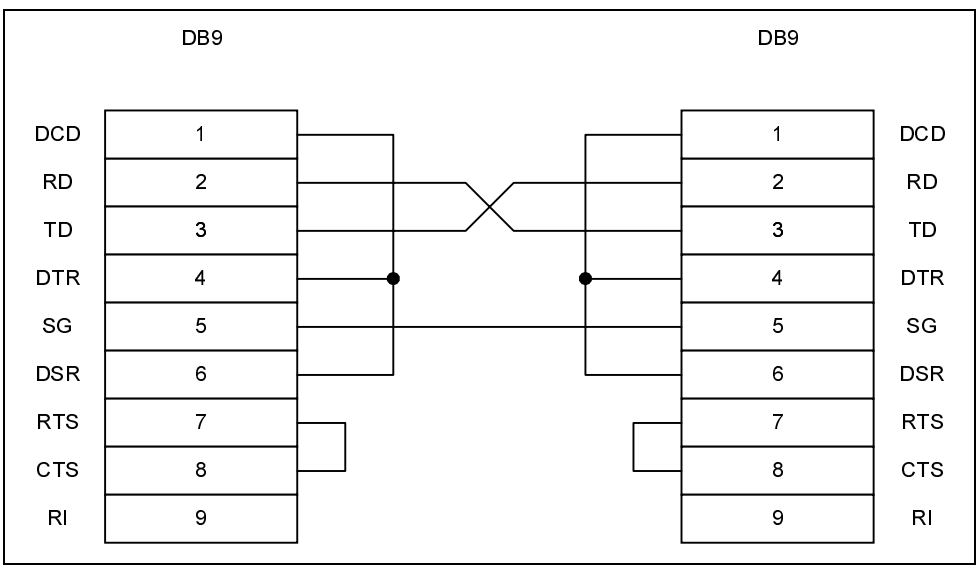


Рис. 8.12. Упрощенный вариант нуль-модема

Предупреждение

Соединяя вместе два компьютера, их сетевые кабели обязательно надо включать в один и тот же удлинитель или сетевой фильтр. Если вы вынуждены включать компьютеры в разные розетки, то убедитесь, что провод зануления надежно соединяет обе розетки. Подключение компьютеров к бытовым одно-

фазным розеткам приводит к появлению разных электрических потенциалов на корпусах компьютеров. При неудачном стечении обстоятельств такой способ подключения обычно приводит к выгоранию COM-портов компьютера.

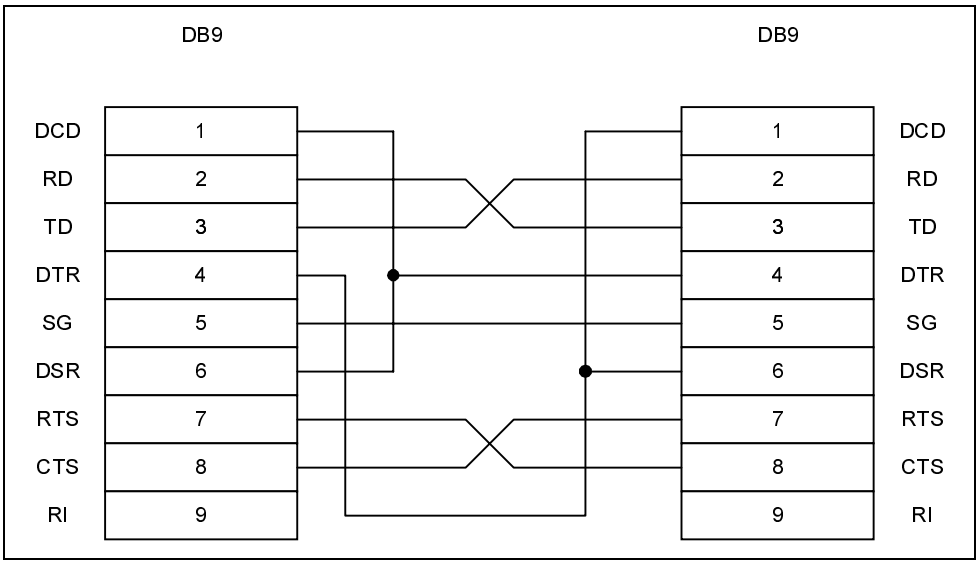


Рис. 8.13. Нуль-модем

Управление потоком данных

Для передачи данных по интерфейсу RS-232 применяют два типа соединения — полудуплексное, когда в каждый момент времени данные передаются только в одну сторону, и дуплексное. Кроме того, для управления потоком битов используется аппаратный и программный способы управления передачей данных. В первом случае задействованы все линии в интерфейсе, а во втором — только линии TD и RD. При программном способе управления используются байт-символы Xoff (13h), и Xon (11h), которые управляют передачей. Способ соединения определяется программно и зависит от типа подключенных устройств.

При полудуплексном соединении компьютер, когда хочет передать данные, должен подать сигнал RTS (Запрос для передачи). Модем, приняв запрос на передачу, при готовности принимать данные, должен ответить сигналом CTS (Готовность к приему). Только после обмена такими сообщениями компьютер начинает передавать данные до тех пор, пока модем не снимет сигнал CTS. При дуплексном соединении сигналы RTS и CTS имеют значение, противоположное тому, которое они имели в полудуплексном режиме.

Для иллюстрации процесса передачи данных через интерфейс RS-232 на рис. 8.14 приведен диалог между компьютером и модемом.

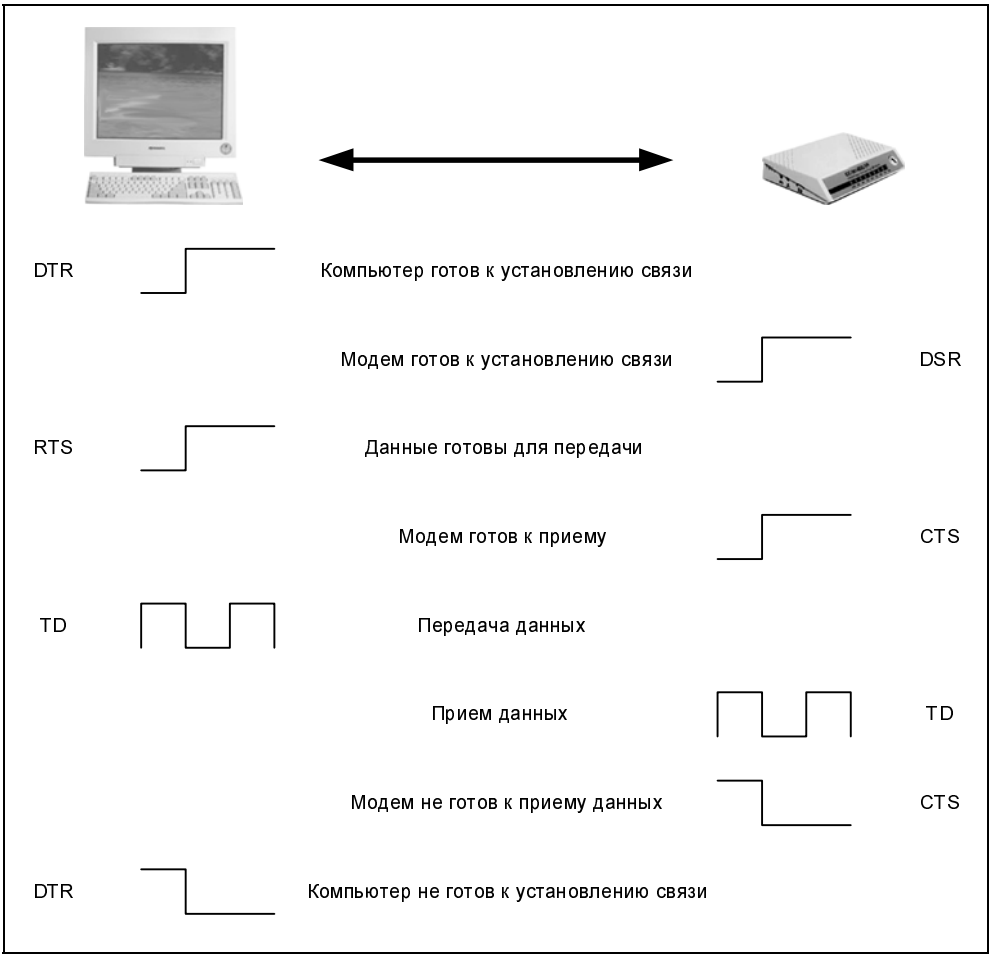


Рис. 8.14. Диалог между компьютером и модемом

В тех случаях, когда аппаратный способ управления потоком данных не используется, модем, готовый принимать информацию, посылает в линию символ Xon. Компьютер в ответ на него начинает передачу данных. Если модем по каким-либо причинам больше не может принимать данные, то он должен передать символ Xoff, останавливающий передачу данных компьютером. Программный способ управления передачей данных снижает производительность интерфейса RS-232.

Для настройки последовательных портов в операционной системе Windows на вкладке **Настройка порта** (рис. 8.15) окна **Свойства: Последовательный порт (COM*n*)** можно установить желаемый способ работы интерфейса RS-232. Доступ к этому окну возможен как из окна **Панель управления**, так и из программ, использующих последовательный порт. Правда, не рекомендуется изменять установленные по умолчанию свойства последовательного порта, за исключением изменения его скорости, т. к. все программное обеспечение использует вариант, когда данные передаются по 8 бит, задействован всего один стоповый бит и нет контроля четности. Для управления потоком почти всегда применяется аппаратный способ, а не Xon/Xoff.

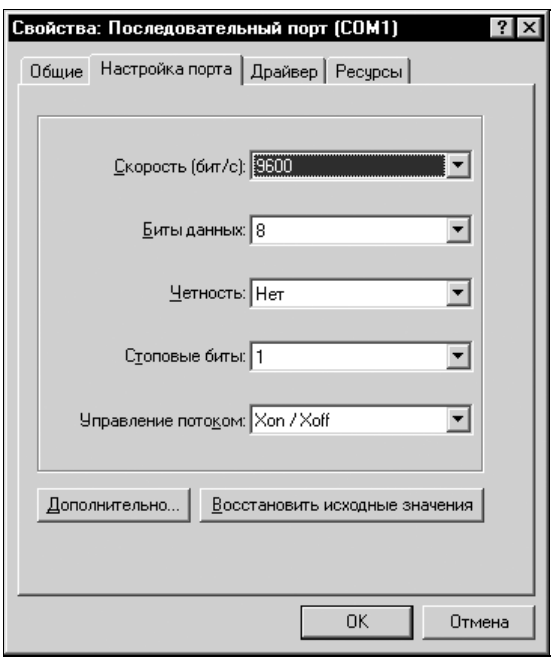


Рис. 8.15. Управление параметрами последовательного порта

Распределение ресурсов интерфейса RS-232

Операционная система Windows поддерживает четыре последовательных порта от COM1 до COM4. Но на системной плате всегда аппаратно реализованы только два COM-порта (в современных чипсетах COM-порты программно эмулируются). Если пользователь не изменил положения джамперов или настройки BIOS, то стандартное название портов — COM1 и COM2.

В табл. 8.4 приведены значения зарезервированных номеров аппаратных прерываний и базовых адресов ввода/вывода.

Таблица 8.4. *Программные ресурсы последовательного интерфейса RS232*

Порт	Адрес I/O	Прерывание (IRQ)
COM1	3F8h	4
COM2	2F8h	3
COM3	3F8h	4
COM4	2F8h	3

На рис. 8.16 показана вкладка **Ресурсы** окна **Свойства: Последовательный порт (COM*n*)**, где можно изменить номер прерывания и диапазон адресов ввода/вывода порта. Заметим, что при возникновении конфликтов лучше изменять эти параметры в BIOS, где больше возможностей по изменению конфигурации COM-портов.

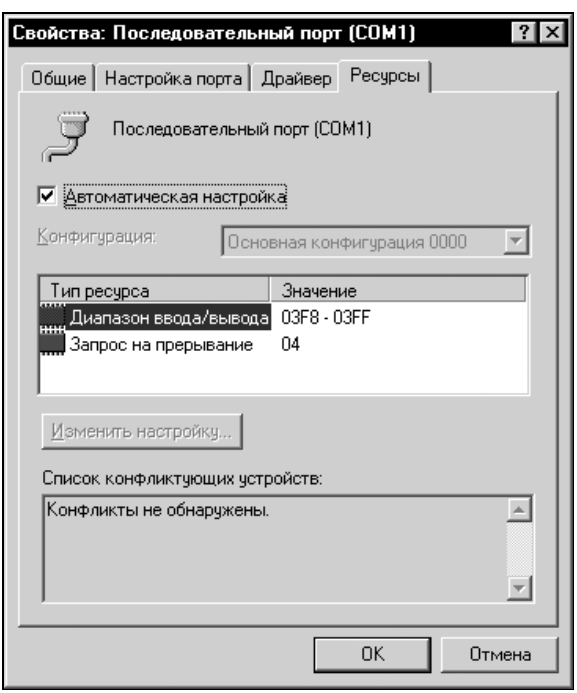


Рис. 8.16. Ресурсы последовательного порта

Почти все современные периферийные устройства, подключаемые к последовательному порту, поддерживают режим Plug and Play, что позволяет операционной системе обнаружить подключенное устройство и получить от него регистрационную информацию. При подключении, например, старых модемов операционная система не всегда может правильно определить тип подключенного устройства.

Совет

Проверить работоспособность COM-порта можно двумя способами. Самый простой — это подключить мышь к тому COM-порту, который вы хотите использовать для подключения модема, и убедиться, что мышь правильно работает в Windows. Но удобнее всего сделать заглушку (рис. 8.17) для COM-порта и протестировать его, например, с помощью программы CheckIt.

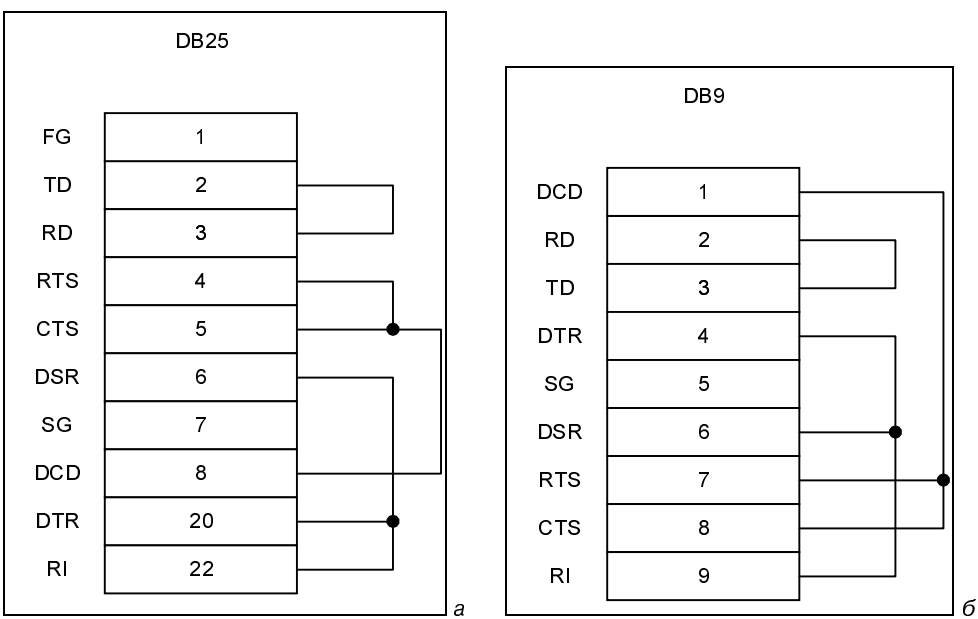


Рис. 8.17. Заглушки для COM-порта

Скорость последовательного интерфейса RS-232

При применении последовательного интерфейса RS-232 для измерения скорости передачи информации используют величину *биты в секунду* (bits per second, bps). В качестве стандартных скоростей обмена данными при асинхронном режиме работы последовательного порта принят следующий ряд:

50, 75, 110, 150, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19 200, 38 400, 57 600 и 115 200 бит/с. Заметим, что эти величины относятся к эффективной скорости передачи, т. е. скорость определяется без учета служебных битов — стартовых, стоповых и четности.

Длительное время скорость последовательного порта выше 115 200 бит/с не поддерживалась ни операционными системами, ни аппаратными средствами. Но более совершенная технология изготовления современных чипсетов системных плат позволяет получить скорость обмена данными свыше 1 Мбит/с. Так как операционная система Windows "не знает", что COM-порт может работать на скорости выше 115 200 бит/с, то при использовании, например, модемов с протоколами V.90 и V.92 желательно установить дополнительный драйвер для поддержки скоростей 230 400 и 460 800 бит/с.

Скорость передачи информации по интерфейсу RS-232 во многом зависит от длины соединительного кабеля и того, как он проложен относительно проводов электропитания. От этих двух факторов зависит количество ошибок, которые появляются из-за наводки электромагнитными полями. По стандарту RS-232 длина соединительного кабеля не должна превышать 15,24 м. Для справки в табл. 8.5 приведено соотношение между длиной соединительного кабеля и возможной скоростью передачи по интерфейсу.

Таблица 8.5. *Соотношение между скоростью передачи данных по RS-232 и длиной кабеля*

Скорость передачи, бод	Максимальная длина экранированного кабеля, м	Максимальная длина неэкранированного кабеля, м
2400	304	152
4800	304	76
9600	76	76

Электрические параметры интерфейса RS-232

В отличие от всех остальных сигнальных линий в компьютерах, где используются напряжения от +5 В до 0, в интерфейсе RS-232 уровни напряжения сигнала могут лежать в диапазоне от −15 В до +15 В. Логическая единица определена как напряжение от +3 до +15 В, а логический ноль — от −3 до −15 В. Неопределенное значение относится к промежутку между −3 и +3 В. Отметим, что напряжения +12 В и, в особенности, −12 В для блока питания определились из необходимости использования интерфейса RS-232.

Последовательный порт в IBM PC мог выдерживать ток короткого замыкания на землю до 20 мА, т. к. был ограничен буферной микросхемой TTL-

логики. У ряда системных плат этот ток несколько меньше, что приводит к снижению напряжения логических уровней и неработоспособности ряда подключаемых устройств.

Электрические особенности последовательного порта IBM PC совместимых компьютеров позволили питать двуполярным напряжением маломощные внешние устройства непосредственно от линий интерфейса. В частности, манипуляторы "мышь" получают питание от линии TD.

Последовательный интерфейс в IBM PC совместимых компьютерах не имеет гальванической развязки, поэтому для подключения внешних устройств с мощными блоками питания требуется изолировать линии интерфейса с помощью оптронов. В качестве источника тока для оптронов можно использовать линии интерфейса. В частности, такой способ применяется для согласования COM-порта с интерфейсом "токовая петля", являющимся распространенным вариантом интерфейса RS-232.

Интерфейс USB

Кто хоть раз подключал принтер к параллельному порту или модем к последовательному, помнит, сколько мучений доставляет поиск среди множества разъемов на корпусе компьютера нужного порта. 9-контактный COM-порт легко перепутать с видеовыходом для мониторов MDA и EGA , а 25-контактный COM-порт с параллельным портом (вставить не вставишь, но задуматься придется). Кроме того, среди путаницы кабелей, подходящих компьютеру, надо закрутить тугие крепежные винты, стягивающие громоздкие вилку и розетку.

Для преодоления недостатков старых интерфейсов IBM PC в январе 1996 г. появилась спецификация нового универсального последовательного интерфейса USB (Universal Serial Bus, универсальная последовательная шина). Эта спецификация описывала интерфейс USB версии 1.0. В дальнейшем появилась версия 1.1, которой пользуются в настоящее время, и версия 2.0, известная под названием Hi-Speed USB, позволяющая передавать данные со скоростью до 480 Мбит/с.

Интерфейс USB позиционируется как дешевое и универсальное средство для сопряжения внешних периферийных устройств с компьютером, допускающее скорость обмена информацией до 12 Мбит/с или до 1,5 Мбайт/с. Для подключения устройств используются два основных типа разъемов, имеющих различное назначение. Для подключения к компьютеру или хабу (Hub) предназначен разъем, показанный на рис. 8.18, *а*. Внешние устройства подключаются с помощью разъема уменьшенных размеров (рис. 8.18, *б*). Для подключения малогабаритных устройств предназначен разъем уменьшенных габаритов (рис. 8.18, *в*).

а *б* *в*

Рис. 8.18. Разъемы кабеля USB:
а — для подключения к компьютеру;
б — для подключения к периферийным устройствам;
в — малогабаритный разъем для подключения периферийных устройств

На корпусе компьютера или хаба устанавливается по две розетки, которые чаще всего группируются в блок для подключения двух внешних устройств (рис. 8.19). Для маркировки интерфейса USB предназначена пиктограмма , которая используется и в программном обеспечении.

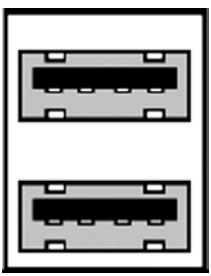


Рис. 8.19. Розетки для подключения интерфейса USB

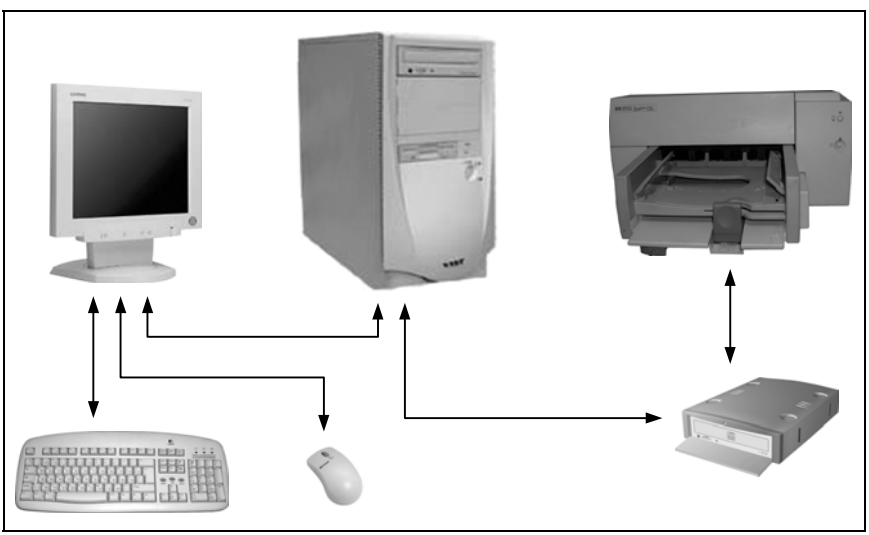


Рис. 8.20. Подключение к интерфейсу USB

К интерфейсу USB можно подключать до 127 самых разнообразных устройств, обладающих различными скоростями обмена информацией, от клавиатуры до скоростного внешнего винчестера. Простота подключения обеспечивается топологией многоярусной звезды (рис. 8.20), где в центре находится компьютер, а внешние устройства подключаются непосредственно к нему или через другие периферийные устройства.

Сигналы интерфейса USB

Интерфейс USB характеризуется тем, что его архитектура напоминает собой локальную сеть, где все узлы являются хабами — кабельными концентраторами, к которым возможно подключить следующий хаб. То есть например, через монитор или клавиатуру можно подключить принтер или CD-ROM. На системном блоке установлен центральный хаб, чаще всего имеющий два порта, к которому пользователь вправе подключить либо любое внешнее устройство с интерфейсом USB, либо вход другого хаба, который может быть либо встроен в принтер или монитор, либо выполнен в виде отдельной конструкции.

Для интерфейса USB используют четырехжильный кабель, в котором два провода обеспечивают питание маломощных внешних устройств, а два, представляющих скрученную пару, являются информационной линией. Назначение выводов разъема интерфейса USB приведено в табл. 8.6.

Таблица 8.6. *Назначение выводов разъема интерфейса USB*

Контакт	Назначение	Контакт	Назначение
1	+ 5 В	3	+ Data
2	– Data	4	Земля

Спецификация интерфейса USB предусматривает, что любое внешнее устройство может потреблять ток до 100 мА (точнее, объявлять, что оно желает потреблять определенную величину). Если устройство заявит, что потребляемая мощность больше, то оно не будет зарегистрировано, т. е. ему не будет выделен интерфейсный адрес, а это не позволит периферийному устройству пользоваться возможностями интерфейса. К хабу допускается подключить несколько устройств, которые могут потреблять суммарный ток не более 500 мА.

Конструкция USB-разъемов такова, что при подсоединении вилки кабеля к розетке хаба первыми соединяются два контакта, которые отвечают за питание внешних устройств, а уже потом информационные контакты. Такая по-

следовательность обеспечивает защиту информационных линий от электрических перегрузок.

В операционной системе Windows параметры USB-интерфейса доступны на вкладке **Устройства** окна **Свойства: Система** (рис. 8.21). Информацию о параметрах питания подключаемых устройств можно узнать, если выделить категорию **Корневой разветвитель для USB** и щелкнуть мышью на кнопке **Свойства**. На вкладке **Питание** окна **Свойства: Корневой разветвитель для USB** находится кнопка **Параметры питания** (рис. 8.22), которая открывает окно **Питание** (рис. 8.23), где приведены сведения о хабе (концентраторе), установленном на системной плате.

Интерфейс USB поддерживает режим Plug and Play для подключаемых устройств.

В операционной системе Windows для интерфейса USB отведено аппаратное прерывание 10 (рис. 8.24). Но чтобы можно было пользоваться интерфейсом USB, в настройках BIOS должно быть разрешено использование функций USB.

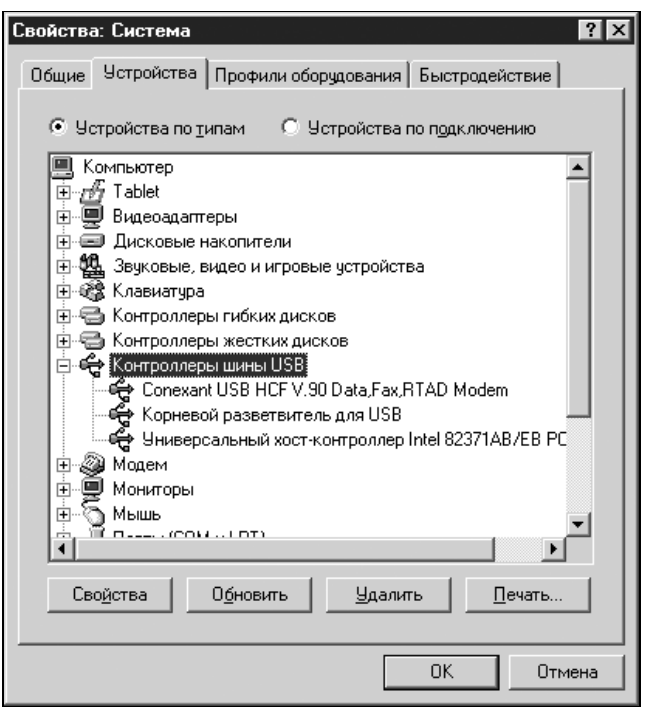


Рис. 8.21. Категория **Контролеры шины USB** в окне **Свойства: Система**

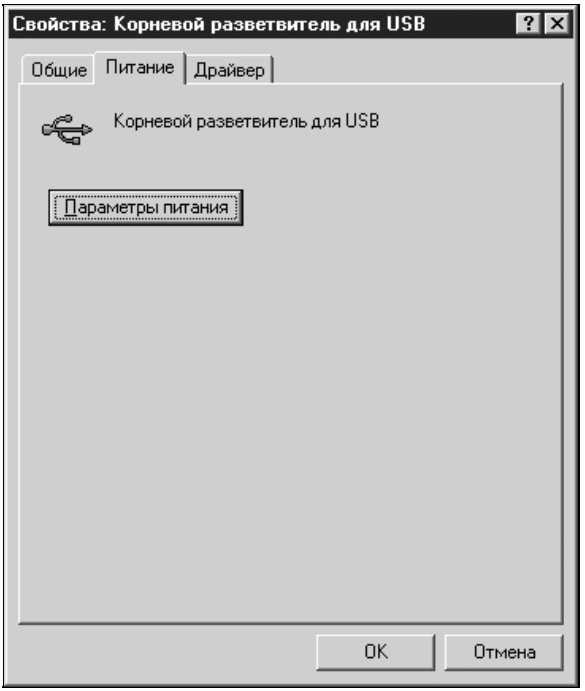


Рис. 8.22. Вкладка **Питание** окна **Свойства: Корневой разветвитель для USB**

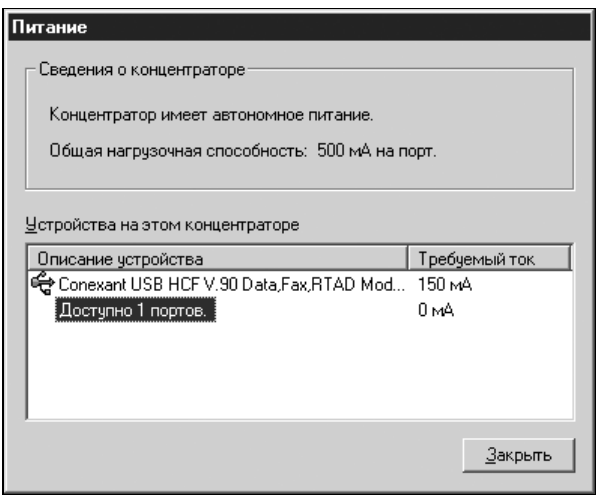


Рис. 8.23. Сведения о концентраторе

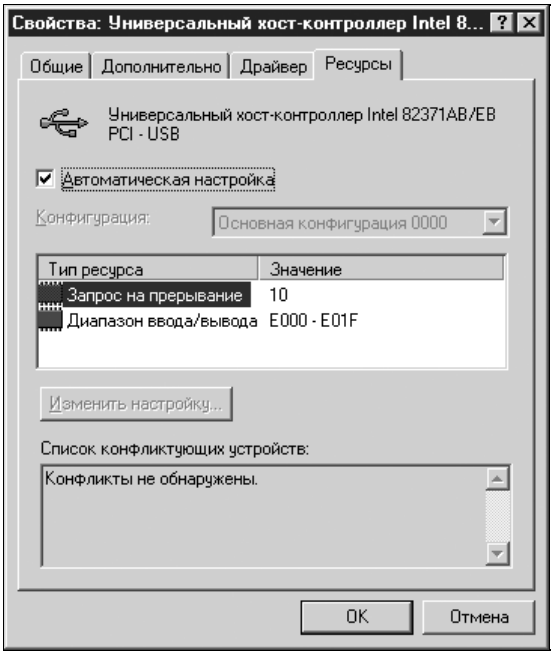


Рис. 8.24. Ресурсы интерфейса USB в операционной системе Windows

Проблемы USB

Традиции и нежелание пользователей отказываться от старых периферийных устройств до сих пор вынуждают производителей компьютеров сохранять в составе современного компьютера старинные интерфейсы. Только в 2002 г. появились системные платы, на которых нет ни параллельного, ни последовательного портов. Вместо них остались только с десяток разъемов для интерфейсов USB и FireWare. На рис. 8.25 приведен вариант такой системной платы, на которой установлены шесть разъемов для USB-портов, из которых два поддерживают спецификацию USB 2.0. Заметьте, что на системных платах, кроме портов для подключения внешних USB-устройств, устанавливаются переходные разъемы (рис. 8.26) для подключения дополнительных портов, которые обычно выводятся на лицевую панель компьютера.

Вообще, история внедрения интерфейса USB весьма плачевна. Появившаяся давно спецификация на этот интерфейс заставила производителей системных плат еще для простых процессоров Pentium добавлять поддержку двух портов USB. Вот только заглушек с разъемами для подключения USB-устройств на большинстве компьютеров форм-фактора AT не обнаружить. К тому же, пользователь, который хотел воспользоваться USB-интерфейсом, с любопытством

узнавал, что переходник (рис. 8.27) для выведения USB-порта на корпус компьютера — редкая вещь. Далее выяснялось, что производители системных плат устанавливали на них разъемы для подключения USB-портов самых разнообразных стандартов (двух- и однорядные, с разной разводкой), а неправильное подключение грозило выгоранием системной платы.

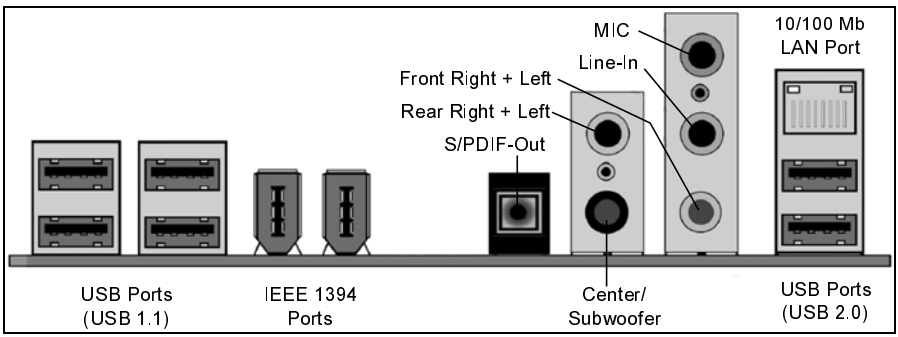


Рис. 8.25. Интерфейсные разъемы на системной плате

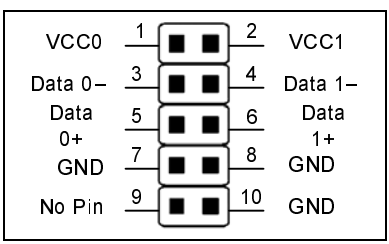


Рис. 8.26. Назначение контактов разъема для подключения дополнительных USB-портов

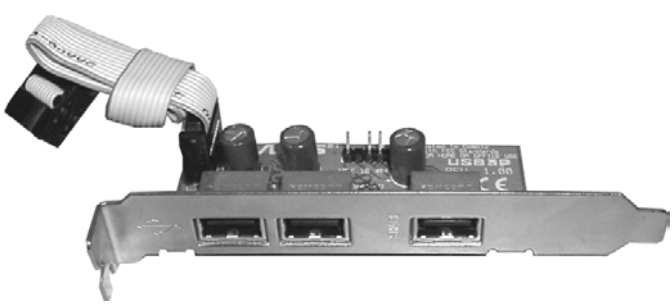


Рис. 8.27. Переходник для USB-портов

При появлении компьютеров с форм-фактором ATX казалось, что дело широкого внедрения нового интерфейса не за горами. Ведь теперь на систем-

ной плате непосредственно устанавливалось два разъема для подключения USB-устройств. Но слишком мало было устройств, которые имели новый интерфейс, т. к. пользователи не спешили выбрасывать на свалку вполне приличные модемы и принтеры.

Усилия крупнейших компьютерных фирм по продвижению USB особого успеха не приносили, а все пожелания в виде спецификаций на будущие компьютеры так и оставались пожеланиями. Конечно, согласно требованиям спецификаций PC2002, для подключения периферии должны использоваться исключительно порты типа USB и FireWire, но, во-первых, она не является документом прямого действия, а во-вторых, скорее всего пользователи в который раз проголосуют кошельком в пользу более дешевых вариантов. Заметим, что уже налажен выпуск адаптеров USB-PS/2, чтобы сохранить устарелые, но более дешевые устройства.

Видимо, дело сдвинулось с мертвой точки только тогда, когда стали массово производиться сканеры с USB-интерфейсом, что было принято пользователями с восторгом. Тут сыграл фактор нехватки обычных портов, т. к. приходилось подключать сканер либо вместо принтера, либо устанавливать SCSI-интерфейс. Также внедрению USB-интерфейса способствовало распространение цифровых камер.

Только после успеха сканеров с USB-интерфейсом пользователи стали покупать новые мыши и модемы. Правда, обнаружились и неприятные стороны нового интерфейса. Оказалось, что он не такой уж и быстрый, как хотелось бы. А при установке операционных систем Windows и Linux выяснилось, что все USB-устройства надо отключать, чтобы правильно установились драйверы USB (для старых интерфейсов такой операции просто не требовалось). Дополнительно, почти для всех системных плат после установки операционной системы требовалась отдельная установка драйверов USB.

Как говорится, и плюсы и минусы налицо. Но все же, если немного попривыкнуть, удобство и простота подключения USB-устройств через некоторое время начинает нравиться. Особенно, когда можно без проблем отсоединить модем или цифровую камеру от одного компьютера и подсоединить к другому без выключения питания и многократной перезагрузки компьютера. К тому же, в последнее время становится популярным метод построения локальной сети с использованием интерфейса USB.

Примечание

Для тех, кто хочет узнать, поддерживает интерфейс USB его старый компьютер или заинтересуется новым стандартом USB 2.0, можно порекомендовать заглянуть на сайт по адресу **http://www.usb.org**. Например там сказано, что если компьютер изготовлен до 1997 г., то он, скорее всего, не поддерживает интерфейс USB. Если дата его рождения 1997 г., вполне вероятно, в нем имеется поддержка USB. Компьютеры, изготовленные после 1998 г., почти обязательно должны иметь интерфейс USB.

Интерфейс FireWire

Очень похожими на интерфейс USB возможностями обладает еще один стандарт на подключение периферии к персональному компьютеру. Этот интерфейс с красивым названием FireWire (огненный провод) стал популярен благодаря стараниям компании Apple, которая применяет его в своих компьютерах Macintosh и др.

В 1995 г. появился официальный стандарт на высокопроизводительную последовательную шину (High Performance Serial Bus), являющуюся реализацией FireWire для персональных компьютеров линейки IBM PC, который получил наименование IEEE 1394. Последние пару лет порты для подключения устройств с таким интерфейсом появились на наиболее современных системных платах.

Максимальная скорость передачи данных по интерфейсу IEEE 1394 достигает 400 Мбит/с или 50 Мбайт/с. Количество устройств, подключаемых к одному порту, — 63.

Так как организация и назначение интерфейсов USB и IEEE 1394 очень близки друг другу, то и внешне порты и кабели обоих интерфейсов неискушенный пользователь легко может перепутать. Основное внешнее отличие заключается в том, что интерфейс IEEE 1394 предусматривает использование 6 проводов в кабеле (конечно, протокол обмена и архитектура не совместимы друг с другом). Правда, для подключения устройств, которым не требуется питание от интерфейса IEEE 1394, используется разъем с 4 контактами.

На рис. 8.28 показаны разъемы интерфейса IEEE 1394, а на рис. 8.29 приведено назначение контактов разъема, который устанавливается на системной плате для подключения дополнительных портов IEEE 1394.

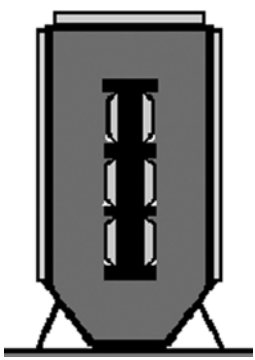


Рис. 8.28. Разъемы интерфейса IEEE 1394

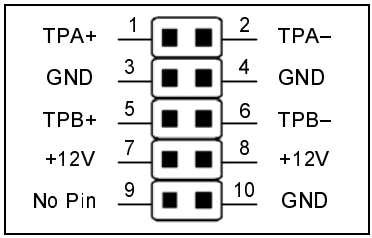


Рис. 8.29. Назначение контактов разъема для подключения портов интерфейса IEEE 1394

Для пользователей персональных компьютеров следует заметить, что интерфейс IEEE 1394 не позиционируется как конкурент для USB. Его назначение — это связь высокопроизводительных периферийных устройств с компьютером. Например, для организации двух каналов живого видео или подключения высокоскоростных внешних накопителей данных.

Интерфейс SCSI

С интерфейсом SCSI (Small Computer System Interface), произносится как "скази", пользователь персонального компьютера может столкнуться, в основном, в двух случаях — при подключении сканеров и винчестеров. Остальные варианты у рядовых пользователей встречаются крайне редко, т. к. стоимость устройств со SCSI-интерфейсом в 1,5—2 раза выше аналогичных, но имеющих более "простые" интерфейсы.

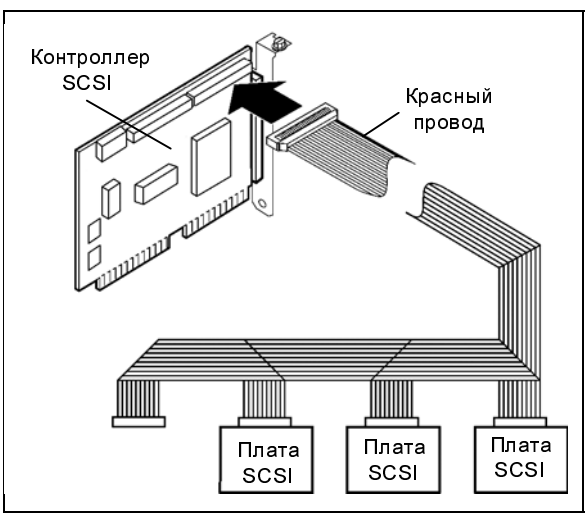


Рис. 8.30. Подключение SCSI-устройств к интерфейсной плате

Кроме того, для использования интерфейса SCSI в персональный компьютер требуется установить дорогостоящую плату контроллера (SCSI Host Adapter Card), к которой подключается интерфейсный кабель для соединения устройств, установленных внутри корпуса компьютера (рис. 8.30). Для подключения внешних устройств контроллер снабжается разъемом.

Первый стандарт SCSI-1 предусматривал высокоскоростной обмен 8-байтными данными через интерфейсный 50-жильный кабель. Для данного стандарта скорость передачи данных составляет 5 Мбайт/с в синхронном режиме.

Наибольший интерес интерфейс SCSI ранее представлял из-за того, что к нему можно было подключить до 15 устройств. Каждое устройство имеет свой адрес, который назначается с помощью джамперов, расположенных на устройстве или интерфейсной плате. С помощью перемычек ID1—ID3 (рис. 8.31) указывается двоичный адрес устройства (табл. 8.7).

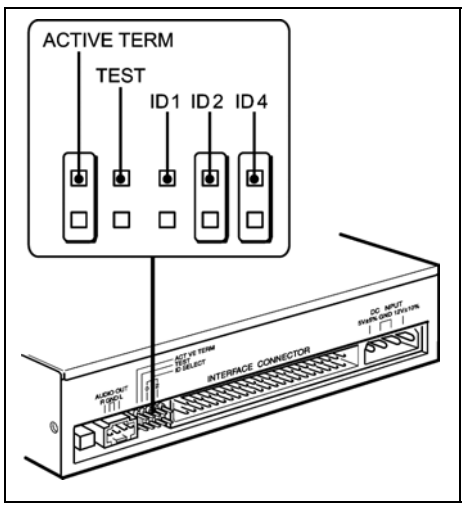


Рис. 8.31. Указание номера устройства

Таблица 8.7. *Указание адреса для SCSI-устройства*

ID number	Jumper setting		
0	OFF	OFF	OFF
1	ON	OFF	OFF
2	OFF	ON	OFF
3	ON	ON	OFF

Таблица 8.7 *(окончание)*

ID number	Jumper setting		
4	OFF	OFF	ON
5	ON	OFF	ON
6	OFF	ON	ON

Стандарт интерфейса SCSI подвергался неоднократной доработке, что позволило использовать 16- или 32-разрядный формат данных. В последнем варианте требуется уже 68-жильный интерфейсный кабель. С появлением каждого нового стандарта на интерфейс SCSI увеличивалась скорость передачи данных, например, последний вариант — Wide Ultra3 SCSI — обеспечивает скорость до 160 Мбайт/с.

Радиоинтерфейс Bluetooth

В 1998 г. ряд компаний объединились для разработки и продвижения технологии беспроводной передачи данных, которая получила название Bluetooth. Новый интерфейс должен был позволить соединять друг с другом практически любые устройства — ноутбуки, принтеры, цифровые фотоаппараты, мобильные телефоны, а в перспективе, и бытовые приборы, оснащенные блоками "интеллекта", например холодильники, микроволновые печи и кондиционеры. То есть требовался способ соединять друг с другом любые устройства без проводов и сложной настройки.

Для беспроводного интерфейса Bluetooth отведен частотный диапазон от 2,4 до 2,48 ГГц. А поскольку радиоэфир полон помех естественного и искусственного происхождения, то для использования в интерфейсе Bluetooth был предложен принцип скачкообразной перестройки частоты в пределах отведенного диапазона по псевдослучайному алгоритму, например до 1600 изменений в секунду между 79 точками. Кроме передачи данных через интерфейс, можно организовать три голосовых канала.

Дальность надежного соединения для устройств с интерфейсом Bluetooth составляет 10 м (существуют варианты с дальностью до 100 м). Скорость передачи данных в асимметричном режиме до 721 Кбит/с, а в симметричном — 432,6 Кбит/с в обоих направлениях. Для целей безопасности в спецификации интерфейса предложено использовать аутентификацию и шифрование данных с ключом длиной от 8 до 128 битов.

Для приемопередатчиков интерфейса Bluetooth разработаны специальные маломощные чипы, которые можно встраивать в любые устройства, даже в наушники и микрофоны.

В настоящее время существуют самые разнообразные устройства, которые используют данную технологию. Но можно отметить, что наибольший интерес этот интерфейс вызвал у фирм, которым требовалось быстро и просто создавать небольшие локальные сети. Правда, в процессе эксплуатации нашлись и слабые стороны спецификации Bluetooth, которая разрешала пользователям не применять шифрование данных, что привело к новой разновидности хакерских атак на локальные сети.

Сравнение интерфейсов PC

Развитие интерфейсов, в основном, идет по пути увеличения их пропускной способности и расширения функциональных возможностей. Но на пути внедрения всегда встает проблема стоимости реализации нового стандарта у конечного пользователя. То есть пользователь всегда хочет иметь совместимость со старым оборудованием, а также ему желательно, чтобы новая периферия имела меньшую цену. Только в этом случае новинка от разработчиков начинает пользоваться успехом у широких масс.

Если для использования другого типа интерфейса или новой версии старого приходится серьезно раскошеливаться, то даже самые замечательные возможности не сделают его популярным. Это отлично видно на примере внедрения интерфейса USB. Другой пример, это интерфейс SCSI, которому прочили светлое будущее, но из-за дороговизны устройств с таким интерфейсом он в настоящее время востребован лишь в областях, где цена не играет такой большой роли. И лишь изредка встретишь старый сканер или винчестер, подключаемые через интерфейс SCSI.

Чтобы читатель мог сравнить возможности различных интерфейсов, в табл. 8.8 приведены для некоторых из них максимальные скорости передачи информации.

Таблица 8.8. *Максимальные скорости передачи информации через интерфейсы персонального компьютера*

Интерфейс	Максимальная скорость
Serial port	0,115 Кбит/с
Standard parallel port	0,115 Кбайт/с
ECP/EPP parallel port	3 Мбайт/с
Original USB	12 Мбит/с, 1,5 Мбайт/с
Hi-Speed USB 2.0	480 Мбит/с
IEEE-1394	100—400 Мбит/с, 12,5—50 Мбайт/с
IDE	3,3—16,7 Мбайт/с

Таблица 8.8 *(окончание)*

Интерфейс	Максимальная скорость
UltraIDE	33 Мбайт/с
SCSI-1	5 Мбайт/с
SCSI-2 (Fast SCSI, Fast Narrow SCSI)	10 Мбайт/с
Fast Wide SCSI (Wide SCSI)	20 Мбайт/с
Ultra SCSI (SCSI-3, Fast-20, Ultra Narrow)	20 Мбайт/с
Wide Ultra SCSI (Fast Wide 20)	40 Мбайт/с
Ultra2 SCSI	40 Мбайт/с
Wide Ultra2 SCSI	80 Мбайт/с
Ultra3 SCSI	80 Мбайт/с
Wide Ultra3 SCSI	160 Мбайт/с
FC-AL Fiber Channel	100—400 Мбайт/с

Глава 9

Накопители на магнитных дисках

До сих пор самыми важными устройствами для хранения данных в персональном компьютере остаются накопители на магнитных дисках, и это несмотря на успехи в области оптической записи информации и серьезные достижения твердотельной микроэлектроники.

Магнитная запись — самая старая технология записи данных, появившаяся еще в докомпьютерную эру, которую совсем недавно чуть было не заменили другими технологиями. Но разработчики совершили чудо, сделав еще один технологический рывок и увеличив плотность записи более чем на порядок, поэтому сегодня производителями предлагаются накопители на жестких магнитных дисках — винчестеры — на которые можно записать содержимое более 300 компьютерных компакт-дисков. А ведь несколько лет назад винчестер объемом даже в 1 Гбайт был для персонального компьютера весьма заманчивым приобретением! А вот гибкие диски, похоже, окончательно сдают позиции — компакт-диски и флэш-память постепенно заставляют забывать, что информацию можно хранить на дискетах объемом в 1,44 Мбайт.

Гибкие диски

Гибкие диски довольно длительное время были неотъемлемой частью персонального компьютера. Сначала наибольшую популярность имели гибкие диски формата 8 дюймов, потом 5,25, и под конец — 3,5. Последняя модификация дожила до наших дней, и дисководы этого формата имеются в каждом современном компьютере.

На рис. 9.1 показана одна из моделей дисковода 3,5-дюймовых гибких дисков. Практически все подобные дисководы выглядят одинаково и различаются только электронными компонентами, которые в них установлены. Гибкий диск (рис. 9.2) очень просто вставляется в щель, прикрытую пластмассовой шторкой, надо только аккуратно, без усилий, вдвинуть его до упо-

ра, чтобы раздался щелчок фиксатора, когда магнитные головки опускаются на поверхность диска. Заметим, что вставляется диск в положении, когда этикетка на нем сверху, другой стороной его не вставить. Чтобы вытащить гибкий диск из дисковода, надо нажать до упора расположенную справа кнопку. Для индикации, что процессор проводит операции ввода/вывода, на дисководе имеется светодиод.

Рис. 9.1. Дисковод для 3,5-дюймовых гибких дисков FD-235

По углам корпуса 3,5-дюймового гибкого диска расположены два отверстия (рис. 9.2). Одно из них, снабженное пластмассовой шторкой, предназначено для включения механизма защиты от записи. Когда отверстие закрыто, то на гибкий диск можно записывать любую информацию. Если его открыть, то данные с гибкого диска можно только читать, а при попытке осуществления записи операционная система выдаст сообщение об ошибке записи на защищенный диск.

Рис. 9.2. 3,5-дюймовый гибкий диск

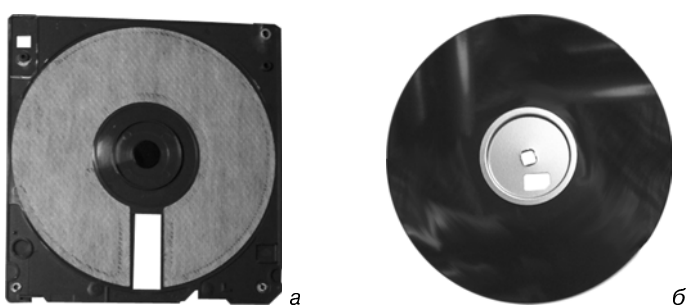
Примечание

Когда в дисководе гибких дисков выходит из строя светодиод, отвечающий за блокировку записи, на гибкий диск будет записываться информация при любом положении защитной шторки.

Второе отверстие на корпусе предназначено для идентификации объема гибкого диска — 720 или 1440 Кбайт. Если этого отверстия нет, то такой гибкий диск предназначен для записи не более 720 Кбайт, в противном случае — это диск с объемом дискового пространства 1440 Кбайт. Правда, на гибких дисках, продаваемых в настоящее время, это отверстие имеется всегда, т. к. технология изготовления гибких дисков настолько усовершенствовалась, что производство гибких дисков малого объема потеряло смысл.

Сам гибкий диск (рис. 9.3, *б*) сделан из лавсановой пленки, на которую с двух сторон нанесен ферромагнитный слой. В центре диска закреплена металлическая ступица, которая позволяет его вращать. Прямоугольное отверстие в ступице предназначено для поводка двигателя, а также служит для индексации начала блоков данных на диске.

Чтобы защитить нежную поверхность гибкого диска, он смонтирован в пластмассовом корпусе. На рис. 9.3, *а* показана одна половинка корпуса. Для уменьшения трения и очистки поверхности гибкого диска на внутреннюю поверхность корпуса приклеено кольцо мягкой синтетической ткани.



а *б*

Рис. 9.3. Конструкция 3,5-дюймового гибкого диска:
а — корпус; *б* — гибкий диск

Гибкие диски — самые неторопливые устройства хранения информации в персональном компьютере. Скорость обмена данными между диском и компьютером достигает величины всего 250 Кбайт/с. Время позиционирования головок около 100 мс, время перемещения их между соседними дорожками — 3—6 мс.

Логическая структура гибкого диска

Гибкие диски, вставленные в дисковод, вращаются только тогда, когда операционной системе надо прочитать или записать данные. При обращении к диску загорается индикатор и включается двигатель привода диска, обеспечивающий скорость вращения 300 об./мин. (разброс в скорости вращения не более 0,5%). Скорость вращения постоянна. В том случае, когда диск вращается неравномерно или с другой скоростью, данные, записанные на гибкий диск, например на другом дисководе, прочитаны быть не могут.

Так как гибкие диски имеют магнитный слой, то для чтения/записи данных в дисководе установлены две магнитные головки, которые постоянно находятся в контакте с поверхностью гибкого диска. Для перемещения головок от одной дорожки к другой используется шаговый двигатель, который при подаче на него одного импульса напряжения поворачивается на строго определенный угол.

Примечание

Не включайте и не выключайте компьютер, когда в дисководе находится гибкий диск, т. к. данные, записанные на нем, могут быть повреждены.

Данные на гибкие диски записываются блоками на концентрические дорожки (tracks), как показано на рис. 9.4. Самая первая, *нулевая дорожка*, записывается у внешнего края гибкого диска. Количество стандартных дорожек, доступных операционной системе, на гибком диске объемом 1440 Кбайт равно 80, но следует помнить, что всегда имеются запасные дорожки, расположенные у центра диска, которые иногда используются для специальных нужд, например, защиты от копирования.

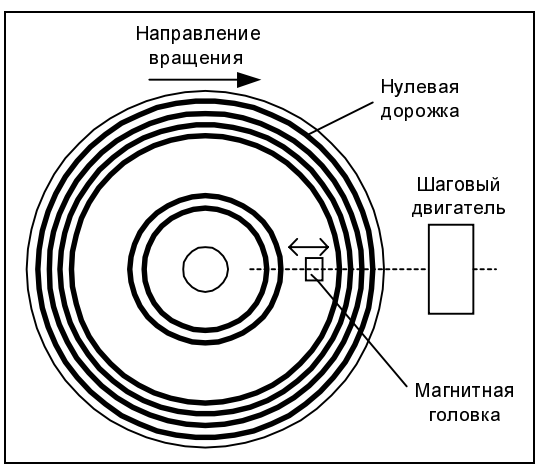


Рис. 9.4. Логическое разбиение гибкого диска

Объем стандартного блока — сектора (sector) — 512 байт. Количество секторов равно 18. Соответственно, если умножить количество секторов на количество дорожек, две стороны и 512 байт, то получается:

$$18 \times 80 \times 2 \times 512 = 1\ 474\ 560 \text{ байт, или } 1440 \text{ Кбайт, или } 1{,}44 \text{ Мбайт.}$$

Секторы на дорожке записываются последовательно (рис. 9.5). Между каждым сектором остается промежуток, предназначенный для синхронизации. Данные в секторе предваряются служебной информацией, которая, например, информирует контроллер дисковода о размере сектора.

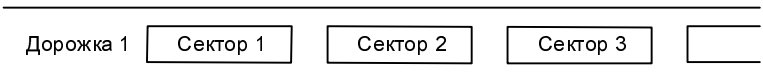


Рис. 9.5. Порядок секторов на дорожке

Так как гибкий диск представляет собой лавсановую поверхность, покрытую сплошным ферромагнитным слоем, то для создания информационных дорожек производится его *форматирование*. То есть при первом использовании гибкого диска он должен быть вставлен в дисковод и с помощью программы FORMAT размечен для работы в конкретной операционной системе.

Пользователь всегда может отформатировать гибкий диск по своему усмотрению, например, создать меньше дорожек или изменить количество секторов на дорожке. Но пользоваться такой возможностью не рекомендуется без веских на то оснований, т. к. такой диск невозможно будет прочитать на другом компьютере без дополнительных усилий, скажем, запуска специальной программы. Например, программа FORMAT может запускаться с ключами `T` (количество дорожек) и `N` (число секторов). Так, для стандартного формата 1,44 Мбайта действительны следующие команды:

- стандартная команда MS-DOS — `FORMAT A:`;
- вариант с дополнительными ключами — `FORMAT A: /T:80 /N:18`.

Скорее всего, вам не придется форматировать гибкий диск сразу после покупки, т. к. 3,5-дюймовые гибкие диски сейчас форматируются при изготовлении на заводе. К их форматированию прибегают тогда, когда надо удалить без следа информацию на диске или восстановить структуру старого диска, когда на нем возникли испорченные блоки (bad-blocks).

В обозначении гибких дисков имеется информация о плотности записи на диск:

- SD (Single Density) — одинарная плотность;
- DD (Double Density) — двойная плотность;

- QD (Quadro Density) — двойная плотность с удвоенным количеством дорожек;
- HD (High Density) — высокая плотность.

В настоящее время практически все 3,5-дюймовые гибкие диски выпускаются с плотностью HD (1,44 Мбайт), поэтому если на корпусе диска имеется другая маркировка, то этот диск относится с устаревшему типу.

Подключение дисководов

Дисковод для гибких дисков устанавливается в корпусе компьютера. Для подключения к системной плате, на которой всегда имеется разъем FDD (НГМД, накопитель на гибком магнитном диске), используется 34-жильный плоский кабель — *шлейф*, показанный на рис. 9.6.

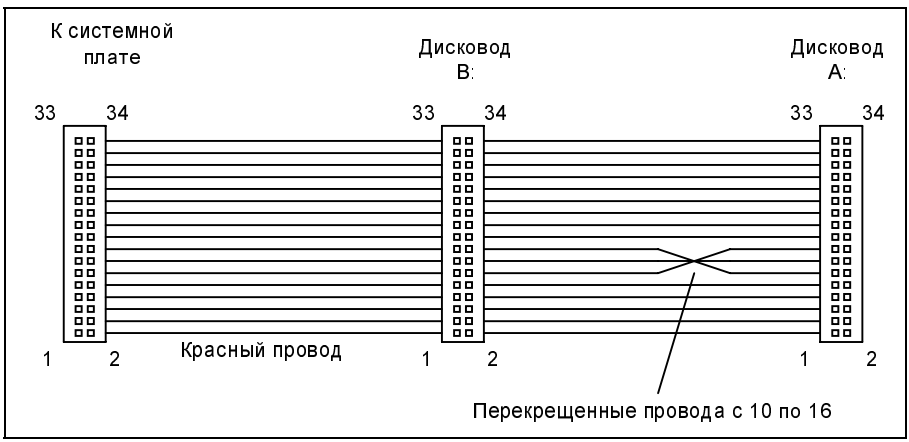


Рис. 9.6. Кабель интерфейса FDD

Так как в персональных компьютерах могут быть установлены два дисковода, за которыми закреплены логические имена A: и B:, то для задания имени используется подключение дисковода к соответствующему разъему на шлейфе.

При работе в MS-DOS и Windows, когда в компьютере один дисковод, к нему можно обращаться и как к A:, и как к B:. Например, можно копировать файлы с диска A: на диск B:, меняя диски с использованием команды операционной системы:

```
COPY A:\имя_файла B:
```

Для подключения к дисководам и системной плате используются шлейфы с одинаковыми и симметричными 34-контактными разъемами. Чтобы их не

перепутать, надо обращать внимание, что первый провод в шлейфе всегда красный, а между разъемами для подключения дисководов имеются перекрещенные провода с 10 по 16.

Для подключения старого дисковода для 5-дюймовых гибких дисков иногда на шлейфе рядом с разъемами для дисководов A: и B: устанавливают дополнительные ножевые разъемы.

Примечание

При ошибочном подключении дисковода гибких дисков, когда разъем вставлен наоборот, индикатор дисковода будет постоянно светиться.

Интерфейс FDD в персональном компьютере самый простой. В табл. 9.1 приведены назначения сигналов в разъеме, установленном на системной плате. Например, для перемещения головок на следующую дорожку надо подать сигнал Step, выбор номера головки производится с помощью сигнала Side 1, начало дорожки определяется по сигналу Index и т. д. То есть все управление дисководом возлагается на контроллер, находящийся на системной плате или плате расширения. В самом дисководе гибких дисков находятся силовая часть для управления двигателями и блоки, отвечающие за работу с аналоговыми сигналами. Все нечетные проводники в разъеме заземляются.

Таблица 9.1. *Сигналы в разъеме FDD системной платы*

Контакт	Сигнал	Контакт	Сигнал
2	Reduce Write	20	Step
4	Reserved	22	Write Data
6	Reserved	24	Write Gate
8	Index	26	Track 0
10	Motor On A	28	Write Protect
12	Drive Sel 1	30	Read Data
14	Drive Sel 0	32	Side 1
16	Motor On B	34	Disk Changed
18	Direction		

Так как дисковод гибких дисков не обладает даже небольшим "интеллектом", то для него в операционной системе приходится выделять много дефицитных ресурсов. На рис. 9.7 приведено окно **Свойства: Стан-**

дартный контроллер гибких дисков, где видно, что для дисковода выделяется аппаратное прерывание 6 и канал DMA 2.

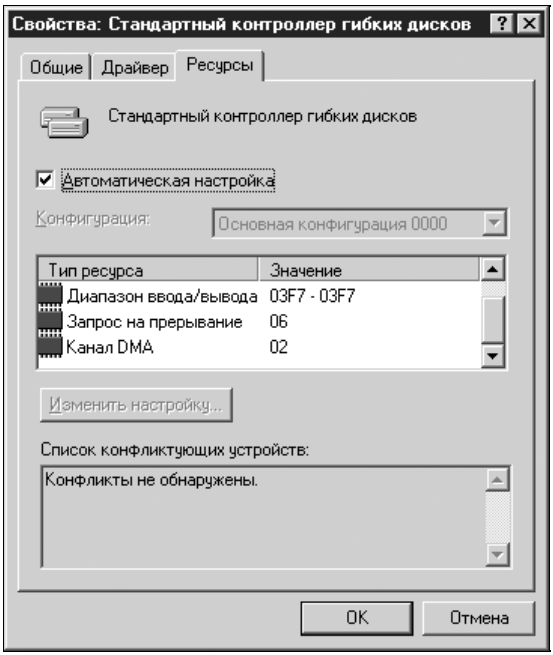


Рис. 9.7. Ресурсы дисковода гибких дисков

Накопители Zip

Объем стандартных гибких дисков 1,44 Мбайт, применяемых в персональных компьютерах, по современным понятиям весьма небольшой, поэтому ряд фирм разработали и выпускают оригинальные типы гибких дисков и дисководов. Наибольшую популярность у пользователей снискали накопители на гибких магнитных дисках Zip (рис. 9.8), разработанные фирмой Iomega. Иногда можно встретить и другие типы, например Jaz.

Сейчас выпускаются гибкие диски Zip объемом 100 и 250 Мбайт. Увеличение объема дискового пространства было сделано за счет более качественной поверхности магнитного слоя и использования аэродинамического эффекта Бернулли для подъема головок над плоскостью диска во время его вращения. Диск Zip монтируется в картридже, напоминающем корпус стандартного гибкого диска, но большей толщины. Диск вращается со скоростью 3000 об./мин., поэтому за счет особой формы головок они поднимают-

ся над ним на расстояние в несколько микрон. Максимальная скорость обмена информацией между диском и компьютером около 1 Мбайт/с, а время доступа — 30 мс.

Рис. 9.8. Внутренний дисковод Zip с интерфейсом IDE

Основной недостаток накопителей Zip — это высокая цена сменных картриджей, поэтому цена хранения единицы информации излишне высока. Снизить существенно цену нельзя, т. к. в картриджах используется высокоточная механика. А поскольку все большее распространение получают флэш-карты и 80-мм компакт-диски, то область использования накопителей Zip постоянно сужается.

Дисководы Zip выпускаются в самых различных вариантах. Внутренние дисководы Zip внешне почти такие же, как дисководы для 3,5-дюймовых гибких дисков, различие только в толщине прямоугольного отверстия для установки картриджа. В качестве интерфейса чаще всего используется IDE, т. е. дисковод Zip подключается точно так же, как и винчестер. Внешние дисководы Zip выпускаются с самыми разными интерфейсами. Ранее использовался интерфейс принтера или SCSI, а теперь более популярен USB.

При установке накопителя Zip в компьютер он регистрируется Windows как **Съемный диск** (рис. 9.9), а в окне **Диспетчер устройств** (Windows 2000) в категории **Дисковые устройства** появляется устройство **IOMEGA ZIP 250** (рис. 9.10). Каких-либо дополнительных драйверов для накопителей Zip с интерфейсом IDE устанавливать не требуется. Обращение к такому диску не отличается от подобных операций с винчестером.

Примечание

С накопителями Zip связан термин "щелчки смерти", которые появляются, когда край гибкого диска лохматится. В этом случае магнитные головки отрываются от направляющего механизма и начинают портить все вставляемые в дисковод диски.

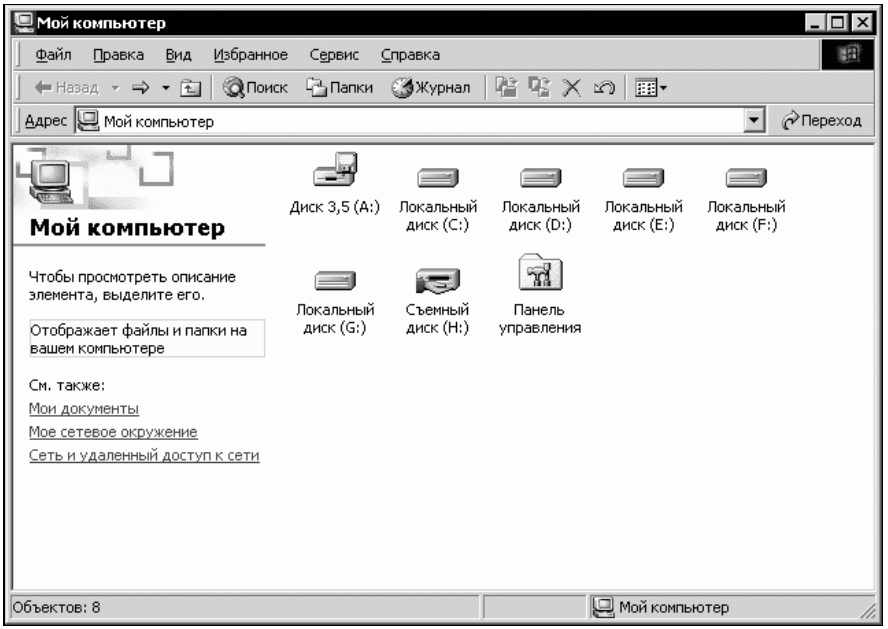


Рис. 9.9. Окно **Мой компьютер** с зарегистрированным накопителем Zip

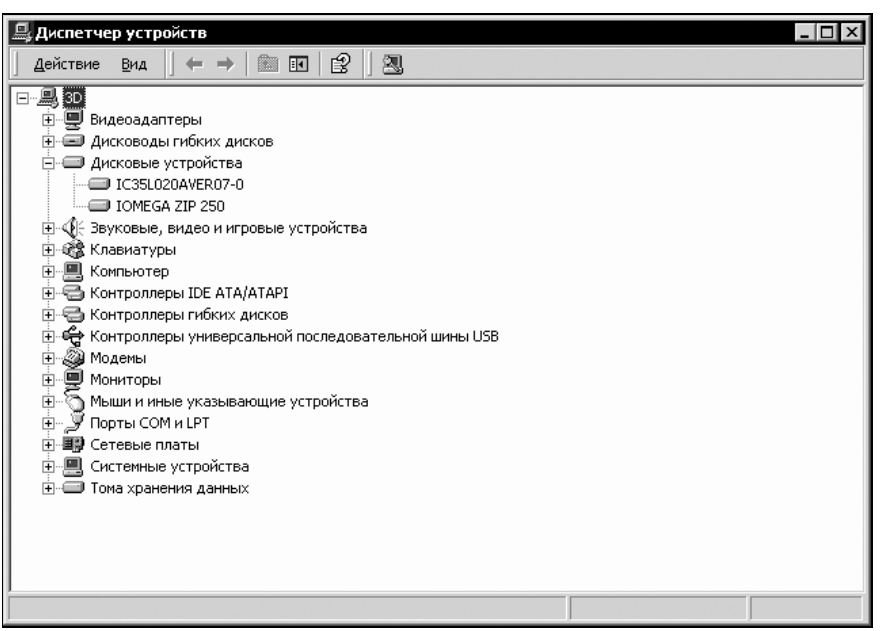


Рис. 9.10. Окно **Диспетчер устройств** с зарегистрированным накопителем Zip

Винчестеры

Наиболее важным устройством для хранения данных в персональном компьютере является накопитель на жестких магнитных дисках (Hard Disk Drive, HDD), называемый также *винчестер*. Этим названием пользуются как в разговорах, так и в технической документации.

Относительно происхождения термина имеются две основные версии. Одна из них гласит, что первые HDD получили название от винтовки, с помощью которой был завоеван Дикий Запад — как бы намек разработчиков корпорации IBM на завоевание компьютерного рынка. Вторая версия основана на том, что технология плавающей головки была разработана в лаборатории IBM, находящейся в городе Винчестер (Англия). В общем-то, можно выбирать любую понравившуюся!

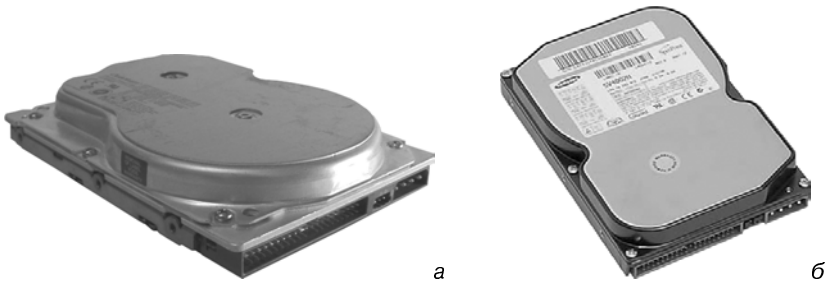
Первые персональные компьютеры IBM PC обходились без винчестеров. И первый накопитель на жестких магнитных дисках 30/30 (он позволял на двухстороннем алюминиевом диске сохранить 30 + 30 Мбайт данных) был создан корпорацией IBM только в 1973 г. Кстати, кодовое название 30/30 совпадает с обозначением калибра легендарного винчестера. Но наибольший вклад в дело оснащения персональных компьютеров винчестерами внесла фирма Seagate, которая начала выпускать пятидюймовые жесткие диски ST-506 емкостью 6 Мбайт. Соответственно, первым стандартным интерфейсом для HDD стал ST-506/412, который в настоящее время полностью исчез из обихода, став родоначальником современного интерфейса IDE.

В новом тысячелетии, в отличие от производителей процессоров и операционных систем, производством винчестеров занимаются значительно больше фирм, хотя и здесь основную роль играют пять основных игроков: IBM, Maxtor, Samsung, Seagate и Western Digital. Весьма именитая фирма Quantum совсем недавно была поглощена компанией Maxtor, а Fujitsu продала свою фабрику Western Digital. Соответственно, если вы будете покупать новый винчестер или заглянете в свой компьютер, то почти наверняка там будет изделие одной из перечисленных фирм. Изделия других производителей практически не встречаются.

Конструкция винчестера

Если в звукозаписи и в накопителях на гибких магнитных дисках для хранения данных используются лавсановые пленки, на которые нанесен слой ферромагнитного материала, то в винчестерах используются несъемные жесткие диски, изготовленные из алюминия или стекла, на поверхность которых напылен ферромагнитный слой или ферромагнитная пленка. Так как жесткие диски не съемные, как гибкие диски, то они находятся внутри корпуса винчестера, который либо герметичен, либо имеет защищенное фильтром отверстие для наружного воздуха. На рис. 9.11 показан внешний вид

нескольких современных винчестеров, предназначенных для установки в настольные персональные компьютеры.



а *б*

Рис. 9.11. Внешний вид винчестеров:
а — Quantum; *б* — Samsung

Несмотря на внешнюю простоту и наличие всего двух разъемов — информационного и питания, винчестеры являются очень сложными устройствами, которые требуют бережного и правильного обращения, примерно такого же, как хрустальные рюмки. Но в то же время, при правильной эксплуатации они весьма надежные и долговечные устройства, срок безотказной службы которых превышает 10 лет.

Старые винчестеры могли похвастаться сроком службы всего в 1000—5000 часов, кроме того, у них всегда имелись испорченные кластеры, о чем информировала наклейка на корпусе. Современные винчестеры могут безотказно работать более 100 000 часов, а система автоматической дефектации (S.M.A.R.T.[1], Self-Monitoring, Analysis and Reporting Technology) незаметно для пользователя заменяет плохие кластеры на резервные (конечно, если в BIOS включен режим S.M.A.R.T.). Когда на винчестере появляются неустранимые "bad-sectors", то такой винчестер непригоден для дальнейшей работы (пользоваться можно, но будет масса проблем и хлопот, да и надежность работы компьютера будет далека от идеальной).

В настоящее время на винчестеры производителями устанавливается 1—3-летний гарантийный срок.

Предупреждение

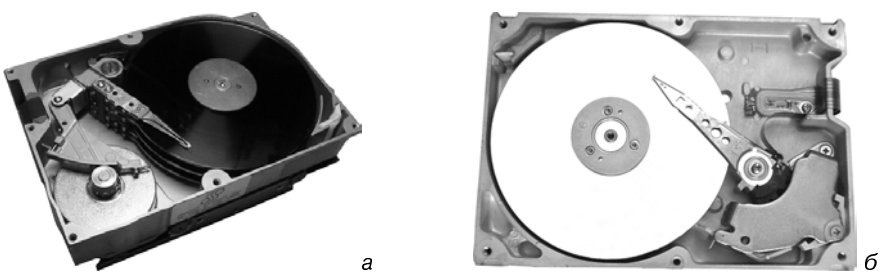
При покупке нового винчестера надо обращать внимание, что многие дешевые винчестеры с большим объемом дискового пространства предназначены для систем резервного хранения информации. Соответственно, при использовании подобных винчестеров в качестве основного (для установки операционной системы) их срок службы может сократиться до полугода!

[1] Режим S.M.A.R.T. впервые введен в стандарте EIDE, а потом закреплен ATA-3.

За несколько десятилетий развития технологии жестких дисков основные принципы их работы практически не изменились. А почти все усилия разработчиков были направлены на повышение плотности записи информации и ускорение доступа к произвольным блокам данных на дисках. Поэтому, рассматривая изображения винчестеров в книгах прошлых лет, вы найдете весьма мало внешних отличий старых винчестеров от новых. Все новинки лежат в схемотехнике контроллеров, управляющих вращением дисков и перемещением головок, а также в совершенствовании ферромагнитного слоя и способов чтения/записи.

На рис. 9.12 показаны винчестеры со снятыми верхними защитными крышками. Почти весь объем в корпусе занимает пакет дисков, жестко закрепленный на валу ведущего двигателя. Сам же двигатель плоский, имеет высоту около сантиметра и крепится на дне корпуса.

Количество дисков может быть от одного до десятка, но сегодня чаще всего используют 1, 2 или 3 диска. Заметим, что на одной поверхности диска (пластине) в современном винчестере можно записать от 10 до 80 Гбайт данных. Поэтому судить об объеме винчестера по количеству установленных в нем дисков нельзя.



а *б*

Рис. 9.12. Внутреннее устройство винчестеров:
а — с шаговым двигателем; б — с электромагнитом

Скорость вращения пакета дисков у современного винчестера составляет 5400, 7200, 10 000 или 15 000 оборотов в минуту (rpm), у более старых скорость вращения обычно составляла 3000—3600 об./мин. Причем, чем выше скорость вращения дисков, тем больше скорость доступа к информации, записанной на винчестер. Правда, наиболее распространенные ныне винчестеры имеют скорость 5400—7200 об./мин., т. к. это дешевле, проще и надежнее. Тут сказывается, что внутри корпуса винчестера находится воздух при атмосферном давлении, поэтому при слишком высокой скорости вращения дисков происходит значительный нагрев вращающихся деталей, а это приводит к проблемам надежности элементов конструкции. Кроме того, скоростные винчестеры при работе создают значительный уровень шума, что не способствует комфортной работе с компьютером.

Для чтения и записи данных в винчестерах используют плавающие на воздушной подушке магнитные головки. Зазор между магнитным слоем и головкой составляет десятые доли микрон. Для перемещения головок используется электромагнит (ранее использовался шаговый двигатель), а для отслеживания местоположения применяется автоматическая система регулирования, которая по магнитным меткам на поверхности опорного диска позиционирует головки в нужном месте. Для синхронизации может использоваться как целая сторона одного диска (отсюда нечетное количество плоскостей в геометрии винчестера), так и метки между секторами на диске с пользовательскими данными. При остановке вращения дисков во время выключения компьютера или винчестера головки автоматически возвращаются ближе к центру диска (парковка головок, Landing Zone, L-Zone), где есть специально отведенное место для "мягкой посадки" головок, правда, в настоящее время головки опускаются не на поверхность дисков, а на специальный кронштейн. Обычно для автоматической парковки, например в случае аварийного выключения питания, используется пружина, которая возвращает головки в нейтральное положение, она же, вместе с электромагнитом, создает систему перемещения головок (рис. 9.13).

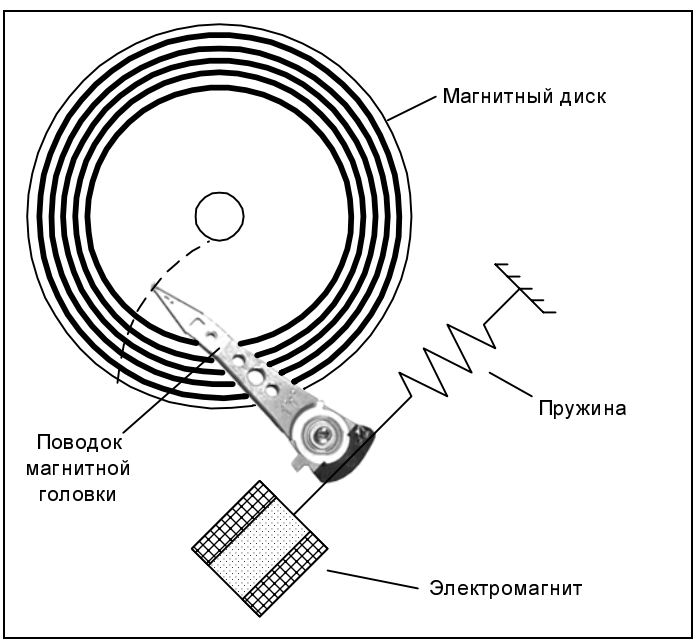


Рис. 9.13. Схема привода головок винчестера

Конструкция современных магнитных головок винчестеров мало похожа на головки магнитофонов и старых винчестеров. Для чтения данных использу-

ется магниторезистивный принцип, когда сопротивление полупроводниковой пленки, из которой сделана головка чтения, меняется в зависимости от напряженности магнитного поля на поверхности ферромагнитного диска. А вот для записи данных используют старый принцип — несколько витков провода на магнитном сердечнике.

Вся электроника, предназначенная для управления двигателем привода дисков и электромагнитом головок, а также для чтения и записи данных, располагается на небольшой печатной плате, укрепленной снаружи корпуса (рис. 9.14). С внутренними элементами она соединяется посредством одного или двух малогабаритных разъемов (часто используется плоский печатный кабель с несколькими десятками проводников различной ширины).

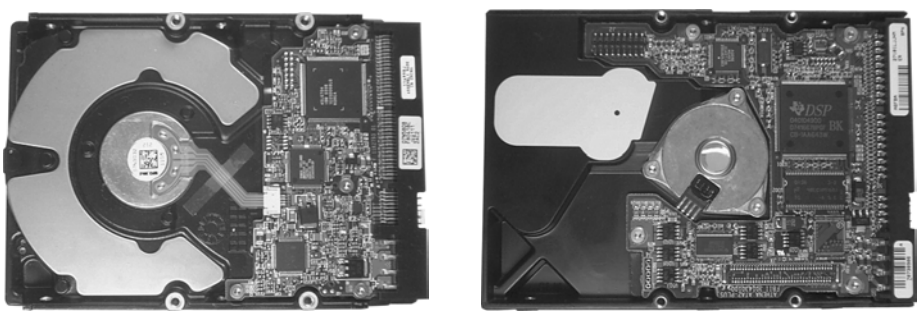


Рис. 9.14. Контроллеры винчестеров

Так как винчестеры рассчитаны для установки внутри компьютера, то печатная плата контроллера и разъемы, установленные на ней, не рассчитаны на частое подключение и отключение информационного и питающего кабелей. Например, у винчестеров IBM для соединения платы контроллера с внутренними блоками винчестера используются игольчатые разъемы, поэтому при частом "перетыкании" разъемов может нарушиться электрический контакт, что приведет к ошибкам при записи/чтении данных или отказу винчестера.

Для применения стандартного винчестера в качестве внешнего применяют специальные боксы (Mobile Rack), внутрь которых устанавливается винчестер, а в 5-дюймовом отсеке компьютера монтируются переходные разъемы, укрепленные на специальных направляющих. Пример такого бокса показан на рис. 9.15. Но следует помнить, что при переноске винчестера даже со стола на стол он подвергается ударам и вибрации, которые могут привести к потере юстировки головок, что вызовет невозможность чтения данных, хранящихся на винчестере. Поэтому в качестве сменного винчестера лучше использовать специальные модели, тем более, что выпускаются внешние винчестеры с интерфейсом USB.

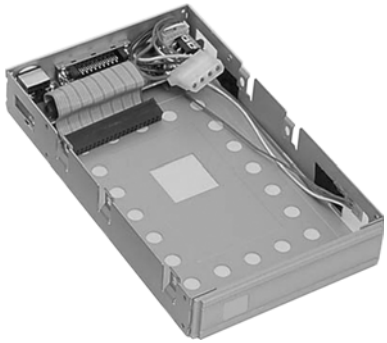


Рис. 9.15. Бокс для винчестера

К винчестерам иногда применяют термин "форм-фактор", имея в виду ряд их габаритных размеров. Так, в настоящее время в большинстве случаев используют винчестеры с габаритными размерами, соответствующими 3,5-дюймовому дисководу гибких дисков, для мобильных компьютеров используют винчестеры уменьшенных габаритов, а в фотоаппаратах — размером с флэш-карту. Винчестеры с 5-дюймовым форм-фактором практически можно встретить только в очень древних компьютерах.

Для крепления винчестера в корпусе компьютера используют либо 4 боковых отверстия с резьбой, либо аналогичные, но находящиеся на нижней части корпуса. При креплении винчестера следует применять укороченные винты, чтобы при их закручивании не задеть контактов на печатной плате контроллера или не вызвать ее смещение, т. к. одно или два боковых отверстия почти всегда находятся в плоскости крепления печатной платы. Следует помнить, что винчестер должен устанавливаться в корпусе компьютера горизонтально или вертикально по любой плоскости. Резкое перемещение работающего винчестера из-за возникающего при этом гироскопического эффекта может привести к разрушению внутренних механических узлов и повреждению магнитных головок и поверхности дисков.

Охлаждение винчестера

Хотя винчестер не требует, в большинстве случаев, принудительного охлаждения, но для повышения надежности работы современных скоростных винчестеров желательно использовать дополнительный вентилятор, который должен обдувать плату контроллера и гермоблок. Для этого ряд фирм выпускает вентиляторы с экраном специальной формы, который может крепиться на корпусе винчестера.

Смысл такой рекомендации в том, что нормальная работа винчестера гарантируется при температуре его корпуса не выше 50° (и не ниже 0°!). А в винчестере греются не только вращающиеся диски и двигатель, но и микросхе-

мы управления, которые при непрерывном обращении к винчестеру нагреваются до температуры выше 80°. Частая причина выхода из строя винчестера заключается в том, что микросхема управления двигателем перегревается и выходит из строя, иногда в таких случаях лопается даже пластмассовый корпус микросхемы. Когда же перегреваются вращающиеся диски, с них слетают микроскопические кусочки магнитного слоя, что приводит к появлению большого количества "плохих" секторов.

Интерфейс IDE

Для подключения винчестеров используются несколько типов интерфейсов, но в персональных компьютерах почти всегда применяется 16-разрядный параллельный интерфейс IDE (Integrated Drive Electronics), он же — AT-BUS, ATA[2] и его модернизации Ultra ATA с различными тактовыми частотами. Название интерфейса IDE образовалось вследствие того, что все управление винчестером находится в нем самом, а не как у более старых типов, когда контроллер находился на вспомогательной плате, вставляемой в ISA-слот. Заметим, что интерфейс IDE привязан к шине PCI (в компьютерах с 486 процессором и ранее интерфейс IDE реализовывался на шине ISA с помощью платы Multi I/O), пропускной способности которой для новейшей модернизации интерфейса ATA/100 уже не хватает.

Интерфейс IDE за почти двадцатилетнюю историю практически не изменился, оставаясь укороченной версией системной шины IBM PC AT, и лишь периодически подвергался модернизации для увеличения скорости обмена между винчестером и системной платой. Только в последнее время ему на смену приходит новый тип интерфейса — последовательный, или Serial, ATA (уровни логических сигналов всего 0,5 В). Переход на последовательный интерфейс вызван, в первую очередь, проблемами с синхронизацией параллельных сигналов интерфейса, т. к. простейший протокол обмена через интерфейс не обеспечивает надежную передачу данных на высоких тактовых частотах. В частности, вариант ATA/133, видимо, будут поддерживать не все изготовители винчестеров.

Примечание

Интерфейс SCSI используется, в основном, только в серверах, т. к. стоимость винчестеров с SCSI-интерфейсом почти в два раза выше, чем у винчестеров с IDE-интерфейсом. Подробности об интерфейсе SCSI приведены в *гл. 8*. Кратко лишь отметим, что повышенная производительность интерфейса SCSI объясняется отдельным контроллером (процессором), который регулирует потоки данных между устройствами, не используя ресурсы центрального процессора. Наибольшего эффекта от применения интерфейса SCSI можно достигнуть

[2] Великая путаница с названиями для интерфейса IDE происходит оттого, что фирмы — производители жестких дисков в маркетинговых целях придумывают красивые термины. Соответственно, в настоящее время используются дублирующие термины для обозначения одного и того же.

только в многозадачных операционных системах, когда надо одновременно выполнять несколько "тяжелых" приложений или при массовых запросах к данным на устройствах хранения.

Если быть точным, то "чистый" IDE-интерфейс позволяет обмениваться данными со скоростью до 2 Мбайт/с. Его модернизация под названием ATA (AT Attachment, ранее EIDE — Enhanced IDE), которая коснулась только протоколов обмена и соединительного шлейфа, ввела шесть режимов работы интерфейса, так называемые PIO-режимы[3] (Programmed I/O), при которых программно задается скорость обмена через интерфейс. Все варианты интерфейса ATA (к названию прибавляется номер) совместимы по электрическим и механическим характеристикам. В табл. 9.2 приведены возможности интерфейса IDE в различных режимах.

Таблица 9.2. *Скорости обмена данными для различных вариантов интерфейса ATA*

Режим	Тип	Скорость, Мбайт/с
UDMA Mode 0	ATA 16	16.7
UDMA Mode 1	ATA 25	25
UDMA Mode 2	ATA 33	33
UDMA Mode 3	ATA 48	48
UDMA Mode 4	ATA 66	66
UDMA Mode 5	ATA 100	100

Спецификация IDE определяет, что на системной плате устанавливается контроллер IDE-интерфейса с двумя одинаковыми каналами, к каждому из которых можно подключить до 2 равноправных устройств. То есть в персональном компьютере может одновременно работать до 4 винчестеров (или любых устройств с IDE-интерфейсом, а также с интерфейсом ATAPI, являющимся еще одной модернизацией интерфейса IDE). Заметим, что для увеличения количества подключаемых IDE-устройств можно использовать дополнительные платы IDE-контроллеров, устанавливаемых в слот PCI.

Примечание

Контролер IDE интерфейса на системной плате занимает или может занять аппаратные прерывания 14 и 15. При использовании 4 каналов возникает необходимость в прерываниях 10 и 12.

[3] Основной недостаток PIO-режимов — это участие центрального процессора в процессе передачи данных по интерфейсу IDE.

До скорости передачи данных в 33 Мбайт/с для IDE-кабеля (шлейфа) применяется 40-жильный плоский кабель. При желании использовать стандарты Ultra ATA/66 и Ultra ATA/100 надо заменить 40-жильный кабель на 80-жильный (рис. 9.16).

Для интерфейса IDE используется кабель с 40-контактными разъемами (рис. 9.17) и длиной не более 46 см (18 дюймов). Практически всегда на нем установлено 3 разъема — один для подключения к системной плате и два для IDE-устройств. Каких-либо перекруток проводов не используется! Следует обратить внимание, что на 80-жильном кабеле также устанавливаются 40-контактные разъемы, а дополнительные 40 проводников заземляются внутри разъема.

Совет

Придется огорчить тех, кто без замены 40-жильного шлейфа пытается заставить работать винчестер в режиме Ultra ATA/66 и тем более Ultra ATA/100. В этих режимах в обязательном порядке необходимо использовать 80-жильный шлейф!

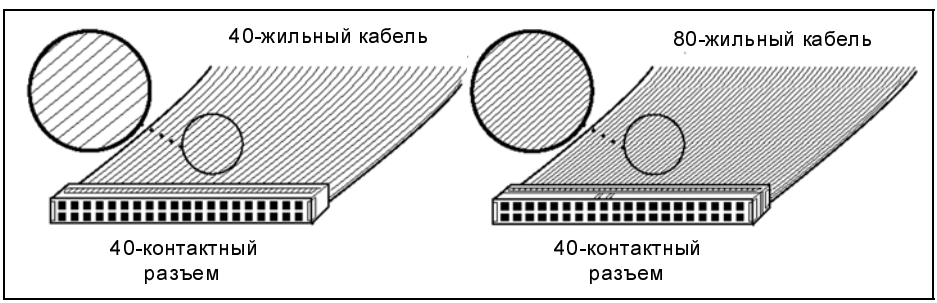


Рис. 9.16. 40- и 80-контактные шлейфы для винчестеров

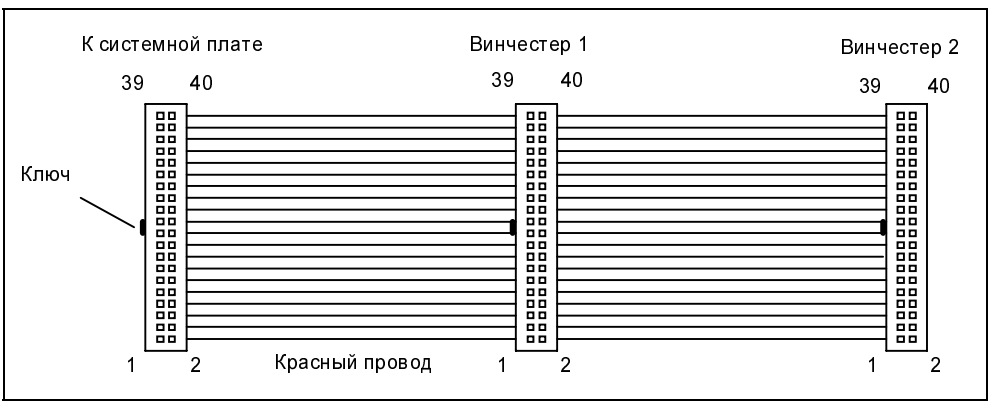


Рис. 9.17. Кабель интерфейса IDE

Подключение винчестера IDE

Так как все IDE-устройства, подключаемые к IDE-интерфейсу, равноправны и имеют одинаковые права на пользование каналом передачи информации, для идентификации адреса устройства используются два способа. Первый — это номер канала, к которому подключен, например, винчестер. Второй — установка с помощью джамперов на IDE-устройстве режимов Master (ведущее устройство) или Slave (ведомое устройство), что равносильно указанию адреса — устройство 1 или устройство 2.

Операционные системы Windows автоматически присваивают IDE-устройствам имена (первый диск C: будет всегда, независимо от того, как установлен винчестер), поэтому каких-либо дополнительных указаний пользователям делать не надо. В других операционных системах, например Linux, винчестерам присваиваются строго определенные имена: на первом канале винчестер Master — это hda, Slave — hdb, а на втором канале — hdc и hdd.

На рис. 9.18, *а* и *б* показаны два варианта установки джамперов для выбора адреса IDE-устройства. Следует заметить, что подобного способа придерживаются почти все производители CD-ROM и винчестеров, хотя последние вводят дополнительные джамперы, чтобы задавать специфические для конкретного изделия параметры. Например, корпорация IBM предлагает вариант, показанный на рис. 9.18, *в*, где дополнительно можно указать количество логических цилиндров (скажем, для винчестеров Maxtor можно установить предельный логический номер цилиндра). На корпусе винчестера или CD-ROM всегда приклеивается этикетка или выдавливаются в металле корпуса указания по правильной установке джамперов.

Можно заметить, что на рис. 9.18 присутствует еще одна позиция — CSEL или Cable Select (кабельная выборка). В этом режиме адрес винчестера задается его подключением к тому или иному разъему шлейфа, у которого между двумя разъемами для подключения винчестеров перекушен 28-й проводник. Правый (см. рис. 9.17) винчестер в этом случае будет вторичным (Slave). Впрочем, такой способ подключения IDE-устройств широкого распространения не получил.

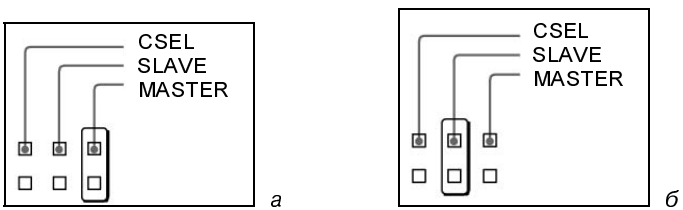
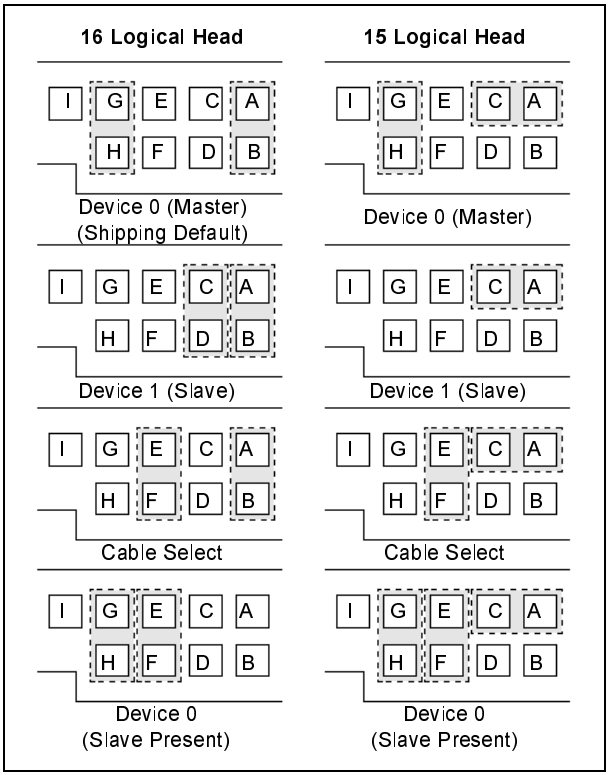
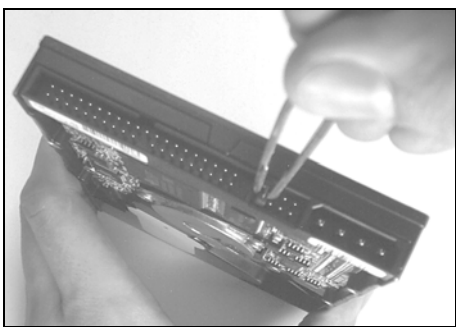


Рис. 9.18. Выбор режима для IDE-устройства:
а — режим Master; *б* — режим Slave



в



г

Рис. 9.18. Выбор режима для IDE-устройства:
в — выбор режима для винчестера корпорации IBM;
г — перестановка джамперов с помощью пинцета

Совет

При перестановке джамперов у винчестера всегда пользуйтесь пинцетом (рис. 9.18, *г*), а не подручными средствами типа ножа или отвертки.

При подключении шлейфа к винчестеру всегда надо быть внимательным и аккуратным не только из-за возможности повреждения паек на печатной плате контроллера, но и из-за того, что в ряде случаев контакты интерфейсного разъема и контакты для джамперов могут устанавливаться как бы одним контактным полем (рис. 9.19), хотя, конечно, между ними всегда остается промежуток.

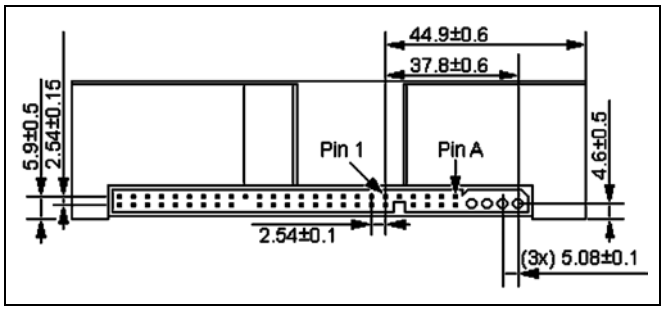


Рис. 9.19. Контактное поле на винчестере Fujitsu

Для подключения питания к 3,5-дюймовым винчестерам используется 4-контактный разъем (рис. 9.20), с помощью которого подводится напряжение 12 и 5 В. Так как для ориентации разъема используют скошенные углы, то при слишком большом усилии его можно вставить наоборот, что приведет к выгоранию микросхем контролера.

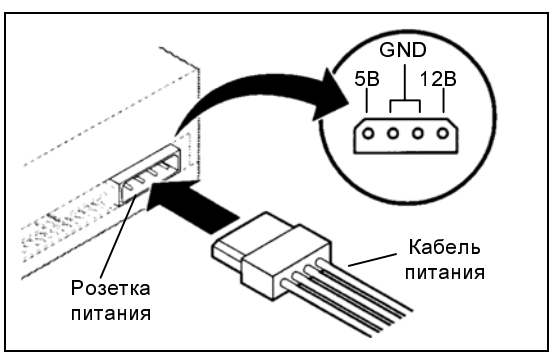


Рис. 9.20. Подключение кабеля питания

Предупреждение

Так как современные винчестеры выходят из строя при подключении интерфейсного разъема другой стороной, то надо быть предельно внимательным при установке винчестера в компьютер, потому что эта операция почти всегда проводится вслепую. Для защиты от неправильной установки на корпусе IDE-

разъема имеется ключ, а отверстие для 20-го контакта отсутствует (см. рис. 9.19). Практически всегда можно считать, что 1 провод (красный) шлейфа должен быть ближе к разъему питания.

Параметры винчестеров

Наиболее важные для пользователей параметры винчестеров — это объем дискового пространства и быстродействие. На оба параметра влияет ряд специфичных характеристик конструкции конкретного типа винчестера, т. е., например, винчестер с большим числом дисков не всегда имеет объем больший, чем винчестер с одним диском.

В общем виде объем винчестера рассчитывается по формуле:

$$\text{Объем винчестера} = C \times H \times S \times 512 \text{ байт},$$

где: C — количество цилиндров (дорожек) на одной поверхности ферромагнитного диска; H — количество головок, которое равно количеству рабочих плоскостей (одна поверхность диска может использоваться для служебных нужд — синхронизации); S — количество секторов на дорожке. Так как стандартный размер сектора с подачи корпорации Microsoft равен 512, то в формуле присутствует это число.

Если посчитать объем установленного в компьютере винчестера и сравнить его с паспортными данными на винчестер, то можно заметить, что куда-то пропадает довольно значительное дисковое пространство. Дело тут в том, что в паспортах на винчестер указываются два варианта объема винчестера — первый относится к неформатированному дисковому пространству (то есть на диске не создана определенная структура для хранения данных), а второй — к форматированному. Например, на винчестер IBM объемом 80 Гбайт можно записать только 76,69 Гбайт пользовательских данных (файловая система FAT), а все остальное остается для служебных нужд.

Быстродействие винчестера — запись и чтение информации — зависит от множества факторов, определяемых как конструкцией винчестера и схемотехникой его контроллера, так и работой IDE-интерфейса. Например, скорость доступа к информации зависит от геометрии дискового пространства — распределения секторов по дорожкам и сторонам дисков, а т. к. винчестер — это механическое устройство, движущиеся части его обладают значительной инерцией.

Поскольку пользовательские данные разбиты на маленькие секторы, которые могут размещаться произвольно, то чтение файла, части которого расположены на разных дорожках, занимает больше времени, чем когда все части файла находятся на одной дорожке или на одном и том же номере дорожки, но на разных сторонах диска. Тут сказывается, что для перемещения головки с одной дорожки на другую требуется значительное время, порядка единиц и десятков миллисекунд, а это весьма большое время для современного компьютера. Например, у очень хороших винчестеров время

перехода на соседнюю дорожку составляет около 1 мс, а в среднем (для случайного перехода на другую дорожку) — 8,5 мс.

При знакомстве с винчестерами полезно знать и понимать следующие термины.

- Время доступа (access time) — это время от начала операции чтения до момента, когда начинается чтение данных.
- Время поиска (seek time) — это время, которое необходимо для установки головок в нужную позицию (на дорожку, где будут производиться операции чтения/записи данных).
- Среднее время поиска (average seek time) — усредненное время, требуемое для установки головок на случайно заданную дорожку.
- Время поиска при переходе на соседний трек (track-to-track seek time) — время перехода головок с 1-й дорожки на 2-ю и т. д.

На быстродействие винчестера оказывает сильное влияние и то, как размещены секторы на дорожках и соседних сторонах дисков. Если все секторы будут идти друг за другом и параллельно на каждой стороне диска, то скорость доступа к информации будет не слишком велика, т. к. электроника, которая считывает данные с диска, имеет ограниченное быстродействие. Тем более, что в отличие от обычного магнитофона, данные на ферромагнитный диск записываются в закодированном виде, что позволяет повысить надежность хранения и уменьшить объем дискового пространства для хранения единиц информации. Соответственно, прочитав первый сектор, контроллер должен проверить достоверность считанной информации и лишь потом начать читать следующий сектор, но за это время под головкой будет не второй сектор, а какой-либо следующий. В этом случае приходится ждать, пока диск не сделает целый оборот, чтобы прочитать второй сектор. То же самое относится и к секторам на соседних плоскостях.

Для увеличения быстродействия еще в самых первых винчестерах использовался метод *чередования секторов* (Interleave), при котором номера секторов идут не последовательно, а как показано на рис. 9.21. Правда, в настоящее время в винчестерах используется буферная память объемом в 2 Мбайт, а иногда и 8 Мбайт, что позволяет считать сразу всю дорожку, поэтому чередование секторов на дорожке теперь не всегда применяют. А вот для секторов на соседних дорожках такой способ остался в силе, при этом чаще используют сдвиг между началами дорожек на разных сторонах.

Как вы понимаете, длина дорожки, которая находится ближе к краю диска значительно больше, чем длина дорожки, расположенной у центра диска. Отсюда, плотность информации на наружных дорожках ниже, чем на внутренних. С этим фактом вынуждены считаться производители винчестеров, которые делят все дисковое пространство на зоны (Intelligent Zoned Recording), различающиеся различным числом секторов на дорожках. Иногда количество зон доходит до 18 (в старых винчестерах использовалось всего две зоны).

Вообще, внутреннее распределение секторов по поверхности диска может быть самым разнообразным, о чем очень часто знает только производитель винчестера, но для пользователей контроллер винчестера преобразует внутреннюю геометрию винчестера к общепринятой для компьютеров.

Заметим, что к современным винчестерам неприменима операция низкоуровневого форматирования, как для гибких дисков и старых винчестеров. Первоначальное форматирование производится на заводе-изготовителе, а попытка пользователя провести низкоуровневое форматирование чаще всего пресекается, хотя иногда такое сопротивление удается преодолеть, однако это приводит к ухудшению временных параметров винчестера.

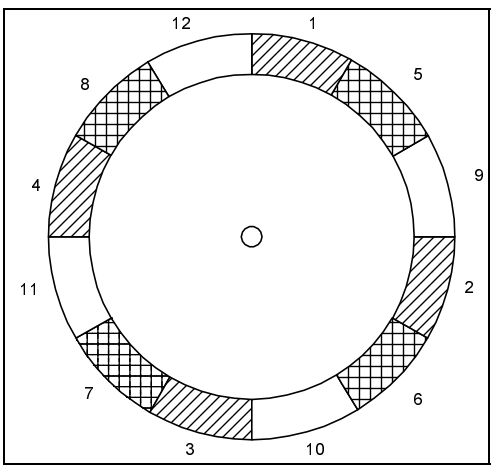


Рис. 9.21. Размещение секторов на дорожке при Interleave 3

Примечание

Скоростные винчестеры, увы, кроме положительных характеристик, имеют довольно неприятные недостатки. Например, уровень шума при чтении данных, расположенных в случайном порядке, достаточно велик, т. е. работа винчестера иногда напоминает рокот трактора. Для снижения уровня шума пользователь может с помощью специальных утилит, которые следует искать на сайте производителя конкретного винчестера, уменьшить скорость перехода головок между дорожками. Естественно, скорость доступа к данным несколько понизится, но зато повысится уровень комфортности при работе с персональным компьютером.

Проблемы больших дисков

Изначально в компьютерах IBM PC доступ к дискам был организован с использованием прерывания Int 13 BIOS. А поскольку в то время объем любой памяти являлся весьма дефицитным ресурсом, то при адресации секторов на винчестере учитывались особенности процессора 8086. Так же для выбора

сектора использовалась привязка к конструкции винчестера (C/H/S) — номер цилиндра (C), номер головки (H), номер сектора (S).

Два таких приема приводили к тому, что до вызова прерывания Int 13 в регистры C и D процессора заносилась следующая информация:

- CH — младшие 8 битов номера цилиндра;
- CL — два старших бита номера цилиндра и 6 битов номера сектора;
- DH — номер головки.

На практике количество головок у первых винчестеров не превосходило 16, а число секторов на дорожке — 63. Поэтому при таком способе адресации BIOS могла работать с винчестерами объемом до 1024 × 63 × 16 × 512 байт = = 504 Мбайт (учитывая, что килобайты и мегабайты связаны отношением 1024, а не 1000, при котором получается 528 Мбайт).

Пока объемы винчестеров были невелики, ограничение на адресацию секторов не мешало пользователям. Но технология производства винчестеров совершенствовалась, стали появляться устройства, которые могли хранить значительно больше данных, и пользователям приходилось смиряться с тем, что часть дефицитного дискового пространства оказывалась недоступной, т. к. стандартная BIOS не понимала особенностей новых винчестеров. Для исправления ситуации были разработаны несколько методов, которые применяются до сих пор.

При использовании метода Extended, или Large disk support (Large) в три неиспользуемых бита номера головки стали помещать биты, относящиеся к номеру цилиндра, т. е. организовывалась "фальшивая" геометрия диска. Но т. к. все равно оставались ограничения, этот метод использовался до объема дискового пространства примерно в 1 Гбайт. В ряде случаев для преодоления этого барьера применялись различные способы, в том числе и разделение дискового пространства между двумя виртуальными винчестерами Master и Slave.

В дальнейшем появились винчестеры, в которых увеличение дискового пространства происходило за счет создания различного числа секторов на дорожках. В них, на краю пластин, где дорожки наиболее длинные, число секторов было больше, чем на дорожках, близких к центру пластин. Традиционная геометрия C/H/S не могла организовать правильную работу с такими винчестерами, а старые версии BIOS перестали понимать, какую структуру имеет подключенный винчестер, и отказывались с ними работать. Для работы с новыми дисками был предложен *линейный способ адресации блоков* LBA (Linear Block Addressing), когда все секторы нумеруются последовательно от первого сектора нулевой дорожки нулевого цилиндра.

Примечание

Для выбора способа адресации дискового пространства в настройках BIOS выбирают какой-либо вариант: Normal, Large и LBA *(см. гл. 5)*.

Но поскольку при методе адресации LBA используется адресация через прерывание Int 13 BIOS[4] с применением нотации C/H/S, то у старых BIOS и ранних версий Windows остается ограничение на размер адресуемого дискового пространства в пределах 8 Гбайт[5] (это практически все системные платы, изготовленные до появления Pentium II). То есть при подключении винчестера объемом в 10 Гбайт доступными оказываются около 8 Гбайт, остальные же гигабайты доступны лишь при использовании системных плат, при разработке которых учитывалось появление винчестеров объемов в десятки гигабайт.

Появление винчестеров с дисковым пространством более 30 Гбайт обнаружила еще одну проблему — аппаратных ресурсов контроллера ATA у "старых" системных плат не хватает для адресации дискового пространства за пределами 32 Гбайт (это системные платы на чипсетах 440BX и т. д.). В настоящее время производители винчестеров дошли еще до одного порога в 137 Гбайт.

Примечание

В большинстве случаев операционная система Windows работает с файловой системой FAT, в которой для адресации данных на винчестере используется принцип группирования секторов в группы — кластеры. Существует несколько ее разновидностей: FAT12, FAT16 и FAT32. Цифры говорят о количестве битов, отведенных для адресации кластера в таблице размещения файлов (FAT). Для винчестеров (логических дисков) с дисковым пространством более 2 Гбайт необходимо применять FAT32.

В файловой системе FAT16 для адресации кластеров на винчестере используется таблица, в которой не может быть больше 65 536 записей. Соответственно, размер кластера при размере логического диска до 128 Мбайт составляет 2 Кбайт, до 256 — 4, до 512 — 8, до 1000 — 16, до 2000 — 32. То есть при размере логического диска более 1 Гбайт даже при записи короткого файла в 1 байт на винчестере будет занято 32 Кбайт.

Обслуживание винчестеров

Винчестер в течение гарантийного срока работы фактически не требует никакого обслуживания. Основные операции, которые требуются от пользователя, это разделить дисковое пространство на логические диски с помощью программы FDISK (логическая структура диска и подробности работы с

[4] После старта операционной системы для работы с винчестером не используются подпрограммы BIOS.

[5] Старые версии BIOS работают только с данными, расположенными на первых 1024 цилиндрах. Это ограничение заставляет располагать начало логического диска, с которого стартует операционная система, на цилиндрах с 1 по 1023 (Цилиндр 0 используется для главной загрузочной записи).

программой FDISK приведены в *гл. 5*), а также отформатировать каждый созданный диск программой FORMAT, например:

```
FORMAT C:
```

Иногда в операционной системе Windows надо "принудительно" включить режим работы DMA для винчестера, чтобы уменьшить загрузку процессора за счет прямого обращения к памяти. Для этого надо установить флажок **DMA** на вкладке **Настройка**, попасть на которую можно следующим путем: **Панель управления | Система | Устройства | Дисковые накопители | Жесткий диск | Свойства | Настройка** (рис. 9.22).

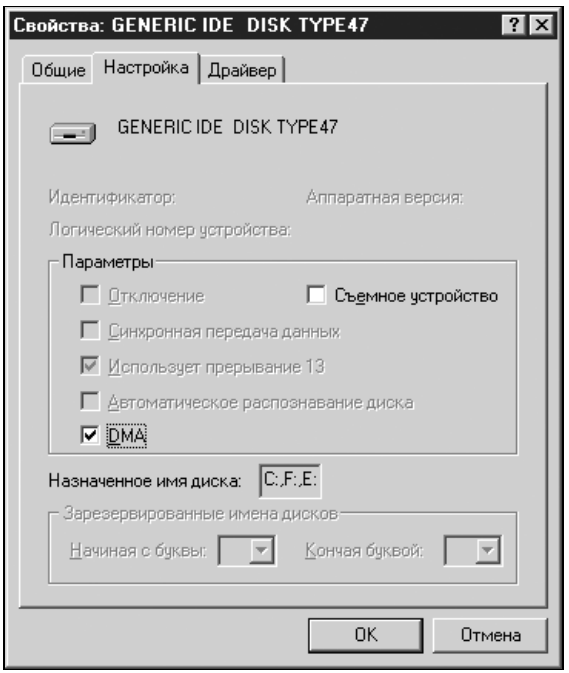


Рис. 9.22. Установка режима DMA

Правка загрузочной записи

В ряде случаев, когда на винчестере имеется не только операционная система Windows, или были проблемы с BOOT-вирусами или программами защиты информации, программа FDISK отказывается изменять существующую на винчестере загрузочную запись (MBR, Master Boot Record). В этом случае есть несколько способов изменения MBR так, чтобы программа FDISK снова согласилась с ней работать. Если не рассматривать восстановление рабо-

тоспособности компьютера с помощью аварийной дискеты, которую можно создать различными программами, например утилитой, входящей в антивирусный программный пакет AVP, то все способы представляют собой ручную корректировку главной таблицы разделов в MBR. То есть с помощью специальной программы необходимо получить доступ к нулевой дорожке винчестера[6] и провести корректировку данных, записанных на ней. Далее приводится насколько вариантов такого воздействия на винчестер разной степени сложности.

- Самое простое, это попробовать запустить программу FDISK с дополнительным параметром, который позволяет привести MBR к стандартному виду:

  ```
  A:\fdisk /mbr
  ```

  Но т. к. вы уже столкнулись с проблемой при разбиении винчестера программой FDISK, то, вполне вероятно, такой вариант запуска этой программы не поможет восстановить доступ к винчестеру.

- Для ручной корректировки MBR, точнее главной таблицы разделов, можно использовать программы NU.EXE или DISKEDIT.EXE из пакета Norton Utilities. Хотя способы работы с ними несколько отличаются (особенно для младших версий NU.EXE), но в любом случае надо выбрать функцию Physical Sector (работа с физическими секторами) и, перейдя к Partition Table или сектору 1 цилиндра 0 поверхности 0, испортить загрузочную запись, введя случайный набор данных. После записи такой неверной информации на диск и перезагрузки программа FDISK снова согласится корректировать MBR. Того же можно добиться и с помощью программы DOS Navigator, выбрав соответствующий пункт в меню.

Последним способом можно не только испортить загрузочную запись, чтобы дать разрешение на работу программы FDISK, но и восстановить главную таблицу разделов так, чтобы она имела те же параметры, которые были до возникновения проблем. Для этого нужно вручную откорректировать главную таблицу разделов, заполнив ее правильными значениями.

Правда, такой способ доступен только тем, кто четко представляет, какова была логическая структура дискового пространства ранее. Заметим, что в этом случае уже нельзя пользоваться программой FDISK, т. к. она "не понимает" "нестандартной" разметки дискового пространства.

Свопинг

Модернизация компьютера чаще происходит спонтанно, и пользователь в большинстве случаев руководствуется принципом — побольше и подешевле. В итоге почти всегда получается, что узлы в компьютере никак не согласо-

[6] Доступ к нулевой дорожке возможен только при работе в операционной системе DOS. Режим эмуляции DOS в Windows не позволяет получить доступ к этой дорожке.

ваны друг с другом. Гигагерцовый процессор вынужден постоянно ждать ответов от низкоскоростного винчестера, память не работает на доступной ей скорости и т. д.

У популярной конфигурации компьютера, в которую входит процессор Celeron и дешевый винчестер объемом 10—40 Гбайт, имеется слабое место — *свопинг* (виртуальная память на винчестере).

Примечание

Свопингом называют резервирование части места на диске для использования в качестве дополнительной памяти. Это ускоряет работу компьютера. Оптимальный результат обычно достигается в случае, когда Windows устанавливает эти параметры автоматически.

Хотя такие конфигурации компьютеров снабжаются оперативной памятью 128 и 256 Мбайт, но даже и в этом случае, когда существует излишек оперативной памяти, операционная система Windows использует файл подкачки величиной, например 40 Мбайт. Если с помощью программы Системный монитор посмотреть, как при работе в Windows 98 SE/ME используется ОЗУ, то видно, что почти всегда постоянно свободно более 100—150 Мбайт (при 512 Мбайт оперативной памяти свопинг практически не нужен). Но несмотря на большой объем неиспользуемой оперативной памяти, операционная система продолжает использовать свопинг на винчестер, как будто так и положено. В итоге, теряется время на обмен с низкоскоростным винчестером.

В настройках Windows есть параметр, который позволяет отключить виртуальную память. Для этого надо установить флажок **Не использовать виртуальную память (Не рекомендуется)** в окне **Виртуальная память**, попасть в которое можно следующим путем: **Панель управления | Система | Быстродействие** (рис. 9.23).

После этой нехитрой операции останется только щелкнуть на кнопке **ОК** и перезагрузить компьютер. После перезагрузки компьютер будет работать заметно быстрее, например, установка чуть более скоростного процессора дает куда меньший эффект.

Но, к сожалению, кроме положительного эффекта отключение свопинга в ряде случаев приводит к неприятным вариантам. Некоторые популярные программы не умеют правильно работать при отключенном свопинге, например, программа Photoshop регулярно зависает при работе со вторым или третьим рисунком (потребуется перезагрузка компьютера). Поэтому надо взвесить все "за" и "против" до того как вы начнете экспериментирование с отключением свопинга.

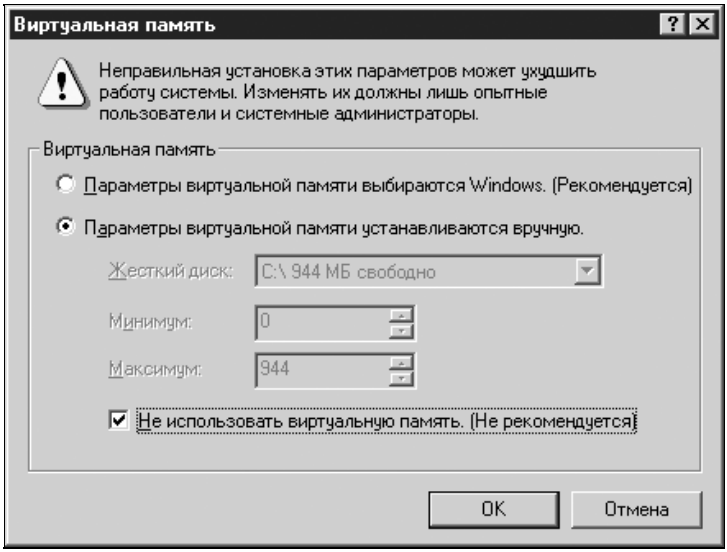


Рис. 9.23. Отключение виртуальной памяти (свопинга)

Ultra DMA

Цены на новые винчестеры стремительно падают, поэтому пользователи начинают оснащать свои компьютеры современными винчестерами с новейшими интерфейсами ATA/66, ATA/100 и ATA/133. К сожалению, многие популярные системные платы, в частности с чипсетом 440BX, не поддерживают скоростные спецификации IDE-интерфейса. Соответственно, даже очень хороший винчестер будет вынужден работать в том режиме, который может обеспечить системная плата.

Для увеличения пропускной способности IDE-интерфейса можно использовать плату дополнительного контроллера IDE, которая вставляется в слот PCI. Такие дополнительные платы выпускаются многими фирмами и стоят от 30 до 150 долларов.

На рис. 9.24 показана блок-схема контроллера IDE-интерфейса.

Примечание

Режим Ultra DMA предусматривает, что данные передаются по каждому перепаду тактовой частоты (рис. 9.25), т. е. частота обмена увеличивается в два раза.

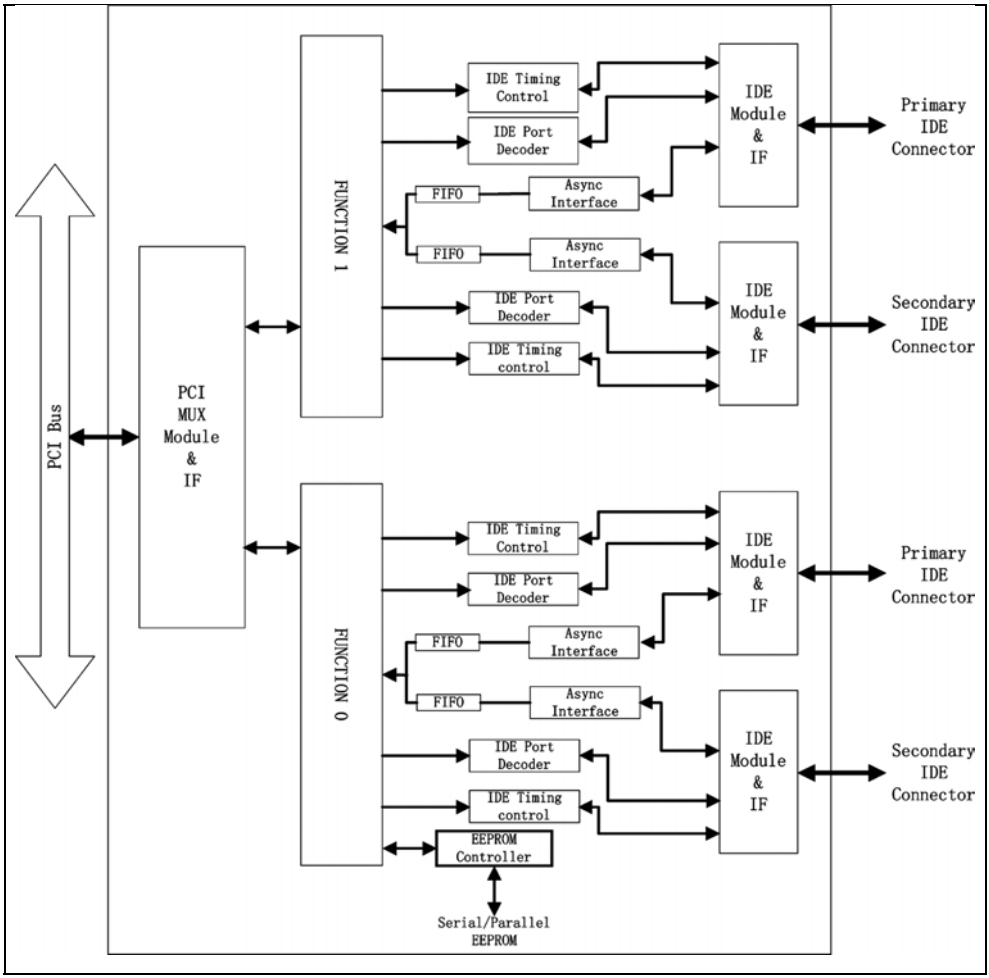


Рис. 9.24. Блок-схема IDE-контроллера

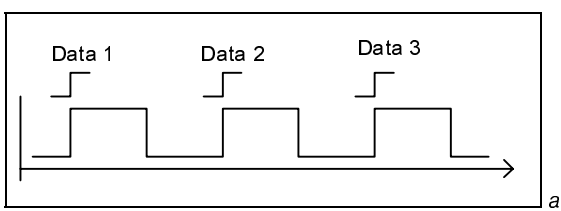


Рис. 9.25. Работа интерфейса IDE:
а — обычный режим

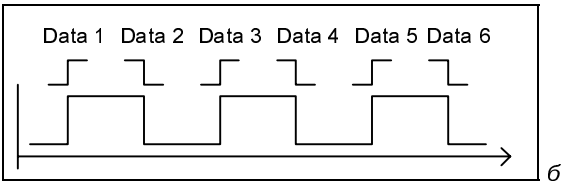


Рис. 9.25. Работа интерфейса IDE:
б — режим Ultra DMA

Serial ATA

Последовательный интерфейс Serial ATA, который только-только начал внедряться, видимо, положит конец всем тем проблемам, которые свойственны интерфейсу IDE. В первую очередь — это согласование производительности и разрядности шины PCI и накопителей на жестких магнитных дисках. Кроме того, внутреннее пространство в корпусе персонального компьютера кардинально освободится от двух IDE-шлейфов, которые создают массу хлопот — их сложно подключать, т. к. приходится работать наощупь, большие их габариты мешают нормальному охлаждению процессора и микросхем, установленных на системной плате и т. п.

На рис. 9.26 показано, как подключаются устройства с последовательным интерфейсом Serial ATA. Вместо громоздкого плоского кабеля с 80 проводниками предлагается использование тонкого коаксиального провода длиною до 1 м, по которому данные будут передаваться в виде отдельных битов с разницей в уровнях напряжения всего 0,5 В. Интересно, что, наконец, подвергся модификации разъем питания, в котором предложено использовать 5 линий — дополнительное напряжение 3,3 В предназначено для будущих устройств, которые, возможно, скоро появятся.

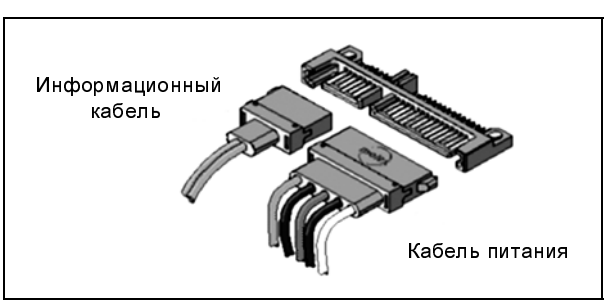


Рис. 9.26. Подключение устройств с интерфейсом Serial ATA

Немаловажным достоинством интерфейса Serial ATA является и то, что уменьшаются габариты разъемов. В совокупности со всем остальным это позволяет начать действительно реальный процесс сокращения габаритов системных блоков персональных компьютеров. Сравнение двух стандартов показано на рис. 9.27.

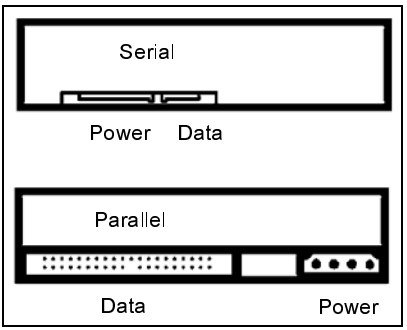


Рис. 9.27. Сравнение стандартов IDE и Serial ATA

Как обещают разработчики интерфейса Serial ATA, пользователям будут доступны переходники, которые позволят совместно использовать устройства с интерфейсами IDE и Serial ATA. То есть можно будет подключить винчестер с интерфейсом Serial ATA к любой старой системной плате, а к системной плате с интерфейсом Serial ATA подключить традиционный винчестер.

Глава 10

Звук

Установка динамика в первых компьютерах IBM PC объяснялась только желанием разработчиков иметь возможность звуковой индикации системных событий, например, отказов в работе видеокарты или возникновения ошибок оперативной памяти. Каких-либо претензий на воспроизведение голоса или музыки с помощью компьютера у разработчиков не было и, соответственно, динамик был подключен к выходу обычного двоичного счетчика, который только и мог, что формировать звуковые сигналы различной длительности и тональности.

Появление первых звуковых карт, которые достаточно чисто могли воспроизводить голос, музыку и формировать из MIDI-команд незатейливые мелодии, было встречено пользователями с весьма вялым интересом. Тут проявились два фактора — качество звука, формируемого первыми 8-битными звуковыми картами, было на уровне радиоприемника, а их установка, к сожалению, сопровождалась различными проблемами — то не хватало аппаратного прерывания, то конфликтовали порты ввода/вывода. Так что длительное время звуковой картой был оборудован не каждый компьютер.

Прошло несколько десятилетий, технологии воспроизведения звука усовершенствовались настолько, что теперь ни один пользователь не может себе представить, что в современном компьютере не установлена звуковая карта. А для многих игр и программ наличие звуковой карты обязательно.

По сути, в настоящее время компьютер на равных конкурирует с музыкальным центром и видеомагнитофоном. И совсем скоро даже просмотр телевизионных программ на мониторе будет вполне обычным делом.

Канал звука

Так как традиционный канал звука в персональном компьютере предназначен для озвучивания системных событий, то все его узлы, которые участвуют в формировании звуковой волны, разнесены по разным блокам (ранее микросхемам). Каждым блоком-микросхемой надо управлять по отдельности, ис-

пользуя специфичные для нее особенности, поэтому вроде бы простое управление звуком никак не напоминает работу с музыкальным синтезатором.

Для операций, синхронизированных с реальным временем, а это системные часы и звуковой канал, используются три программируемых интервальных счетчика-таймера. В самых первых моделях IBM PC XT и AT применялась микросхема 8253 (или 8254), а в дальнейшем ее функции были встроены в чипсет системной платы. Принципы управления счетчиками, независимо от типа процессора, остаются одними и теми же.

На рис. 10.1 показана подсистема формирования звуковых сигналов. От системных часов поступают импульсы с частотой 1,19 МГц, которые одновременно подаются на три канала таймера (на рисунке показан только канал 2). Каналы 0 и 1 используются для расчета времени системных событий, например прерываний BIOS или восстановления синхронизации времени после аппаратных прерываний. Заметим, что хотя пользователю доступно программирование этих каналов, но использовать их и менять какие-либо настройки и режимы нежелательно.

Третий канал (канал 2) используется для формирования звуковых сигналов BIOS. Но т. к. системные события, которые озвучивает BIOS, происходят только во время начальной загрузки и при тяжелых ошибках операционной системы, то пользователь вправе использовать этот канал по своему усмотрению. То есть любая пользовательская программа может управлять режимом этого канала по собственному алгоритму, например синтезировать голос человека, музыку или подавать звуковые сигналы в ответ на ошибочные действия пользователя.

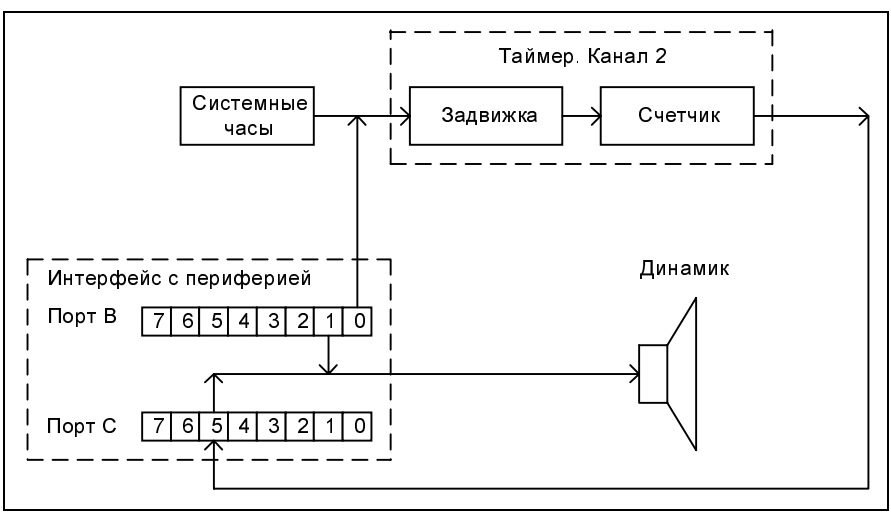


Рис. 10.1. Канал управления звуком

В каждом канале используются 16-разрядные двоичные счетчики, с помощью которых можно сосчитать максимально 65 635 импульсов. Если разделить входную частоту 1,19 МГц на разрядность счетчика, то минимальная частота на его выходе будет около 55 Гц или 18,2 импульса в секунду.

Счетчик канала может работать в 6-ти режимах, которые программируются пользователем. Но в любом из них за каждый такт системных часов счетчик всегда только вычитает единицу из значения, которое в него записано. После обнуления он формирует выходной импульс.

В счетчик можно записать любое число в диапазоне от 0 до 65 635 двумя способами — загрузить два байта или только один, старший или младший.

Чтобы не нарушать работу счетчика во время загрузки нового значения (частота синхронизации процессора и таймера не совпадают), каждый канал снабжен регистром-задвижкой, в который загружается будущее значение счетчика. А содержимое счетчика меняется только после получения таймером байта управления и одного или двух байтов, которые должны быть в него загружены.

Для управления любым каналом таймера используется управляющий порт с адресом 43h, в который посылаются однобайтные команды. После команды управления по адресу порта нужного канала передается один или два байта для загрузки счетчика канала. Рабочий цикл счетчика завершится, когда его значение будет равно 0. Адреса портов таймера приведены в табл. 10.1, а значения битов в командном слове — в табл. 10.2. Табл. 10.3 содержит названия возможных режимов работы каналов таймера, но почти всегда используется 3-й режим, когда канал таймера работает в режиме обычного делителя импульсов, имитируя генератор.

Таблица 10.1. *Порты таймера*

Назначение	Адрес порта	Назначение	Адрес порта
Канал 0	40h	Канал 2	42h
Канал 1	41h	Управление	43h

Таблица 10.2. *Значение битов в командном слове таймера*

Бит	Описание
0	Если 0, то двоичные данные, иначе BCD
3—1	Номер режима — 000-101

Таблица 10.2 *(окончание)*

Бит	Описание
5—4	Тип операции:
	00 — передавать значения счетчика в задвижку;
	01 — читать/писать только старший байт;
	10 — читать/писать только младший байт;
	11 — читать/писать сначала старший байт, а потом младший
7—6	Номер программируемого канала

Таблица 10.3. *Режимы работы каналов таймера*

Режим	Название
0	Прерывание по пользовательскому счету
1	Односчетный запуск
2	Задающий генератор (деление входной частоты)
3	Формирование прямоугольных импульсов
4	Формирование одиночного импульса
5	Формирование одиночного импульса

Динамик компьютера не подключен непосредственно к выходу 2-го канала таймера, а управляется блоком периферийного интерфейса. Это значит, что помимо управления таймером, для того чтобы запищал динамик, надо установить определенные биты портов периферийного интерфейса.

Интерфейс с периферией ранее выполнялся на микросхеме 8255, представляющей собой три однобайтовых порта. Каждый порт в состоянии как принимать данные, так и передавать. При этом полученное или переданное значение может, по желанию программиста, храниться во внутреннем регистре интерфейса. Адреса портов интерфейса с периферией приведены в табл. 10.4. Само управление блоком периферийного интерфейса похоже на работу с таймером, но т. к. в данном случае, кроме управления таймером и динамиком, на эти порты возлагаются и другие системные функции, то требуется изменение состояния одиночных битов, а не целых байтов. Поэтому программисту приходится сначала считывать состояние порта, а потом записывать новое значение с измененными одним или двумя битами.

Младший бит (бит 0) порта B (рис. 10.1) управляет воротами (gate), которые разрешают (бит равен 1) или запрещают (бит равен 0) прохождение импуль-

сов от системных часов к счетчику какого-либо канала таймера. Чтобы импульсы от таймера проходили к динамику, помимо битов порта B надо установить в единицу бит 5 порта C. Кроме того, выходные импульсы от таймера проходят через порт B (бит 1). Заметим, что этот порт также можно использовать для генерации звука.

Таблица 10.4. *Порты периферийного интерфейса*

Назначение	Адрес порта	Назначение	Адрес порта
Порт A	60h	Порт C	62h
Порт B	61h	Управление	63h

Использование канала звука

Несмотря на кажущуюся сложность, для программиста, знающего схемотехнику компьютера, использование портов для управления звучанием динамика не представляет особой проблемы. Ранее даже встречались программы, которые необычайно чисто воспроизводили на встроенном в компьютер динамике речь и музыку, правда, таких примеров было не так много, поскольку от программиста требовалось подать на динамик аналоговый сигнал, преобразованный в широтно-импульсную модуляцию (ШИМ). В этом случае динамик выполнял не только роль излучателя, но и работал как интегрирующая цепь (фильтр низких частот).

Обычно программисты и пользователи ограничивались простейшим управлением динамиком, например, с помощью оператора `SOUND` из языка программирования Basic. Ниже приведен фрагмент программы, которая создает звуковой сигнал частотой 587 Гц и длительностью 1 с:

```
SOUND ON
SOUND 587,1
SOUND OFF
```

Для создания нехитрой мелодии можно воспользоваться значениями частот нот первой октавы, которые приведены в табл. 10.5.

Управляя непосредственно портами таймера и интерфейса с периферией, возможно добиться хорошего звука даже на той "пищалке", мощностью 0,1 Вт, которая установлена в системном блоке.

Таблица 10.5. *Частоты первой октавы*

Нота	Частота	Нота	Частота
C (До)	523,3	D (Ре)	587,3

Таблица 10.5 *(окончание)*

Нота	Частота	Нота	Частота
E (Ми)	659,3	A (Ля)	880,0
F (Фа)	698,5	B (Си)	987,7
G (Соль)	784,0		

Простой звуковой сигнал можно вызвать при использовании функции BIOS или MS-DOS, посылая код ASCII 7 на стандартное устройство вывода (терминал). Этот код интерпретируется как управляющий символ "звонок" и не выводится на экран монитора. Ниже приведен программный код на языке Ассемблера:

```
MOV AH,2 ; функция вывода на экран
MOV DL,7 ; код ASCII 7
INT 21h  ; вызов прерывания
```

Примечание

Очень часто канал звука применяется для управления прерываниями, чтобы синхронизировать в реальном времени работу внешних устройств. При этом запрещается прохождение выходных сигналов от таймера к динамику.

Звуковые карты

Как только появились *аналого-цифровые* и *цифроаналоговые* преобразователи (АЦП и ЦАП), выполненные на одном кристалле кремния и не слишком дорогие по цене, то разработчики сразу нашли им применение для создания более реалистичного звука с помощью персонального компьютера, с использованием не внутреннего динамика, а внешних звуковых колонок.

Как мы уже отмечали, создание звука с помощью стандартного канала звука — это подача импульсов напряжения 5 В на динамик. Получить с помощью таких импульсов красивый звук весьма проблематично.

ЦАП же позволяет между двумя крайними точками создать множество промежуточных отсчетов, приближая синтезированный звуковой сигнал к реальному — аналоговому сигналу.

Посмотрите на рис. 10.2, где показан принцип цифроаналогового преобразования. Входной цифровой код поступает на вход ЦАП. Каждый разряд кода управляет выключателем, который подает на вход усилителя напряжение (ток) своего уровня. Суммарное напряжение на выходе усилителя представляет собой ступенчатый сигнал. После сглаживания выходного сигнала

с помощью фильтра на выходе ЦАП появляется выходной аналоговый сигнал, который в точности соответствует тому, который был закодирован в цифровом коде.

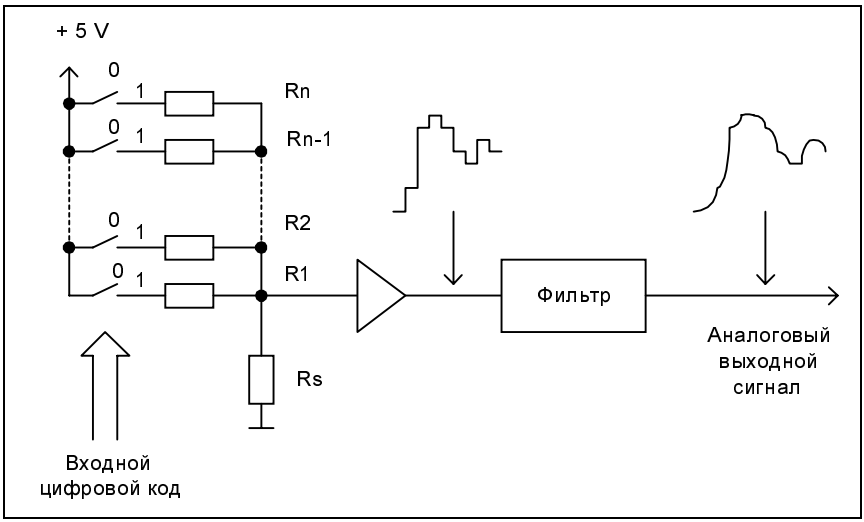


Рис. 10.2. Цифроаналоговое преобразование

Качество выходного сигнала ЦАП зависит от того, сколько цифровых разрядов принимает участие в его формировании. При 8 разрядах — звуковой сигнал имеет "красоту" воспроизведения обычного средневолнового радиоприемника. Все разборчиво, но наслаждаться чистотой звука нельзя. При 16 разрядах получается качество звучания, соответствующее тому, что можно услышать при воспроизведении компакт-дисков.

Аналого-цифровой преобразователь преобразовывает входной аналоговый сигнал — речь или музыку — в цифровой код. Один из вариантов АЦП показан на рис. 10.3. Конструктивно такой АЦП — это тот же ЦАП, на вход которого подается от двоичного счетчика последовательность кодов от 0 до максимально возможного значения, и выходной сигнал АЦП сравнивается с входным аналоговым с помощью компаратора. Когда эти два сигнала оказываются равны, то значение счетчика в момент срабатывания компаратора является цифровым кодом, соответствующим данному уровню напряжения входного аналогового сигнала.

Первые звуковые карты содержали 8-разрядные АЦП и ЦАП, а в дальнейшем, чтобы повысить качество звука, количество разрядов увеличили до 16. В настоящее время для создания очень чистого звука используют 18- и 24-разрядный код.

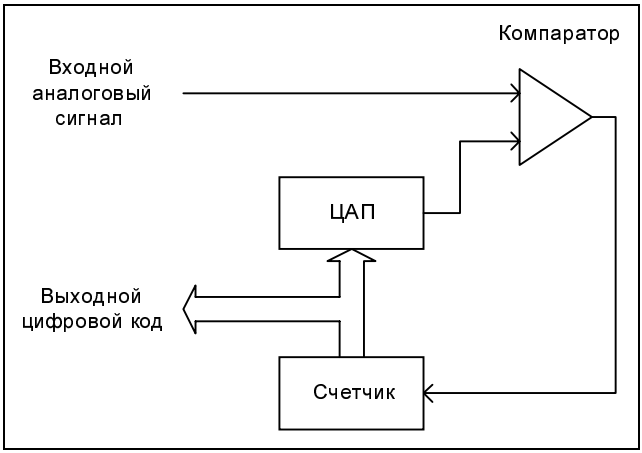


Рис. 10.3. Аналого-цифровое преобразование

На качество звука оказывает сильное влияние частота дискретизации — количество замеров входного уровня напряжения аналогового сигнала за одну секунду. Чем больше раз будет измерен уровень входного сигнала, тем точнее можно описать его форму. Для записи и воспроизведения человеческой речи используют частоту дискретизации 6—8 кГц. Для оцифровки звукового сигнала от телевизора или радиоприемника частоту дискретизации повышают до 20—25 кГц. Для аудиокомпакт-дисков используют частоту 44—48 кГц.

Примечание

Для хранения звука на винчестере или CD-ROM используется большое количество разнообразных форматов файлов, но наиболее популярны у пользователей — WAV и MP3.

В формате WAV хранятся необработанные звуковые сигналы, например этот формат использует программа Звукозапись из операционной системы Windows. Размер файла формата WAV наиболее велик. Так, даже при записи голоса с невысоким качеством для 3-минутного ролика на винчестере требуется 1 Мбайт дискового пространства.

Наибольшей популярностью у пользователей (но не у студий звукозаписи) пользуется формат MP3, который позволяет с высоким качеством сохранить эстрадное произведение в файле размером 3—5 Мбайт. Сокращение объема файла происходит за счет кодирования и компрессии сигнала, при этом от коэффициента сжатия зависит качество воспроизведения. Чем сильнее сжат файл, тем хуже звучание музыки.

Блок-схема стандартной звуковой карты показана на рис. 10.4. На блок-схеме видно, что звуковая карта содержит два независимых канала формирования звуковых сигналов. Первый канал — это модуль записи/воспроизведения аналоговых сигналов, например запись с микрофона или радиопри-

емника и воспроизведение через звуковые колонки или наушники. Второй канал — это блок синтезатора мелодий, выход которого может подаваться на модуль записи/воспроизведения. Для работы с различными MIDI-клавиатурами или внешними музыкальными синтезаторами предназначен блок MIDI-интерфейса.

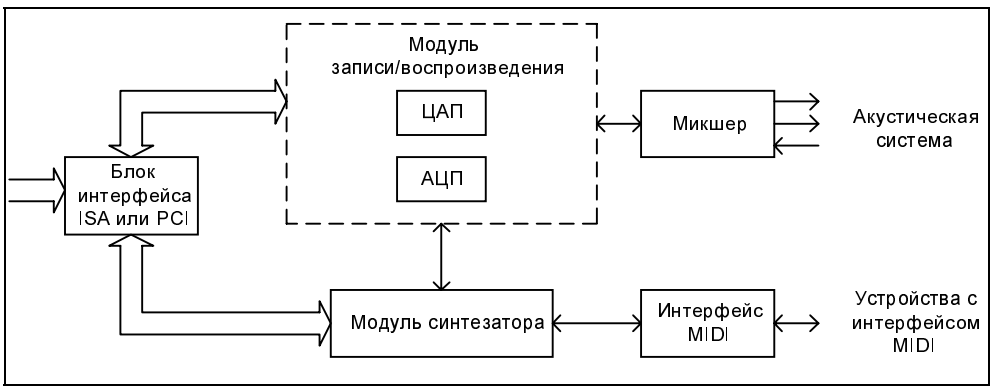


Рис. 10.4. Блок-схема звуковой карты

В настоящее время выпускается широкая номенклатура звуковых карт, рассчитанных на самые различные группы пользователей — от дешевых устройств для домашних или офисных компьютеров до систем, предназначенных для создания домашних кинотеатров. Цена звуковой карты может составлять от 6 до нескольких сотен долларов.

На рис. 10.5 показана простая звуковая карта Hercules Gamesurround Muse LT, которая позволяет слушать на компьютере музыкальные записи и просматривать видеофильмы. При желании к ней можно подключить MIDI-клавиатуру или джойстик. Всю работу по преобразованию звуковых сигналов в цифровой код и обратно выполняет один лишь чип, установленный на ее плате.

Аналогичные звуковые карты выпускают множество фирм, правда, чаще всего не с такой вычурной печатной платой. У этих карт, кроме 15-контактного разъема для подключения джойстика и MIDI-клавиатуры, обычно имеются стандартные стереогнезда для подключения активной акустической колонки, микрофона, радиоприемника или магнитофона.

На рис. 10.6 показана более сложная звуковая карта, у которой для подключения внешних звуковых устройств дополнительно имеется цифровой последовательный интерфейс S/PDIF (Sony/Philips Digital Interface Format). К этому интерфейсу можно подключить цифровые акустические колонки, телевизор, музыкальный центр. Заметим, что поддерживается технология

создания объемного звука, которая получила название 3D Sound (по аналогии с 3D-изображениями). В этом случае необходимо использовать шесть звуковых колонок по схеме, имеющей название — 5.1 (два фронтальных, центр, два тыловых и сабвуфер).

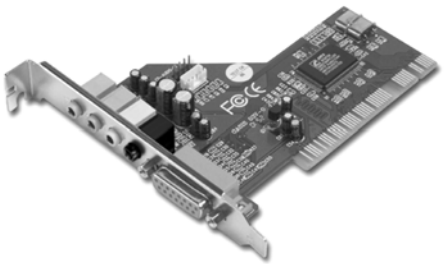


Рис. 10.5. Звуковая карта Hercules Gamesurround Muse LT

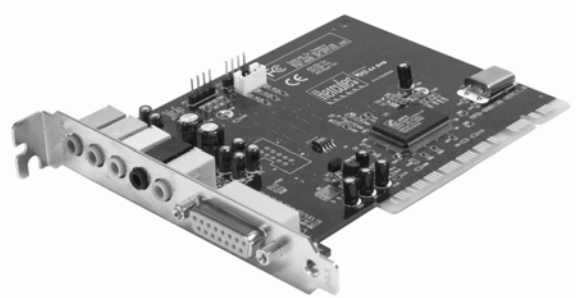


Рис. 10.6. Звуковая карта Hercules Gamesurround Muse 5.1 DVD

Примечание

Для того чтобы операционная система и пользовательские программы могли правильно работать с разнообразными звуковыми картами, большинство производителей поддерживают совместимость с Sound Blaster. В этот стандарт входят совместимые с Sound Blaster порты, FM-синтезатор и MIDI-интерфейс, совместимый с MPU-401.

Другой стандарт Windows Sound System (WSS) ввела корпорация Microsoft.

Подключение внешних устройств

Подключение устройств с цифровым интерфейсом, таких как принтер или сканер, стандартизировано, т. е. для них имеется всего несколько вариантов разъемов. Но вот в области звуковой аппаратуры ситуация весьма разношер-

стна. Здесь конкурируют несколько крупных разработчиков, каждый из которых внедряет собственные стандарты на форматы кодирования и записи аналоговых сигналов, способы подключения устройств к компьютеру. Соответственно, на звуковых картах можно найти самые разнообразные разъемы для подключения одних и тех же устройств, разница между которыми только в том, что они выпускаются различными фирмами.

На рис. 10.7 показаны разъемы для подключения различных аудиоустройств к звуковой карте ABIT Home Theater AU10 audio card. Наиболее "стандартные" из них — это 15-контактный MIDI/GAME и три стереоразъема для подключения микрофона, фронтальных колонок и линейного входа. Такие разъемы имеются почти на всех звуковых картах, и около них на корпусе приведена соответствующая пиктограмма или стандартная надпись.

Для подключения аппаратуры домашнего театра предназначен 9-контактный MINI DIN. К нему можно подключить аналоговые колонки формата 5.1, используя удлинительный переходник (рис. 10.8) или цифровые устройства S/PDIF, например пульт инфракрасного дистанционного управления (комплект из пульта и блока приемопередатчика показан на рис. 10.9).

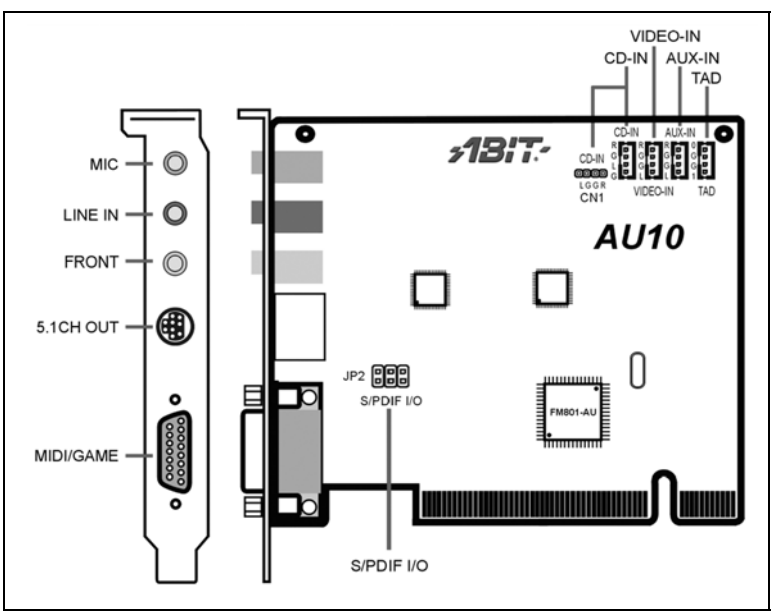
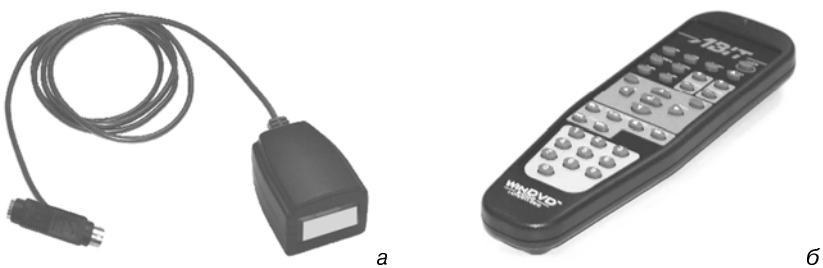


Рис. 10.7. Разъемы на звуковой карте ABIT Home Theater AU10 audio card

На печатной плате звуковой карты ABIT Home Theater AU10 audio card расположен ряд разъемов для подключения устройств, расположенных в корпусе персонального компьютера (см. рис. 10.7). В левом нижнем углу — ин-

терфейс для стандарта S/PDIF. В правом верхнем углу находятся несколько 4-контактных разъемов различных размеров, но назначение их — подать аналоговый сигнал на звуковую карту от CD-ROM или модема. Разнообразие же форм объясняется только тем, что тот или иной разъем начала применять одна из конкурирующих фирм. Фактически, требуется лишь соединить CD-ROM и звуковую карту двумя экранированными проводами — правого и левого каналов, используя имеющийся в комплекте с CD-ROM кабель, который подключается к подходящему разъему.

Рис. 10.8. Удлинительный переходник для звуковой карты ABIT Home Theater AU10 audio card



а *б*

Рис. 10.9. Дистанционное управление звуковой карты ABIT Home Theater AU10 audio card:
а — блок приемопередатчика; *б* — пульт

Некоторую сложность в определении назначения вызывает 40-контактный двухрядный разъем, который иногда устанавливается на плате звуковой карты. У очень "древних" карт этот разъем использовался в качестве IDE-интерфейса для подключения односкоростных CD-ROM. В настоящее время такие CD-ROM канули в небытие, а назначение похожего разъема — подключение к звуковой карте дополнительных плат, например, блока синтезатора (рис. 10.10).

В принципе, можно отказаться от множества разъемов для подключения внешних устройств, установив только один интерфейсный разъем, а на звуковой карте оставив блок сопряжения с шиной PCI и простейший аналого-

цифровой блок для подключения головной гарнитуры. Такой вариант показан на рис. 10.11 для звуковой карты Hercules Game Theater XP 6.1. Правда, такая плата работает только с внешним блоком (рис. 10.12), но зато можно получить качество звука, которое недостижимо для других типов звуковых карт. Это связано с тем, что полностью экранировать аналоговые цепи звуковой карты, которая устанавливается в слот PCI, от наводок от системной платы и видеокарты невозможно.

Рис. 10.10. Разъемы на звуковой карте Sound Blaster Live!

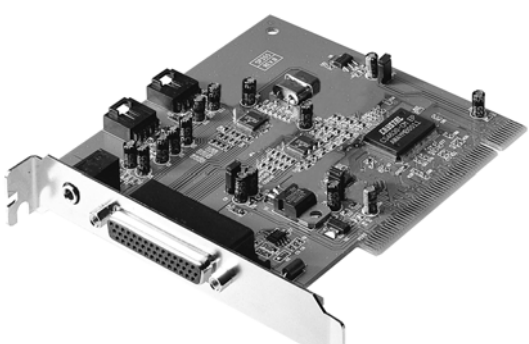


Рис. 10.11. Звуковая карта Hercules Game Theater XP 6.1

Для студий звукозаписи ряд фирм выпускает звуковые карты, предназначенные для профессионального применения. Для таких звуковых карт ха-

рактерен расширенный динамический диапазон аналоговых сигналов, увеличенное количество обрабатываемых каналов, уменьшенный уровень помех, работа со специальными интерфейсами, используемыми в звукозаписи. Одна из звуковых карт такого типа производства компании HOONTECH показана на рис. 10.13. Интересная особенность этой карты — блок интерфейсов с разъемами выведен на дополнительную плату. Для использования спецификации XG компании YAMAHA предназначен порт для подключения кабеля AES/EBU. Для подключения цифрового оборудования с интерфейсом S/PDIF можно использовать как обычный разъем с коаксиальным кабелем, так и встроенный оптический порт.

Рис. 10.12. Внешний блок для звуковой карты Hercules Game Theater XP 6.1:
а — лицевая панель; *б* — вид сзади

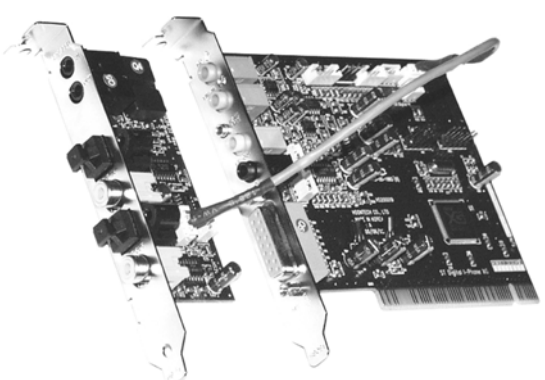


Рис. 10.13. Звуковая карта с синтезатором Yamaha HOONTECH SoundTrack i-Phone XG

Примечание

К выходу звуковой карты могут подключаться только активные колонки и наушники, т. к. ее выходная мощность не превышает 0,5 Вт. В редких случаях на звуковых картах устанавливаются усилители с мощностью, например 2 канала по 1,5—3 Вт, к которым можно подключать колонки с сопротивлением 8 или 4 Ом.

MIDI-клавиатуры и синтезаторы

Во времена маломощных компьютеров и острой нехватки дискового пространства чтобы воспроизводить нехитрые мелодии, был разработан способ синтезирования голосов различных музыкальных инструментов. Имея алгоритм создания музыкальной ноты или ее слепок, можно записывать в файл только названия нот и способ их формирования, а все остальное делает модуль синтезатора, который по нотам собирает звуки в музыкальный фрагмент.

Во всех звуковых картах имеется блок синтезатора, который управляется либо кодами, записанными в файлах (обычно формата MID), либо с помощью MIDI-клавиатуры, подключаемой через MIDI-интерфейс.

Способы синтеза звука

Для синтеза звука с помощью компьютера используются принципы, которые были разработаны для музыкальных синтезаторов. В них, чтобы сформировать звук, синусоидальный сигнал от генератора подвергается искажению, моделируя естественное звучание различных инструментов.

При ударе по клавише пианино или щипке струны гитары металлическая струна, которая генерирует звук, создает сигнал замысловатой формы. На рис. 10.14 показаны основные фазы звукового сигнала.

Первая фаза — это атака, когда звук быстро нарастает. Во второй фазе — поддержке — наблюдаются устоявшиеся колебания основного тона (ноты). В конце звучания сигнал затухает до нуля. Все эти изменения сигнала носят название — *амплитудная модуляция*.

Заметим, что хотя частота ноты считается неизменной, но в начале и конце звука наблюдаются незначительные колебания основной частоты. При синтезе музыки для создания эффекта качания частоты основного тона используют подмешивание дополнительной частоты от 0 до 5—10 Гц (принцип *частотной модуляции*).

Дополнительно суммарный звуковой сигнал может быть подвергнут обработке для создания различных эффектов, например *эха* (реверберация) или *хора* (хорус).

В звуковых картах наиболее часто используют два способа синтеза звука: FM- и WT-синтез.

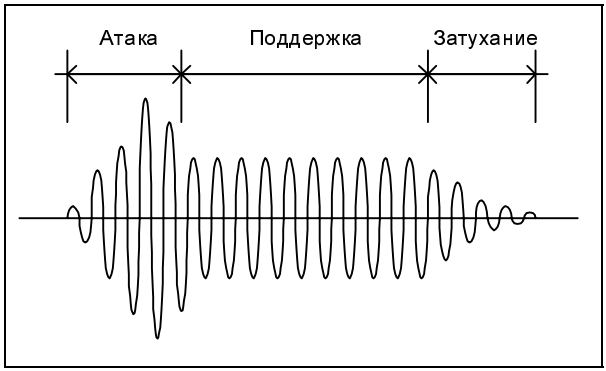


Рис. 10.14. Фазы звукового сигнала

В наиболее дешевых звуковых картах применяется только FM-синтез (Frequency Modulation Synthesis). В этом случае по FM-алгоритму из простых синусоидальных колебаний, применяя амплитудную и частотную модуляцию, формируют стандартные ноты, которым дополнительно придают окраску, присущую тому или иному инструменту. Так как этот способ является попыткой чисто "механическим" путем смоделировать настоящие инструменты, причем наиболее простым и дешевым способом, то в большинстве случаев тембр выходного сигнала не слишком благозвучен.

Для создания более реалистического и качественного звука используют синтезаторы, которые формируют выходной сигнал на основе образцов — таблицы волн (WT-синтез). То есть заранее создаются образцы звуков, оцифровывая звучание реальных музыкальных инструментов или звуков различной природы, например выстрела. В памяти синтезатора хранятся образцы звуков — *сэмплы* (от англ. *samples* — пример), которые при создании мелодии воспроизводятся с различной скоростью, моделируя все октавы. Красота звука у таких синтезаторов зависит от размеров таблицы волн (объема памяти, установленной на звуковой карте).

По мере развития микропроцессоров в синтезаторах стали использовать метод математического моделирования звукообразования реальных инструментов. Этот метод требует больших вычислительных мощностей, поэтому чаще всего математические расчеты возлагаются на центральный процессор компьютера или процессор встраивается в MIDI-клавиатуру или музыкальный синтезатор.

MIDI-интерфейс

Для подключения различных устройств к звуковой карте используется один из вариантов "токовой петли" *(см. гл. 14)* с гальванической развязкой, называемый MIDI-интерфейс. По MIDI-интерфейсу данные и команды переда-

ются побайтно и блоками. Кроме того, информация передается только в одном направлении, а для смены направления (изменения режима работы подключенных устройств) используются управляющие команды.

У персональных компьютеров, совместимых с IBM PC, отдельный разъем для MIDI-интерфейса обычно не устанавливается, а используются свободные контакты 15-контактного разъема, предназначенного для джойстика. Для подключения стандартных MIDI-устройств к этому разъему требуется переходной адаптер, который реализует интерфейс "токовая петля". В табл. 10.6 приведены назначения контактов MIDI-интерфейса на разъеме DB15, предназначенном для подключения джойстика (назначение остальных контактов объясняется в *гл.* 7). Основное назначение этих контактов — подключение к звуковой карте MIDI-клавиатуры, которая представляет собой набор клавиш, снабженных контактами.

Таблица 10.6. *Назначение контактов MIDI-интерфейса в разъеме для джойстика*

Контакт	Назначение	Контакт	Назначение
12	MIDI OUT	15	MIDI IN

На внешних устройствах для интерфейса MIDI используются 5-контактные разъемы DIN. Схема разводки кабеля для MIDI-интерфейса показана на рис. 10.15. Следует обратить внимание, что различные производители поразному указывают надписи у контактов MIDI-разъема. Максимальная длина кабеля (сегмента) не может быть более 15 м, но можно подключать по цепочке до 16 устройств, создавая маленькую локальную сеть (возможно создание сети различной топологии).

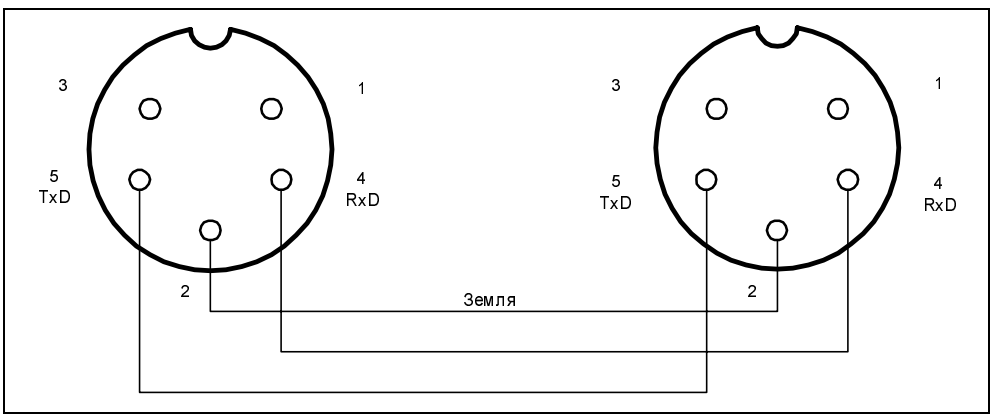


Рис. 10.15. Соединительный кабель MIDI-интерфейса

Музыкальные синтезаторы

Человеческое ухо — настолько чувствительный инструмент, что ни одна звуковая карта, устанавливаемая внутри компьютера, не может дать идеального качества синтезируемой мелодии. Всегда найдется что-то, что будет мешать. Например для высококачественных звуковых карт — это, в основном, проблема наводок от цифровых линий, которые портят прозрачность звука.

Для профессиональных музыкантов, которые используют компьютер для создания музыкальных произведений, несколько фирм выпускают музыкальные синтезаторы. Заметим, что красота и чистота звука, который синтезируется электронным методом, всегда оценивается на слух — субъективно. Соответственно, сказать, что самый "навороченный" синтезатор лучше, чем более простой, нельзя. К тому же, многое в музыке определяется модой на тот или иной стиль исполнения. Поэтому указывать что лучше, а что хуже — сейчас не будем, а разберем только технические вопросы подключения музыкального синтезатора к компьютеру.

На рис. 10.16 можно увидеть профессиональный синтезатор FP-3 Digital Piano корпорации Roland, которая длительное время создает весьма популярные конструкции.

Рис. 10.16. Синтезатор FP-3 Digital Piano корпорации Roland

Хотя синтезатор FP-3 Digital Piano несколько похож на простую MIDI-клавиатуру, но внутри него довольно сложная электронная схема. Сам синтезатор может работать и без подключения к компьютеру. Для создания эффектов к синтезатору подключается педаль (рис. 10.17).

Другой известный синтезатор Electronic Piano P80 корпорации Yamaha показан на рис. 10.18. На клавишах приведены названия стандартных октав.

Так как производители синтезаторов не присягали на верность тому или иному производителю компьютеров, то их модели синтезаторов снабжены разнообразными разъемами для подключения интерфейсов, которые используются в компьютерах как PC, так и Apple. На рис. 10.19 показана бо-

ковая стенка синтезатора Electronic Piano P80 корпорации Yamaha, где расположены разъемы для подключения интерфейсов.

Рис. 10.17. Педаль управления DP-2 корпорации Roland

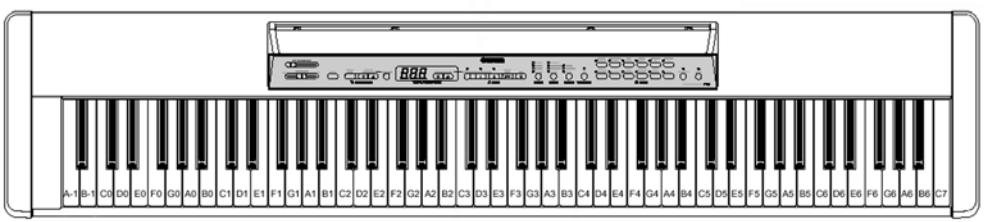


Рис. 10.18. Синтезатор Electronic Piano P80 корпорации Yamaha

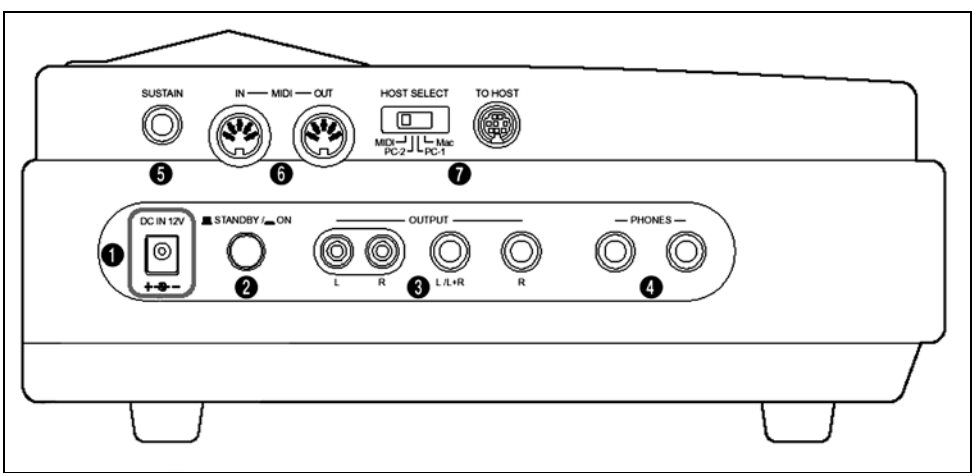


Рис. 10.19. Интерфейсные разъемы на корпусе синтезатора Electronic Piano P80 корпорации Yamaha

Для подключения синтезатора к MIDI-интерфейсу предназначены 5-контактные разъемы DIN, имеющие маркировку IN и OUT.

Кроме стандартного MIDI-интерфейса, синтезатор можно подключить к компьютеру и с помощью интерфейса RS-232 *(см. гл. 8)*. Для присоединения интерфейса RS-232 предназначен 8-контактный разъем MINI DIN (рис. 10.20). Разводка кабеля для подключения к COM-порту показана на рис. 10.21.

Рис. 10.20. Разъем MINI DIN 8-PIN

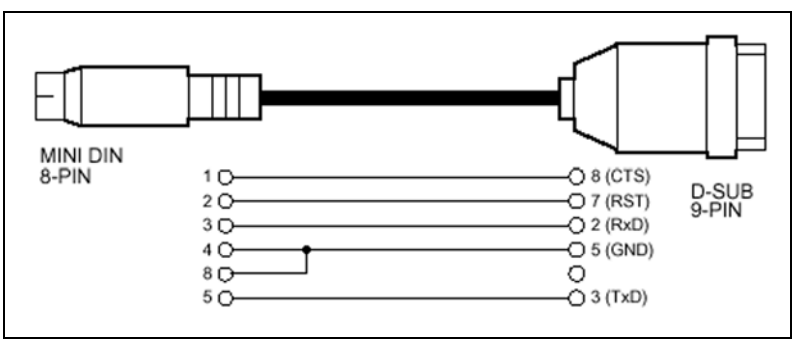


Рис. 10.21. Схема кабеля для подключения к COM-порту

При подключении компьютера к синтезатору выбор типа интерфейса и протокола обмена осуществляется с помощью переключателя **Host Select**. Для использования интерфейса RS-232 переключатель надо установить в положение **PC2**. Положение **MAC** служит для подключения синтезатора к компьютерам производства фирмы Apple.

Спецификация AC'97

Наиболее удачную попытку ввести в конструкцию персонального компьютера с процессором *x*86 канал звука, соответствующий современным требованиям к мультимедийным устройствам, сделала корпорация Intel. В результате совместных усилий корпораций Intel и Microsoft была разработана спецификация AC'97 (Audio Codec 97), в которой описана архитектура звуковой подсистемы PC.

Основная идея спецификации AC'97 заключается в том, что звуковой канал разделяется на две части — *звуковой кодек* (Audio Codec) и *цифровой контроллер* (Digital Controller). Обе части соединяются вместе с помощью *цифрового интерфейса* AC-link. На рис. 10.22 приведена блок-схема звукового канала по спецификации AC'97 (с рисунка удалена вся избыточная информация, мешающая пониманию принципа работы).

Цифровой контроллер, выполняемый на одной микросхеме, подключается к шине PCI. В его функции входит интерфейс между стандартной компьютерной шиной и цифровым интерфейсом AC-link. К новой цифровой шине можно подключать любые аналоговые устройства, поддерживающие спецификацию AC'97 и вставляемые в слоты AMR или CNR (дальнейшее развитие этой спецификации). Кроме того, на системной плате может находиться и аналоговая микросхема, которая выполняет функции звуковой карты, т. е. можно непосредственно к выходу этой микросхемы подключать обычные звуковые устройства, например активные звуковые колонки, микрофон, телевизор и пр.

Следует заметить, что спецификация AC'97 так же предусматривает создание модемного соединения *(см. гл. 14)*, т. е. в AMR- или CNR-слот можно установить и плату софт-модема.

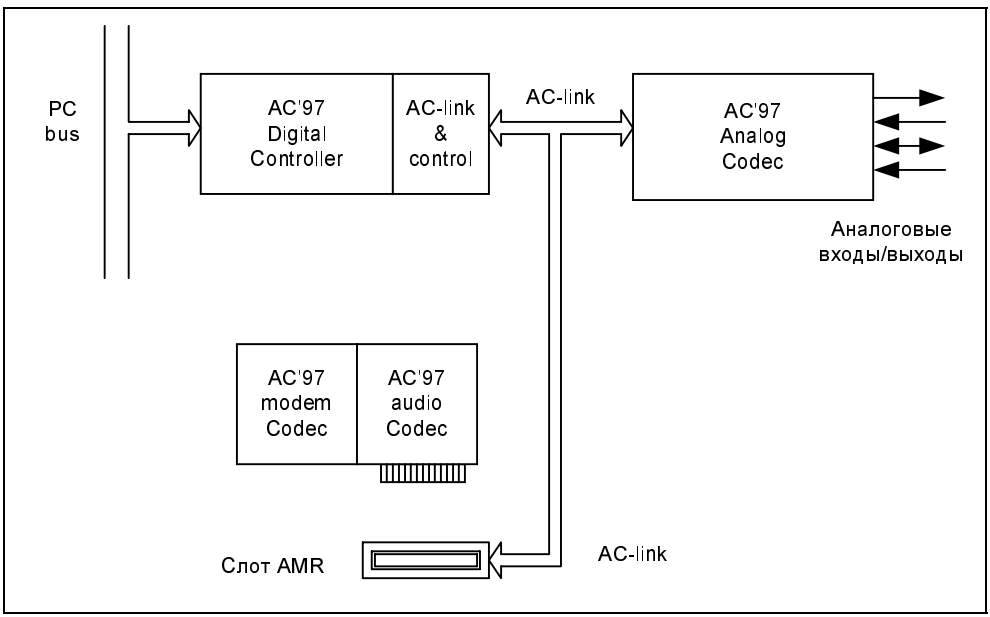


Рис. 10.22. Блок-схема звукового канала по спецификации AC'97

Несмотря на дополнительные возможности, пользователи не особенно стремятся пользоваться возможностями спецификации AC'97, предпочитая применять традиционные звуковые карты. Суть в том, что предложенный спецификацией AC'97 способ создания звукового канала страдает весьма серьезными недостатками, например требуется установка дополнительных драйверов для поддержки работоспособности интегрированных на системной плате звуковых устройств и модема, а качество формируемого звука не слишком высокое.

Звуковые колонки

Так как динамик в корпусе персонального компьютера "намертво" подключен к выходу цифровой микросхемы, то для воспроизведения музыки к выходу звуковой карты присоединяются внешние звуковые колонки. Заметим, что встроенные в монитор звуковые колонки также относятся к категории внешних.

В большинстве случаев к персональному компьютеру приобретают дешевые звуковые колонки мощностью 2—3 Вт, которые могут обеспечить звуковое сопровождение видеофильмов и голосовые функции. Качество звука у таких колонок не слишком высокое, точнее, соответствует звучанию простеньких переносных магнитофонов.

На рис. 10.23 и 10.24 показаны две модели недорогих звуковых колонок. Следует обратить внимание, что все аналогичные колонки снабжены всего двумя регуляторами — громкости и тембра (регулировки высоких частот). Дополнительно они снабжаются гнездом для подключения наушников.

Рис. 10.23. Звуковые колонки SVEN SPS-210

Рис. 10.24. Звуковые колонки SVEN SPS-320

Конструкция таких звуковых колонок очень проста. В пластмассовом корпусе устанавливаются две динамические головки — одна низкочастотная, а другая высокочастотная. Внутри одной из колонок (активная колонка) находится усилитель, который питается от сети 220 В. Пассивная колонка подключается к выходу этого усилителя. Хотя существуют звуковые колонки самых разнообразных форм, качество звука у них примерно одинаково, т. к. основной параметр у них — это минимальная цена. Наиболее часто их выходная мощность равна 2×2 Вт или 2×3 Вт RMS (средняя синусоидальная мощность). Правда, производители любят указывать для таких колонок пиковую мощность 2×80 или 2×100 Вт PMPO, что делается только из рекламных соображений. Частотный диапазон колонок составляет примерно 100—15000 или 80—18000 Гц.

Для получения более высококачественного звука используют дорогие звуковые колонки, которые выполняются по традиционным для звукотехники принципам. Например корпус делается деревянным, чтобы исключить дребезг, устанавливаются пассивные звукоинверторы и пр.

На рис. 10.25 показаны колонки модели SVEN SPS-678, у которых качество звука уже соответствует более взыскательному вкусу. Их мощность 2×18 Вт (RMS) или 400 Вт PMPO. Частотный диапазон встроенного усилителя, построенного на основе микросхемы TDA2030A, составляет 20—20 000 Гц, а колонок — 40—16 000 Гц. Данная модель снабжена кнопкой, включающей 3D-функцию, которая позволяет создать эффект объемного звука. Так как мощные динамики имеют сильное магнитное поле, то в них применено магнитное экранирование, которое позволяет устанавливать колонки рядом с монитором.

Для создания "домашнего кинотеатра" на базе персонального компьютера применяются звуковые комплексы, в которых используются 5 или 6 звуковых колонок. Одна из таких систем типа 5.1 производства фирмы Hercules показана на рис. 10.26. Для создания объемного звука используются 6 коло-

нок (центральная в этой модели объединена в одну акустическую систему с сабвуфером (низкочастотной колонкой). Частотный диапазон низкочастотной акустической системы 10—300 Гц, остальных (передних, тыловых и центральной) — от 30 Гц до 20 кГц. Пиковая мощность системы 1500 Вт. Номинальная мощность низкочастотной колонки 20 Вт, центральной — 6 Вт, а остальных — 5 Вт.

Рис. 10.25. Звуковые колонки SVEN SPS-678

Рис. 10.26. Звуковые колонки Hercules XPS 210

При использовании звуковых комплексов из 6 колонок очень большое значение имеет их месторасположение. Неправильное размещение колонок не даст возможности получить тот звуковой эффект, который возможен при просмотре видеофильмов в DVD-формате. На рис. 10.27 приведена рекомендованная крупнейшими производителями звукотехники схема расположения колонок в комнате.

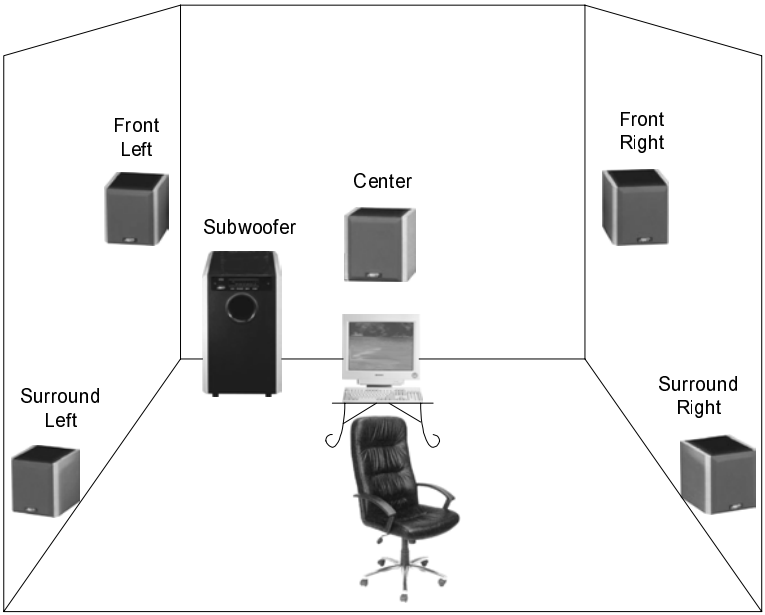


Рис. 10.27. Схема расположения звуковых колонок в комнате

Микрофоны и наушники

Когда нет возможности купить хорошие звуковые колонки или есть проблемы с окружающими, которых раздражает громкая музыка, пользователь может использовать наушники.

Наушники, как и звуковые колонки, также различаются по качеству воспроизведения звука. Наиболее дешевые воспроизводят полосу частот от 80 до 12 000—16 000 Гц. Но даже в этом случае качество звука в наушниках выше, чем у простейших звуковых колонок. Одна из моделей наушников приведена на рис. 10.28.

Для высококачественного прослушивания музыки необходимо приобретать более дорогие наушники, например стереонаушники Philips SBC-HP090, у которых диапазон воспроизводимых частот значительно шире — от 15 до 22 000 Гц.

Для общения с друзьями через Интернет при использовании программ с голосовым каналом применяются различные микрофоны, подключаемые к звуковой карте. Одна из моделей микрофонов показана на рис. 10.29. У многих пользователей большой популярностью пользуются наушники, у которых на дужке укреплен микрофон (рис. 10.30).

Рис. 10.28. Наушники SVEN CD-706

Рис. 10.29. Микрофон SVEN M01

Рис. 10.30. Наушники с микрофоном SVEN AP-870

Глава 11

Компакт-диски

Как ни удивительно, но наиболее простые носители данных — компакт-диски — вызывают у пользователей максимум проблем. Причем, чем более доступными становятся устройства для чтения и записи компакт-дисков, тем больше головной боли появляется от их использования. И все оттого, что владельцы авторских прав на музыкальные записи и видеофильмы в последнее время всерьез озаботились защитой компакт-дисков от копирования. Кроме того, научно-технические достижения в области полупроводниковых лазеров создали для разработчиков компьютерного оборудования условия, когда они могут создавать самые замысловатые способы (в том числе и стандарты) записи информации на оптические диски, не особо утруждая себя совместимостью со старым оборудованием.

Чтобы не отнимать время у читателя и не влезать в область законодательства об авторском праве и пр., в этой главе будет рассказано только о наиболее популярных типах компакт-дисков, которыми пользуются почти все владельцы персональных компьютеров для создания архивов файлов. Частично будет затронута тема просмотра видеофильмов с DVD-дисков.

Конструкция компакт-дисков

Стандарт компьютерных компакт-дисков CD-ROM (Compact Disk Read-Only Memory) появился в 1985 г. Очень быстро он был дополнен стандартом для записываемых дисков CD-R (CD-Recordable), а в дальнейшем добавился режим CD-RW — Compact Disk Read/Write.

Предшественником стандарта CD-ROM является стандарт цифровой аудиозаписи на компакт-диски CD-DA (Compact Disk Digital Audio). Компакт-диски с аудиозаписями до сих пор выпускаются наибольшими тиражами. Соответственно, любой компьютерный CD-ROM может без использования центрального процессора проигрывать музыкальные диски, а его отдельный звуковой выход (почти всегда снабженный регулятором громкости) не имеет никакого отношения к персональному компьютеру, т. к. аналоговое напря-

жение выходного сигнала формируется с помощью встроенного цифро-аналогового преобразователя.

После блистательного успеха аудиокомпакт-дисков и по мере развития компьютерных технологий в 1995 г. появился стандарт DVD, предназначенный для записи на компакт-диски видеофильмов.

Кроме перечисленных стандартов, существует ряд других, которые разработали отдельные фирмы и группы фирм. Для воспроизведения записанных в соответствии с ними компакт-дисков требуется, чтобы CD-ROM поддерживал соответствующий стандарт, а также была установлена специальная программа для обработки информации, например просмотра фотографий в формате Photo-CD или использования режима караоке при проигрывании музыки.

Наиболее популярный стандарт для CD-ROM — это ISO 9660 (ISO — International Standard Organization, Международная организация по стандартизации), который поддерживают все приводы, работающие с компьютерными компакт-дисками, в том числе и приводы DVD. Стандарт говорит о том, как размещаются данные (в том числе, файлы и каталоги) на компакт-диске.

Большинство стандартов записи данных на компакт-диски описаны в "радужной" серии книг, получивших свое название от цвета обложек:

- Red Book (красная книга) — описание формата для CD-DA;
- Yellow Book (желтая книга) — описание формата для CD-ROM;
- Green Book (зеленая книга) — описание формата для CD-I;
- Orange Book (оранжевая книга) — описание формата для CD-R и CD-RW;
- White Book (белая книга) — описание формата для Video CD.

На рис. 11.1 приведена геометрия стандартного компакт-диска, который может быть помещен в любой привод CD, устанавливаемый на данный момент в персональные компьютеры. Кроме того, существуют и становятся все более популярными малогабаритные компакт-диски диаметром в 80 мм, а также компакт-диски прямоугольного формата — компьютеризированные визитные карточки. Подобные компакт-диски читаются и записываются на стандартных приводах CD, у которых всегда в лотке для компакт-диска имеется углубление для укладывания 80 мм дисков.

Кстати, обратите внимание, что компакт-диски разработаны в метрической системе измерений.

Способ изготовления музыкальных компакт-дисков и CD-ROM почти такой же, как у патефонных пластинок. На прозрачном диске из поликарбоната толщиной 1,2 мм с помощью металлической матрицы методом выдавливания создаются информационные дорожки. Для улучшения отражающих

свойств на диск наносится слой алюминия (изредка золота), а для защиты от грязи диск покрывается слоем лака (рис. 11.2, *а*). У компакт-дисков стандарта CD-R между металлическим слоем и диском находится термочувствительный красочный слой. При нагреве записывающим лазером, который имеет повышенную мощность, происходит разогрев металлического и красочного слоев, что приводит к химической реакции, изменяющей отражающие свойства нагретой точки (рис. 11.2, *б*). Обычно в качестве красителя используется цианин или фталоцианин. Для возможности многократной записи для компакт-дисков стандарта CD-RW на поверхности пластмассового диска создается более сложная композиция из пленок различного состава, например, перед металлическим слоем помещается вещество, которое меняет свою кристаллическую структуру при нагревании, что приводит к изменению оптических свойств (рис. 11.2, *в*).

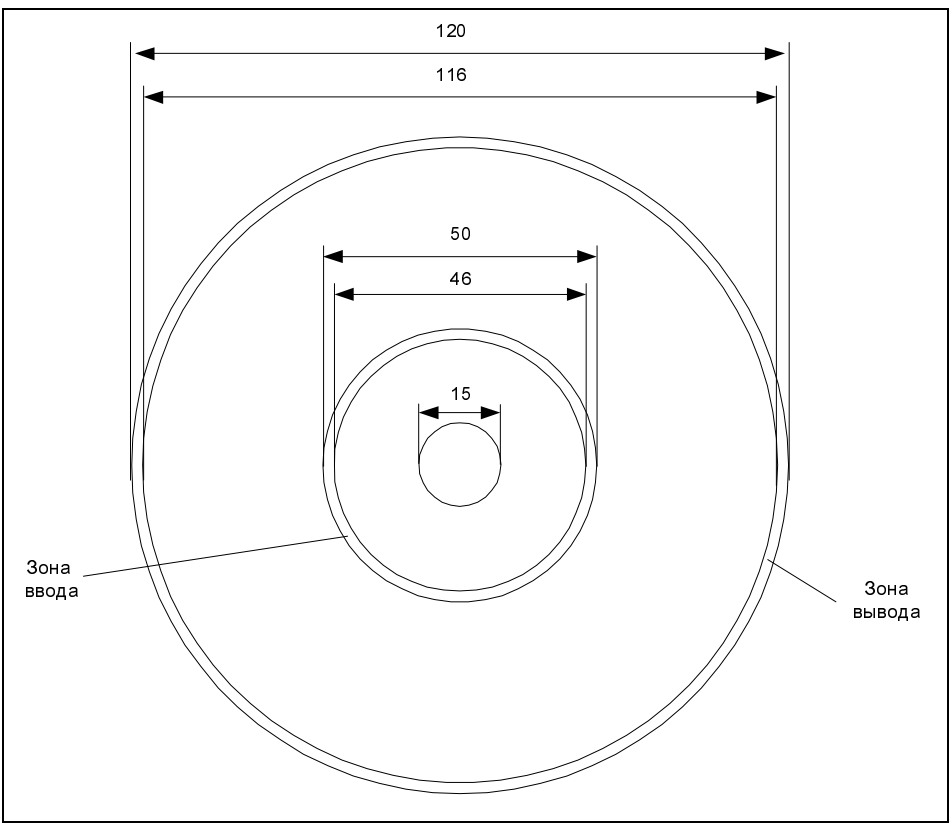


Рис. 11.1. Геометрические характеристики компакт-диска

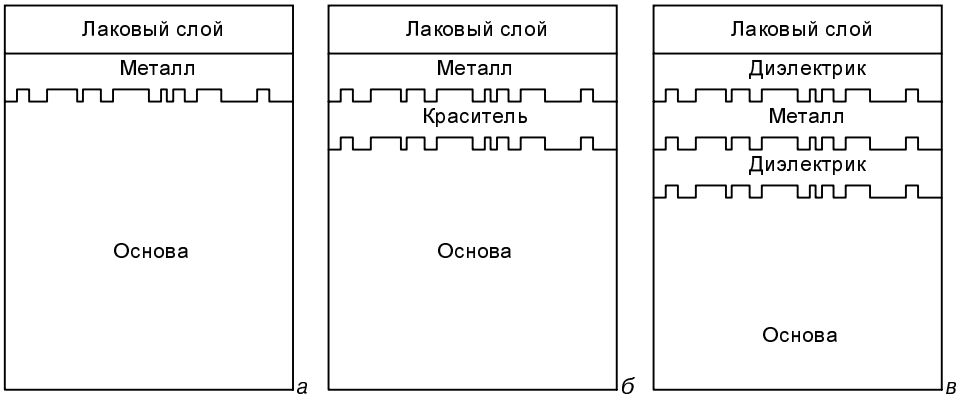


Рис. 11.2. Строение компакт-дисков:
а — CD-ROM; *б* — CD-R; *в* — CD-RW

Предупреждение

Защитный слой на компакт-дисках очень тонкий. Он легко повреждается даже если сильно потереть пальцами лаковую поверхность. Делать надписи на поверхности компакт-дисков шариковой авторучкой или простым фломастером нельзя! Специально для нанесения примечаний на компакт-диски выпускаются маркеры, которые безопасны для лакового слоя.

Держать компакт-диск можно только за края. Нельзя допускать попадание на его поверхность влаги и прямого солнечного света. Во избежание появления царапин, нарушающих процесс считывания данных, а в крайних случаях и ведущих к потере файлов, не следует вытирать компакт-диск подручными материалами и класть на поверхность рабочего стола.

Логическая структура

Данные на компакт-дисках стандарта CD-ROM записываются на одной спиральной дорожке с интервалом в 1,6 мкм между витками. Длина минимальной информационной точки *(numa)* 0,83 мкм. Для чтения информации используется инфракрасный лазер. Более объемные DVD-диски имеют интервал между витками информационной дорожки в 0,74 мкм, длину пита 0,4 мкм, а для чтения применяют красный лазер, обладающий меньшей длиной световой волны (для новых стандартов используют зеленый лазер).

Для того чтобы на процесс чтения не влияли дефекты диска и царапины, для записи данных пименяются коды с избыточной информацией. Для кодирования 1 байта (8 битов) используются 14 битов плюс 3 бита слияния (merge bit).

Минимальная структура данных на компакт-диске — *кадр* (frame), который состоит из 24 байтов, представленных 588 битами (180 битов используются для коррекции ошибок). Из 3234 кадров формируется сектор, в котором 2352 байта относятся к данным, а 882 байта используются для коррекции ошибок и управления. Теоретически, контроллер привода компакт-диска может восстановить до 500 байтов в секторе, что соответствует дефекту дорожки длиною до 2,5 мм.

На рис. 11.3—11.5 показана структура сектора на компакт-диске в соответствии со стандартом ISO 9660[1].

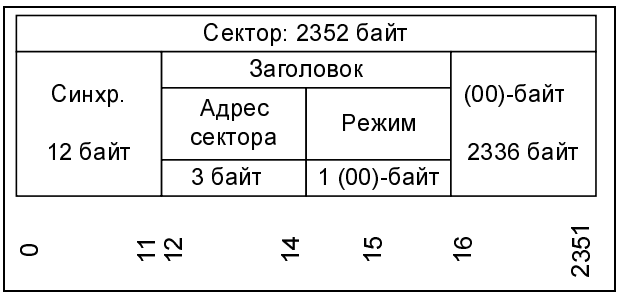


Рис. 11.3. Структура сектора для Mode 00

Рис. 11.4. Структура сектора для Mode 01

Так как стандартный сектор на винчестере содержит 512 байт, то на компакт-дисках, в большинстве случаев, в секторе размещается 2048 байтов (512×4), а остальное пространство не используется.

[1] Ознакомиться со стандартом ISO 9660 можно на сайте ECMA (Standardizing Information and Communication Systems) — **http://www.ecma.ch**. На этом сервере доступен стандарт ECMA-119, который описывает использование ISO-9660.

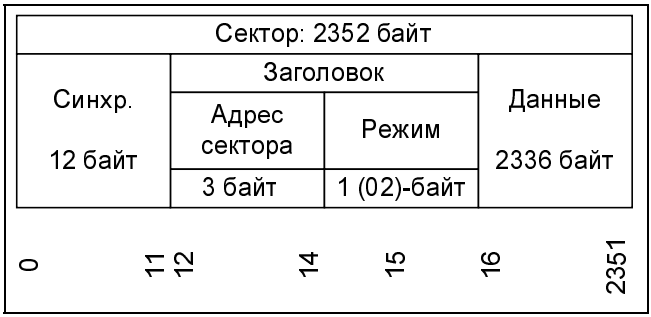


Рис. 11.5. Структура сектора для Mode 02

В простейшем виде информационная поверхность компакт-диска разделена на три зоны — входной каталог (Lead in), область данных и выходной каталог (Lead out), как показано на рис. 11.6. Входной каталог содержит оглавление (Table of Contents, TOC), адреса записей, число заголовков, суммарное время записи, название диска. В выходном каталоге присутствует метка конца диска.

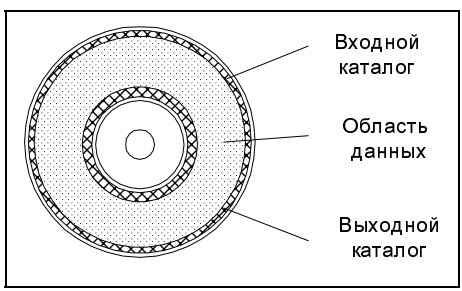


Рис. 11.6. Организация данных на компакт-диске

Стандарт ISO 9690 регламентирует способы указания имен файлов и структуру каталогов. Используются три вложенных уровня. Первый уровень (Level 1) — файловая система в стиле MS-DOS, в которой имя файла — 8 символов плюс трехсимвольное расширение, а глубина вложенности каталогов до 8. В качестве символов могут использоваться только заглавные латинские буквы, цифры и символ подчеркивания. Второй уровень (Level 2) позволяет использовать имена файлов длиной до 31 символа и глубиной каталогов 32. Два первых уровня не допускают фрагментацию файлов, т. е. файл должен записываться на компакт-диск за один раз в виде единого массива. Только для третьего уровня (Level 3) разрешена фрагментация файлов.

Скорость передачи данных

При проигрывании аудиозаписей используется метод считывания информации с *постоянной линейной скоростью* (Constant Linear Velocity, CLV), вследствие чего скорость вращения диска плавно изменяется при изменении положения читающего лазера. Соответственно, проигрыватели Audio CD и первое поколение CD-ROM имели скорость передачи данных равную 150 Кбит/с. В следующих поколениях CD-ROM скорость вращения постепенно увеличивали, а для классификации устройств использовали кратность относительно первого поколения. В настоящее время достигнут практический потолок[2] в повышении скорости для традиционных компакт-дисков, которая составляет 56×. В табл. 11.1 приведено соотношение между кратностью привода CD-ROM и скоростью передачи данных.

Так как поддержание постоянной линейной скорости при больших оборотах диска — технически сложная задача, то для скоростных приводов используют метод *постоянной угловой скорости* вращения (Constant Angular Velocity, CAV), а также комбинированный метод CLV—CAV. В последнем случае от самой внутренней дорожки до середины диска используется метод CLV, а для внешних дорожек — метод CAV. Заметим, что кратности, которые указываются на скоростных приводах CD-ROM, могут относиться к максимальному (достигается на внешней части диска) или среднему значению, которое опять-таки может рассчитываться по-разному, соответственно из-за этого бывает сложно сравнивать приводы компакт-дисков различных фирм.

Таблица 11.1. *Скорость передачи данных при различной кратности привода CD-ROM и DVD*

Кратность	CD	DVD
1×	150 Кбайт/с	1,32 Мбайт/с
4×	600 Кбайт/с	5,28 Мбайт/с
6×	900 Кбайт/с	7,93 Мбайт/с
8×	1,2 Мбайт/с	10,57 Мбайт/с
10×	1,5 Мбайт/с	13,21 Мбайт/с
12×	1,8 Мбайт/с	15,84 Мбайт/с
16×	2,4 Мбайт/с	21,13 Мбайт/с
20×	3,0 Мбайт/с	26,4 Мбайт/с
32×	4,8 Мбайт/с	42,26 Мбайт/с

[2] Даже на скорости в 48× существует опасность разрушения некачественного компакт-диска, что приводит к повреждению его осколками внутренней конструкции привода CD-ROM.

Методы записи

Появление приводов CD-R и CD-RW, встреченных с восторгом пользователями, особенно когда цена на них упала ниже 100 долларов, добавило весьма специфических проблем и условий, которыми обставляется запись на компакт-диск. Так, приводы CD-ROM, которые избавились от фирменных интерфейсов и получили поддержку в BIOS системных плат и операционной системе Windows, а также CD-R и CD-RW в режиме чтения необычайно просто устанавливаются, и работа с ними практически не требует каких-либо дополнительных знаний. А вот процесс записи болванок обставлен таким множеством условий, что пользователь, который первый раз пользуется записывающим устройством, обязательно напортит множество компакт-дисков прежде, чем у него будет получаться все так, как надо.

Тут сказалось аудиопрошлое компакт-дисков. Ведь даже используя один и тот же стандарт ISO 9660, компакт-диск можно записывать различными методами, которые при первом знакомстве вызывают небольшой стресс. Далее перечислены режимы записи компакт-дисков, которые чаще всего используются в настоящее время.

- Disc-At-Once (DAO) — один из самых простых способов записи компакт-дисков, при котором вся информация записываются за один раз. Записывающий лазер работает в непрерывном режиме и выключается только после записи всего диска. Дополнительных данных на компакт-диск после этого записать нельзя. Основное назначение этого метода — создание точных копий компакт-дисков и записи Audio CD.
- Track-At-Once (TAO) — в этом режиме запись данных на компакт-диск выполняется отдельными треками[3]. Записывающий лазер выключается после записи каждого трека. Данный режим позволяет указать, оставить диск "открытым", разрешая в дальнейшем дописывание данных, или "закрыть сессию", защищая компакт-диск от записи новых данных. При записи аудиодиска между композициями образуются двухсекундные паузы.
- Session-At-Once — при этом способе за один сеанс записи записывается один или несколько треков.

Компакт-диск, на котором записано более одной сессии, называется *мультисессионным*. Следует помнить, что подавляющее большинство музыкальных центров и CD-плееров не умеют читать мультисессионные компакт-диски (то есть диски, состоящие из нескольких сессий). Надо также иметь в виду, что при записи нескольких треков теряется некоторое свободное пространство на диске. Так, после первой сессии вы недосчитаетесь около 22 Мбайт, после второй и последующих — около 13 Мбайт. В табл. 11.2 приведено распределение дискового пространства компакт-диска при различных количествах записанных сессий.

[3] Проще говоря, трек — это одна музыкальная запись.

Во всех трех приведенных выше методах записи есть серьезный недостаток — данные во время записи должны поступать с винчестера непрерывно, т. к. любая приостановка в передаче данных портит записываемую болванку. То есть процессор и винчестер не должны прерывать передачу данных в привод. Для исключения аварийных ситуаций используется буфер, иногда до 8 Мбайт, из которого данные поступают непрерывно на блок записи, но, увы, в ряде случаев Windows может "отвлечься" на такое время, что и буфер также будет опустошен.

Для защиты от опустошения буфера ряд фирм предложили собственные технологии. Наиболее часто используемая технология — BURN-Proof (Buffer UnderRun Proof) — предложенная компанией Sanyo Electric, позволяет отключать лазер в тот момент, когда кончаются данные. Как только в буфере появляются новые данные, запись снова возобновляется. Аналогичная разработка от компании Ricoh называется JustLink (она является чуть более совершенной, т. к. уменьшается стык между обрывом предыдущей записи и началом новой). Кроме того, существуют технологии: SeamlessLink от компании Acer, SafeBurn от компании Yamaha и т. д.

При создании полной копии компакт-диска на винчестере формируется его образ (Image) в виде файла, например my_cd.iso или my_cd.c2d. Из файла образа при прожигании копии берутся данные. Так как вначале для расширения имен файлов образов применялась комбинация символов ISO, то в настоящее время используется термин ISO-образ для файлов, хранящих образ какого-нибудь компакт-диска. Следует обратить внимание, что операционные системы Windows не дают доступ к файлам и каталогам, находящимся внутри ISO-файла, как это возможно, например в операционной системе Linux.

Когда собираются файлы для сессии, которая будет записана на компакт-диск, программа записи не только записывает в проект имена файлов, но и собирает их в файл-образ, занимая место на винчестере. Если быстродействие винчестера выше скорости записи данных на компакт-диск, то можно использовать режим On-the-fly (на лету), при котором не создается предварительный образ записываемого компакт-диска. Заметим, что когда на винчестере маловато места, то это единственный способ записать компакт-диск.

Таблица 11.2. *Рекомендации компании Hewlett-Packard по записи данных на компакт-диск в формате ISO 9660 (CD 74 минуты)*

Число сеансов	Дисковое пространство для служебных целей	Дисковое пространство, отведенное для данных в расчете на один сеанс
1	Примерно 23 Мбайт	Один сеанс 627 Мбайт
5	Примерно 79 Мбайт (около 23 для первого, по 14 Мбайт для остальных)	114 Мбайт на каждый сеанс

Таблица 11.2 *(окончание)*

Число сеансов	Дисковое пространство для служебных целей	Дисковое пространство, отведенное для данных в расчете на один сеанс
10	Примерно 149 Мбайт (около 23 для первого, по 14 Мбайт для остальных)	50 Мбайт на каждый сеанс
30	Примерно 430 Мбайт (около 23 для первого, по 14 Мбайт для остальных)	7,4 Мбайт на каждый сеанс

Примечание

Учитывайте, что 1 Мбайт = 1 048 576 байт. В разных программах по-разному рассчитываются килобайты, мегабайты и гигабайты, например часто используется соотношение 1 Мбайт = 1000 Кбайт.

Примечание

Чем больше сеансов записано на компакт-диске, тем дольше он инициализируется.

Стандарт на компакт-диски CD-RW появился уже после того, как у пользователей стали популярны приводы CD-ROM. Соответственно, компакт-диски CD-RW могут быть прочитаны только на приводах CD-ROM, совместимых со стандартом MultiRead. Можно считать, что если CD-ROM был выпущен в 1998 г. или позднее, а его скорость составляет 24$^{\times}$ или выше, то он должен прочитать данные на компакт-диске CD-RW.

Аудиокомпакт-диск, записанный на CD-RW, скорее всего вряд ли может быть прочитан на бытовом лазерном проигрывателе, поэтому используйте компакт-диски стандарта CD-R.

Еще один метод записи, который был назван Packet Writing, позволяет записывать данные небольшими частями — пакетами, которые занимают всего несколько Кбайт. А поскольку размер пакета значительно меньше буфера, то практически невозможно испортить болванку. При отсутствии следующего пакета в буфере лазер выключается до момента поступления нового пакета. Правда, скорость записи в режиме Packet Writing ниже, и до начала записи данных необходимо форматировать компакт-диск, что требует значительного времени (фактически, приходится заполнить метками весь компакт-диск). Для форматирования можно использовать различные программы, например, Adaptec DirectCD и CeQuadrat PacketCD. После форматирования данные на компакт-диск можно записывать обычными файловыми менеджерами, например тем же Проводником, правда, должен быть установлен специальный драйвер для записи. Чтение также производится обычными средствами операционной системы, если установлен драйвер UDF. Несмотря на удобство и эффективность записи данных пакетами, у этого метода

есть ряд недостатков, которые ограничивают его применение. Во-первых, диски записанные этим методом, могут читать только современные приводы CD-ROM, которые понимают режим MultiRead. Во-вторых, отформатированный для использования пакетного режима диск имеет всего 510 Мбайт для CD-RW и 618 Мбайт для CD-R, оставшихся от первоначальных 640 Мбайт, что маловато, скажем, для видеофильмов в формате MPEG4. Ну, и самое существенное, для большинства версий операционной системы Windows требуется загрузка драйвера UDF (Universal Disk Format). Правда, драйвер этот обычно записывается на этот же компакт-диск таким образом, что он может быть прочитан и установлен в стандартном режиме CD-ROM. Определение формата и процесс установки драйвера показаны на рис. 11.7 и 11.8. Кроме того, как показывает практика, пользователь, не сталкивавшийся до этого с форматом UDF, скорее всего посчитает диск испорченным или начнет "грешить" на свой привод CD-ROM.

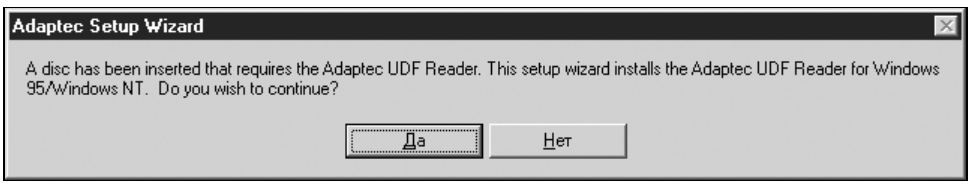


Рис. 11.7. Запрос операционной системы на установку драйвера UDF

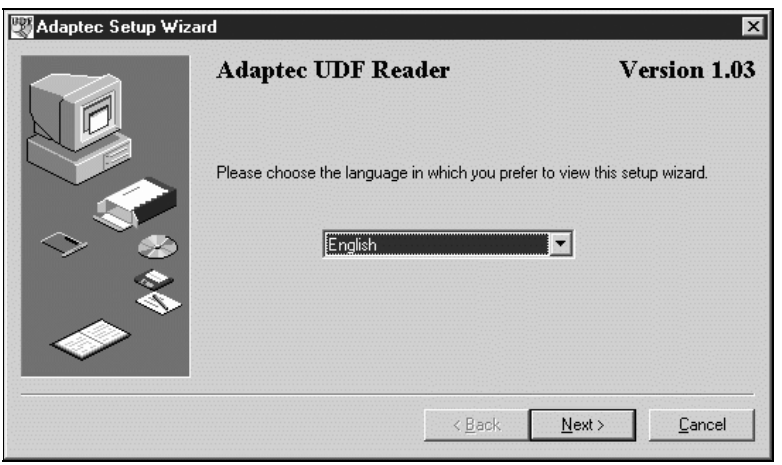


Рис. 11.8. Выбор языка общения при инсталляции драйвера UDF

Примечание

Стандартный объем компакт-диска 640 Мбайт (74 минуты). К сожалению, для многих видеофильмов в формате MPEG4 требуется чуть-чуть больше. Чтобы

обойти ограничение в 640 Мбайт и иметь возможность уместить на диске 700 Мбайт (80 минут), используют метод Overburn, который позволяет записать больше секторов, чем указано в служебной области (Actual Time In Pregroove, ATIP) на диске.

Приводы компакт-дисков

За прошедшие годы выпущено множество различных типов приводов компакт-дисков, некоторые из них представляли собой довольно большие ящики. Но сегодня, придя в компьютерный магазин, вы увидите вполне унифицированное устройство, выполненное в виде блока, вставляемого в 5-дюймовый отсек компьютера, либо то же самое устройство, смонтированное в отдельном корпусе.

Чтобы разобраться, какой компакт-диск можно поместить в тот или иной привод компакт-дисков, придется посмотреть на цену и спросить продавца, т. к. наиболее существенное внешнее отличие между приводом CD-ROM, CD-R, CD-RW и DVD — это надпись на крышке лотка для компакт-диска. Если этой надписи нет, а это часто случается для OEM-поставок, понять класс устройства бывает несколько затруднительно. Для примера, на рис. 11.9 показаны несколько различных приводов компакт-дисков.

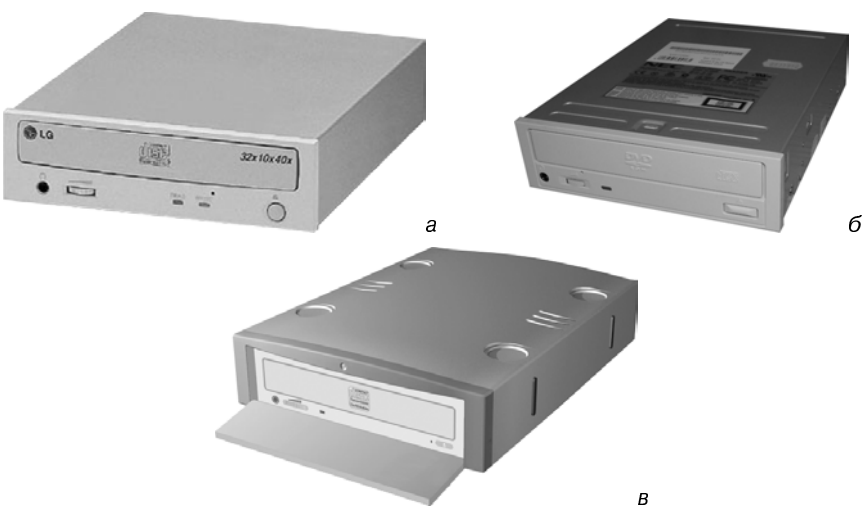


Рис. 11.9. Приводы компакт-дисков:
а — привод CD-RW; *б* — привод DVD; *в* — внешний привод CD

Приводы CD-ROM сегодня маркируются одним числом (от 32× до 56×), обозначающим максимальную кратность скорости для данного привода.

На приводах CD-RW имеется комбинация из трех чисел, например 32× 10× 40×, обозначающая последовательно слева направо — скорость записи CD-R, скорость записи CD-RW, скорость чтения CD-ROM. Возможно, на крышке может быть выдавлена надпись мелкими буквами "ReWritable". Иногда старые приводы носили название "CD-R/RW". Как ни странно, но "чистых" приводов CD-R в настоящее время практически не встречается.

Приводы DVD имеют на крышке лотка цифры очень малой величины, например 16×, но обязательно (возможны варианты) на крышке лотка выдавлена надпись — DVD.

В старых компьютерах встречаются приводы CD-ROM со скоростями меньше 24×—32×, иногда даже со скоростью 1× и 2×. Но, фактически, обнаружить сегодня действующий привод CD-ROM со скоростью меньшей, чем 12×, очень сложно, т. к. использование пиратских компакт-дисков весьма сокращает срок жизни привода. Как показывает практика, ремонт приводов CD-ROM, особенно их механической части, обойдется дороже покупки нового, более скоростного привода.

На рис. 11.10 показано устройство привода CD-ROM со снятыми корпусом и лотком для компакт-дисков.

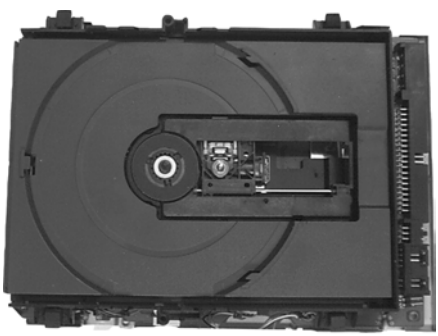


Рис. 11.10. Привод CD-ROM со снятыми корпусом и лотком для компакт-дисков

Когда лоток для компакт-диска закрывается, а за это отвечает вспомогательный электродвигатель, диск ложится на металлическую бобышку, покрытую сверху резиной и насаженную непосредственно на вал ведущего двигателя. В момент полного закрытия лотка освобождается защелка фиксатора, и диск прижимается к бобышке шайбой с мощным постоянным магнитом (точность установки диска определяется специальной формой этих двух механических элементов).

После загрузки компакт-диска приводятся в действие система автоматической фокусировки лазерного луча и система слежения за дорожкой. Пласт-

массовая линза, которая хорошо видна на рис. 11.10, подвешенная в центре электромагнита, совершает колебательные движения вверх-вниз, фокусируясь на поверхности металлического слоя компакт-диска. При раскручивании диска начинает работать подсистема слежения за информационной дорожкой. Луч полупроводникового лазера через систему зеркал и призм отражается от поверхности компакт-диска и попадает в фотодатчик. Весь комплект из лазера, оптических элементов и электромагнита собран в один компактный блок, который может двигаться в радиальном направлении с помощью серводвигателя.

Вся электроника управления электромоторами, лазером и фотодатчиком смонтирована на одной печатной плате, которая находится под механическим блоком.

Для примера приведем средние значения потребляемой мощности для привода CD-RW:

- при чтении — 10,7 Вт;
- при записи — 23,3 Вт;
- в режиме ожидания — 1 Вт.

Для приводов CD-RW обычно используется полупроводниковый лазер GaAlAs с длиной волны 780 нм (при температуре 25 °C). Его выходная мощность 2,5 мВт при чтении и 35 мВт при записи. Расходимость светового пучка 60°. Для приводов CD-ROM используются менее мощные лазеры.

Предупреждение

Так как мощность лазера достаточно велика, а излучение невидимо для человеческого глаза, то при чистке или ремонте привода CD-RW возможно повреждение сетчатки глаз.

Управление приводом CD

На рис. 11.11 показана лицевая панель привода CD-RW. У других типов приводов компакт-дисков примерно такая же компоновка элементов управления и индикации.

Слева находится розетка для подключения наушников, а рядом — регулятор громкости. Выходной аудиосигнал будет появляться в наушниках только тогда, когда в привод вставлен аудиокомпакт-диск. В остальных случаях, этот выход блокируется.

Справа расположена кнопка управления приводом (Eject). Основное ее назначение — управление лотком для компакт-диска, но обычно в настоящее время она многофункциональна. Например, определенная последовательность ее нажатий в момент загрузки компьютера может ограничить макси-

мальную скорость вращения компакт-диска (смотрите документацию на привод). Заметим, что ранее рядом часто устанавливались две кнопки, которые управляли лотком и переключением треков в аудиокомпакт-диске.

Привод компакт-дисков чаще всего снабжается одним многоцветным индикатором режима работы. Например, при инициализации и проигрывании компакт-диска он светится зеленым цветом. Когда компакт-диск после начального процесса инициализации находится в приводе, но к нему нет обращения, цвет свечения индикатора желтый. У записывающих приводов (рекордеров) во время записи цвет индикатора красный (как в режиме симуляции, так и во время записи). Иногда, впрочем, устанавливаются два индикатора режимов вместо одного многоцветного.

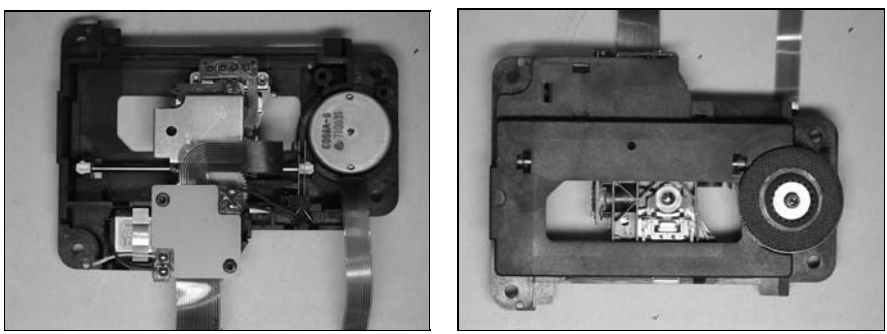


Рис. 11.11. Оптический узел привода компакт-дисков

Нештатные ситуации

В тех случаях, когда механизм загрузки не выдвигает лоток с компакт-диском после нажатия кнопки управления (Eject), его можно принудительно открыть. Существуют два способа. Первый — это использование сервисной программы Eject, которая предназначена исключительно для принудительного выдвижения лотка. Эта короткая программа с именем Eject.com или Eject.exe часто входит с состав программного обеспечения, прикладываемого к CD-ROM.

Вторым способом следует пользоваться только тогда, когда вы не смогли достать компакт-диск из привода даже после перезагрузки компьютера и использования сервисной программы.

Для этого надо:

1. Выключить компьютер.
2. Взять толстую канцелярскую скрепку и разогнуть ее на длину примерно 40 мм.

3. Вставить конец скрепки в отверстие, как показано на рис. 11.12, и нажать на механизм освобождения лотка (в документации на CD-ROM корпорации Sony указано, что типичное значение необходимого усилия около 4,7 кг).

Рис. 11.12. Принудительное открытие лотка

Подключение привода компакт-дисков

В настоящее время приводы компакт-дисков подключаются к интерфейсам IDE, SCSI и USB. На рис. 11.13—11.15 показаны задние панели приводов компакт-дисков. Особенности подключения устройств с интерфейсом SCSI и USB описаны в *гл. 8*, а подключение к интерфейсу IDE (ATAPI) в *гл. 9*.

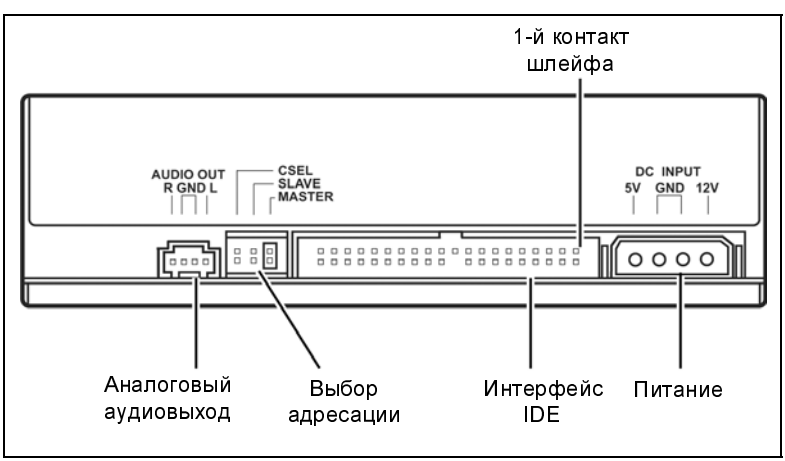


Рис. 11.13. Задняя панель привода CD с интерфейсом IDE

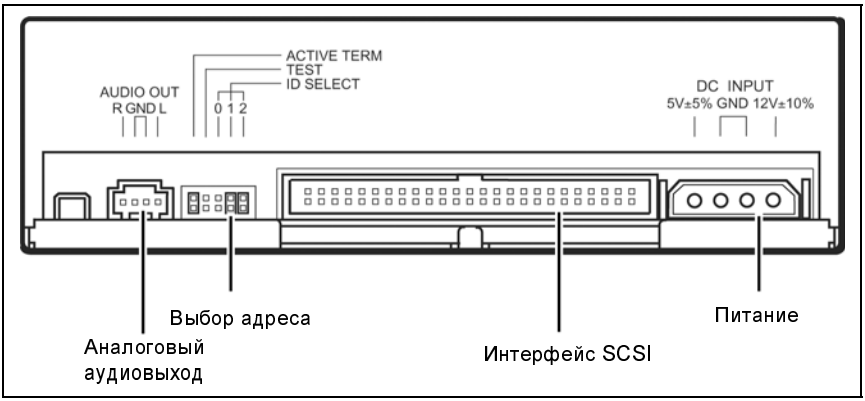


Рис. 11.14. Задняя панель привода CD с интерфейсом SCSI

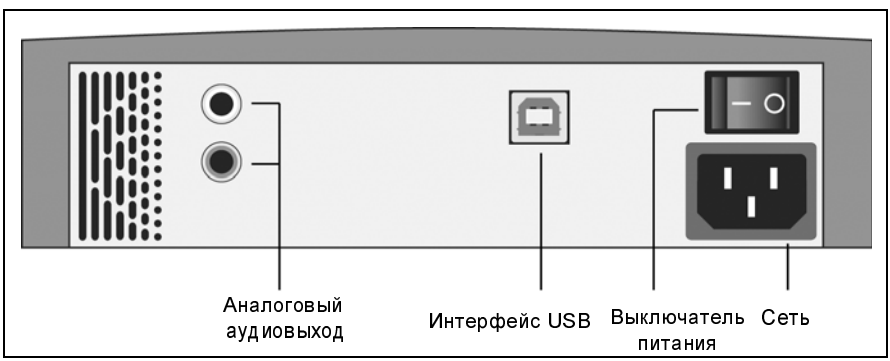


Рис. 11.15. Задняя панель привода CD с интерфейсом USB

В очень старых приводах компакт-дисков со скоростями $1^{\times}$ и $2^{\times}$ можно встретить интерфейс, применяемый только одной фирмой, например, Panasonic. Заметим, что несмотря на похожесть разъема этого интерфейса на IDE-интерфейс, кабель от этого разъема должен подключаться к звуковой плате, которая может работать с таким приводом компакт-дисков *(см. гл. 10)*.

Примечание

В приводах компакт-дисков используется усовершенствованная версия IDE-интерфейса, которая называется ATAPI (ATA Packet Interface). Изменения не коснулись электрической и механической части IDE-интерфейса, поэтому подключение привода компакт-диска производится с помощью стандартного шлейфа. Заметим, чтобы не уменьшать производительности компьютера, следует подключать CD-ROM и винчестер на разные каналы IDE (шлейфы).

Регистрация в Windows

Все современные системные платы и операционные системы автоматически определяют наличие привода компакт-дисков в системе во время начального запуска. Соответственно, каких-либо драйверов для устройств с IDE-интерфейсом устанавливать не требуется. Для подключения привода с SCSI-интерфейсом требуется наличие SCSI-контроллера, который обычно устанавливается в PCI-слот. Для привода с USB-интерфейсом может потребоваться установка дополнительных драйверов для поддержки USB-интерфейса *(см. гл. 8)*.

В операционной системе Windows привод компакт-диска регистрируется в категории **Устройства чтения компакт-дисков**. Если в компьютере установлено два привода компакт-дисков, например CD-RW и DVD, то в этой категории будут объявлены два устройства, как показано на рис. 11.16. Каких-либо настроек обычно не требуется.

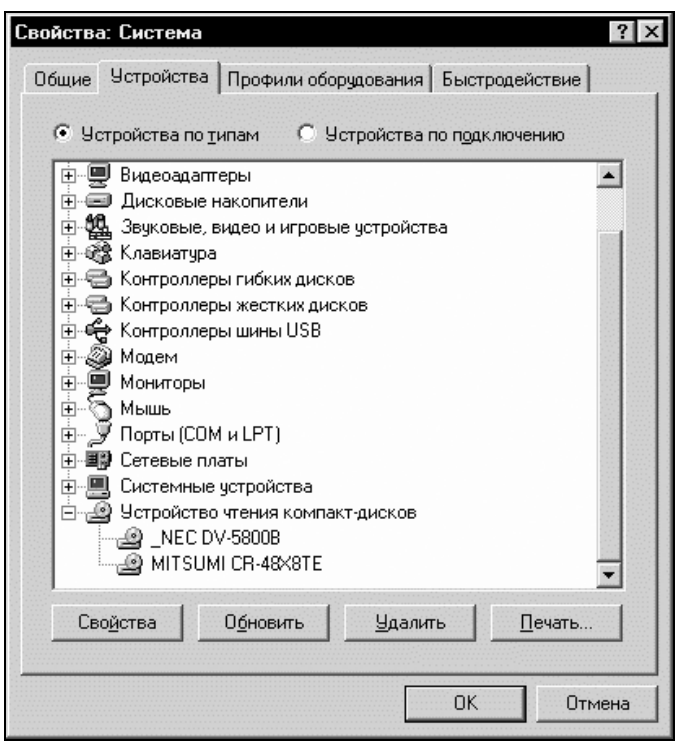


Рис. 11.16. В системе зарегистрированы приводы CD-RW и DVD

Программы для записи компакт-дисков

Для записи компакт-дисков в России чаще всего используются две программы — WinOnCD и NERO. Первая наиболее надежна в работе, вторая имеет более расширенные возможности. Для примера на рис. 11.17 показано окно редактирования программы WinOnCD в момент сбора нового проекта для записи.

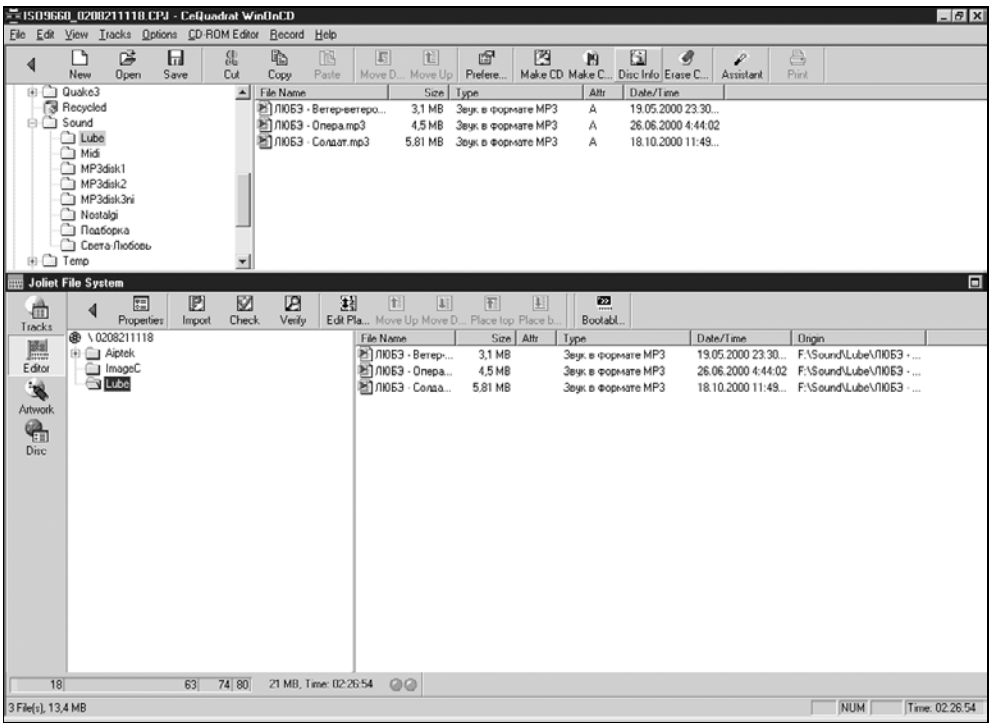


Рис. 11.17. Программа WinOnCD

Так как эта книга не является руководством по работе с какой-либо программой, то ниже будут приведены только наиболее существенные сведения, которые надо знать, когда требуется записать компакт-диск.

На рис. 11.18 приведено окно с информацией об аудиодиске, который вставлен в привод CD-RW, а на рис. 11.19 — о мультисессионном компакт-диске, на котором записаны две сессии. На остальных вкладках этого окна можно найти сведения о компакт-диске, в том числе — произведена ли операция финализации компакт-диска.

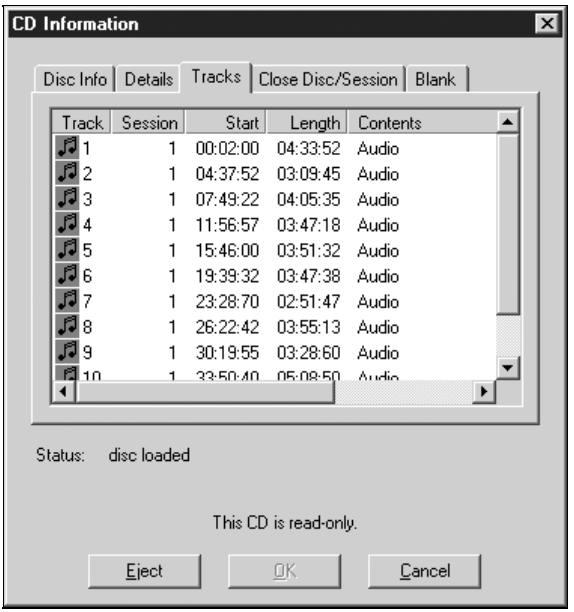


Рис. 11.18. Информация о компакт-диске с аудиозаписью

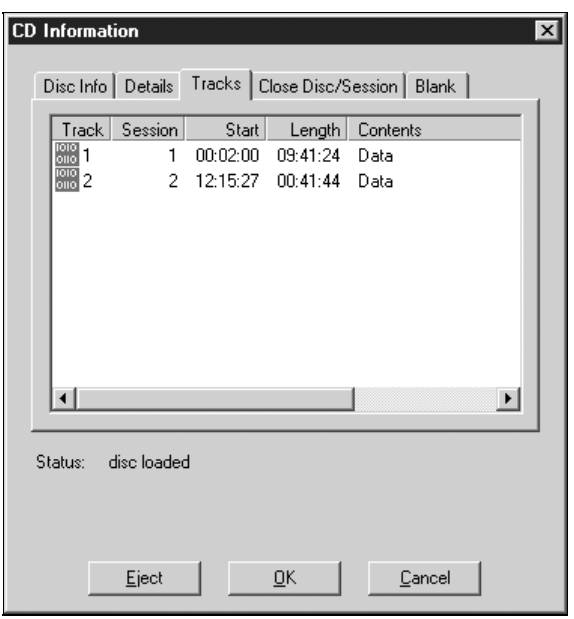


Рис. 11.19. Информация о мультисессионном компакт-диске с записанными двумя треками

Наиболее опасное меню для начинающего пользователя — это окно, в котором требуется указать параметры записи (прожига) компакт-диска (рис. 11.20).

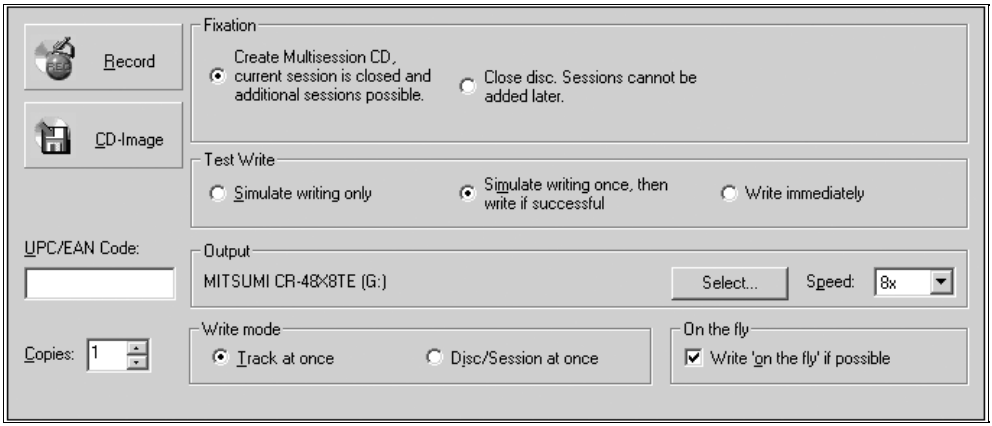


Рис. 11.20. Меню записи компакт-диска

В области **Fixation** выбирается вариант создания мультисессионного диска или его полного закрытия, без возможности дальнейшей записи на компакт-диск.

Область **Test Write** позволяет выбрать либо тестовый прожиг (без включения записывающего лазера), либо вначале тестовый прогон, а потом реальная запись компакт-диска. Последний режим — запись без проверки — рекомендуется использовать крайне редко, например, когда у вас есть большой опыт прожига компакт-дисков или на диск в сессии записываются, например всего один-два файла, скажем с видеофильмом.

Область **Output** позволяет указать скорость, на которой должен записываться компакт-диск. Заметим, что выбор максимальной скорости не всегда однозначен, т. к. многое зависит от типа компакт-диска и особенностей привода, например, MITSUMI CR-48X8TE не может записывать на скорости больше $8^{\times}$ без перешивки ПЗУ. Тип рекордера обычно определяется автоматически.

Пункты в области **Write mode** были рассмотрены в начале этой главы.

Запись ISO-образа

Как ни удивительно, но больше всего проблем при работе с программами для записи компакт-дисков вызывает прожиг ISO-образов. По идее, это весьма простая операция, т. к. есть ISO-файл, в котором хранится образ компакт-диска, и нужно записать его на компакт-диск так, чтобы была доступна файловая система, содержащаяся в нем. Но вот тут, как показывает

практика, пользователям удается записать на компакт-диск только сам ISO-образ в виде одного файла, а развернуть файловую систему не получается.

Советов, как правильно записывать образы на компакт-диск, в различных источниках приводится много, часто предлагается использовать разные дополнительные программы и т. д. На самом же деле даже программа WinOnCD, показанная на рис. 11.17, вполне с этим справляется.

Например, вы скачали из Интернета образ компакт-диска с дистрибутивом Linux (это составляет около 660 Мбайт), который в виде файла asplin73-d1.iso хранится на вашем винчестере. Теперь попробуем развернуть его на компакт-диске в виде файловой системы.

Запускаем программу WinOnCD, например версии 3.7, и в первом же меню выбираем на вкладке **Other** пункт **Track Image**, щелкнув мышью на соответствующей пиктограмме. То же самое можно сделать, если в окне программы WinOnCD (см. рис. 11.17) щелкнуть мышью на кнопке **Tracks**.

Теперь осталось сделать только две "хитрые" операции.

Первая — это дважды щелкнуть мышью на названии текущего трека, в нашем случае — **01: Track Image**. После этого появится окно **Raw file properties**, в котором следует щелкнуть на кнопке **Select**, чтобы открыть меню выбора нужного файла образа.

Вот тут находится вторая "хитрость" — надо в селекторе типов файлов выбрать вариант **All files**, чтобы можно было открыть файл с расширением iso, а не как предлагается по умолчанию — raw. После подтверждения выбора файла название трека сменится на имя образа — **01: F:\ASPLinux\73\asplin73-d1.iso**.

Осталось только щелкнуть на кнопке **Disk** и провести все стандартные операции по записи компакт-диска. В итоге у вас на нем будет записана стандартная файловая система, а не один ISO-файл.

DVD

Формат DVD (Digital Versatile Disc), разработанный корпорацией Sony совместно с рядом фирм, позволяет записывать на компакт-диск полнометражный фильм студийного качества. В дальнейшем стандарт дорабатывался и сейчас существует несколько его разновидностей. В начале было стандартизировано три формата: DVD-ROM, DVD-видео, DVD-аудио. Далее, из-за разногласий между разработчиками DVD, появились форматы, предназначенные для многоразовой записи: DVD-RAM, DVD-RW, DVD+RW. Для одноразовой записи применяются различные модификации DVD-R. Как правило, каждый новый формат поддерживает определенная группа фирм,

поэтому у пользователей возникают серьезные проблемы с чтением дисков в различных приводах.

Использование для чтения DVD-дисков лазера с волной излучения 0,63—0,65 мкм позволило увеличить плотность записи на компакт-диск. Первое поколение приводов DVD позволяло записывать 4,7 Гбайт (133 минуты) данных на одной стороне диска, а на двухстороннем диске до 8,5 Гбайт (диск вручную переворачивался). В дальнейшем появились многослойные диски, которые позволяют записывать до 9,4 и 17 Гбайт (луч лазера фокусируется либо на наружном слое, либо на внутреннем).

Скорость передачи данных для DVD $1^{\times}$ составляет 1,35 Мбайт/с при скорости вращения диска от 570 до 1400 об./мин.

Снижение цен на приводы DVD привело к тому, что они многими пользователями стали рассматриваться как хорошая альтернатива обычным приводам CD-ROM для чтения компьютерных компакт-дисков с программным обеспечением. Появление же в этом случае возможности просмотра видеофильмов в формате DVD явно относится к второстепенной цели, хотя это весьма заманчивая новая функция персонального компьютера (стоимость DVD-диска на порядок выше, чем компакт-диска с фильмом в формате MPEG4).

Прелесть использования привода DVD для чтения обычных компакт-дисков заключается в том, что шум от привода DVD не так раздражает, как от $52^{\times}$-скоростного CD-ROM, который может раскрутить диск до пары десятков тысяч оборотов в минуту. Кстати, многие пользуются специальными программами для снижения скорости вращения диска в CD-ROM!

Использование же привода DVD для просмотра видеофильмов, в первую очередь, наталкивается на проблему нехватки DVD-дисков с хорошими фильмами и практического отсутствия проката. К тому же, многие современные фильмы можно смотреть только один раз, да и то, если хватит терпения.

Второе — это всевозможные лицензионные ограничения. С появлением формата DVD кинокомпании потребовали, чтобы на DVD-диск наносилась метка зоны, обозначающая, в каком регионе этот диск разрешается смотреть. Весь мир был поделен на шесть зон — Россия находится в зоне 5, а США — в зоне 1. В приводе DVD есть установки для настройки[4] на определенную зону, которую можно сменить всего пять раз или вообще нельзя (рис. 11.21). Поэтому вполне вероятен случай, когда компакт-диск с фильмом будет невозможно просмотреть.

[4] В первых DVD-приводах не было ограничения на количество изменений номера зоны.

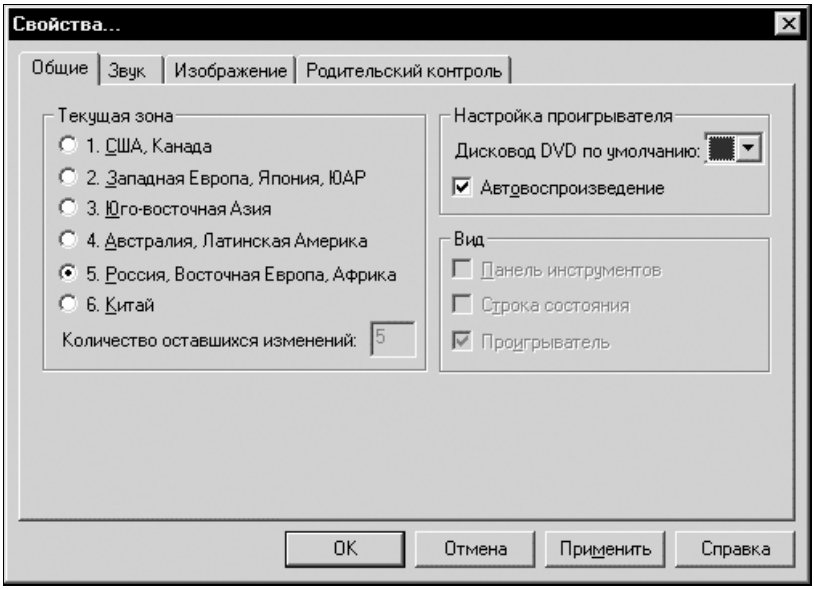


Рис. 11.21. Установка зоны просмотра DVD

С просмотром DVD-дисков связана еще одна особенность. Если прочитать обычный компакт-диск можно стандартными средствами Windows, а прослушать музыкальный компакт-диск — нажав кнопку на CD-ROM и подключив наушники, то для просмотра видеофильма придется установить лицензионную программу. Вот тут у пользователя, купившего дешевый OEM-дисковод (при такой поставке вся партия изделий снабжается только одним комплектом документации и программного обеспечения), могут возникнуть большие проблемы с поиском соответствующих программ. Возможен вариант, когда в комплект входит только пробная версия проигрывателя DVD-дисков, например, WinDVD, а это влечет за собой новую трату денег или поиск условно-бесплатной программы.

Фильмы на DVD-дисках записываются в формате MPEG2. Для звука может быть отведено до 8 звуковых дорожек, каждая из которых в формате PCM, MPEG2 или Dolby Digital. Дополнительно на диске может быть записано до 32 дорожек субтитров. На рис. 11.22 показан каталог со звуковыми и видеофайлами (традиционным для пользователя компьютера проигрывателем Windows Media эти файлы не открыть!).

На рис. 11.23 показано меню выбора в программе ASUS DVD варианта звукового сопровождения к фильму "Правдивая ложь". Кроме того, в следующем меню можно решить смотреть фильм целиком или выбрать какой-либо эпизод.

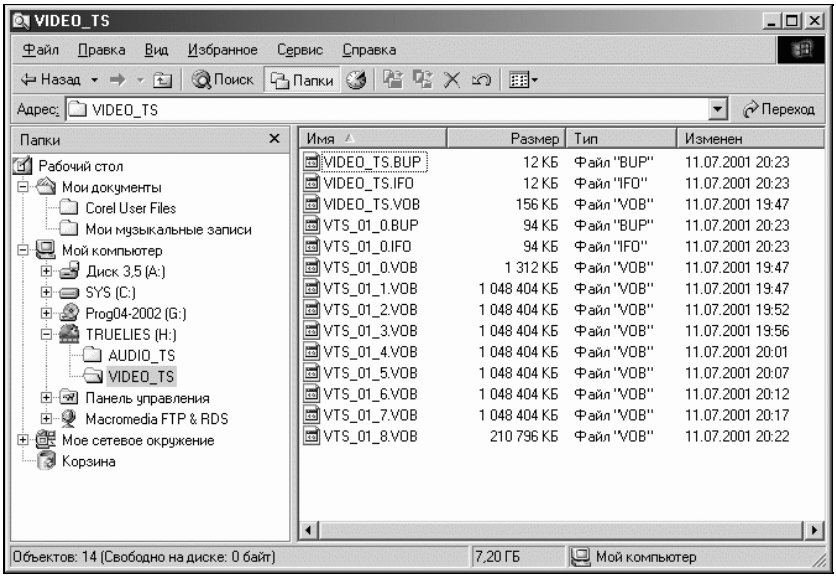


Рис. 11.22. Файлы на DVD-диске (каталог AUDIO_TS пустой)

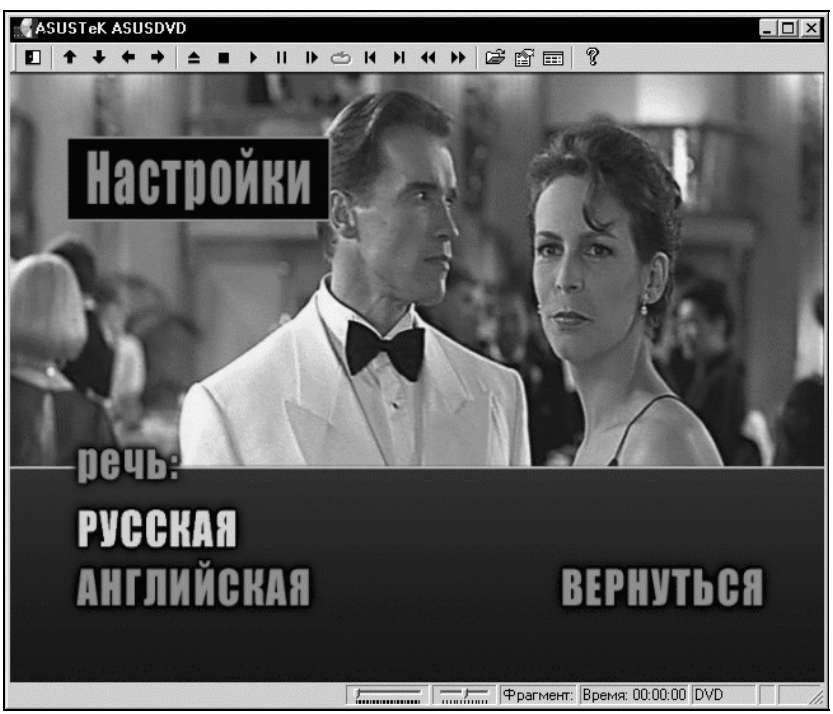


Рис. 11.23. Меню выбора звукового сопровождения

С просмотром видеофильмов связана еще одна проблема, которая заключается в том, что видеоизображение может быть записано на DVD-диск в одном из четырех форматов:

- стандартном, имеющем форматное соотношение 4 к 3;
- широкоэкранном, с форматным соотношением 16 к 9;
- Letterbox (уменьшенном до размера экрана), в котором используется соотношение 16 к 9, но изображение выводится на экране стандартного размера;
- "Pan & scan", в котором невидимые части изображения обрезаются.

На глаз разница будет заметна в виде сжатого по горизонтали изображения, как это показано на рис. 11.23. Настроить изображение для нормального отображения можно в меню **Настройка**.

Глава 12

Видеоадаптеры

Между центральным процессором персонального компьютера и монитором расположен еще один чип (чипсет), который преобразовывает машинные команды с данными о том, что должно быть отображено на экране, в три раздельных сигнала, несущих информацию о яркости и цветности каждой точки на экране монитора. На этом чипе, в настоящее время называемом *видеопроцессором*, который по сложности и производительности мало уступает самому производительному процессору Pentium, создаются мультимедийные *видеоадаптеры*, позволяющие воплощать для человека виртуальную реальность.

Видеоадаптер чаще всего выполняется в виде отдельной печатной платы, которая устанавливается в слот ISA, PCI или AGP, причем последний вариант стал для современных компьютеров PC стандартным. Заметим, что в ряде материнских плат чип видеопроцессора интегрирован непосредственно на ней, позволяя отказаться от установки отдельного видеоадаптера.

Примечание

Если на системной плате есть слот ISA, то видеоадаптер, предназначенный для такой шины, позволит оживить системную плату даже тогда, когда есть проблемы с начальной загрузкой BIOS.

На рис. 12.1 показан типичный представитель "накрученного" современного видеоадаптера, который может работать не только с традиционным монитором, но и имеет новый цифровой интерфейс для жидкокристаллического или плазменного монитора, а также разъем для соединения с бытовой видеоаппаратурой. В качестве примера на рис. 12.3 показано, что можно подключить к видеоадаптеру Abit Siluro GeForce 3. Заметим, что подобные платы стоят значительно дороже, чем видеоадаптер для обычного компьютера, предназначенного для работы в офисе.

Традиционные же для архитектуры IBM PC видеоадаптеры, как это видно на рис. 12.2, всегда имели лишь один разъем для подключения монитора (исключения были, но крайне редко). В соответствии со стандартом VGA через этот 15-контактный разъем подается аналоговый видеосигнал на мо-

нитор с электронно-вакуумной трубкой. В более древних видеоадаптерах, которые иногда можно встретить на рынках, использовался 9-контактный разъем, к которому подключались мониторы MDA (Monochrome Display Adapter), Hercules[1] (Hercules Graphics Card), CGA (Color Graphics Adapter) и EGA[2] (Enhanced Graphics Adapter) *(см. гл. 13)*.

Рис. 12.1. Видеоадаптер GeForce 4 Titanium 4600 производства компании Chaintech

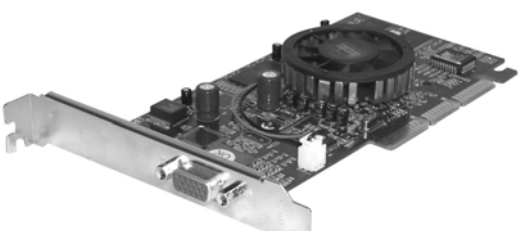


Рис. 12.2. Видеоадаптер 3D Prophet 4000XT производства компании Hercules

Распространение жидкокристаллических и газоразрядных плоских панелей привело к тому, что в настоящее время на видеоадаптерах начал появляться второй разъем, предназначенный для работы с цифровыми устройствами вывода информации. В силу того, что плоские мониторы по самой сути являются цифровыми устройствами, на этот разъем выводится информация о яркости и цвете точки в двоичном формате (примерно так, как некогда было в мониторах EGA). Таким образом, разработчики отказались от двух

[1] Популярный стандарт графического вывода информации на обычном MDA-мониторе, предложенный фирмой Hercules.

[2] Улучшенный графический адаптер, предшественник стандарта VGA.

лишних преобразований видеосигнала — сначала в видеоадаптере цифровой сигнал преобразуется в аналоговый, а потом в мониторе все делается наоборот. К сожалению, несмотря на удобства, которые сулит новый вариант подключения мониторов, не обошлось без большой ложки дегтя — на видеоадаптере и плоском мониторе могут быть установлены разъемы различных стандартов, что потребует поиска переходника.

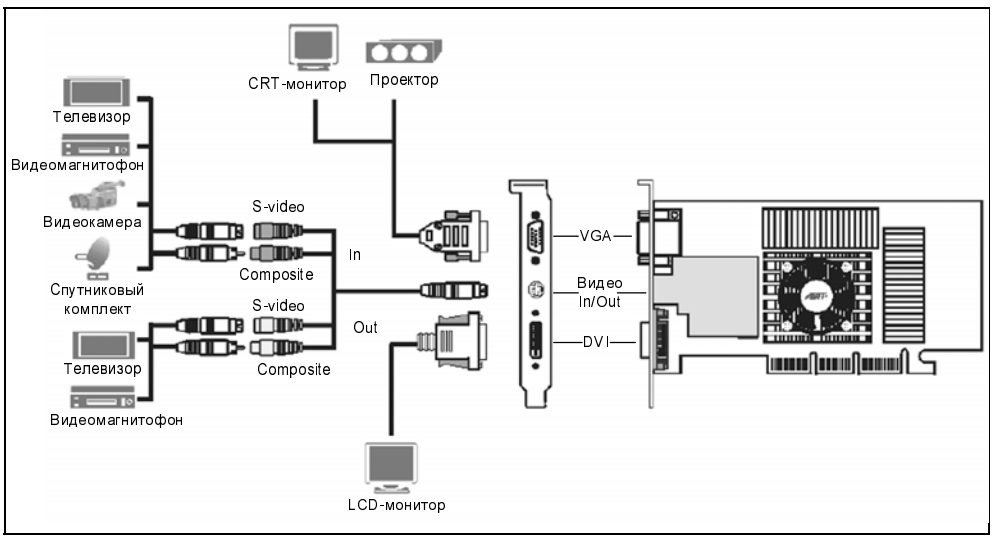


Рис. 12.3. Подключение мониторов и видеоаппаратуры к видеоадаптеру Abit Siluro GeForce 3

В отличие от процессоров и системных плат, видеоадаптеры, с одной стороны, более универсальные устройства, т. к. их можно устанавливать на любую системную плату, у которой есть соответствующий слот расширения, но, с другой стороны, разработчики бестрепетно изменяют архитектуру видеоадаптера, вводя, например, 128-разрядную шину видеопамяти, и разрабатывают новые системы команд построения изображений, для использования которых требуются уже новые версии программ. Соответственно, количество типов видеоадаптеров велико, а их номенклатура каждый год практически полностью заменяется. Для примера в табл. 12.1 приведены данные по производителям и типам видеоадаптеров, которые в середине 2002 г. продавались[3] в интернет-магазине Amazon.com (**http://www.amazon.com**). Видимо, когда вы будете читать эту книгу, список будет уже иным, а самый "продвинутый" видеоадаптер, скорее всего, станет "безнадежно устаревшим".

[3] В магазине продается то, что покупается, а не самое-самое современное и накрученное. Эксклюзивными моделями занимаются специализированные магазины.

Таблица 12.1. *Видеоадаптеры, продаваемые в середине 2002 г. в магазине Amazon.com*

Компания	Продукция
3Dfx	Voodoo3, Voodoo4
Abit	Geforce2, Geforce3, Geforce4
Aopen	Geforce2, Geforce3, Geforce4, TNT2
Asus	Geforce2, Geforce3, Geforce4
ATI	All In Wonder, Radeon, Xpert, Rage
Creative	Geforce2, Geforce4, TNT2
Hercules	3D Prophet 8500, 7500, 4500, 4000
Matrox	G200, G450, G550

Режимы работы видеоадаптера

Как это и ни странно звучит сегодня, но основной видеорежим у персональных компьютеров — это *текстовый режим*, в котором графические элементы создаются с использованием псевдографических символов. Лишь в дальнейшем, уже по командам операционной системы, видеоадаптер переключается в *графический режим*. Это хорошо заметно, когда после включения питания компьютер работает под управлением программ BIOS. Во время начальной загрузки вывод информации на экран осуществляется в текстовом режиме с разрешением 720×400 (частота строк — 31,5 кГц, частота кадров — 70 Гц). Лишь изредка, во время тестирования самого видеоадаптера, происходит переключение в графический режим с разрешением 640×480 (частота строк — 31,5 кГц, частота кадров — 60 Гц). А вот пользователи используют текстовый режим работы видеоподсистемы только в режиме MS-DOS или, например, в операционной системе Linux в режиме терминала.

Появление двух различных принципов построения изображения на экране монитора возникло исторически. Текстовый режим достался персональному компьютеру IBM PC от вычислительных машин, где графический режим в то время являлся весьма уникальной особенностью, для поддержки которой требовалось необычайно много ресурсов. При этом, чтобы рисовать на экране или печатающем устройстве, использовались различные ухищрения, например, создавали изображение с помощью набора символов букв, цифр и знаков препинания. Кстати, тогда активно использовался термин "средства машинной графики".

Для всемерного сокращения аппаратных и программных ресурсов в персональных компьютерах IBM PC был реализован великолепный способ

"рисования", в котором использовались символы так называемой *псевдографики*. На рис. 12.4 показан принцип рисования графических элементов (псевдографики) в текстовом режиме. Рядом с каждым элементом указан его код, который можно вызвать, если при нажатой клавише <Alt> набрать какое-либо десятичное число на включенной цифровой клавиатуре (группа клавиш справа)[4].

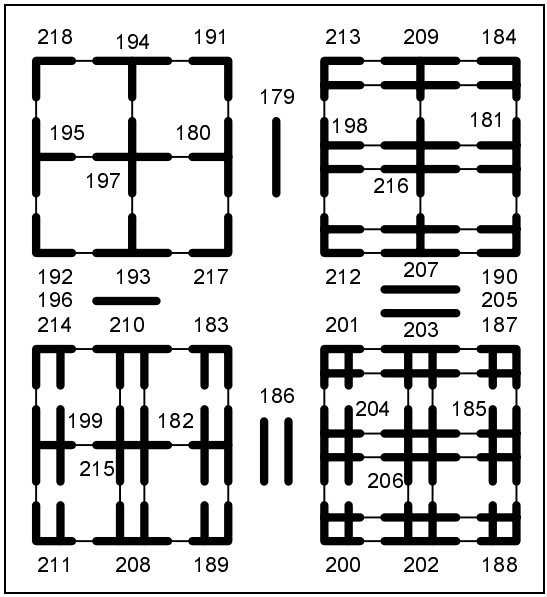


Рис. 12.4. Коды псевдографики (десятичные значения)

Для вывода символов букв и цифр, а также псевдографики используется очень простой принцип, который может быть реализован даже с помощью обычных стандартных логических микросхем. Вся площадь экрана разделяется на маленькие области — знакоместа. Например, площадь экрана в 720 точек по горизонтали и 350 по вертикали[5] делится на прямоугольники 9×14 (используются также варианты 8×14, 9×16 и пр.), образуя 80 столбцов и 25 строк. В этом случае, скажем, буква "А" может быть нарисована так, как показано на рис. 12.5 (конечно, варианты бывают разные).

Используя такой принцип, для запоминания символа требуется всего одна ячейка памяти, а образ символа, который будет построен на экране монитора, хранится в "постоянной" памяти видеоадаптера.

[4] В режиме MS-DOS.
[5] Стандарт MDA.

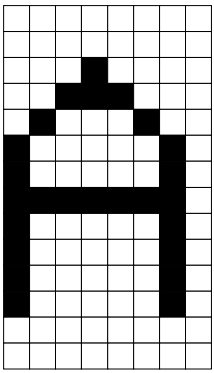


Рис. 12.5. Построение буквы "А" в матрице 9×14

Примечание

Следует заметить, что в персональных компьютерах IBM PC для каждой точки использовались два байта — в первом хранился код символа, а во втором — атрибуты символа (цвет, яркость, мигание), что приводило к необходимости выделения 4 Кбайт для каждого кадра.

В персональных компьютерах IBM PC XT образы символов хранились в микросхеме ПЗУ, что приводило к проблемам, например русификации компьютера. То есть требовалось снять микросхему ПЗУ с платы видеоадаптера и установить новую с другой прошивкой (в не таких уж старых принтерах точно так же приходится поступать, когда надо русифицировать принтер для режима MS-DOS).

Начиная с IBM PC AT, таблица знакогенератора загружается центральным процессором в ОЗУ видеоадаптера, причем пользователь может указать, какая кодовая таблица ему нужна *(см. гл. 8)*.

После удешевления микросхем памяти и повышения производительности процессоров текстовый режим перестал пользоваться популярностью у пользователей, которые теперь предпочитают работать в графической оболочке, например операционной системы Windows. Но в таком случае компьютеру приходится помнить о каждой точке на экране, т. е. один байт управляет не группой точек, как в текстовом режиме, а всего лишь одной. В дальнейшем для хранения информации о цвете и яркости точки стали отводить 2 байта, а потом и 3.

Так как пользователи после непродолжительного восторга от новейшего компьютера очень скоро снова становятся недовольными возможностями вывода графической информации на монитор, то разработчики компьютерного железа систематически вводят все новые и новые стандарты построения изображения. Вначале человеку приходилось работать за черно-белым

монитором, потом появились цветные с довольно скромными характеристиками. Далее последовательно увеличивалось число выводимых на экран точек и количество цветов, которые можно было отобразить. Соответственно, каждый стандарт характеризовался разрешением и глубиной цвета (одновременно менялись значения кадровой и строчной развертки монитора, а также способ синхронизации изображения).

Для того чтобы видеоадаптер и монитор могли корректно работать в любом стандарте, введены номера режимов, которые однозначно характеризуют разрешение, глубину цветности, частоты разверток, а также режим работы — текстовый или графический (номер режима используется программистами для работы с видеоадаптерами).

Для стандартов MDA, CGA, HGC и EGA предназначены режимы работы видеоадаптера от 0 до 13h. Для стандарта VGA были введены режимы от 18h до 27h (табл. 12.2). Для стандарта VESA VGA (табл. 12.3) определены номера от 101h до 11Ah (это также и режимы SVGA). Кроме указанных номеров режимов, конкретный видеоадаптер может поддерживать и свои фирменные стандарты. Заметим, что основной режим видеоадаптера — это 7 (только текст), в котором монитор работает с разрешением 720×400 (старые мониторы в этом режиме используют разрешение 720×350).

Таблица 12.2. *Характеристики режимов стандарта VGA*

Режим	Разрешение в графическом режиме	Разрешение в текстовом режиме	Примечание
18	720×480	80×30	Текст
19	720×473	80×43	Текст
1A	720×480	80×60	Текст
1B	1188×350	132×25	Текст
1C	1188×480	132×30	Текст
1D	1188×473	132×43	Текст
1E	1188×480	132×60	Текст
1F	800×600	100×75	Графика
20	960×720	120×45	Графика
21	960×720	128×48	Графика
22	768×1024	96×64	Графика
23	1024×768	128×48	Графика
24	512×512	64×32	Графика

Таблица 12.2 *(окончание)*

Режим	Разрешение в графическом режиме	Разрешение в текстовом режиме	Примечание
25	640×400	80×25	Графика
26	640×480	80×30	Графика
27	800×600	100×75	Графика

Таблица 12.3. *Характеристики режимов стандарта VESA VGA*

Режим	Разрешение	Глубина цвета	Частота строк, в кГц	Частота кадров, в Гц
101	640×480	265	37,9	72
102	800×600	16	48,1	72
103	800×600	16	48,1	72
104	1024×768	265	60	75
105	1024×768	16	60	75
106	1280×1024	16	76,7	72
107	1280×1024	265	76,6	72
110	640×480	32 768	37,9	72
111	640×480	65 536	37,9	72
112	640×480	16,5 млн.	37,9	72
113	800×600	32 768	48,1	72
114	800×600	65 536	48,1	72
115	800×600	16,5 млн.	48,1	72
116	1024×768	32 768	60	75
117	1024×768	65 536	60	75
118	1024×768	16,5 млн.	60	75
119	1280×1024	32 768	76,7	72
11A	1280×1024	65 536	76,7	72

Глубина цвета и разрешение

Первые компьютерные мониторы оперировали только двумя значениями яркости точки на экране: есть изображение точки — точка погашена. В настоящее время, наиболее популярные режимы — это VGA с разрешением 640×480 точек и SVGA с разрешением 800×600 (для 17-дюймовых мониторов — 1024×768). То есть при разрешении 640×480 изображение на экране монитора состоит из 307 200 точек, а при 800×600 — из 480 000.

Для каждой точки изображения указывается строго определенный цвет, который получается из смеси трех первичных цветов — красного, зеленого и синего. Общее количество оттенков может достигать миллионов цветов, но для самых простых режимов используется 16 или 256 цветов (это режимы VGA).

Объем необходимой видеопамяти определяется в зависимости от *разрешения* (числа строк, умноженного на число точек в строке) и *глубины цвета* (необходимого числа байтов для хранения информации о каждой точке). Соответственно, формула, связывающая объем видеопамяти с разрешением и количеством воспроизводимых цветов, выглядит так:

$$\text{Объем ОЗУ} = (\text{число точек в строке}) \times (\text{число строк}) \times \\ \times (\text{число байтов на одну точку}).$$

Первые два значения определяются желаемым вам режимом, а число битов (байтов) на одну точку или количество цветов выбирается из табл. 12.4.

Часто бывает так, что для желаемого режима чуть-чуть не хватает памяти, например у видеоадаптера ровно 2 Мбайт видеопамяти, а нужно больше. В этом случае надо выбрать меньшее разрешение или меньшее количество цветов. Возможные варианты выбора приведены в табл. 12.5 (указаны только те режимы, которые позволяют использовать современное программное обеспечение).

Таблица 12.4. *Соотношение между глубиной цвета и числом битов на один пиксел*

Количество цветов	Число битов	Количество цветов	Число битов
2	1	256	8
4	2	32 768	15
16	4	65 536	16
		16 777 216	24

Таблица 12.5. *Разрешение и минимальный объем видеопамяти*

Разрешение	Количество цветов	Объем видеопамяти
640×480	256	512 Кбайт
800×600	256	1 Мбайт
800×600	65 536	1 Мбайт
800×600	16 777 216	2 Мбайт
1024×768	256	1 Мбайт
1024×768	65 536	2 Мбайт
1024×768	16 777 216	4 Мбайт
1280×1024	256	2 Мбайт
1280×1024	65 536	4 Мбайт
1280×1024	16 777 216	8 Мбайт

Принципы построения изображения

Компьютерный монитор, как и обычный телевизор, формирует изображение на экране из строк, которые рисуются слева направо и сверху вниз (рис. 12.6). Каждая строка начинается от левого края экрана. После отображения последней, самой нижней строки делается небольшой перерыв в выводе строк, чтобы электроника монитора с вакуумным кинескопом смогла вернуть электронный луч в исходное положение — в верхний левый угол экрана (это так называемая *прогрессивная*, построчная развертка, Progressive, Non-Interlaced). В мониторах, где используется жидкокристаллическая или плазменная панель, хоть и нет необходимости делать перерыв на возврат луча (обратный ход луча), т. к. изображение создается на других принципах, все равно делается небольшая остановка в выводе информации.

В телевизорах и дешевых мониторах используется *чересстрочная* развертка изображения (рис. 12.7), когда на экране сначала прорисовываются нечетные строки (первый полукадр), а потом четные (второй полукадр).

Такой способ вывода является вынужденной мерой, когда существуют ограничения на полосу передаваемых частот, как в телевидении, или требуется понизить стоимость монитора за счет использования более простой электроники. Например, стандартный телевизионный канал занимает всего 5,5—6,5 МГц, а в современных мониторах полоса частот давно уже больше 100 МГц. Блок строчной развертки телевизора работает на одной частоте — 15,65 кГц, а даже мониторы EGA использовали две различные частоты, чуть ли не в два раза превышающие строчную частоту в телевизорах.

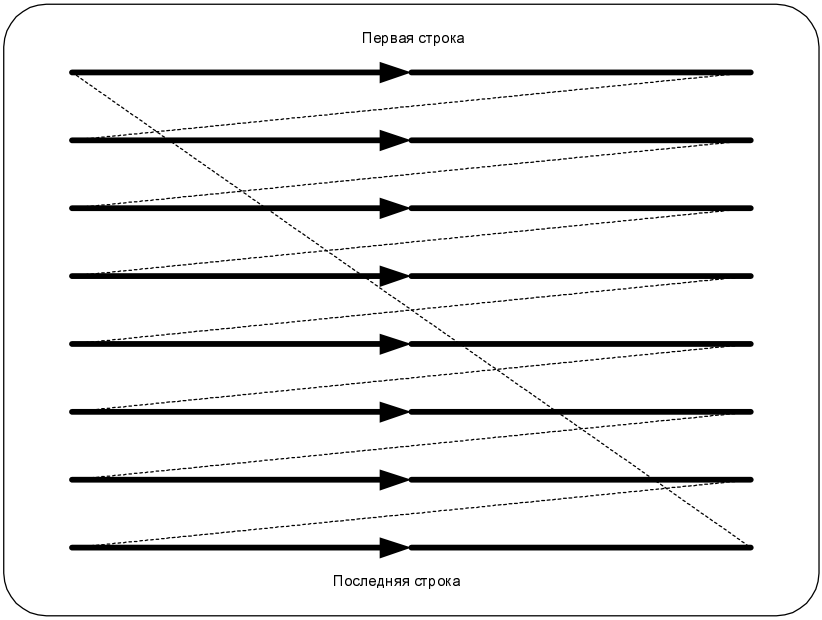


Рис. 12.6. Способ построение изображения на экране монитора

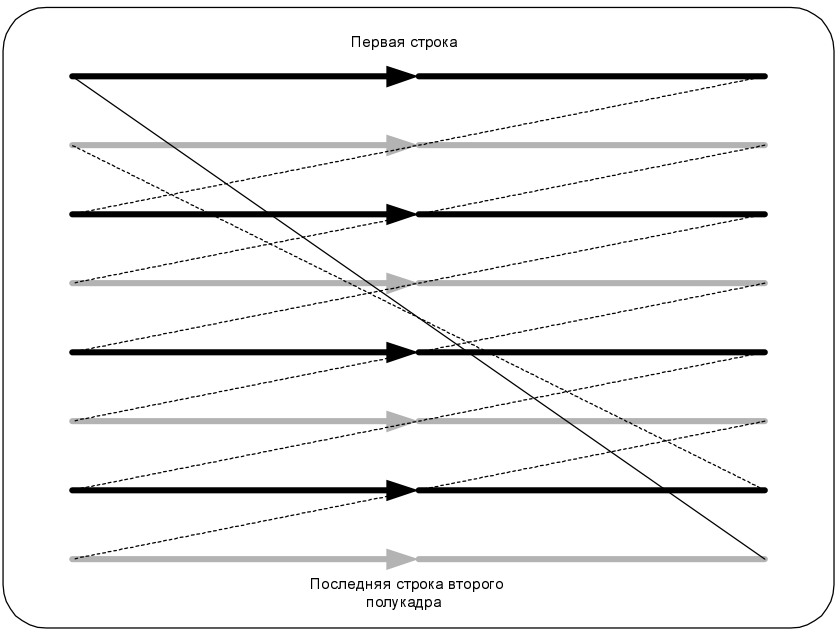


Рис. 12.7. Чересстрочный способ построения изображения

У современного монитора минимальная строчная частота равна 31,5 кГц, что серьезно усложняет электронную схему блока развертки и повышает требования к техническим параметрам используемых электронных компонентов.

Примечание

За преобразование двоичных значений цвета и яркости точки в аналоговый сигнал отвечает блок RAMDAC, который имеется у любого видеоадаптера. Чем с большей тактовой частотой он работает, там выше качество изображения тонких линий и точек на экране. В настоящее время тактовая частота RAMDAC превышает 250 МГц. Кроме того, для ускорения вывода данных из видеопамяти используют двухпортовые микросхемы запоминающих устройств, с которыми одновременно может работать RAMDAC и видеопроцессор, который формирует изображение по командам центрального процессора.

Если включить монитор отдельно, то после прогрева кинескопа вы на экране увидите белый прямоугольник[6] — растр, который создается из строк. Чтобы на экране появилось полезное изображение, надо управлять яркостью каждой точки строки по мере ее прорисовки на экране.

В обычном телевизоре яркость строки в процессе развертки меняется произвольным образом, и о количестве точек в строке не идет речи. Качество получаемого изображения определяется только возможностями телестудии и техническими параметрами телевизора. В компьютерах, которые требуют для решения любой задачи указать конкретные значения каждого параметра, строка условно разбивается на точки — пикселы. Чем больше точек в строке и больше самих строк, тем качественнее получается изображение. Заметим, что местоположение каждой точки в любой строке строго оговорено, а значения яркости и цвета каждой точки находятся по конкретному адресу в видеопамяти.

Монитор соединяется с видеоадаптером ограниченным количеством проводов, по которым передается информация о всех точках, которые должны быть отображены на экране. По трем проводам передается информация о цвете и яркости точки, а два провода служат для посылки импульсов синхронизации, которые указывают монитору, когда начинаются новый кадр и строка.

Импульсы синхронизации изображения в персональных компьютерах не имеют строго определенной привязки по времени к строкам и кадрам, как это регламентировано в видеотехнике. В разных типах мониторов в силу технических ограничений на быстродействие электронных схем начало вывода изображения сдвинуто на какую-то величину от момента воздействия

[6] В мониторах с цифровым управлением имеется функция блокировки канала яркости или блока строчной развертки в отсутствие синхронизирующих импульсов от видеоадаптера.

импульса синхронизации. Кроме того, импульсы синхронизации имеют длительность, неравную длительности гашения (во время гашения обратного хода луча как бы прекращается вывод информации на экран, точнее, передается сигнал, соответствующий "самому черному" цвету или "чернее черного"). Также длительности импульсов синхронизации и гашения строк и кадров значительно отличаются по времени.

Монитор, являясь пассивным устройством, всегда старательно отображает все то, что передает ему видеоадаптер, даже в том случае, если ему посылается заведомо невозможная для него информация, поэтому для каждого типа монитора требуется правильно установить параметры синхроимпульсов, а также начало и окончание вывода полезной информации. Это достигается установкой служебных регистров в чипсете видеоплаты.

Если будут выбраны неправильные соотношения между всеми упомянутыми параметрами, то на экране монитора будет отображена непонятная полосатая картинка. Так получается, когда в операционной системе Windows в окне **Свойства: экран** выбираются параметры, недопустимые для монитора или видеоадаптера. К счастью, в операционной системе Windows пользователя оберегают от излишних технических подробностей, поэтому ему предлагается выбрать только типы монитора и видеоадаптера (рис. 12.8). Далее уже для конкретной выбранной пары предлагается весьма ограниченный набор, состоящий из величины разрешения и количества цветов в палитре (рис. 12.9) и частоты развертки (рис. 12.10).

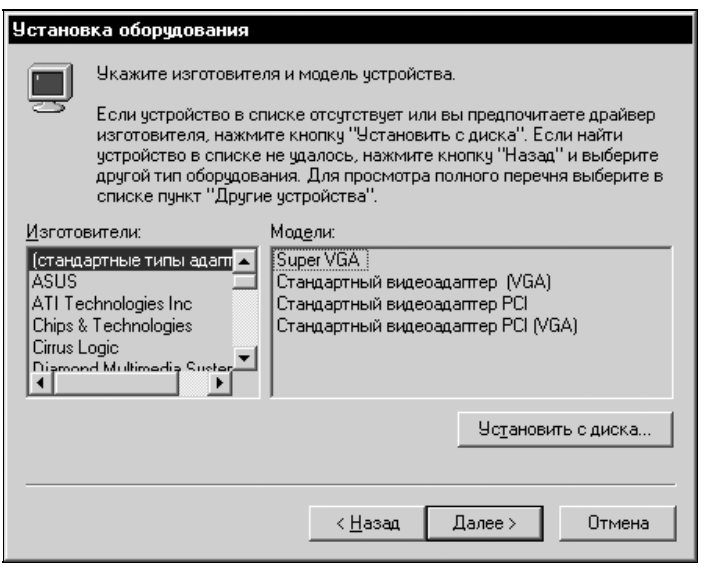


Рис. 12.8. Выбор типа видеоадаптера в операционной системе Windows

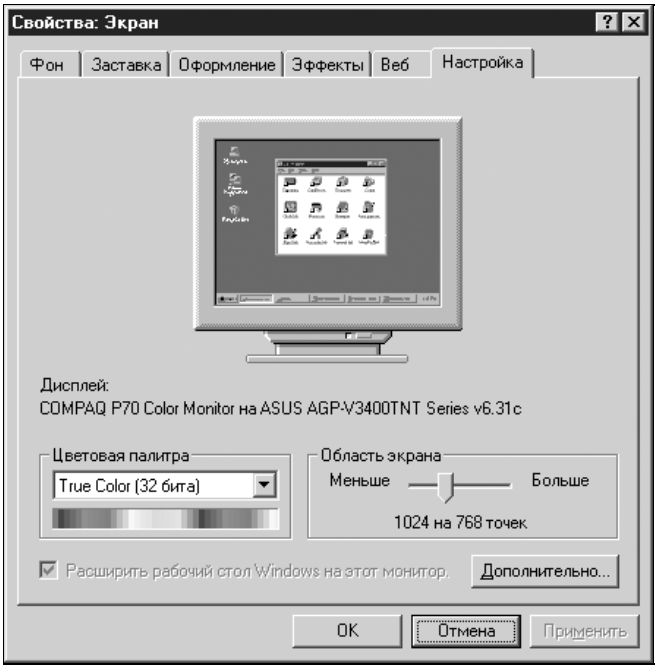


Рис. 12.9. Выбор разрешения и глубины цвета

Более понятны технические детали установки параметров видеоадаптера и монитора в операционной системе Linux (хотя это и приводит к большим проблемам у пользователей, которые, как обычно, не в курсе того, какими возможностями обладают монитор и видеоадаптер). Например приходится указывать не только названия фирм и типов применяемых узлов, но и параметры импульсов синхронизации.

В операционной системе Linux для указания параметров синхронизации в файле XF86Config есть строка:

```
Modeline "наименование" p  h  hss  hse hm  v  vss  vse vm [опции],
```

где:

- `p` — частота элементов изображения в МГц;
- `h` — размер видимой части изображения по горизонтали;
- `hss` — начало импульсов строчной синхронизации;
- `hse` — конец импульсов строчной синхронизации;
- `hm` — полная широта кадра (видимой и невидимой части);
- `v` — размер видимой части изображения по вертикали;
- `vss` — начало импульсов кадровой синхронизации;

- `vse` — конец импульсов кадровой синхронизации;
- `vm` — полная высота кадра (видимой и невидимой части).

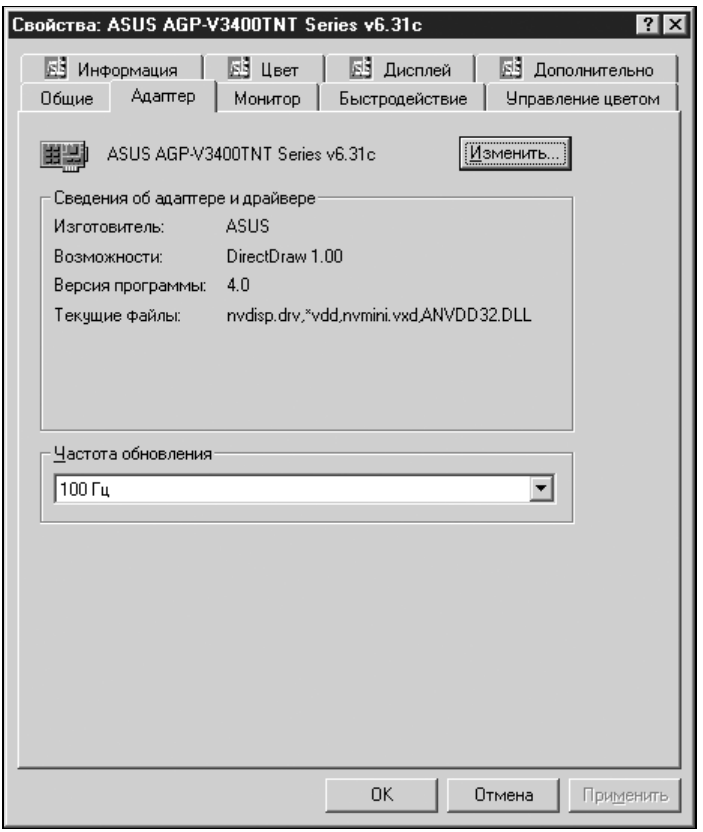


Рис. 12.10. Выбор частоты кадровой развертки

Программист может заставить видеоадаптер выдавать синхроимпульсы достаточно произвольно относительно изображения. Но, например для монитора с вакуумным кинескопом требуются вполне определенные задержки для возврата луча в исходное положение после окончания рисования последней точки строки и последней строки кадра. Соответственно, видеоадаптеру необходимо точно указывать, где должны находиться синхроимпульсы относительно друг друга и начальной точки растра. При этом используются несколько странные для большинства пользователей параметры — размеры видимой части изображения по горизонтали и вертикали, начало и конец импульсов строчной и кадровой синхронизации, полная высота и ширина кадра (видимой и невидимой части).

На рис. 12.11 и 12.12 показано, как привязаны синхроимпульсы к изображению.

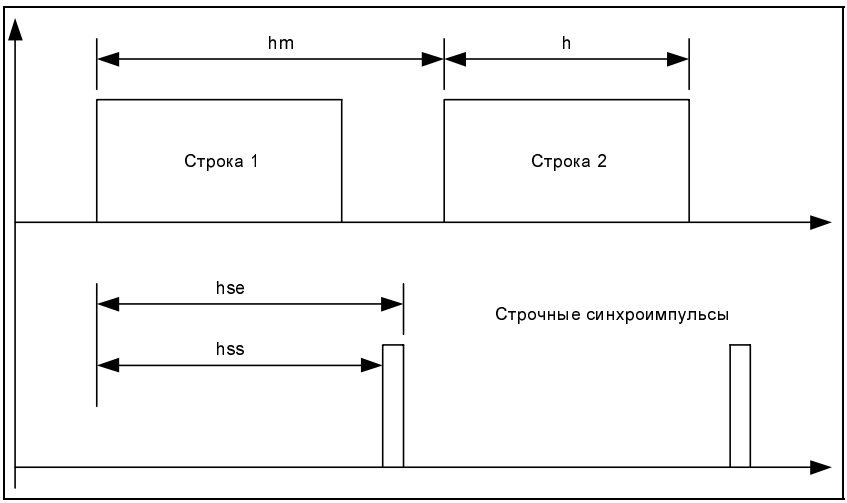


Рис. 12.11. Строчная синхронизация

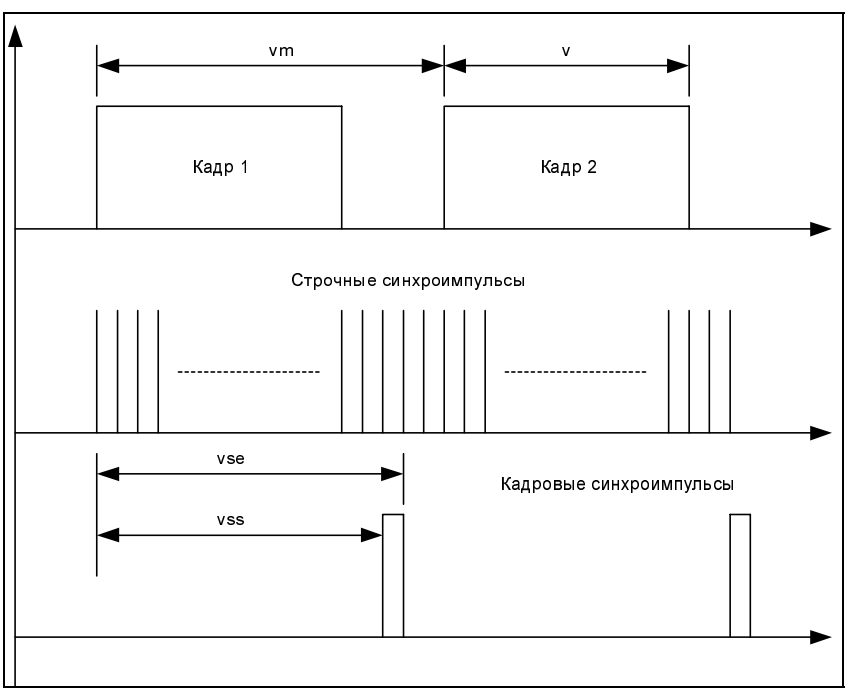


Рис. 12.12. Кадровая синхронизация

Человек очень плохо воспринимает изображение на экране монитора с частотой кадровой развертки 60 Гц. Оно кажется мигающим, а засветка от ламп дневного света, которые питаются от сети переменного тока 50 Гц, создает неприятные ощущения. Чтобы повысить комфортность от работы с компьютером, стараются повышать частоту кадровой развертки — сначала рекомендовалась частота 85 Гц, потом 100 Гц (жидкокристаллические панели работают на другом принципе, поэтому в них нет такой необходимости повышения частоты кадровой развертки). Теперь, после совершенствования электроники мониторов рекомендуемая частота кадровой развертки лежит в диапазоне 120—200 Гц. Соответственно, пользователю требуется выбирать для работы тот режим видеоадаптера, который поддерживается монитором, т. к. в противном случае монитор очень быстро выходит из строя. В табл. 12.6 приведены возможные комбинации разрешения, кадровой и строчных частот развертки, которые могут обеспечить современные видеоадаптеры, а в табл. 12.7 уже только для двух наиболее популярных разрешений приведены комбинации кадровой и строчной частот развертки.

Примечание

Выбирайте тип видеоадаптера под конкретный монитор. Монитор меняется примерно раз в пять лет, а видеоадаптер можно заменять чуть ли не каждые полгода!

Таблица 12.6. *Разрешение, глубина цвета и возможная частота кадровой развертки видеоадаптера Abit Siluro GeForce 3*

Разрешение	Глубина цвета	Частота кадровой развертки
640×480	8/16/32 бит	60—240 Гц
800×600	8/16/32 бит	60—240 Гц
1024×768	8/16 бит	60—240 Гц
1024×768	32 бит	60—200 Гц
1152×864	8/16 бит	60—200 Гц
1152×864	32 бит	60—170 Гц
1280×960	8/16 бит	60—170 Гц
1280×960	32 бит	60—150 Гц
1280×1024	8/16 бит	60—170 Гц
1280×1024	32 бит	60—150 Гц
1600×900	8/16 бит	60—150 Гц
1600×900	32 бит	60—120 Гц

Таблица 12.6 *(окончание)*

Разрешение	Глубина цвета	Частота кадровой развертки
1600×1200	8/16 бит	60—120 Гц
1600×1200	32 бит	60—100 Гц
1920×1080	8/16 бит	60—100 Гц
1920×1080	32 бит	60—85 Гц
1920×1200	8/16 бит	60—100 Гц
1920×1200	32 бит	60—85 Гц
1920×1440	8/16 бит	60—85 Гц
1920×1440	32 бит	60—75 Гц
2048×1536	8/16 бит	60—75 Гц
2048×1536	32 бит	60 Гц

Таблица 12.7. *Частоты кадровой и строчной развертки для разрешений 640×480 и 800×600 видеоадаптера ASUS AGP-V3400TNT/TV/8MB Layout*

Разрешение	Частота кадровой развертки	Частота строчной развертки
640×480	60 Гц	31,4 кГц
	70 Гц	34,9 кГц
	72 Гц	36,1 кГц
	75 Гц	37,6 кГц
	85 Гц	43,0 кГц
	100 Гц	51,0 кГц
	120 Гц	61,8 кГц
	140 Гц	72,9 кГц
	144 Гц	75,2 кГц
	150 Гц	78,7 кГц
	170 Гц	92,6 кГц
	200 Гц	108,6 кГц
	240 Гц	132,8 кГц
	250 Гц	138,6 кГц

Таблица 12.7 (окончание)

Разрешение	Частота кадровой развертки	Частота строчной развертки
800×600	60 Гц	37,9 кГц
	70 Гц	43 кГц
	72 Гц	45,1 кГц
	75 Гц	47,0 кГц
	85 Гц	53,6 кГц
	100 Гц	63,7 кГц
	120 Гц	77,2 кГц
	140 Гц	91,1 кГц
	144 Гц	94,0 кГц
	150 Гц	98,2 кГц
	170 Гц	112,8 кГц
	200 Гц	135,0 кГц
	240 Гц	166,3 кГц
	250 Гц	172,5 кГц

Характеристики видеоадаптеров

Технические характеристики видеоадаптеров меняются значительно быстрее, чем всех остальных узлов персонального компьютера. Например вначале вполне хватало пары килобайт видеопамяти на плате видеоадаптера, чтобы он отображал на экране все, что надо. После того как пользовали "распробовали", что такое персональный компьютер IBM PC, началось стремительное развитие схемотехники вспомогательной, казалось бы, карты. К примеру, уже для стандарта EGA требовалось не менее 64 Кбайт оперативной памяти. Сегодня же даже 128 Мбайт сверхскоростной видеопамяти кажутся не таким уж большим ресурсом!

Примечание

Для работы современных офисных приложений и просмотра видеофильмов вполне хватает 8 Мбайт видеопамяти для разрешения 800×600 или 16 Мбайт для разрешения 1024×768. Использование 32, 64 и 128 Мбайт видеопамяти связано, в первую очередь, с интересами "игроманов", которым даже 128 Мбайт, честно говоря, не так уж много. Сегмент же пользователей высококачественной графики, который не связан с компьютерными играми, совсем не велик. Хотя, чем больше видеопамяти, тем приятнее работать за компьютером!

Следует сказать, что стремительное увеличение объема видеопамяти в настоящее время не связано с таким же прогрессом повышения разрешения изображения на экране. Практически, уже достигнут потолок для традиционных систем отображения видеоинформации. Основная же причина все большего наращивания оперативной памяти видеоадаптера состоит в том, что на плате видеоадаптера теперь находится видеопроцессор, который может самостоятельно, по управляющим командам центрального процессора, строить объемные изображения (они же — 3D), а это требует необычайно много ресурсов для хранения промежуточных результатов вычислений и образцов текстур, которыми заливаются условные плоскости моделируемых фигур.

На рис. 12.13 можно увидеть, какие элементы установлены на традиционном для персональных компьютеров видеоадаптере.

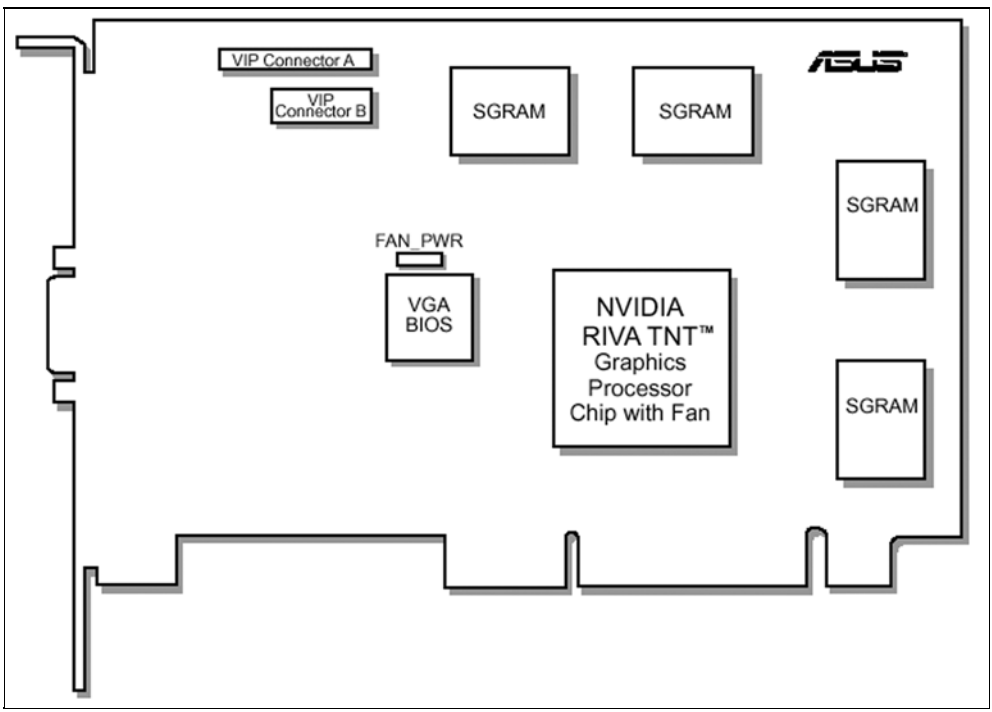


Рис. 12.13. Схематическое изображение видеоадаптера ASUS AGP-V3400TNT/8MB Layout

Почетное место в середине платы занимает видеопроцессор (Graphics Processor, графический процессор), основное занятие которого — обсчет фигур в двухмерной (2D Graphics) и трехмерной (3D Graphics) графике. Четыре микросхемы видеопамяти SGRAM хранят не только данные по каждой отображаемой на экране точке, но и результаты промежуточных вычислений

и различные заготовки для стандартных элементов (например текстуры). Микросхема VGA BIOS отвечает за стандартные функции начальной загрузки компьютера (к ней обращается BIOS системной платы) и ряд специфичных функций, присущих конкретному видеоадаптеру.

Здесь некоторое внимание следует уделить терминологии.

- 2D Graphics — это двухмерная графика, которая позволяет рисовать в одной плоскости. Например, пользовательский интерфейс операционной системы Windows является ярким примером двухмерной графики.
- 3D Graphics — это трехмерная графика, которая позволяет создавать визуальное отображение трехмерного объекта на плоскости экрана. При этом видеопроцессор создает (математически рассчитывает) в видеопамяти трехмерный объект.

При описании способов построения 2- и 3-мерных изображений используются специальные термины, которые часто являются так называемыми "кальками" с соответствующих английских терминов (заметим, что не для всех английских терминов есть удачные русские варианты). Например, *рендеринг* (Rendering) — это термин, обозначающий процесс создания изображения на экране с использованием математической модели объекта и формул для добавления цвета и тени. Термин *растеризация* (Rasterization) обозначает процесс разделения объекта на пикселы. Часто упоминающийся термин *текстура* (Texture) обозначает двумерное изображение какой-то поверхности, например бумаги или металла, хранящееся в памяти в одном из стандартных пиксельных форматов.

Желание пользователей выводить информацию не только на монитор, но и на обычный бытовой телевизор, а также смотреть видеозаписи и видеофильмы на компьютере привело к тому, что на ряд видеоадаптеров стали устанавливать чипы, отвечающие за работу с видеоаппаратурой (в том числе и цифровым звуком, правда, аналоговый звук передается без обработки на звуковую плату). Один из вариантов такого видеоадаптера показан на рис. 12.14, где видно, что к стандартному набору компонентов добавились чипы Digital Video Decoder и Digital PC to TV Encoder.

Как только появились процессоры Pentium 4, позволяющие обрабатывать видеосигнал в реальном времени с высоким качеством, и плоские панели, использующие цифровой интерфейс, разработчики видеоадаптеров решили попробовать свои силы в создании многофункциональных устройств, точно так же, как создатели новейших аудиокарт. (Соответственно, можно не удивляться, что основные мировые игроки стали продвигать свои стандарты, выпуская различные комбинированные карты, малосовместимые друг с другом.)

Для примера (рис. 12.15) познакомимся с возможностями, которые предоставляет пользователям видеокомбайн ATI ALL-IN-WONDER RADEON 8500DV. В основе этого устройства лежит видеоадаптер с 2D/3D-акселератором (графический ускоритель, он же — видеопроцессор). На пла-

те установлен видеопроцессор ATI Radeon 8500, выполненный по 0,15 мкм технологии, с тактовой частотой ядра 235 МГц. RAMDAC функционирует на частоте 400 МГц при работе с аналоговыми мониторами и 240 МГц с цифровыми. На карте установлено 64 Мбайт DDR-памяти, работающей на тактовой частоте 190 МГц (380 МГц при двойном чтении памяти за один такт), а разрядность шины памяти равна 128 битам.

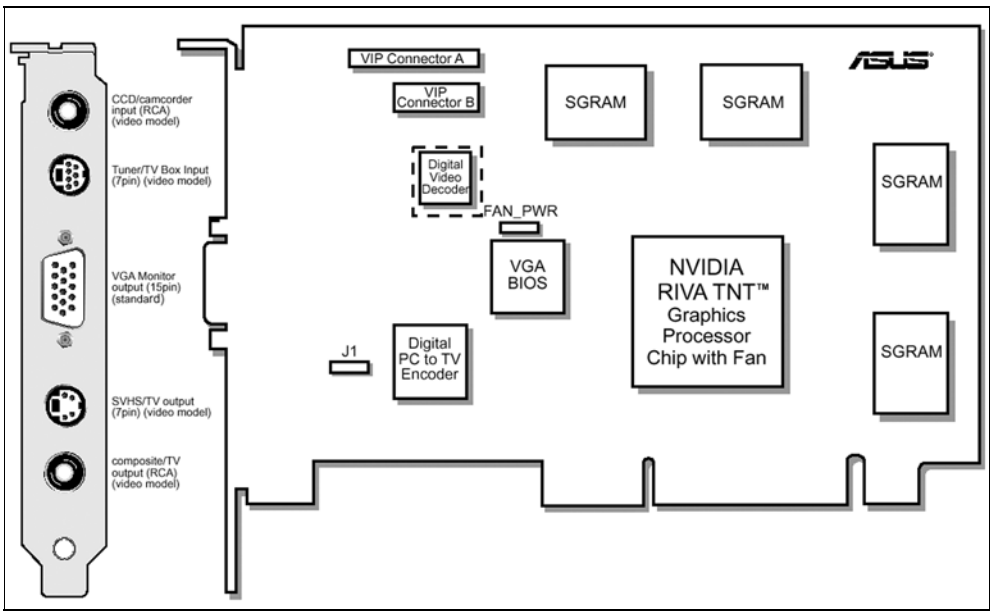


Рис. 12.14. Схематическое изображение видеоадаптера ASUS AGP-V3400TNT/TV/8MB Layout

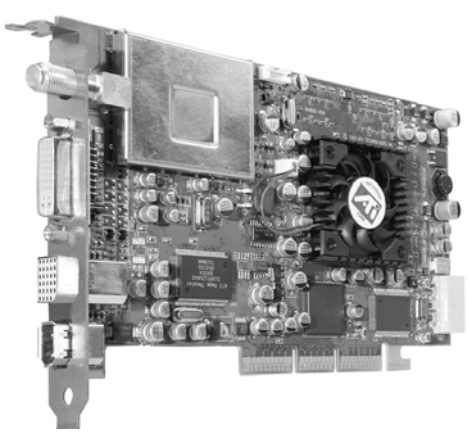


Рис. 12.15. Видеокомбайн ATI ALL-IN-WONDER RADEON 8500DV

"На борту" карты находится стерео-TV-тюнер, позволяющий принимать и оцифровывать телевизионный сигнал. При работе с видеомагнитофонами, видеокамерами и при проигрывании видеодисков пользователь может "захватывать" и редактировать аналоговое и цифровое видео[7]. Поддерживаются форматы видеозахвата MPEG-1, MPEG-2, DV и WMF. Кроме того, в комбайне реализована функция цифрового видеомагнитофона ATI Multimedia Center.

Для подключения разнообразной видеоаппаратуры предназначены:

- цифровой интерфейс DVI-I — для плоских панелей и традиционных мониторов, оснащенных таким интерфейсом;
- разъем S-VHS — для входа/выхода видеосигнала (Video In/Out) и для композитного видеосигнала;
- S/PDIF — цифровой аудиовыход;
- интерфейс IEEE 1394 Firewire — для подключения видеокамер;
- комбинированный 29-контактный разъем, к которому подключается переходной кабель (рис. 12.16) — для подключения бытовой видеоаппаратуры.

Для управления комбайном предназначен пульт ДУ, использующий радиосигнал, а не инфракрасный светодиод.

Рис. 12.16. Кабель для подключения видеоаппаратуры к плате ATI ALL-IN-WONDER RADEON 8500DV

Как видите, видеокомбайн ATI ALL-IN-WONDER RADEON 8500DV обладает весьма заманчивыми свойствами, но вот его стоимость равна цене системного блока хорошего офисного компьютера, т. е. пользователь может выбирать — купить такую симпатичную игрушку или десяток традиционных видеоадаптеров. Заметим, что стоимость TV-тюнеров и карт видеозахвата,

[7] Для карт, реализующих функции видеовхода и видеовыхода, используют термин VIVO (Video In Video Out).

позволяющих оцифровывать видеосигнал с качеством, не уступающим тому, которое можно увидеть на экране телевизора, лежит где-то в диапазоне от 400 до 1000 долларов.

Цифровой интерфейс

Появление цифрового интерфейса у видеоадаптеров и мониторов (как плоских, так и традиционных) — это, фактически, возрождение принципов передачи видеоинформации в цифровом виде, как было в древнем стандарте EGA. К сожалению, разработка нового цифрового интерфейса натолкнулась на амбиции различных производителей, а также на то, что в последнее время требования к параметрам передаваемых по интерфейсу видеоданных резко возросли. Так что пользователь сегодня может столкнуться с тем, что, имея монитор и видеоадаптер с цифровыми интерфейсами, он не сможет их вместе соединить по цифровому интерфейсу или ему придется покупать дорогостоящий переходник, стоимость которого иногда соизмерима с ценою простого видеоадаптера.

Первый цифровой видеоинтерфейс был разработан в 1997 г. организацией VESA, предложившей стандарт Plug-and-Display (P&D), который не нашел поддержки у разработчиков и производителей персональных компьютеров. Затем компания Silicon Image предложила технологию PanelLink с протоколом TMDS (Transition Minimized Differential Signaling), а корпорация Compaq — стандарт DFP, которые также не получили широкого распространения.

Более удачной была попытка корпорации Intel, совместно с рядом других фирм предложившей стандарт DVI, который постепенно начинают внедрять различные производители компьютерного оборудования. Модификация стандарта DVI-I предусматривает подключение традиционного аналогового монитора. Пропускная способность интерфейса 330 МГц, что позволяет использовать разрешения 2048×1536 при 60 Гц для плоских панелей и 1920×1080 при 85 Гц для мониторов с вакуумным кинескопом.

В стандарте используется 24+4-контактный разъем (рис. 12.17), по которому передается как цифровой, так и аналоговый видеосигнал. Такая странная комбинация контактов означает, что 4 контакта предназначены для передачи аналогового видеосигнала, а остальные — для цифрового, а также, возможно, для различных внешних интерфейсов и аудиосигналов. Кабель[8] для соединения DVI-выхода видеоадаптера и монитора показан на рис. 12.18. Так как стандартов на цифровой видеоинтерфейс, увы, много, то кабель может быть оборудован различными разъемами, показанными на рис. 12.19, кроме того, на практике, возможно, придется использовать какой-либо переходник для соединения видеоадаптера и монитора (рис. 12.20).

[8] На рисунках, относящихся к кабельной продукции, предназначенной для видеоинтерфейса DVI, показаны изделия, которые выпускает компания Belkin (**http://www.belkin.com**).

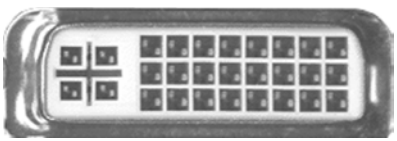


Рис. 12.17. Разъем DVI

Рис. 12.18. Цифровой видеокабель

Рис. 12.19. Разъемы, которые могут быть установлены на цифровом видеокабеле

Рис. 12.20. Переходники для видеоинтерфейса

Примечание

При желании использовать для соединения монитора и видеоадаптера цифровой интерфейс или при подключении аналогового устройства к цифровому обязательно уточните по документации, какие стандарты поддерживают оба устройства.

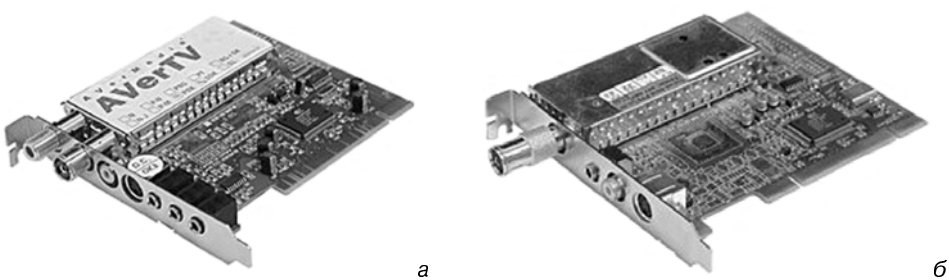
TV-тюнеры

Для того, кто не желает менять свой видеоадаптер, но хочет смотреть на компьютере телевизионные каналы и видеофильмы с кассетного видеомаг-

нитофона, выпускаются самые разнообразные карты, вставляемые в PCI-слот. *Карты видеозахвата* предназначены для работы с видеомагнитофоном, а *карты TV-тюнеров* еще дополнительно могут принимать сигнал эфирного или кабельного телевидения.

На рис. 12.21, *а* показан TV-тюнер AverTV, а на рис. 12.21, *б* TV-тюнер MIRO, которые являются наиболее доступными по цене для большинства пользователей (от 60 до 100 долларов). Это довольно типичные представители устройств, предназначенных для просмотра информационных передач телевидения и записей с бытовых видеокамер аналогового класса.

К сожалению, просмотр видеофильмов с помощью данной категории TV-тюнеров (да и карт видеозахвата, которые стоят меньше чем 400—500 долларов) значительно уступает по качеству тому, что можно увидеть на экране обычного телевизора. Более интересно использовать TV-тюнеры в качестве сканера каналов, как показано на рис. 12.22, и слежения за какой-нибудь передачей в окне, которое располагается поверх остальных окон рабочего стола операционной системы Windows. На рис. 12.23 как раз и показан пример, когда можно в раскрывающемся меню выбрать размер окна для просмотра телепередачи (программное обеспечение от TV-тюнера MIRO).



а *б*

Рис. 12.21. TV-тюнеры: *а* — AverTV; *б* — MIRO

Хотя в большинстве случаев для TV-тюнеров и карт видеозахвата в качестве главного чипа применяют продукцию двух фирм — Conexant (чаще всего — Bt869) и Chrontel (CH7001-7008), программное обеспечение для этих устройств лучше всего использовать от производителя самой карты. Даже программы-проигрыватели работают только с конкретной картой (иногда программа может понять и другую карту, но почти обязательно будут какие-либо проблемы).

При покупке неновой карты, следует учесть, что если нет компакт-диска с драйверами для нее, то вы столкнетесь с проблемами при установке ее в операционной системе. Если же на компакт-диске присутствуют драйверы только, например для Windows 95 и 98, то скорее всего вы не найдете драйверов для работы, скажем в Windows ME или 2000. Производители таких

карт, как получается на практике, предпочитают выпускать новые типы карт, а не поддерживать старые.

Рис. 12.22. TV-тюнер в режиме сканирования

При установке, например TV-тюнера AverTV в операционной системе Windows, он регистрируется в категории **Звуковые, видео и игровые устройства** (рис. 12.24). В эту категорию заносятся все многочисленные драйверы, которые должны быть правильно установлены, чтобы на экране вашего монитора появилась телевизионная картинка.

Если используется плата видеозахвата, то рекомендуется подключать к ней видеоаппаратуру через 4-контактный разъем S-Video, т. к. это обеспечивает более высокое качество изображения. Кроме того, карты видеозахвата, а особенно TV-тюнеры, требовательны к качеству сигнала, поступающего от видеоаппаратуры или из эфира. Например из 14 каналов петербургского телевидения у автора с приличным качеством принимаются всего 2—3, что связано с тем, что система АРУ (автоматическая регулировка усиления радиотракта) TV-тюнеров AverTV и MIRO имеет не слишком высокие возможности, т. е. изображение будет высокого качества только в том случае, когда сигнал на антенном входе TV-тюнера будет достаточно большим, а напряжение помех малым (заметим, что это относится и к дорогостоящим картам, когда они принимают эфирный сигнал).

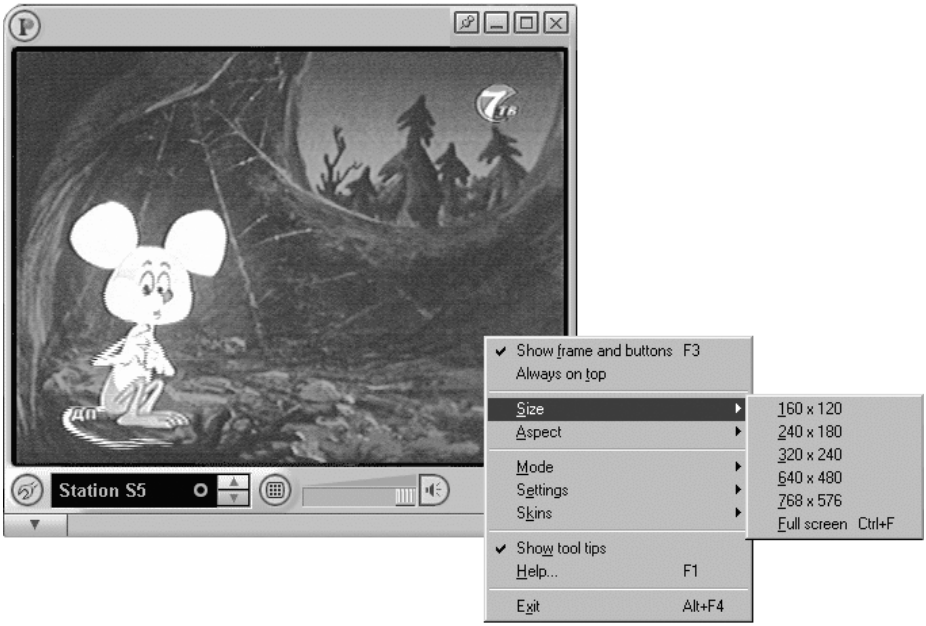


Рис. 12.23. Выбор разрешения экрана

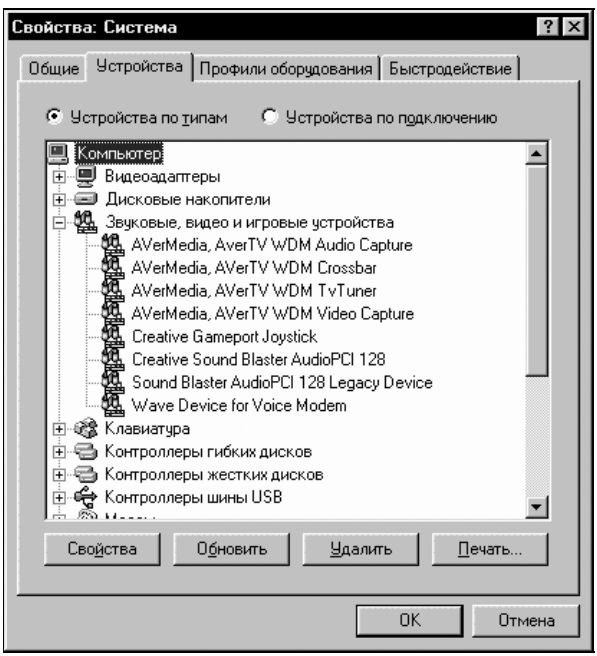


Рис. 12.24. Регистрация TV-тюнера AverTV в Windows

В заключение следует отметить, что если у вас есть видеоадаптер с функцией видеозахвата, то настройка TV-режима производится на вкладке **ТВ** (рис. 12.25), которая доступна на вкладке **Дисплей** окна **Свойства: <видеоадаптер>**.

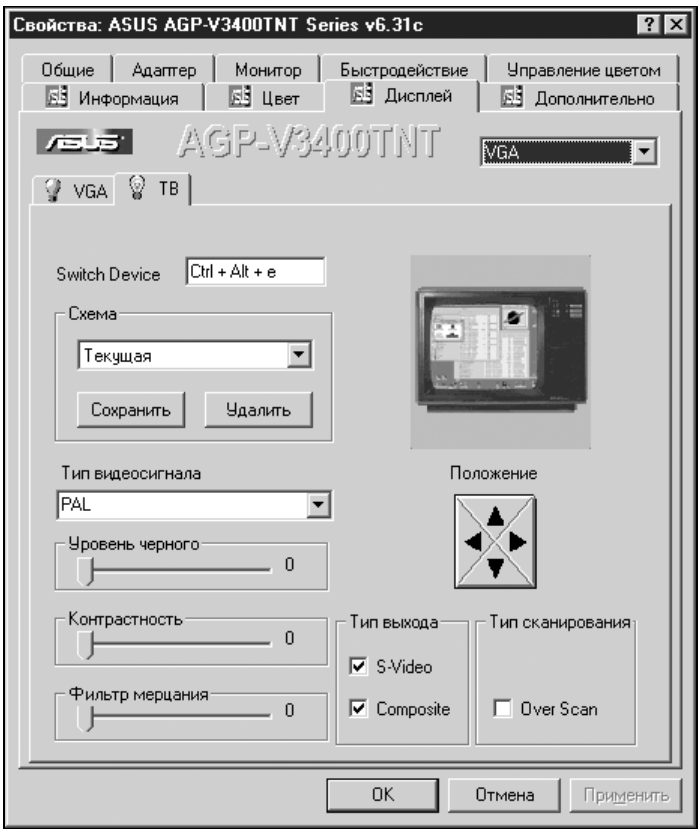


Рис. 12.25. Настройка TV-режима для видеоадаптера ASUS AGP-V3400TNT

Глава 13

Мониторы

Зрение — это наиболее важный физиологический канал, через который человек получает информацию из внешнего мира. Зрительные образы несут куда больше информации, чем звук и ощущения от других органов чувств, поэтому неудивительно, что компьютеры состоят из двух независимых блоков — системного блока и монитора. О большинстве узлов системного блока было рассказано в предыдущих главах, а в этой главе речь пойдет о том, какие мониторы в настоящее время используются и как правильно ими пользоваться.

Под самим понятием *монитор* в среде пользователей персональных компьютеров сегодня имеется в виду два различных по конструкции и способу формирования изображения устройства.

Первое, наиболее традиционное устройство — родственник домашнего телевизора, монитор с вакуумным кинескопом или, по-другому, с электронно-лучевой трубкой (ЭЛТ). Из англоязычной технической литературы пришел термин — Cathode Ray Tube (CRT), который дословно переводится как катодно-лучевая трубка. В ЭЛТ-мониторах изображение формируется с помощью потока электронов на слое люминофора, который нанесен на внутреннюю поверхность стеклянной вакуумной колбы. На рис. 13.1 показан внешний вид одного из современных ЭЛТ-мониторов. Главное внешнее отличие таких мониторов — это большие габариты по глубине, т. к. электронно-лучевая трубка работает точно так же, как диапроектор, где вместо светового луча используется тонкий поток электронов на экран. Сделать кинескоп толщиной с обычную книгу технически невозможно.

Второй тип устройств для вывода изображения — это плоские панели, в которых не применяется электровакуумный кинескоп. Часто их называют жидкокристаллическими дисплеями, или экранами LCD (Liquid Crystal Display), хотя это не совсем верно, т. к. существуют несколько технологий изготовления плоских мониторов, принципиально отличающихся по физическим способам формирования изображения. Например производятся плазменные дисплеи, в которых нет жидких кристаллов. Но независимо от типа панели, плоские мониторы внешне довольно похожи друг на друга — толщина не пре-

вышает нескольких сантиметров, низкое энергопотребление, нет задержки в появлении изображения на экране после включения питания. На рис. 13.2 показан внешний вид одного из современных плоских мониторов.

Рис. 13.1. 17-дюймовый монитор Mitsubishi Diamond Pro 740SB

Рис. 13.2. Жидкокристаллический монитор

Основные характеристики мониторов

Откроем прайс-лист на мониторы. В табл. 13.1 приведено несколько позиций, относящихся к различным типам мониторов, которые вы можете купить сегодня в компьютерном магазине. Первые три позиции описывают мониторы с электровакуумным кинескопом, а две последние — LCD-дисплеи, причем экран последней модели снабжен тактильным емкостным датчиком для ручного ввода информации.

Таблица 13.1. *Фрагмент прайс-листа на мониторы*

Дюймы	Модель	Характеристики
15	CTX PR500F	0.24, FD Trinitron, 1024×768/60Hz, TCO'99
15	Samsung SyncMaster	0.28, MPNII, TCO'95, 1280×1024/67Hz
17	Hitachi CM621ET	0.21, 1024×768/85Hz, TCO'99, Flat
15	Acer FP-559	LCD TFT, 300:1, 1024×768, TCO'99, Audio
15	IBM T56A	LCD, емкостной, 1024×768, яркость 200 cd/m^2, 200:1

При знакомстве с любым подобным прайс-листом первое, что обращает на себя внимание, — это указание *диагонали экрана в дюймах* и группирование мониторов по этому признаку, причем независимо от типа монитора. Правда, размер в дюймах надо по-разному трактовать для мониторов с вакуум-

ным кинескопом и жидкокристаллическим экраном. Если для LCD-дисплеев — это размер матрицы, которая формирует изображение, то для традиционных мониторов — это внешний (по стеклу) размер диагонали кинескопа, а не размер видимого изображения.

Покупая CRT-монитор, например с диагональю 15 дюймов, вы увидите на экране изображение размером от 13,8 до 14,2 дюймов (в зависимости от типа монитора). Такой способ маркировки сложился исторически и используется всеми производителями, поэтому не является обманом покупателей. Для справки в табл. 13.2 приведены соотношения номинального размера кинескопа, который указывается в документации, и видимого размера, который наиболее типичен для данной группы мониторов. Так как габаритные размеры мониторов определяются исключительно размерами используемых в них кинескопов, то в этой же таблице указаны примерные габаритные размеры мониторов, которые не слишком сильно отличаются у различных производителей.

Таблица 13.2. *Типичные значения видимого размера и диагонали кинескопа, а также примерные габаритные размеры монитора*

Номинальный размер диагонали, дюймы	Типичный видимый размер диагонали, см	Габаритные размеры монитора		
		Ширина, см	Высота, см	Глубина, см
14	33,5	35—37	35—37	37—39
15	35,0	35—37	37—39	40—42
17	40,5	40—42	40—42	45—47
20	47,5	47—49	45—47	50—52
21	50,3	50—52	47—49	53—54

В следующем столбце прайс-листа обязательно указывается тип монитора и фирма-изготовитель. Заметим, что у каждой фирмы свой способ маркировки мониторов, которая, чаще всего, не несет полезной информации, поэтому здесь наиболее существенное — это *торговая марка или название фирмы*. В отличие от полупроводниковых изделий, таких как процессор или память, качество монитора и его потребительские свойства в первую очередь определяются традициями, сложившимися у производителя. Культура производства и круг поставщиков комплектующих изделий оказывают на готовое изделие необычайно сильное влияние. Например, мониторы корпорации Sony с кинескопами типа Trinitron имеют куда более качественное изображение на экране, чем мониторы небольших фирм, правда, и разница в цене может двое-, а то и троекратной.

Третий столбец, последний в табл. 13.1, но не последний в прайс-листах, это перечень наиболее важных технических характеристик монитора. Вот тут у продавцов может наблюдаться полный произвол — от указания только одного или двух параметров до перечисления десятка жутких сокращений. Для потребителя же наиболее важны всего несколько технических параметров, на которые надо обратить внимание.

Первое, это *размер точек* (используется термин "зерно") на экране, которые выражаются в миллиметрах, например, 0,28, 0,24 или 0,21. Чем меньше размер видимой точки, тем качественнее будет получаемое изображение.

Второе — это *максимальное разрешение*, которое поддерживает электроника монитора. Разрешение монитора указывается в точках (пикселах) по горизонтали и вертикали, например, 800×640, 1024×768 и т. д. После группы таких чисел, обычно, после символа "@" или "/" указывается максимальная частота кадровой развертки для данного разрешения.

Для CRT-мониторов максимально возможное разрешение в большинстве случаев практически никогда не устанавливается, т. к. в этом режиме глаза человека быстро устают. Следует знать, что максимальное разрешение, которое поддерживает электроника монитора, обычно превосходит физическое разрешение электронно-лучевой трубки. На практике, т. к. качество изображения в первую очередь зависит от размера диагонали используемого кинескопа, для CRT-мониторов рекомендуется устанавливать значения параметров, приведенные в табл. 13.3. Параметры указаны для типичных конфигураций компьютеров, но всегда желательно устанавливать бóльшую величину кадровой развертки, когда видеоадаптер позволяет это сделать.

Внимание

Устанавливайте разрешение 800×600 или 1024×768, а частоту кадровой развертки как можно выше, например 85 или 100 Гц. При этом наиболее популярная цветовая палитра — это High Color (16 битов). Не забывайте, что большинство программистов разрабатывают свои программы и игры именно для таких параметров работы монитора. Использование максимально возможных для данного монитора разрешений, если они превышают вышеуказанные, приводит к быстрой утомляемости зрения и проблемам при запуске и работе многих программ. Исключение составляют коммерческие программы, продаваемые серьезными компаниями, специализирующимися на разработке программного обеспечения.

Таблица 13.3. *Рекомендации по настройке параметров монитора*

Диагональ, дюймы	Максимальное разрешение, точек	Используемое разрешение, точек	Частота кадровой развертки*, Гц
14	1024×768	640×480	75—85
		800×600	75—85

Таблица 13.3 *(окончание)*

Диагональ, дюймы	Максимальное разрешение, точек	Используемое разрешение, точек	Частота кадровой развертки*, Гц
15	1280×1024	800×600	75—100
		1024×768	75—85
17	1280×1024	800×600	75—110
		1024×768	75—85
19	1600×1200	1024×768	75—110
		1280×1024	60—75
21	1800×1440	1280×1024	75—110
		1600×1200	60—75

* Минимальные значения.

Заметим, что для LCD-дисплеев указывается не максимальное разрешение, а количество элементов матрицы. Это не значит, что LCD-дисплей не может работать с другим разрешением — вы можете установить большую или меньшую величину в операционной системе, но качество изображения будет значительно хуже, т. к. в процессе работы изображение, созданное видеокартой, будет программно приводиться к физическому разрешению матрицы.

В отличие от CRT-мониторов, для LCD-дисплеев всегда указывают *яркость свечения точек*, например — 200 cd/m^2, и *контрастность* — 200:1 или 300:1. Смысл в том, что эти характеристики наиболее сильно влияют на потребительские свойства LCD-дисплеев, к тому же только совсем недавно жидкокристаллические дисплеи стали обладать светотехническими характеристиками, сопоставимыми с характеристиками традиционных мониторов.

В графе "Характеристики" частенько также указываются названия норм по безопасности и качеству мониторов, например TCO'95, TCO'99, MPNII и т. д. Особой надобности в ссылках на эти нормы в прайс-листах нет, т. к. трудно найти монитор, им не соответствующий. Поэтому продавцы приводят названия норм исключительно в рекламных целях. Наверное единственная полезная информация, которую можно узнать из этого, насколько стара конструкция монитора, т. е. не продают ли вам залежалый товар (нормы регулярно пересматриваются).

Вообще, в качестве рекламы может указываться все, что кажется полезным, поэтому иногда так сложно расшифровать сокращения, имеющиеся в прайс-листах. Но несмотря на это, всегда следует попытаться понять, что там указано. Например часто указывается тип кинескопа, который установлен в мониторе, что немаловажно, т. к. одна и та же модель может комплек-

товаться различными типами. Для CRT-мониторов и LCD-дисплеев в последнее время можно встретить термины "емкостной" или "резистивный", которые говорят о том, что поверхность экрана имеет сенсорный датчик, позволяющий отказаться от использования манипулятора типа "мышь". Также для любых типов мониторов можно встретить слово "Audio", говорящее о том, что в корпус монитора встроены звуковые колонки.

CRT-мониторы

Из массы всяческого компьютерного железа, которое покупается пользователями на рынках и в магазинах, мониторы выделяются тем, что только они стремительно не устаревают, а их конструкция не модернизируется кардинальным образом ежегодно, как остальные составляющие персонального компьютера. Все нововведения в их схемотехнику, если не принимать во внимание профессиональные мониторы, выпускающиеся малыми партиями, затрагивают только сервисные функции. Принципы формирования изображения на экране, да и качество изображения в большинстве случаев сравнимо почти у всех 14-, 15- и 17-дюймовых мониторов, если они будут использоваться в офисе.

Заметим, что из всего компьютерного "железа" только приобретение нового монитора всегда оправдано, т. к. он покупается на много лет. Кроме того, для тех, кто проводит перед его экраном многие часы, работая или развлекаясь, выбор новой и качественной модели — залог здоровья. Вы не будете излишне уставать, а ваши глаза преждевременно не начнут требовать более сильных очков.

Внешне конструкция монитора за несколько десятилетий не претерпела каких-либо значительных преобразований. Все тот же пластмассовый корпус. Сзади гнездо для подключения напряжения питания, информационный кабель для подключения к видеокарте с 15-контактным разъемом, а для профессиональных мониторов — коаксиальные гнезда, дублирующие функции основного информационного кабеля. Спереди тумблер включения питания и две ручки или несколько кнопок для управления режимом монитора. Лишь у некоторых моделей имеются встроенные звуковые колонки и USB-хаб.

Монитор всегда снабжен подставкой, которая позволяет регулировать наклон экрана. Внешний вид современного монитора и принцип регулировки наклона корпуса показан на рис. 13.3, где изображена 17-дюймовая модель 105MB корпорации Phillips.

Для изменения наклона экрана держа корпус монитора двумя руками и слегка прижимая его к столу, регулируют положение корпуса относительно подставки. У новеньких мониторов, только-только из магазина, этот процесс очень прост, но для проработавших много лет такая операция может кончиться плачевно — есть опасение сломать пластмассовые элементы под-

ставки. Если же такая операция все же необходима, то переверните монитор подставкой вверх и разберитесь, как происходит регулировка положения корпуса. Прикладывать значительную силу к подставке не надо. Заметим, что каких-либо винтовых стопоров обычно не предусмотрено.

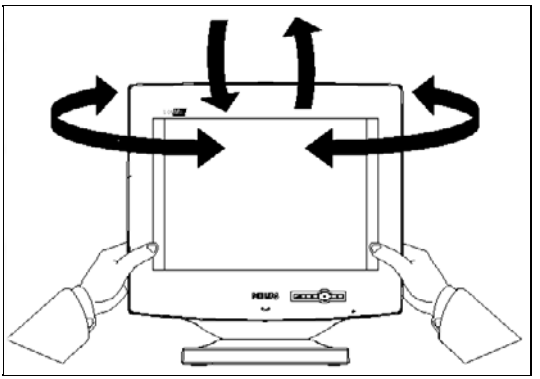


Рис. 13.3. Изменение положения экрана монитора PHILIPS 105MB

Когда для изменения положение корпуса требуется прилагать значительные усилия, то для устранения излишнего трения в узлах вращения их можно натереть парафином. Смазка любым машинным маслом приводит к порче пластмассовых деталей через год или два.

Настройка CRT-монитора

Для регулировки качества изображения используются два способа — регулировка с помощью механических потенциометров и кнопочное управление с использованием меню, отображаемого на экране монитора.

Для старых моделей применялись исключительно *регуляторы в виде потенциометров* (переменных резисторов). Обычно основные элементы регулировки располагаются в нижней части фронтальной поверхности монитора, но иногда их прячут под свод корпуса или располагают сбоку. Заметить наличие этих регуляторов можно по пиктограммам на корпусе. Для регулировки яркости используется пиктограмма ☼, а для контрастности — ◑. Такой набор применяется как для черно-белых, так применяется цветных мониторов (судить о типе монитора — цветной или черно-белый — по наличию только этих двух регуляторов нельзя). Остальные регулировочные элементы в большинстве случаев располагаются на тыльной стороне монитора. Каких-либо ручек обычно не предусматривается, а доступ к ним осуществляется с помощью небольшой отвертки через отверстия в корпусе. Конечно, не во всех отверстиях в корпусе присутствуют регуляторы, поэтому, прежде чем

совать туда отвертку, убедитесь, что там есть ручка регулятора, предназначенная под отвертку (особенно это касается старых мониторов производства СССР и СЭВ).

В современных мониторах стали использовать *цифровое управление* всеми параметрами. Правда, в первых моделях ограничивались регулировкой только традиционных параметров — яркости и контрастности и двумя-тремя вариантами корректировки геометрических искажений. В дальнейшем для выбора регулируемого параметра стали применять электронное меню, которое появляется на экране, когда нажимается, например кнопка .

Фактически, способ настройки монитора с помощью меню мало отличается от такой же операции в бытовом телевизоре, разве что присутствуют вспомогательные пункты, которые нужны для настройки специфичных функций компьютерного монитора. Правда, следует отметить, что регулировка яркости и контрастности в мониторах с цифровым управлением может осуществляться как с помощью отдельных кнопок или через пункты меню, так с использованием традиционных механических регуляторов. Последний вариант более предпочтителен, т. к. пользователи при работе с офисными программами (где используются текст и рисунки с малым количеством цветов) предпочитают устанавливать максимальные значения контрастности, что не подходит для работы, например с фотографиями и видеоизображением. Поэтому при работе в разных программах регулярно приходится пользоваться регуляторами яркости и контрастности (только в последнее время предлагается довольно сложный способ программной настройки яркости и контрастности отдельных окон). Это хорошо видно на "сером клине", который используется для калибровки яркости (рис. 13.4). Для правильной цветопередачи требуется, чтобы серые квадратики (градации серого) справа и слева не сливались друг с другом. Если изображение бледное, то несколько левых (самых светлых) квадратиков сольются вместе. При повышенной контрастности, с которой работают большинство пользователей, треть правых (наиболее темных) квадратиков сливаются. Заметим, что "серый клин" хорошо подходит для проверки качества старого монитора, т. е. определения, насколько изношены катоды кинескопа.

Рис. 13.4. "Серый клин" для калибровки контрастности и яркости

Остальные способы настройки параметров монитора с помощью меню разберем на примере модели PHILIPS 105MB производства корпорации Phillips. У этой модели очень сложная структура меню, в котором можно выбрать и произвести регулировку как параметров изображения, так и сде-

лать выбор интерфейсных характеристик. На рис. 13.5 показано основное меню модели PHILIPS 105MB.

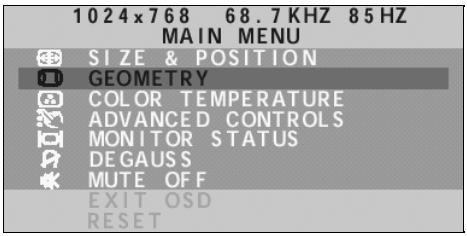


Рис. 13.5. Основное меню монитора PHILIPS 105MB

Размер и положение изображения на экране монитора регулируется в подменю **SIZE & POSITION**, а для регулировки геометрических искажений используется подменю **GEOMETRY**, показанное на рис. 13.6 *(см. разд. "Геометрические искажения")*.

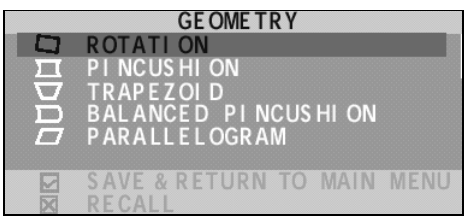


Рис. 13.6. Подменю корректировки геометрических искажений в мониторе PHILIPS 105MB

Подменю **COLOR TEMPERATURE** (Цветовая температура изображения) позволяет настроить баланс белого (рис. 13.7). Пункты в этом подменю позволяют скорректировать нелинейность светоотдачи кинескопа и учесть несовершенство человеческого зрения. Пользователю предлагается выбрать из нескольких фиксированных значений или настроить самостоятельно баланс белого, регулируя раздельно ток каждой из трех электронных пушек кинескопа, отвечающих за красные, зеленые и синие цвета на экране.

Если с ручной регулировкой отдельного цвета все ясно — мы уменьшаем или увеличиваем яркость данного цвета, то термин "Цветовая температура" не совсем понятен для тех, кто не работал с цветными фотографиями. В физике принято считать, что значение цветовой температуры относится к свечению железа, нагретого до определенной температуры. Обычные лампы накаливания имеют цветовую температуру равную примерно 3000 °K (градусы Кельвина = температура по Цельсию +273°). Белый цвет ламп накаливания кажется человеку чуть желтоватым. Люминесцентные лампы об-

ладают цветовой температурой в 10 000 °K, а их белый цвет кажется голубоватым. Тот "расчетный белый" цвет, который стараются получить на экране монитора, имеет цветовую температуру, среднюю между этими значениями. В фотопечати за белый цвет чаще всего принимают 5300 °K, а в мониторах используют две величины — 6500 и 9300 °K. В зависимости от состояния кинескопа монитора (кинескопы имеют ограниченный срок службы) и задачи, которую решает пользователь, можно установить ту или иную цветовую температуру или самостоятельно настроить баланс белого (рис. 13.8). Правда, требуется навык балансировки цветов, в противном случае результат будет далек даже от стандартных настроек.

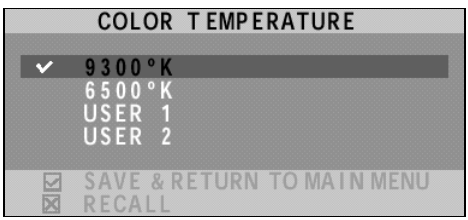


Рис. 13.7. Выбор варианта цветовой температуры в мониторе PHILIPS 105MB

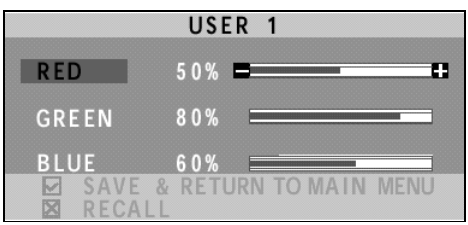


Рис. 13.8. Настройка пользовательского баланса цветов в мониторе PHILIPS 105MB

Пункт меню **DEGAUS** позволяет провести дополнительное размагничивание кинескопа, если однотонное изображение на экране имеет цветовые пятна. Остальные пункты — **ADVANCED CONTROL** и **MONITOR STATUS** — предназначены для настройки дополнительных функций, например вывода на экран информации о частотах кадровой и строчной развертки, когда меняется режим монитора.

Геометрические искажения

В плоских мониторах (дисплеях), таких как жидкокристалические панели, где для каждого элемента изображения отведено строго определенное место, нет геометрических искажений, связанных с несовершенством электроники

генераторов разверток. Но в CRT-мониторах, как и у бытовых телевизоров, существует *проблема геометрических искажений*, которая всегда была головной болью разработчиков. Правда, телевизионную картинку мы наблюдаем издали, поэтому нам хватает заводских настроек, которые в большинстве случаев удовлетворяют зрителей, а вот изображение на экране монитора приходится разглядывать в упор. Тут даже ничтожные с точки зрения телезрителя искажения болезненно воспринимаются пользователем. Поэтому в мониторах всегда присутствуют регуляторы, с помощью которых можно настроить изображение на экране как можно ближе к идеалу.

Геометрические искажения, о которых идет сейчас речь, появляются оттого, что параметры реальных электронных аналоговых компонентов, к сожалению, не могут иметь стабильные характеристики, как у цифровых компонентов. Даже у кинескопов, технология которых давно отработана, наблюдаются серьезные отклонения в геометрии. Например отклонение даже на долю градуса оси электронной пушки от заданного параметра приводит к значительным искажениям на экране. А такие компоненты, как отклоняющая система и строчный трансформатор, которые содержат сотни витков медной проволоки, не могут быть абсолютно одинаковы, как микросхемы.

Для устранения наиболее "популярных" искажений на экране в электронную схему монитора с вакуумным кинескопом всегда вводятся элементы, компенсирующие недостатки, присущие реальным комплектующим изделиям.

В старых мониторах с аналоговым управлением большинство геометрических искажений удалялись на заводе в процессе настройки. При эксплуатации же пользователю дозволялось регулировать только несколько параметров, таких как положение и размеры изображения по горизонтали и вертикали, и, возможно, геометрические искажения типа "подушка". Такое положение объяснялось тем, что каждый дополнительный регулятор — это значительное увеличение цены устройства. Поэтому для регулировки геометрических искажений, которые появлялись с течением времени, приходилось открывать корпус монитора и заниматься сложной настройкой под напряжением. Кстати, такая операция сопряжена со значительным риском поражения высоким напряжением, поэтому может выполняться только квалифицированным специалистом. Кроме того, требуется опыт работы по настройке мониторов, в противном случае неопытный человек может сделать качество изображения даже хуже, чем было до этого.

С развитием технологий и внедрением цифровой схемотехники в электронику монитора появилась возможность разрешить регулировать большое количество геометрических параметров изображения самому пользователю. Правда, это привело к тому, что для выбора параметра, который надо регулировать, стало требоваться сложное меню. Соответственно, к монитору начали прикладываться довольно толстые инструкции по эксплуатации. Далее на примере монитора PHILIPS 105MB объясняются способы коррекции геометрических искажений.

На рис. 13.9 показан регулятор **ZOOM**, который изменяет одновременно размер по вертикали и горизонтали. Справа от изображения регулятора приведен пример изменения изображения. По отдельности размеры по вертикали (**VERTICAL SIZE**) и горизонтали (**HORIZONTAL SIZE**), как это привычно для старых мониторов и телевизоров, изменяются с помощью регуляторов, показанных на рис. 13.10 и 13.11.

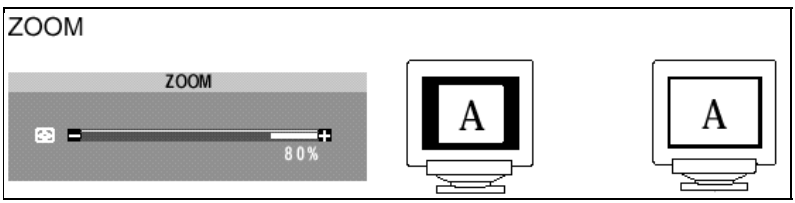


Рис. 13.9. Регулировка размера изображения

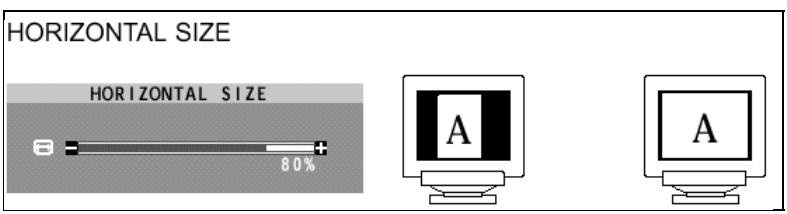


Рис. 13.10. Регулировка размера изображения по горизонтали

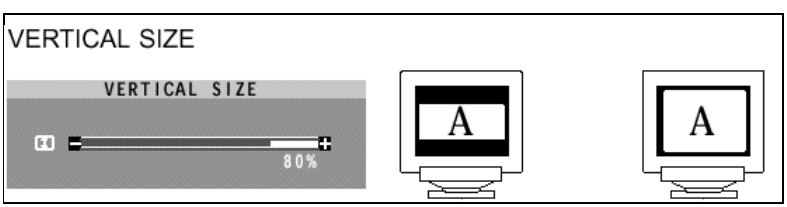


Рис. 13.11. Регулировка размера изображения по вертикали

Для смещения всего изображения по вертикали и горизонтали без изменения его размеров служат регуляторы, показанные на рис. 13.12 и 13.13. Этими регулировками приходится пользоваться, когда настройка монитора в операционной системе Windows или Linux по умолчанию приводит к смещению изображения при изменении величины разрешения. Правда, ряд драйверов видеоадаптеров позволяют сделать это программно, как показано на рис. 13.14. До этого окна можно добраться через окно **Панель управления**, щелкнув мышью на кнопке **Дополнительно** вкладки **Настройка** окна **Свойства: экран**.

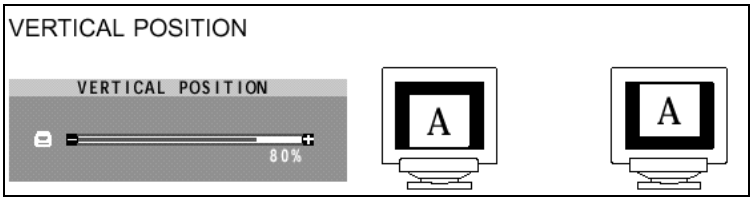


Рис. 13.12. Регулировка положения изображения по вертикали

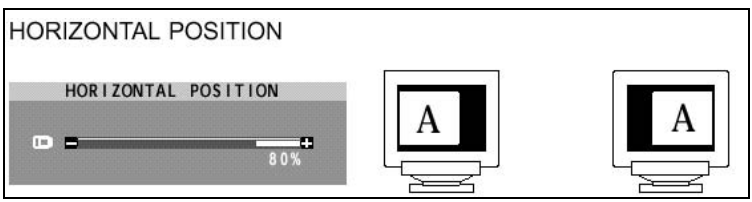


Рис. 13.13. Регулировка положения изображения по горизонтали

Рис. 13.14. Настройка дисплея при использовании видеоадаптера ASUS AGP-V3400TNT

Для компенсации геометрических искажений типа "подушка", "параллелограмм" и пр., вызванных неидеальностью элементов электронной схемы, применяются регуляторы, показанные на рис. 13.15—13.13. Заметим, что в наиболее "древних" мониторах эти регуляторы доступны через отверстия в задней стенке монитора или вообще отсутствуют. В последнем случае регулировка иногда возможна с помощью постоянных магнитов, одетых на горловину кинескопа.

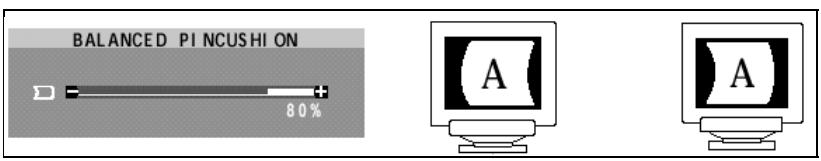


Рис. 13.15. Баланс подушкообразного искажения

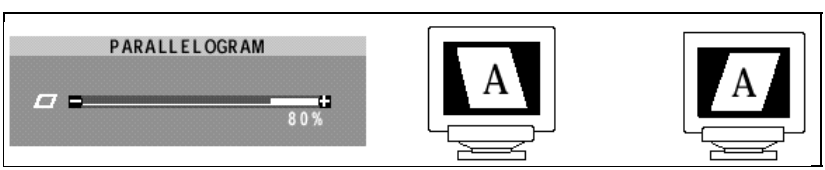


Рис. 13.16. Коррекция "параллелограмма"

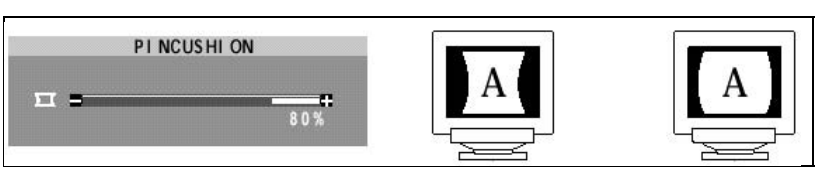


Рис. 13.17. Коррекция "подушки" и "бочки"

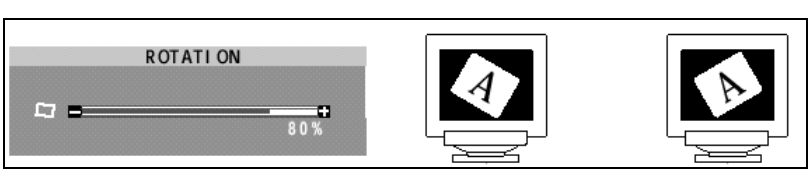


Рис. 13.18. Коррекция наклона изображения

Так как "на глаз" исправить геометрические искажения неискушенному пользователю весьма нелегко, то пользуются специальными тестовыми программами, которые создают на экране тестовые картинки. Наиболее популярная программа — это Nokia Monitor Test (файл NTEST.EXE), с помощью которой можно настроить большинство цветовых и геометрических

параметров монитора, а также протестировать его работу. Изображения в нижней части картинки в виде маленьких экранов — это кнопки вызова различных тестов.

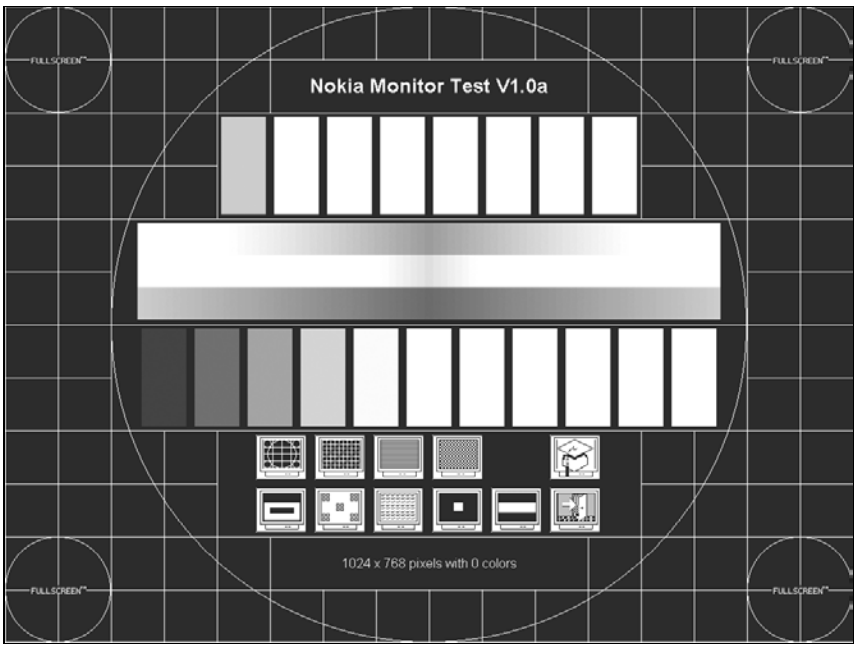


Рис. 13.19. Экран тестовой программы Nokia Monitor Test

При покупке монитора наиболее правильно протестировать его с помощью программы Nokia Monitor Test. Если продавец возражает против этого, то, скорее всего, данный монитор имеет дефект, который проявится уже в процессе работы, когда пользователь захочет либо изменить разрешение монитора, либо начать использовать программу, не входящую в комплект Windows и Microsoft Office.

Интерфейс монитора

Если вспомнить недолгую историю развития информационных технологий, то, глядя на современный монитор, воочию можно убедиться, что история развивается по спирали. Совсем еще недавно мониторы избавились от множества кабелей, соединяющих их с компьютером, обзаведясь одним стандартным "хвостиком" с разъемом на 15 контактов. И вот уже в новых моделях опять появилось множество различных разъемов, с назначением которых нужно разбираться, взяв толстую инструкцию по эксплуатации.

Фактически, прямо на глазах монитор из простого и удобного устройства, наподобие бытового телевизора, вновь превращается в весьма сложный в обращении агрегат, который начинает требовать специальных знаний. Даже подставка под монитор из простой пластмассовой детали превратилась в весьма сложное электронное устройство.

Но все не так сложно, как может показаться с первого взгляда. В любом случае, современный монитор может соединяться с видеокартой через стандартный информационный VGA-кабель (рис. 13.20), по которому передаются сигналы управления яркостью точек на экране и импульсы строчной и кадровой синхронизации. В мониторах с диагональю более 17" этот кабель дополняется или заменяется разъемом с высокочастотными BNC-конекторами, которые обеспечивают более качественное изображение при высоких разрешениях (есть несколько вариантов исполнения).

Мультимедийные мониторы комплектуются разъемами для подключения звуковых колонок, встроенных в корпус монитора, и иногда дополнительным переходником для микрофона. Посмотрите на рис. 13.20, где показана тыльная сторона монитора PHILIPS 105MB, который снабжен аудиоразъемами.

Подставка для монитора оказалась удобным местом для установки USB-хаба, позволяющего подключать дополнительные устройства, такие как сканер или мышь. Тем более что часто сам системный блок убирается с поверхности компьютерного стола в его малодоступный отсек. В этом случае каждый раз вытаскивать системный блок, чтобы подключить сканер или соединить по сети ноутбук, весьма неудобно.

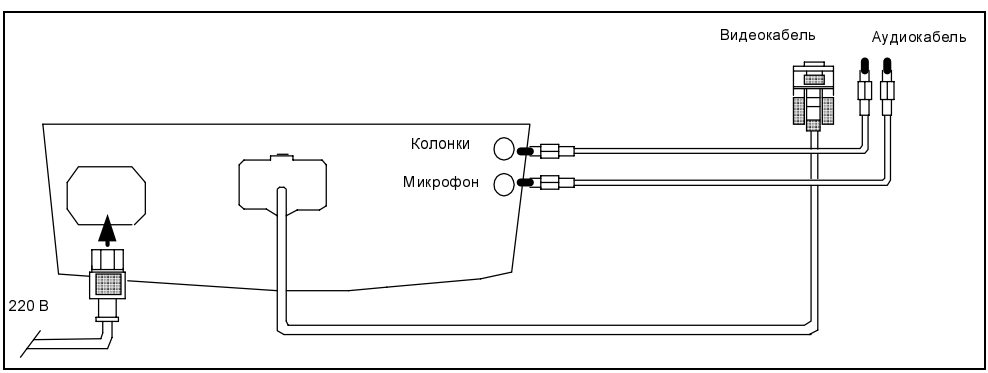


Рис. 13.20. Способ подключения монитора PHILIPS 105MB к системному блоку

Стандартный VGA-кабель имеет длину около метра и снабжается 15-контактной вилкой (рис. 13.21). В табл. 13.4 приведены назначения контактов этого разъема. Дадим к этой таблице некоторые пояснения. Контакты 1, 2 и 3 предназначены для передачи аналогового сигнала на модуляторы электрон-

ных пушек кинескопа. Контакты 13 и 14 используются для синхроимпульсов (СИ) кадровой и строчной развертки, которые поступают от видеоадаптера (следует заметить, что полярность и временные характеристики синхроимпульсов зависят от режима, в котором работает видеоадаптер). Для использования режима Plug&Play DDC1/2B (стандарт VESA DDC), который позволяет получать информацию о типе монитора, предназначены контакты 12 и 15. Обмен информацией между монитором и компьютером возможен в двух режимах — DDC1, когда монитор только передает данные видеоадаптеру, и DDC2B, позволяющем использовать интерфейс I^2C для опроса видеоадаптером контроллера монитора.

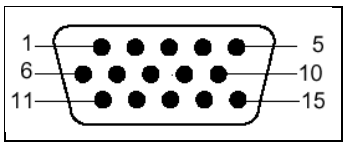


Рис. 13.21. Вилка VGA-видеоразъема

Таблица 13.4. *Назначение контактов в разъеме VGA-кабеля*

Контакт	Назначение	Контакт	Назначение
1	Красный луч (R)	9	Резерв
2	Зеленый луч (G)	10	Общий
3	Синий луч (B)	11	Общий
4	Общий	12	DDC-Serial Data
5	Общий	13	Горизонтальные СИ
6	R-Общий	14	Вертикальные СИ
7	G-Общий	15	DDC-Serial Clock
8	B-Общий		

В старых черно-белых мониторах использовались стандарты MDA и HGC, а в цветных — CGA и EGA, которые несовместимы с VGA и SVGA. Для интерфейсного кабеля устаревших стандартов применялся разъем "SUB-D вилка 9" (рис. 13.22) с девятью контактами, а на системном блоке (плате видеоадаптера) — "SUB-D розетка 9" (рис. 13.23). Так как точно такая же пара разъемов используется и для подключения мыши и модема, отличить их назначение можно лишь по тому, что розетка для COM-порта установлена на кабеле, а для видеоинтерфейса — на системном блоке. В табл. 13.5 приведены назначения контактов этого разъема.

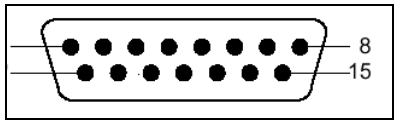


Рис. 13.22. Разъем "SUB-D вилка 9" на кабеле старого монитора

Рис. 13.23. Разъем "SUB-D розетка 9" на старом системном блоке

Таблица 13.5. *Назначение контактов в разъеме видеокабеля мониторов MDA, HGC, CGA и EGA (в скобках вариант для черно-белого монитора)*

Контакт	Назначение	Контакт	Назначение
1	Общий	6	Резерв (яркость)
2	Общий	7	Резерв (видео)
3	Красный луч (не используется)	8	Горизонтальные СИ
4	Зеленый луч (не используется)	9	Вертикальные СИ
5	Синий луч (не используется)		

Если заменить интерфейсный разъем "SUB-D вилка 9" на "SUB-D вилка 15", изменив распайку разъема, то можно подключить старый монитор к видеоплате VGA или SVGA. Правда, следует заметить, что требуется увеличить частоту строчной развертки в мониторе с 15 кГц (стандарт для старых мониторов и телевизоров) до 31 кГц (стандарт VGA). Если монитор черно-белый, то видеосигнал для него берется с зеленого канала видеоадаптера. Такую операцию по переделке старого монитора можно сделать, если вы умеете держать паяльник в руках и разбираетесь в схемах телевизоров.

Крайне редко можно встретить черно-белый монитор стандарта mVGA и mSVGA. Практически он отличается от цветного монитора использованием черно-белого кинескопа и упрощенной электроникой, а вот по внешнему виду отличить его можно только изучив наклейку на задней стенке.

Иногда встречаются мониторы, предназначенные для компьютеров Apple, снабженные 15-контактным интерфейсным разъемом, в котором контакты расположены в два ряда (рис. 13.24).

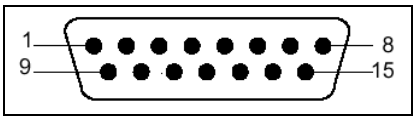


Рис. 13.24. Видеоразъем в компьютерах Apple

Управление энергопотреблением

Если в старых мониторах после включения питания, даже если не был подключен видеокабель, когда катоды кинескопа разогревались, появлялся белый экран, свидетельствующий о работе монитора, то в новых — отсутствие свечения экрана не означает его неисправность. Появление цифрового управления в мониторах позволило использовать в них функции интеллектуального управления энергосбережением. Теперь индикатор включения питания у монитора может изменять свой цвет в зависимости от режима работы. При включении питания он имеет зеленый цвет, который сохраняется до тех пор, пока вы работаете в операционной системе. Если системный блок выключен, не подключен видеокабель или компьютер переключен в режим "сна", то индикатор питания монитора меняет цвет на оранжевый, а экран монитора гаснет.

Изменением цвета индикатора монитора управляет функция экономии электроэнергии, соответствующая стандарту VESA DPMS (Display Power-Management Signaling).

Таблица 13.6. *Режимы монитора при работе функции энергосбережения*

Режим	Сигнал				Мощность	
	Кабель	H-Sync	V-Sync	Video	Индикатор	Мощность, Вт
Включен	Подсоединен	Да	Да	Актив.	Зеленый	Менее 130
Standby	Подсоединен	Нет	Да	Неакт.	Оранжевый	Менее 15
Standby	Подсоединен	Да	Нет	Неакт.	Оранжевый	Менее 15
Выключен	Подсоединен	Нет	Нет	Неакт.	Оранжевый	Менее 8
Выключен	Нет					Менее 8

Возможны несколько режимов работы монитора в режиме энергосбережения, которые гасят экран и снижают потребляемую мощность блока разверток мо-

нитора (табл. 13.6). В режиме ожидания, при котором нет сигнала H-Sync, гасится экран, а при касании пользователем клавиатуры или мыши изображение появляется немедленно. Аналогично монитор работает в режиме прерывания, когда нет сигнала V-Sync. Из режима "Выключено", когда нет обоих сигналов синхронизации, выключаются блоки разверток монитора и, соответственно, не подается питания на накал кинескопа, монитор выходит в течение десятка секунд, которые требуются на нагрев кинескопа.

В операционной системе Windows функция энергосбережения активизируется и настраивается в окне **Свойства: параметры электропитания**, которое можно вызвать, если щелкнуть мышью на кнопке **Настройка**, находящейся на вкладке **Заставка** окна **Свойства: Экран** (рис. 13.25).

Рис. 13.25. Энергосберегающие функции монитора в ОС Windows

Конструкция монитора

Монитор с вакуумным кинескопом, несмотря на усилия инженеров по его совершенствованию, до сих остается самым хрупким блоком персонального компьютера. И дело тут не только в том, что кинескоп стеклянный. Толщина стекла экрана более 10 мм, поэтому разбить его очень сложно. А вот

внутри кинескопа находится сложная электронная пушка, элементы которой отъюстированы до долей градуса. Даже падение работающего монитора с высоты в 10 см может сбить расположение электродов в электронной пушке. Кроме того, на горловину кинескопа, у которой стенки имеют толщину 2—3 мм, надета тяжелая отклоняющая система и плата кинескопа с электронными усилителями, что делает кинескоп чувствительным к механическим воздействиям.

Чтобы уберечь монитор во время транспортировки, его упаковывают в картонную коробку с пенопластовыми вкладышами, как показано на рис. 13.26 для монитора Sony SPD-15SF1.

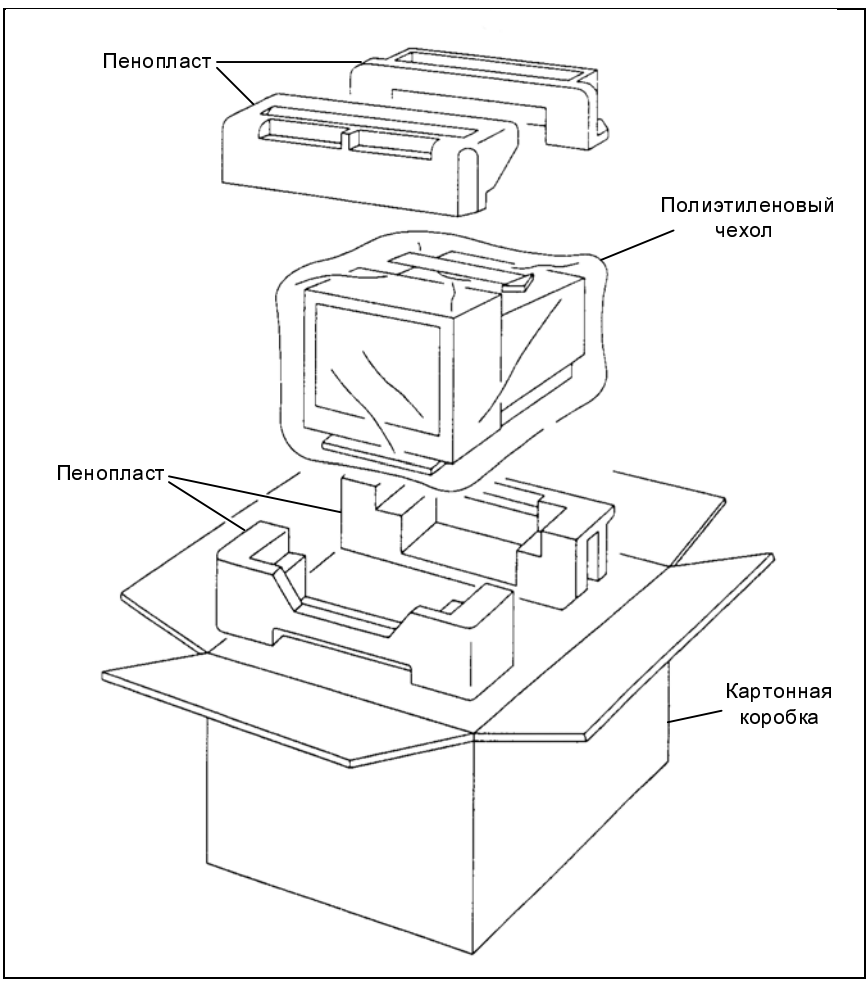


Рис. 13.26. Транспортная упаковка монитора Sony SPD-15SF1

Так как персональный компьютер рано или поздно переносится или перевозится в другое место, то коробку и пенопластовые вкладыши выкидывать не рекомендуется.

Если снять с монитора пластмассовый корпус (что может делать только инженер по ремонту мониторов), то можно увидеть все составные части монитора, которые по сравнению с системным блоком кажутся весьма простыми и похожими на обычный телевизор. На рис. 13.27, где схематично показан монитор Sony SPD-15SF1 со снятым пластмассовым корпусом, видно, что кроме кинескопа внутри находится плата электроники, расположенная внизу, и плата кинескопа, одеваемая на горловину кинескопа. Заметим, что в более старых или профессиональных мониторах блоков может быть больше, а конструкция за счет металлических экранов не такой понятной.

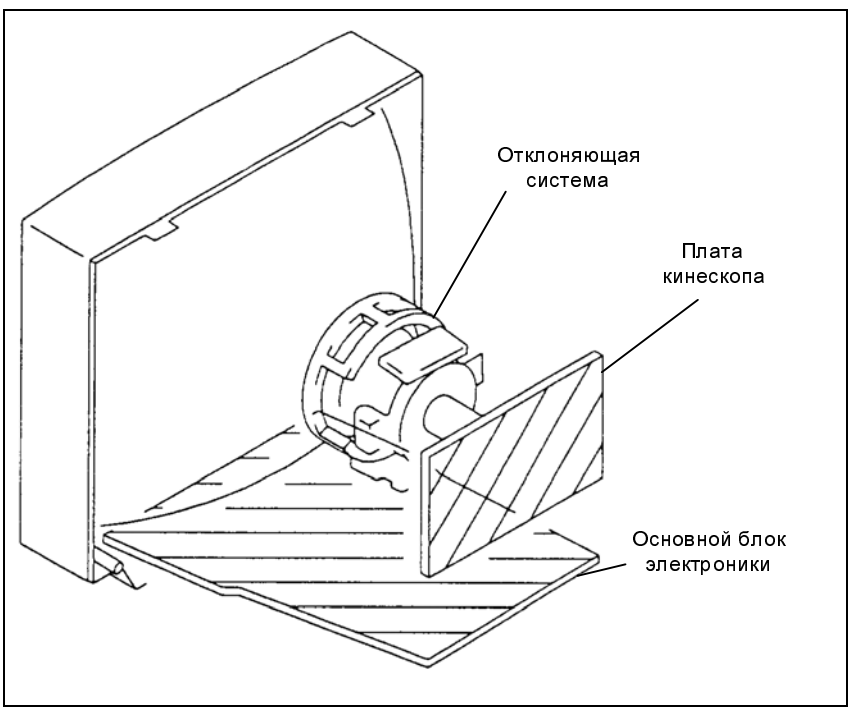


Рис. 13.27. Внутренняя конструкция монитора Sony SPD-15SF1

Как и в телевизоре, в основном электронном блоке монитора находятся импульсный блок питания, генераторы кадровой и строчной разверток, микропроцессор управления. Но т. к. монитор чуть проще телевизора, в нем нет блоков радиоканала, цветности и звука. Вся электроника, управляющая яр-

костью электронных лучей, в большинстве случаев находится на плате кинескопа, которая надевается на горловину кинескопа. Провода с сигналами R-G-B видеокабеля непосредственно подходят к плате кинескопа.

Внутри горловины кинескопа находятся три электронные пушки, а вся эта механическая конструкция приваривается к ножкам цоколя кинескопа. Следует заметить, что, несмотря на прочность конструкции цоколя кинескопа, снимать и одевать плату кинескопа следует очень осторожно, т. к. при чрезмерных усилиях появляются микротрещины в стекле, через которые воздух постепенно натечет внутрь кинескопа. А это приведет к полному выходу монитора из строя.

Глава 14

Сети

Использование компьютеров — это всегда процесс обмена информацией: между пользователем и компьютером, компьютером и внешним запоминающим устройством, одного компьютера с другим. В этой главе мы рассмотрим последний вариант, который подразумевает, что между компьютерами существует канал связи, через который происходит обмен информацией в реальном времени. Последнее уточнение говорит о том, что посланное первым компьютером сообщение принимается вторым через короткий промежуток времени, миллисекунды для локальной сети или секунды для глобальных сетей.

Известный сегодня всем термин "сеть" (network) означает, что некоторое число компьютеров соединено информационным каналом, через который с использованием строго определенного протокола происходит обмен данными. Для обозначения в сети одного компьютера или группы компьютеров, например, расположенных в одной комнате, используют термины: "точка", "узел".

В настоящее время существует множество вариантов соединения компьютеров между собой, различающихся как физическим способом организации каналов связи, так и применение тех или иных программ. Но у пользователей наибольшим успехом пользуются два наиболее удобных и дешевых варианта. Первый — это соединение нескольких компьютеров в локальную сеть по технологии Ethernet, а второй — использование модемного соединения для подключения к Глобальной сети Интернет.

Локальная сеть

Посмотрите на рис. 14.1, где показан пример локальной сети, который часто применяется для соединения рабочих компьютеров (рабочая группа) небольшой фирмы или домашних компьютеров в одном большом доме или квартале.

В такой локальной сети чаще всего нет отдельных компьютеров — *серверов*, которые выполняют служебные для всей сети функции. Все компьютеры в ней равноправны и представляют собой обычные персональные компьюте-

ры (рабочие станции), на которых работают пользователи. Как правило, используются операционные системы Windows 9*x* и Windows 2000/XP. Из программного обеспечения — стандартный набор Microsoft Office и несколько программ других производителей.

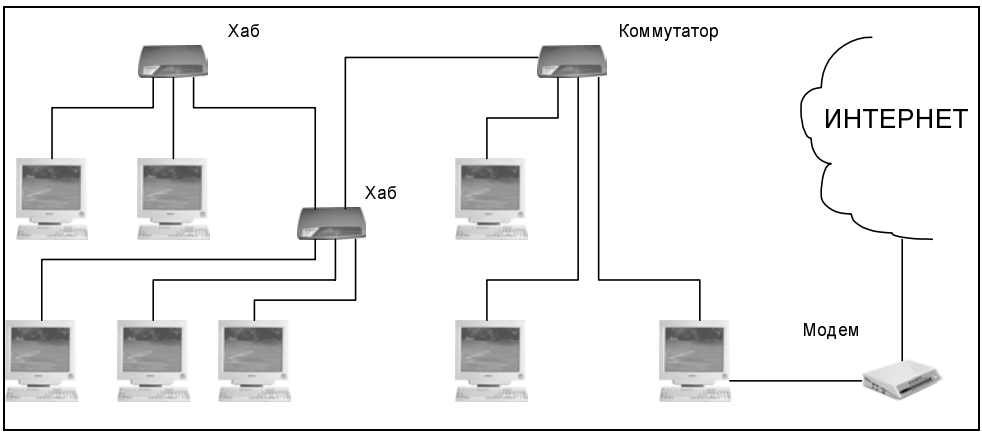


Рис. 14.1. Локальная сеть

Для соединения компьютеров друг с другом — создания инфраструктуры локальной сети — применяется наиболее простой и дешевый вариант локальной сети с использованием кабеля с витыми парами. В качестве коммутирующих устройств устанавливаются *концентраторы* — хабы (hub) и *коммутаторы* (swith).

Хаб (рис. 14.2) — наиболее простое устройство для соединения группы компьютеров в локальную сеть. Небольшая коробочка или печатная плата, вставляемая в слот компьютера, снабжена розетками — портами — для подключения сетевых кабелей. Наиболее популярны варианты, когда количество розеток составляет 8 и 16 для внешних хабов и 5 — для внутренних. Внутри хаба находятся усилители, которые связывают все сетевые розетки друг с другом. Отличительная черта хаба — все входные сигналы транслируются на все выходные линии без всяких преобразований (что поступило, то и вышло). Некоторая аналогия хаба — это электрический удлинитель, к которому можно подключить столько устройств, сколько нужно, но каждое получает одинаковое напряжение. Отсюда и некоторое неудобство хаба — подключать можно только такие сетевые платы, которые могут дружно работать на скорости 10 или 100 Мбит/с. А вариант, когда одна плата использует стандарт 10, а остальные более совершенный стандарт 100 Мбит/с, невозможен. Для согласования скоростей в различных частях сети используют либо двухскоростные хабы, либо коммутаторы.

Рис. 14.2. Hub Acorp HU8

Коммутатор (рис. 14.3) — это усовершенствованная версия хаба, у которого есть некоторый "интеллект". В отличие от хаба, коммутатор может определить маршрут, по которому должны пересылаться данные. То есть пакеты, поступившие на какой-либо порт, отправляются по нужному адресу. Кроме того, коммутатор преобразовывает входные сигналы, обеспечивая согласование работы всех сетевых плат, подключенных к нему, поэтому с помощью коммутатора можно соединить две сетевые платы, работающие в разных стандартах 10 и 100 Мбит/с. Для этого используется функция Auto MDI/MDIX.

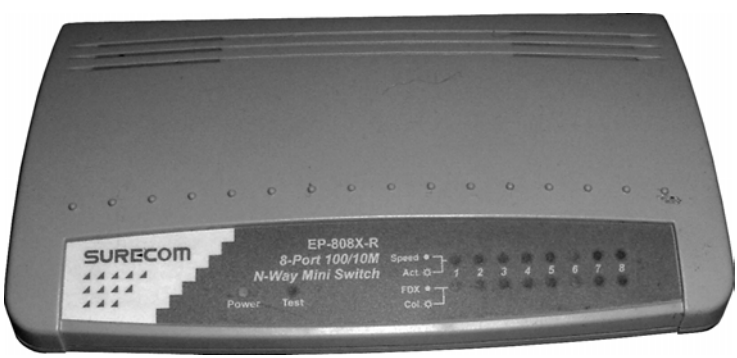


Рис. 14.3. N-Way MiniSwith Surecom EP-808X-R

В более сложных сетях устанавливают *маршрутизаторы* (рис. 14.4), которые не только обеспечивают согласование между компьютерами в локальной сети, но и, например, преобразуют IP-адреса пакетов, отправляя их только по нужному адресу. В отличие от хабов и коммутаторов, маршрутизатор разбирается в адресах компьютеров и может добавлять к пакетам служебную информацию. Маршрутизаторы обычно применяются для соединения нескольких сетей. Например, сеть Интернет создана на основе маршрутизаторов.

Концентраторы, коммутаторы и маршрутизаторы для сети Ethernet всегда снабжаются большим количеством светодиодных индикаторов — от 1 до 3 на каждый сетевой порт. Причем цвет светодиода и режим работы — горит

постоянно или мигает — зависит от состояния сетевого канала, подключенного к тому или иному порту. Например, постоянное свечение зеленым цветом индикатора Speed/Act означает, что к данному порту подключена сетевая плата 100 Мбит/с, а желтый цвет — сетевая плата 10 Мбит/с.

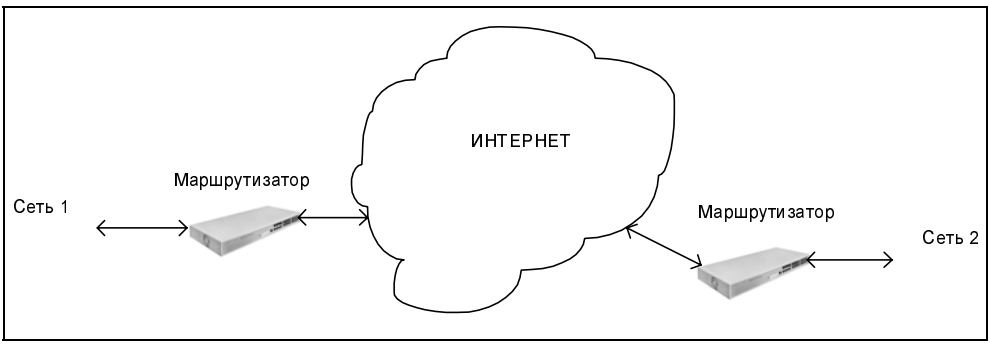


Рис. 14.4. Маршрутизаторы в Глобальной сети Интернет

В последнее время стал использоваться стандарт 1000 Мбит/с, а вместо обычного коаксиального кабеля или витой пары все чаще используют для соединения сетей оптоволоконные линии.

Для связи локальной сети с Интернетом к одному из компьютеров подключают модем, который с помощью программного обеспечения, входящего в операционную систему, или отдельных вспомогательных программ раздает трафик, полученный из Глобальной сети, по остальным компьютерам.

Что нужно для создания локальной сети

Для создания домашней локальной сети в каждый компьютер, включаемый в локальную сеть, надо добавить еще два компонента: аппаратный и программный, а для соединения всего этого вместе — набор коммутационных элементов. Отсутствие любого элемента не позволит использовать локальную сеть. Кроме того, все элементы, относящиеся к локальной сети, должны соответствовать друг другу. Поэтому прежде чем бежать в магазин и покупать сетевые аксессуары, разберемся, что необходимо купить для вашего конкретного случая. Простое копирование чужой локальной сети не всегда приводит к желаемому результату.

Первая проблема, которая почти всегда решается однозначно — какой тип локальной сети будет вами использоваться. Пользователи Windows 9*x*/2000/XP в подавляющем большинстве случаев выбирают *одноранговую локальную сеть* Microsoft, которую поддерживает операционная система

Windows. Нельзя сказать, что она лучше, чем другие, но за сетевое программное обеспечение не надо платить дополнительные деньги и очень долго искать консультанта для установки и настройки локальной сети. Можно заметить, что, в отличие от программного обеспечения для Интернета, сетевые программы для локальных сетей стоят дорого, а установка и настройка — весьма кропотливое занятие, требующее глубоких знаний сетевых технологий.

Решение первой проблемы влечет за собой и конкретное определение аппаратной части, в которой главную позицию занимает выбор сетевой платы. Наиболее доступны по цене (от 12 до 30 долларов) сетевые платы, в которых многие сетевые функции выполняет центральный процессор компьютера. Эти платы выпускаются двух стандартов: первый — 10 Мбит/с (иногда, 10—100 Мбит/с) для локальных сетей, использующих коаксиальный кабель и/или витую пару, второй — 100 Мбит/с для витой пары.

Вариант локальной сети с коаксиальным кабелем сегодня выбирать для новой локальной сети не имеет смысла, т. к. сеть на витом проводе все же проще и дешевле. Кроме того, сетевые платы для стандарта 10 Мбит/с устарели, и их применение разумно только в сетях, где еще действуют старые компьютеры, например 386, 486 и первые Pentium. Конечно, если есть старые платы для коаксиального кабеля, то имеет смысл построить локальную сеть с использованием коаксиального кабеля, но в этом случае вам придется быть более внимательным ко всем коммутирующим элементам сети.

Немного теории

Прежде чем продолжить практическое рассмотрение вопросов по созданию домашней локальной сети, остановимся кратко на основах работы сетей. Это необходимо из-за того, что сетевые вопросы весьма запутаны длительной историей развития и многочисленными конкурирующими фирмами, продукты которых не всегда совместимы друг с другом. Мы не будем рассматривать все возможные варианты, а разберем конкретную ситуацию, с которой сталкивается пользователь в России. Потому не надо считать все то, что будет приведено далее, единственно возможным вариантом, который охватывает все и вся. Фактически — это пересказ практического опыта создания небольших локальных сетей, когда финансовые возможности ограничены.

Семиуровневая сетевая архитектура

Компьютерные сети базируются на понятии семиуровневой коммуникационной модели OSI (Open System Interconnction), которую предложила Международная организация стандартов (ISO). Это идеальная модель (рис. 14.5), которой обязаны следовать разработчики сетей, правда, это не всегда строго соблюдается.

Рис. 14.5. Семиуровневая коммуникационная модель

Рассмотрим эту модель подробнее.

- *Уровень приложений.* Поддерживает прикладные программы и обеспечивает доступ приложений к сетевому сервису. Например, на этом уровне ваш браузер подключается к Интернету или локальной сети.
- *Уровень представлений.* Переводит данные из формата приложений в промежуточный, где использует сжатие и шифрование данных.
- *Сеансовый уровень.* Обеспечивает интерфейс с транспортным уровнем и управляет взаимодействием между компьютерами, участвующими в сеансе связи. Выполняется управлением доступом на основе прав доступа на уровне соединенных компьютеров.
- *Транспортный уровень.* На этом уровне осуществляется управление потоком данных из одной программы в другую. Выполняется разделение данных на пакеты передающим компьютером и их сборка на приемном. Выполняется согласование различных сетей через специальные шлюзы.
- *Уровень управления линией передачи данных (канальный уровень).* Отвечает за передачу и прием кадров (блоков) данных в асинхронном режиме между компьютерами. В кадры включается дополнительная управляющая информация.
- *Физический уровень.* Обеспечивает преобразование данных в сигналы, передающиеся по линии связи (кабелю).

В ряде случаев несколько уровней могут объединяться в один или какой-либо уровень делиться на два. Например, для сети Интернет, где применяется протокол TCP/IP, используется пятиуровневая коммуникационная модель (рис. 14.6).

Любая информация, отправляемая или принимаемая вашим компьютером, проходит через все уровни, если он не является промежуточным звеном в

сети. На каждом уровне добавляется или отсекается служебная информация: адреса, контрольные суммы и др. То есть когда ваше сообщение переходит с уровня на уровень, оно преобразуется по определенным правилам, и к нему добавляется служебная информация, по которой сообщение может быть приведено к первоначальному виду другим компьютером.

Уровень приложений (Application layer)
Транспортный уровень (Transport layer)
Сетевой уровень (Network layer)
Уровень управления линией передачи данных (канальный уровень) (Data-link layer)
Физический уровень (Physical layer)

Рис. 14.6. Пятиуровневая коммуникационная модель

Топология локальной сети

Примером простейшей сети можно считать вариант, когда два компьютера соединены вместе, например ноутбук подключен к настольному компьютеру для синхронизации информации (рис. 14.7). Правда, многие считают, что это псевдосеть, хотя и в этом случае часто используются все аппаратные и программные средства, относящиеся к сетевой атрибутике. Но если применяются сетевые карты Ethernet и соответствующее сетевое программное обеспечение, то и подходить к такому объединению надо, как к обычной локальной сети.

Рис. 14.7. Сеть из двух компьютеров

Когда связывают вместе больше двух компьютеров, то для указания физической организации каналов связи между компьютерами в локальной сети ис-

пользуют термин "топология сети". Имеются три базовые топологии сетей — "звезда", "кольцо" и "общая шина".

В локальной сети с топологией "звезда" (рис. 14.8) к центральному компьютеру, который называется сервером, подключаются все остальные компьютеры — рабочие станции. В такой сети повреждение сетевого кабеля отражается на работоспособности только одной рабочей станции.

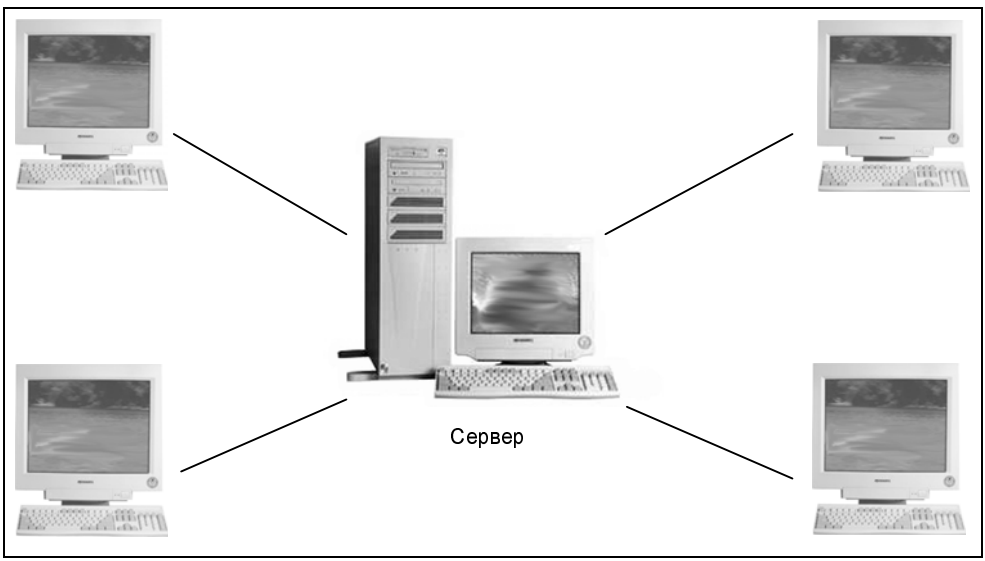


Рис. 14.8. Топология "звезда"

В сетях с топологией "звезда" в большинстве случаев используется технология "клиент-сервер", когда в центре локальной сети находится сервер (файловый сервер). Обычно это мощный компьютер с большим количеством винчестеров для хранения информации, к которому напрямую подключаются рабочие станции.

В локальной сети с топологией "кольцо" (рис. 14.9) все компьютеры соединены друг с другом по кольцу. Данные, получаемые компьютером от предыдущего компьютера, транслируются им следующему.

Топология "общая шина" использует общий кабель, к которому подключаются все компьютеры (рис. 14.10). Такую топологию имеет локальная сеть Ethernet, построенная с использованием тонкого коаксиального кабеля. Шина (кабель) используется всеми компьютерами совместно, а для исключения помех друг другу применяются специальные протоколы передачи данных, которые регламентируют правила работы с сетью.

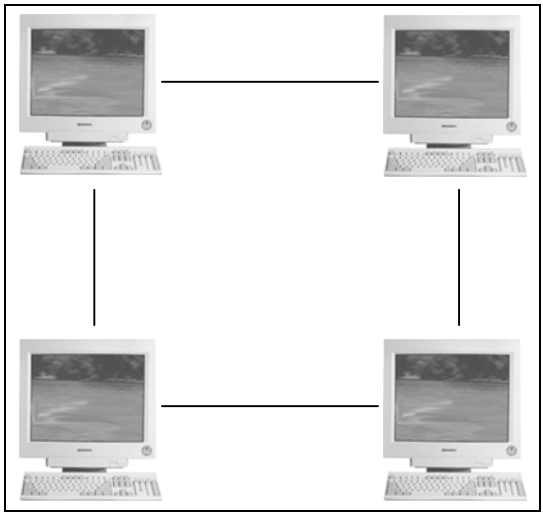


Рис. 14.9. Топология "кольцо"

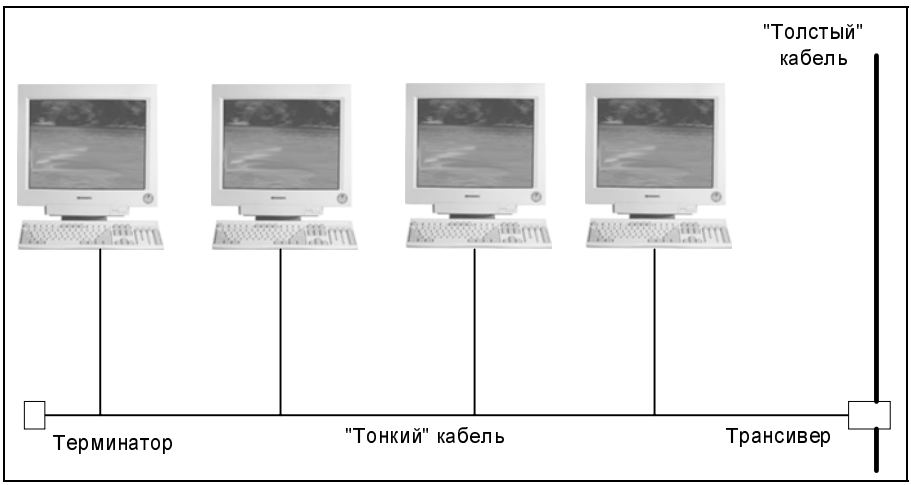


Рис. 14.10. Топология "общая шина"

Ethernet

В различных сетях существуют разные протоколы. Но сегодня чаще всего организуются локальные сети, использующие технологию Ethernet.

Сетевую технологию Ethernet для взаимодействия компьютеров в локальной сети разработала фирма Xerox в 1975 г. На основе этой технологии IEEE

был разработан стандарт IEEE 802.3. В дальнейшем он неоднократно дорабатывался.

Сообщения, разбиваемые на пакеты, размером, например от 20 до 1024 байтов, в сети Ethernet передаются одним компьютером всем остальным, подключенным в сеть. Чтобы сеть могла правильно функционировать, в заголовках пакетов, передающихся по сети, присутствует адресная информация — адрес сетевой платы получателя сообщения.

Адрес сетевой платы, так называемый MAC-адрес, всегда является уникальным и устанавливается на заводе-изготовителе (например — 0000E8EEEA13h).

При поиске компьютера в сети или ее первоначальной настройке используется метод широковещательной передачи, когда сообщение получается и обрабатывается всеми сетевыми платами.

Так как канал передачи сообщений в данном сегменте локальной сети один для всех компьютеров, то используется метод прослушивания несущей и обнаружения коллизий (когда передатчики двух сетевых карт посылают данные в один тот же момент времени). Суть метода в том, что сетевая карта начинает передачу в тот момент, когда канал связи свободен. Но поскольку одновременно могут начать передачу несколько сетевых карт, то после начала передачи сетевая карта проверяет, передает ли данные только она или нет. Если сетевые карты, начавшие одновременную передачу данных, обнаружили коллизию, то они одновременно прекращают работу. После небольшой задержки, время которой определяется по случайному закону, каждая сетевая карта снова пробует начать передачу.

Сеть может быть реализована на коаксиальном кабеле, витой паре и оптоволоконной линии. Наиболее часто применяются следующие варианты технологии Ethernet — 10Base2, для которой используется тонкий коаксиальный кабель, а также 10BaseT и 100BaseT на витой паре.

В обозначении названия спецификации Ethernet принята следующая кодировка: первое число — скорость в Мбит/с, второй элемент — Base — означает прямую (немодулированную) передачу, а третий элемент — это длина кабеля в сотнях метров или тип используемого кобеля. Например, 2 означает, что максимальная длина сегмента, выполненного на тонком коаксиальном кабеле, около 200 м. Для обозначения витой пары применяется буква T, а для оптоволокна — F. Дополнительно Ethernet 100 Мбит/с имеет название Fast Ethernet, а Ethernet 1000 Мбит/с — Gigabit Ethernet.

Сеть Ethernet с использованием коаксиального кабеля

При использовании коаксиального кабеля сеть Ethernet имеет две разновидности — сеть на *тонком* кабеле и сеть на *толстом* кабеле, название которых произошло от толщины используемого коаксиального кабеля.

Сеть Ethernet на толстом кабеле используется для соединения локальных сетей друг с другом, т. к. стоимость оборудования для нее высока.

Сеть Ethernet на тонком кабеле используется для объединения рабочих станций в локальную сеть. А поскольку стоимость создания такой сети наиболее низкая, то она ранее пользовалась широкой популярностью. Но в настоящее время из-за появления возможности создания дешевой сети 100 Мбит/с на витой паре сеть Ethernet на тонком кабеле перестает применяться.

Для создания сети на тонком Ethernet кроме сетевой платы необходимы только пассивные элементы — кабель и разъемы. На рис. 14.11 показано, как собирается сегмент локальной сети для двух компьютеров. В качестве кабеля используется коаксиальный кабель с волновым сопротивлением 50 Ом, который имеет обозначение RG-58.

Кабель для построения сети можно использовать отечественный, например, типа РК-50-*xx*, его волновое сопротивление 50 Ом. Цифры, обозначенные как *xx*, не имеют существенного значения, главное, чтобы толщина кабеля не превышала 5 мм, а минимальный диаметр был не менее 3 мм. На слишком толстый или очень тонкий кабель будет трудно монтировать коаксиальные разъемы, кроме того, тонкий кабель очень легко рвется. Заметим, что нельзя использовать кабель с волновым сопротивлением 75 Ом, маркированный как РК-75-*xx*, который используется для подключения антенн телевизоров.

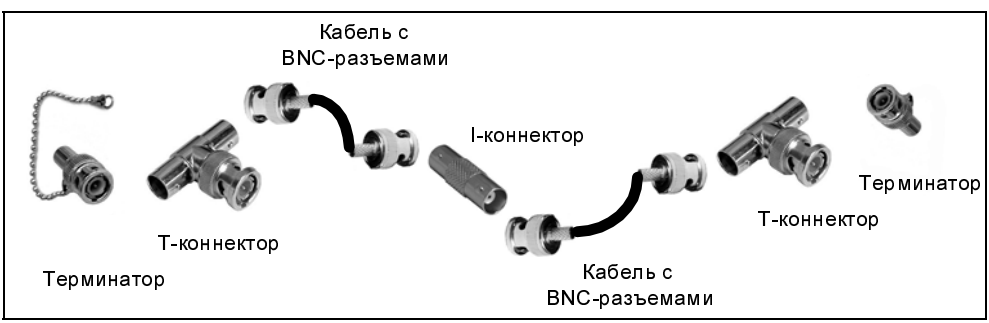


Рис. 14.11. Сборка сегмента сети на тонком Ethernet

При монтаже сети отрезки кабеля, прокладываемые между двумя компьютерами, снабжаются двумя BNC-разъемами. Можно взять либо обжимные импортные разъемы, либо разъемы типа СР-50-74 отечественного производства под распайку.

На коаксиальные разъемы сетевых плат крепятся Т-коннекторы (тройники — переходники с одного направления на два), вместо которых можно использовать отечественные тройники типа СР-50-95. Если соединяются только два компьютера, то к каждому тройнику крепится терминатор — BNC-разъем, в котором установлен балластный резистор сопротивлением

50 Ом. Сколько бы компьютеров в сети ни было, количество терминаторов должно быть равно двум. Причем один из них заземляется!

Т-коннекторы соединяются друг с другом с помощью коаксиального кабеля. Если длины кабеля не хватает, то линию собирают из двух частей, используя переходной разъем — I-коннектор.

В табл. 14.1 приведены основные характеристики сети Ethernet на тонком кабеле.

Таблица. 14.1. *Ограничения для Ethernet на тонком кабеле*

Параметр	Значение
Максимальная длина сети без репитеров	185/300 м
Максимальное число компьютеров	30
Минимальное расстояние между точками подключения	0,5 м

Наибольшие проблемы при первоначальной настройке сети и поиске неисправности в ней вызывают плохие контакты в соединениях BNC-разъемов. Если нарушен хотя бы один контакт или закоротился на корпус центральный провод кабеля, сеть работать не будет. Поиск плохих контактов, если соединяемые компьютеры не стоят на одном столе, весьма кропотливое и длительное дело.

Примечание

Используя отечественные коммутационные изделия, следует обратить внимание на то, что некоторые коаксиальные разъемы могут с трудом соединяться с коаксиальным разъемом на сетевой плате, а то и вовсе не подходить. Проблема в различных стандартах на данную продукцию у нас и за рубежом, особенно если страна-производитель использует дюймы вместо метрической системы.

Для соединения локальной сети, построенной на тонком Ethernet, с сетью на толстом Ethernet применяются трансиверы, которые устанавливаются на толстом коаксиальном кабеле. В трансивере находится электронный блок, согласующий параметры обоих сетей. Для подключения сетевой платы к трансиверу используется кабель-спуск (трансиверный кабель) с разъемами DB-15, подключаемый к AUI-порту сетевой платы. Назначение контактов разъема AUI-порта приведено в табл. 14.2.

Таблица 14.2. *Сигналы AUI-порта*

Номер контакта	Сигнал	Номер контакта	Сигнал
1	Collision (экран)	3	Transmit-a
2	Collision-a	4	Receive-a (экран)

Таблица 14.2 (окончание)

Номер контакта	Сигнал	Номер контакта	Сигнал
5	Receive-a	11	Transmit (экран)
6	DC Power GND	12	Receive-b
7	No Connected	13	DC Power (+12 V)
8	No Connected	14	DC Power (экран)
9	Collision-b	15	No Connected
10	Transmit-b		

Сеть Ethernet с использованием витой пары

Наиболее популярной технологией для создания новой локальной сети в настоящее время считается Ethernet 100 Мбит/с на витой паре (TP, Twisted Pair).

В тех случаях, когда у пользователя имеются в наличии старые сетевые платы, используется вариант Ethernet 10 Мбит/с или компромиссный, когда одна половина локальной сети работает на скорости 10 Мбит/с, а вторая на 100 Мбит/с.

Кабель для витой пары выпускается двух видов — неэкранированная витая пара (UTP, Unshielded Twisted Pair) и экранированная витая пара (STP, Shielded Twisted Pair). Кроме того, провода в кабеле могут быть одножильными и многожильными.

Примечание

Для создания сети Ethernet 10 Мбит/с возможно использование двух плоских телефонных проводов.

Монтаж кабеля

Для создания линии связи между компьютерами для сети Ethernet 100 Мбит/с на витой паре чаще всего используется 8-жильный кабель, проводники которого попарно скручены. То есть для каждого из четырех сигналов, которые передаются по сети, отведено по два провода — один сигнальный, а второй — сигнальная "земля". Так как шаг скрутки проводов регламентирован и постоянен по всей длине кабеля, то такой проводник не излучает в пространство электромагнитное излучение, т. е. не работает как антенна. Можно отметить, что уровень излучения линии на витой паре даже ниже, чем у обычного коаксиального кабеля. Для большего подавления излучения и уменьшения воздействия внешних помех используется кабель с дополнительным экраном, выполненным в виде медной сетки.

Неэкранированная витая пара выпускается категорий 1, 2, 3, 4, 5, 5e и 6, но для передачи данных со скоростью 10 и 100 Мбит/с используются только категории 3 и 5. Кабель маркируется как 22 AWG, 24 AWG, 26 AWG.

Предупреждение

Для использования экранированной витой пары требуются специальные сетевые карты, разъемы и хабы, т. к. неправильное монтирование кабеля превращает его в большую антенну, которая не только излучает, но принимает все окружающие помехи.

Все 8 проводников в кабеле для облегчения монтирования на них разъемов (RJ-45) имеют различную цветную маркировку. Сетевые разъемы (рис. 14.12) для витой пары имеют 8 контактов и внешне очень похожи на телефонные, у которых 6 контактов. При монтаже разъемов следует придерживаться показанного на рис. 14.13 варианта распределения проводников по контактам разъема, относящегося к "прямому кабелю" (от компьютера к хабу).

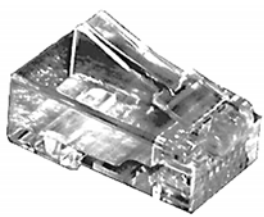


Рис. 14.12. Сетевой разъем RJ-45 для витой пары

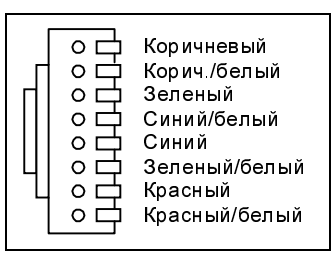


Рис. 14.13. Цветовая разводка кабеля на витой паре (компьютер—хаб)

Разъемы RJ-45 предназначены для однократного монтажа без использования пайки. При их установке используется специальный обжимной инструмент, который показан на рис. 14.14. Он применяется как для обжима контактов устанавливаемых разъемов, так и для срезания старых.

При монтаже разъемов проводники кабеля расплетают не очищая от изоляции на протяжении около 1 см (точнее — 0,5 дюйма) и раскладывают по

цветам, а потом с усилием заправляют в разъем. Так как корпус разъема из прозрачной пластмассы, то до обжима контактов еще раз проверяют правильность чередования проводников и только после этого производят сборку (обжим) разъема.

При отсутствии специального обжимного инструмента сборку разъема можно произвести только с помощью ручных тисков, снабженных специальными губками. Использование молотка, отвертки и других подручных инструментов либо приведет к порче контактов, либо не даст надежного соединения.

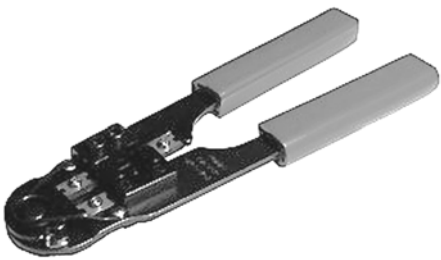


Рис. 14.14. Обжимной инструмент для разъемов RJ-45

При сборке кабелей следует иметь в виду, что существуют два способа разводки сетевых кабелей. Первый — "прямой кабель" (рис. 14.15), предназначенный для соединения сетевых плат с хабом, второй — "перекрестный кабель", или crossover (рис. 14.16), который используется для соединения двух компьютеров без пименения хаба или для каскадного подключения хабов.

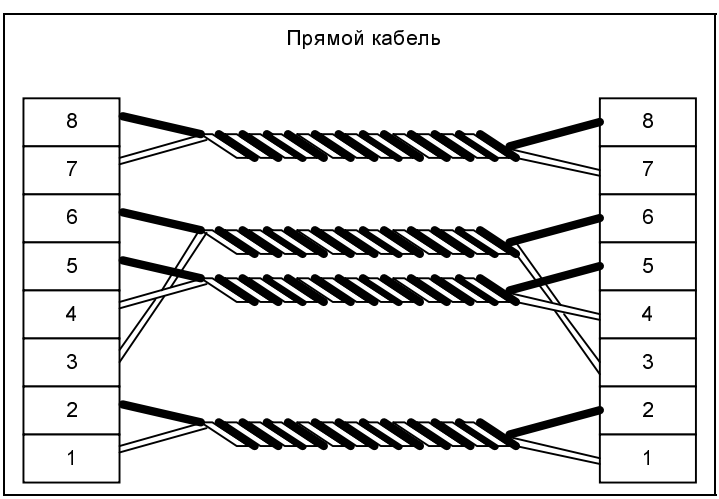


Рис. 14.15. Разводка "прямого кабеля" (компьютер—хаб)

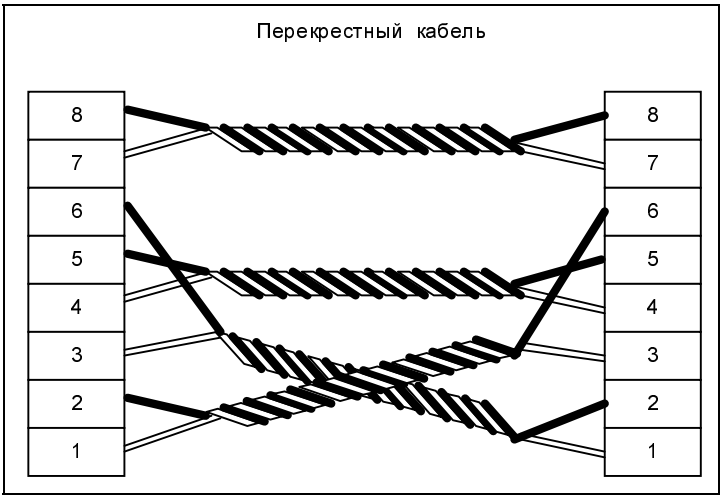


Рис. 14.16. Разводка "перекрестного кабеля" (компьютер—хаб)

В кабеле для варианта Ethernet 10 Мбит/с используются только две пары, а разъемы, устанавливаемые на сетевые карты, имеют только четыре золоченых контакта, остальные гнезда под контакты остаются пустыми. В табл. 14.3 приведено распределение сигналов в разъеме RJ-45 для вариантов 10BaseT и 100BaseT.

Таблица 14.3. *Сигналы на разъеме RJ-45*

Номер контакта	Сигнал в 10BaseT	Сигнал в 100BaseT
1	Tx+	TD_D1+
2	Tx–	TD_D1–
3	Rx+	RD_D2+
4	—	BI_D3+
5	—	BI_D3–
6	Rx–	RD_D2–
7	—	BI_D4+
8	—	BI_D4–

Поскольку при монтаже сети "витая пара" используют кабель 5 категории с одножильными проводниками, то для подключения компьютеров к сети желательно использовать короткие спуски, изготовленные из кабелей с многожильными проводниками, т. к. они имеют больший срок службы при мно-

гократном перегибании. Спуски подключаются к настенным розеткам (рис. 14.17), в которых проводники сетевого кабеля, разведенного по помещению, крепятся с помощью винтового соединения (для скорости 10 Мбит/с) или ножевых контактов (без зачистки изоляции).

Рис. 14.17. Сетевая розетка RJ-45

При монтаже кабеля в помещении его надо укладывать очень аккуратно, не допуская резких изгибов. От компьютера к компьютеру, если не используются настенные розетки, кабель должен быть проложен целым куском без сращений. Рядом с рабочим местом оставляйте один или два метра кабеля, чтобы был запас на передвижку компьютерного стола. При создании домашней локальной сети, когда в доме есть собака, необходимо проложить кабель так, чтобы он не был доступен для зубов домашнего любимца.

Подключение устройств

После того как мы разобрались с проблемами по монтажу кабельной системы локальной сети Ethernet на витой паре, рассмотрим способы соединения компьютеров и хабов. На рис. 14.18 показан вариант, когда два компьютера объединяются в локальную сеть без использования дополнительного оборудования. Обратите внимание, что в этом случае должен применяться "перекрестный кабель". Кроме того, длина кабеля между двумя компьютерами или устройствами не может быть более 100 м.

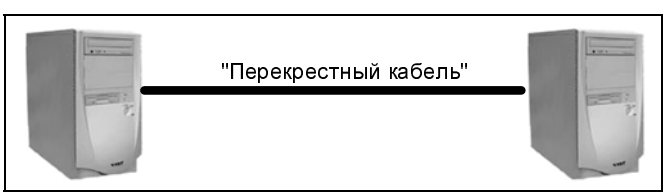


Рис. 14.18. Соединение двух компьютеров с помощью "витой пары"

Для локальной сети, где больше двух компьютеров, обязательно нужен хаб или коммутатор для создания сетевой топологии "звезда". Вариант, когда два компьютера подключаются через хаб, показан на рис. 14.19.

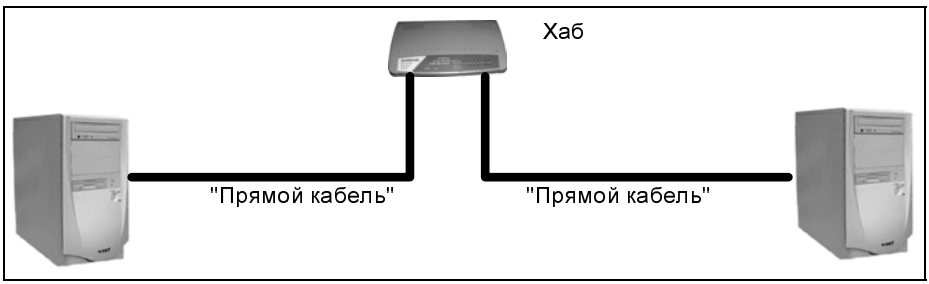


Рис. 14.19. Соединение двух компьютеров с использованием хаба

Иногда используют более сложную топологию локальной сети, например, когда для удобства подключения компьютеров устанавливают два хаба или коммутатора. В этом случае, подключая хабы и коммутаторы друг к другу, следует учесть, что если подключаются устройства, у которых нет дополнительной розетки Uplink, их надо соединять "перекрестным кабелем". Такое соединение показано на рис. 14.20 на соединении хаба 1 и хаба 2. У более совершенных моделей (двухскоростных хабов) имеется дополнительная розетка Uplink, которая устанавливается чуть в стороне от остальных и предназначена для подключения дополнительных сетевых устройств. Тогда "прямой кабель" подключается к розетке Uplink любого устройства, а другой конец кабеля к обычной розетке на другом устройстве. На рис. 14.20 так соединены хаб 1 и хаб 3.

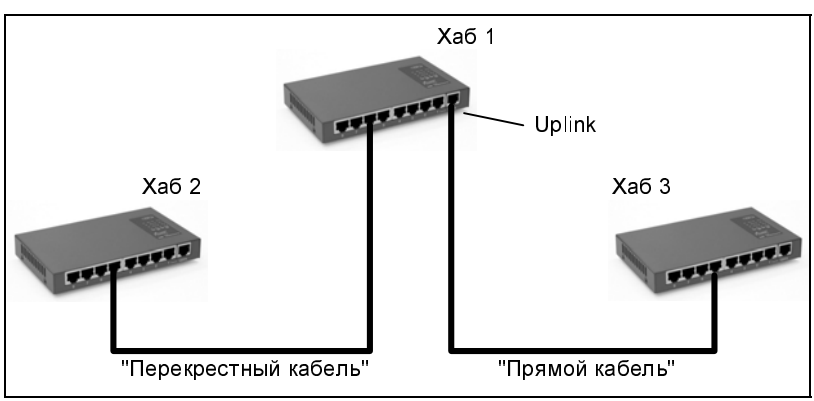


Рис. 14.20. Каскадное соединение хабов

При использовании хабов, которые могут работать в стандарте 10/100 Мбит/с, следует учесть, что к хабу следует подключать только устройства одного стандарта — 10 или 100 Мбит/с. Такая особенность связана с тем, что хаб только транслирует один к одному входные сигналы в выходные, не меняя ничего. Чтобы можно было объединить две локальные сети или участки сети, в которых используются различные стандарты, применяют коммутаторы. В этом случае для соединения сетей используют розетку Uplink на одном из сетевых устройств, либо устанавливают вторую сетевую карту, работающую на другой скорости, в какой-либо компьютер.

Сетевые карты

За несколько десятилетий выпущено множество самых разнообразных сетевых карт, но на сайтах производителей сетевого оборудования обычно предлагается выбор из пары вариантов для каждого применяемого в настоящий момент стандарта. Например, многие производители используют для сетевых плат 10 и 100 Мбит/с чипы производства компании Realtek — 8029 и 8139.

Когда первый раз собирается небольшая локальная сеть, то для нее находят наиболее дешевые сетевые платы, часто неизвестного производителя и неясного года выпуска. Чтобы помочь как-то разобраться в ситуации, на рис. 14.21 показана современная сетевая плата для стандарта 10 Мбит/с, а на рис. 14.22 — для 100 Мбит/с.

Сетевая плата (рис. 14.21), которая предназначена для стандарта 10 Мбит/с, снабжается коаксиальным разъемом и портом для витой пары. У разъема RJ-45 в этом случае в наличии всего четыре контакта. Сетевая плата для стандарта 100 Мбит/с имеет только порт для подключения витой пары, и в разъеме RJ-45 обязательно присутствуют все контакты.

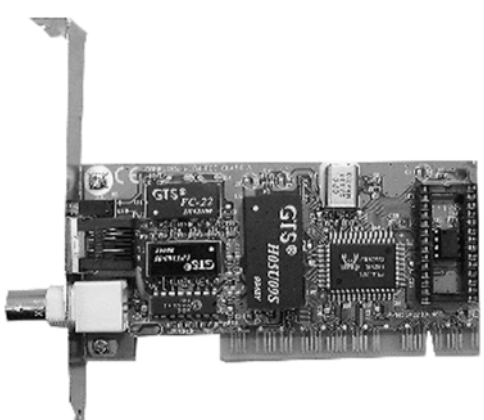


Рис. 14.21. Сетевой адаптер ACORP на чипсете Realtek 8029

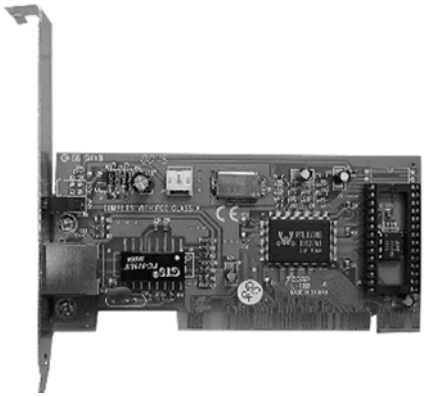


Рис. 14.22. Сетевой адаптер ACORP на чипсете Realtek 8139

Практически все новые сетевые платы выполняются для шины расширения PCI, а шина ISA встречается только у плат, выпущенных ранее. Но следует отметить, что сетевые платы с ISA-шиной и возможностью вручную устанавливать номер прерывания, чаще всего значительно проще в установке и настройке, чем современные платы с режимом Plug&Play (для наиболее доступных и дешевых вариантов).

Многие новые системные платы выпускаются с интегрированным сетевым адаптером. Но в этом случае, как и для дешевых сетевых плат, чипсетом системной платы выполняются не все сетевые функции. Тогда при работе локальной сети используются ресурсы центрального процессора.

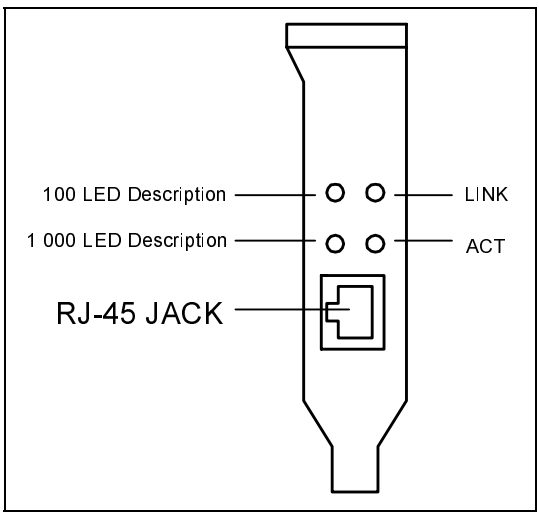


Рис. 14.23. Светодиодные индикаторы на сетевой плате

Приобретать лучше всего сетевую карту, снабженную светодиодными индикаторами (рис. 14.23). Наличие индикаторов упрощает настройку локальной сети, а также поиск возникших неисправностей (отметим, что ранее сетевые платы не имели никакой индикации). Количество индикаторов бывает от 1 до 4. Кроме того, они могут быть многоцветными.

Все сетевые платы снабжаются панелькой (кроваткой) для установки микросхемы ПЗУ, которая предназначена для NetBIOS бездисковой рабочей станции. То есть такой компьютер может не иметь винчестера и дисководов внешних дисков, и операционная система в этом случае загружается на него с сервера.

Программные ресурсы сетевой платы

Доступ к параметрам сетевой платы в операционной системе Windows 9*x* имеется на вкладке **Ресурсы** окна **Свойства: Адаптер** (рис. 14.24), к которой можно попасть следующим путем: **Панель управления** | **Система** | **Устройства** | **Сетевые платы**.

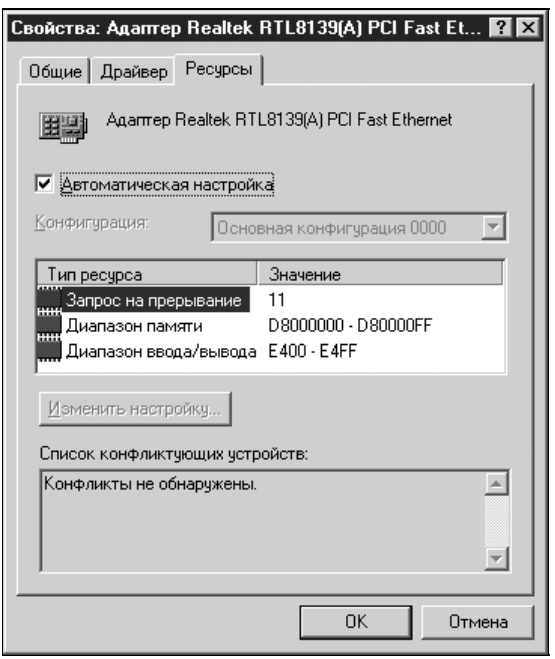


Рис. 14.24. Ресурсы сетевой платы

Для правильной работы сетевой платы для нее требуется выделение отдельного прерывания, которое не используется другими устройствами. Если не-

обходима ручная установка номера прерывания, то можно занять аппаратные прерывания 5, 10, 11 и 12, в зависимости от конфигурации компьютера.

Примечание

В том случае, когда операционная система Windows не может опознать сетевую карту, всегда можно попробовать установить ее как NE2000-совместимую.

Настройка операционной системы

Как ни удивительно, но настройка сетевой карты[1] и параметров операционной системы Windows, когда первый раз настраивается локальная сеть, всегда сопряжена с проблемами, которые возникают оттого, что пользователь не понимает, что соседние компьютеры можно увидеть в сети только тогда, когда правильно установлены все параметры сетевой карты и сетевого соединения. Поэтому в этом разделе будет приведен пример создания простейшей локальной сети с использованием протокола TCP/IP.

Первое, что надо сделать при настройке локальной сети, это убедиться, что сетевая плата правильно установилась в операционной системе (см. рис. 14.24).

Второй этап настройки происходит в окне **Сеть**, которое можно открыть из окна **Панель управления**, щелкнув на соответствующей пиктограмме.

Для работы локальной сети на вкладке **Конфигурация** окна **Сеть** должны быть установлены показанные на рис. 14.25 компоненты — **Адаптер сетевой карты**, **Привязка протокола TCP/IP к сетевой карте**, **Клиент для сетей Microsoft** и **Служба доступа к файлам и принтерам сетей Microsoft**. Если какого из них нет, то следует воспользоваться кнопкой **Добавить**, чтобы создать нужную конфигурацию.

На вкладке **Идентификация** (рис. 14.26) в соответствующих полях ввода следует установить название рабочей группы, которое должно быть одинаковым у всех компьютеров группы, а также присвоить компьютеру уникальное имя. Допустимо использовать в именах латинские символы и ряд служебных, таких как точка, подчеркивание и тире.

На вкладке **Управление доступом** (рис. 14.27) надо выделить способ, которым другие пользователи могут обращаться к ресурсам вашего компьютера. Проще указать это, щелкнув на кнопке **Доступ к файлам и принтерам**, расположенной на вкладке **Конфигурация**. Выбор производится в окне **Доступ к файлам и принтерам** (рис. 14.28). Обратите внимание, что этим вы открываете доступ к вашему компьютеру из сети Интернет.

---

[1] В операционной системе Linux настройка сетевой карты и локальной сети значительно проще, чем в Windows.

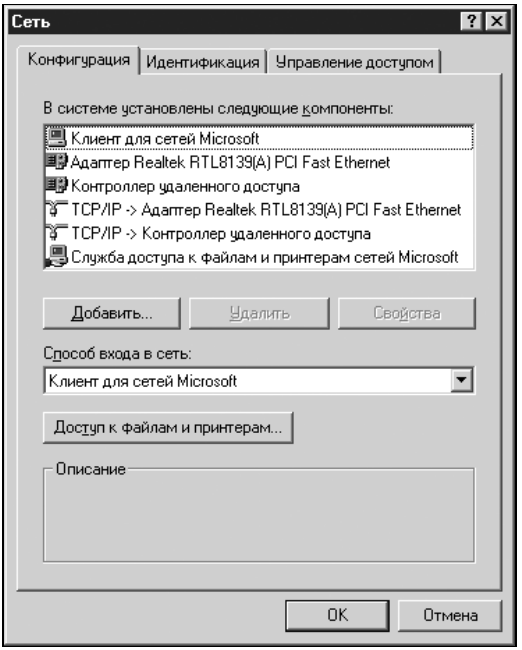


Рис. 14.25. Вкладка **Конфигурация** окна **Сеть**

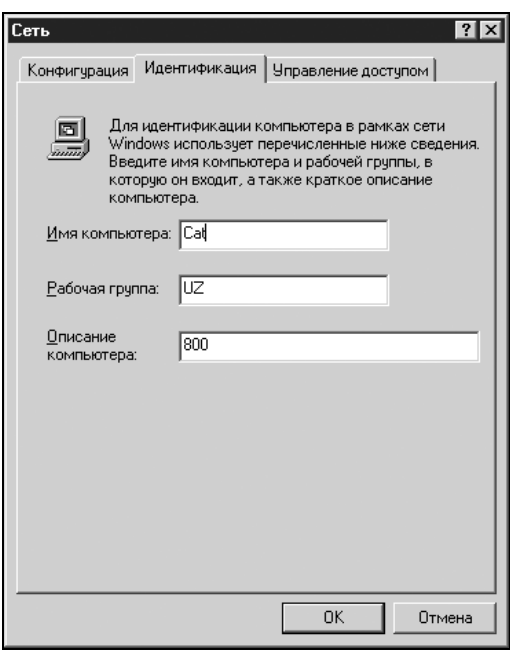


Рис. 14.26. Вкладка **Идентификация** окна **Сеть**

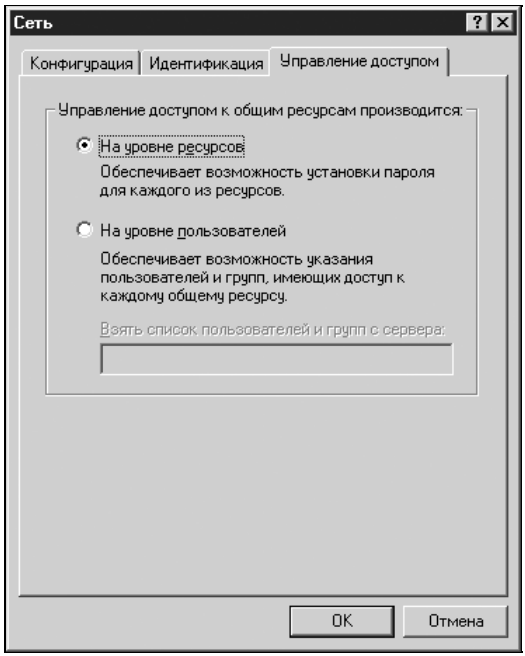


Рис. 14.27. Вкладка **Управление доступом** окна **Сеть**

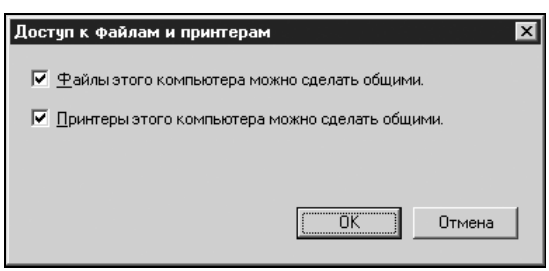


Рис. 14.28. Окно **Доступ к файлам и принтерам**

Следующий этап, на который часто не обращают внимание, — это разрешить доступ к конкретной папке. Для этого надо в окне Проводника щелкнуть правой кнопкой мыши на значке папки, к которой вы хотите дать доступ, и открыть вкладку **Доступ** (рис. 14.29). После активизации переключателя **Общий ресурс** в окне Проводника обычный значок папки сменится на .

Кроме указанных выше процедур, для каждого используемого сетевого протокола надо установить его собственные параметры. Например, для протокола TCP/IP в самом простейшем случае требуется на вкладке **IP-адрес** (рис. 14.30) окна **Свойства: TCP/IP** указать IP-адрес компьютера.

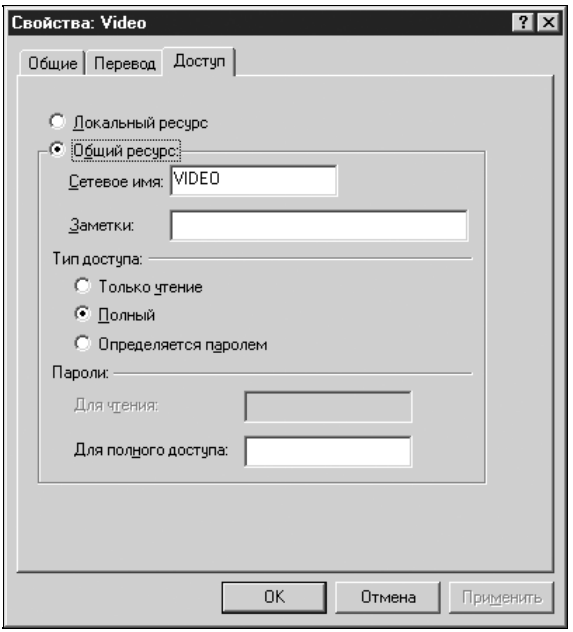


Рис. 14.29. Вкладка **Доступ** окна **Свойства: <имя папки>**

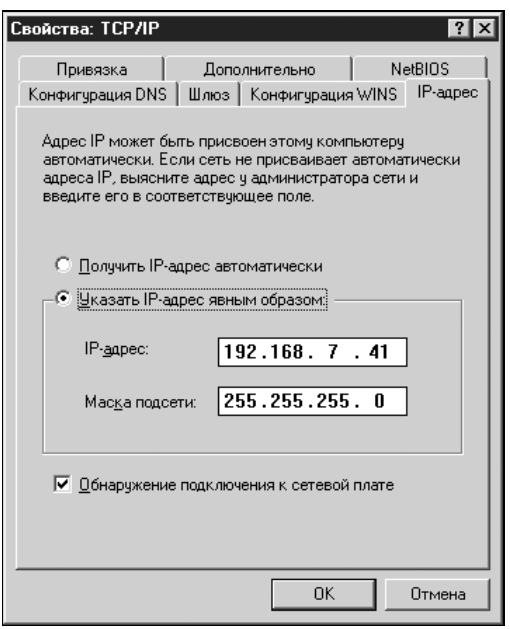


Рис. 14.30. Указание IP-адреса компьютера

Параметры на остальных вкладках оставляют без изменений (по умолчанию). Окно **Свойства: TCP/IP** можно открыть, щелкнув на кнопке **Свойства**, если выбран пункт **TCP/IP > Адаптер** в окне, показанном на рис. 14.25.

IP-адрес компьютера можно указать любой, но желательно использовать зарезервированный диапазон IP-адресов — 192.168.xxx.xxx.

Вся процедура настройки сетевой карты и локальной сети сопровождается многократной перезагрузкой компьютера. Заметим, что если в локальной сети только два компьютера, то при изменении сетевых параметров одного компьютера требуется почти обязательно перегрузить и другой.

Только после правильной настройки всех параметров в окне Проводника вы увидите соседние компьютеры (рис. 14.31).

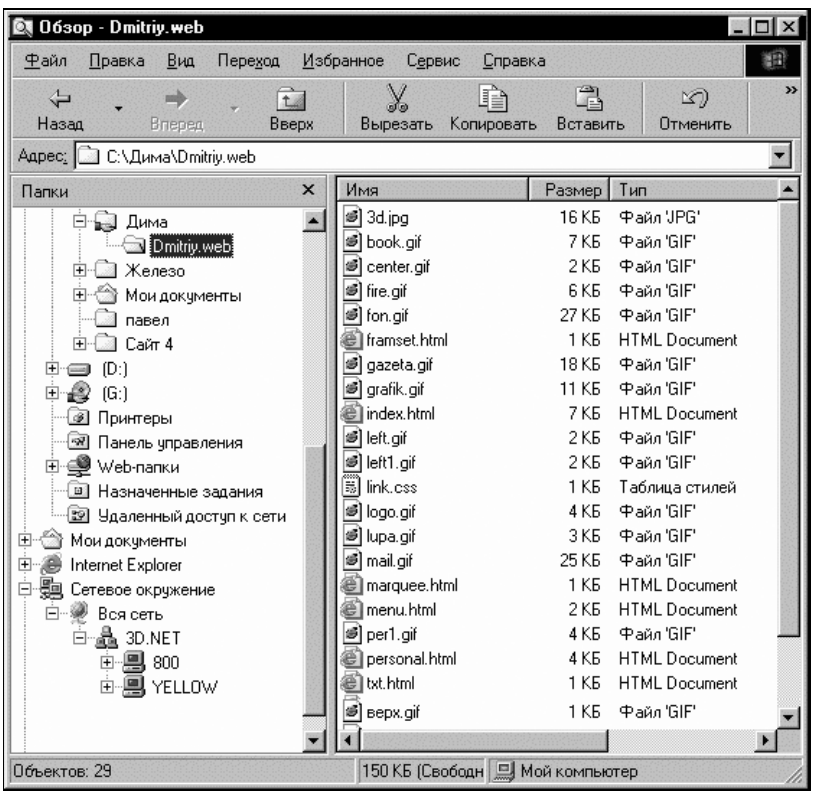


Рис. 14.31. Локальная сеть в окне Проводника

Примечание

Протокол IPX/SPX применяется в сетях Novell. Так же его используют многочисленные сетевые игры. Протокол NetBEUI применяется в сетях Microsoft.

Модем

Термином "модем" называются устройства, предназначенные для связи между компьютерами через кабельные каналы и радиолинии. Наиболее известны пользователям телефонные модемы, которые используются для подключения компьютера к Глобальной сети Интернет через обычные телефонные линии. Также становятся популярными ADSL-модемы для получения постоянного доступа в Интернет.

Название "модем" произошло от двух слов — МОдулятор-ДЕМодулятор (MOdulator-DEModulator) — и обозначает устройство для преобразования цифрового сигнала в аналоговый и обратно.

Все происходит аналогично тому, как радиопередатчик преобразовывает человеческий голос в радиоволны, а радиоприемник восстанавливает голос уже в другой точке пространства. На рис. 14.32 показано, как внешний модем преобразовывает цифровые данные, полученные от компьютера по последовательному интерфейсу COM или USB, в аналоговый сигнал, который может быть передан через обычную телефонную связь.

Рис. 14.32. Принцип работы модема

В отличие от линий цифровых интерфейсов, по которым передаются двоичные данные и которые компьютеру не надо ни с кем делить, телефонные линии принадлежат телефонным компаниям и предназначены для передачи голоса. А поскольку телефон изобретен значительно раньше компьютера, то все телефонное оборудование, установленное на АТС и линиях связи, предназначено для телефонной связи человека с человеком. Соответственно, внедрение цифровых технологий в мир телефонии затрагивает только внутренние (служебные) сервисы телефонной инфраструктуры, а "последняя

миля" — кабель от АТС к обычному телефону — остается до сих пор простым медным проводом. Впрочем, иногда "последняя миля" — это не закопанный в землю кабель, а стальные провода, висящие на деревянных столбах, установленных вдоль дороги.

Из-за такой "древности" телефонной связи по проводам гарантируется пропускание только аналоговых сигналов с частотой от 0 до 3300 Гц. На рис. 14.33 показана амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) среднего телефонного канала, которую можно получить, используя возможности, например, модема фирмы ZyXEL. По горизонтали отложены частоты от 150 до 3750 Гц, а по вертикали — уровень сигнала в линии в децибеллах. На графике видно, что уже на частоте 3450 Гц напряжение сигнала меньше на 6 дБ (в два раза), чем на более низких частотах.

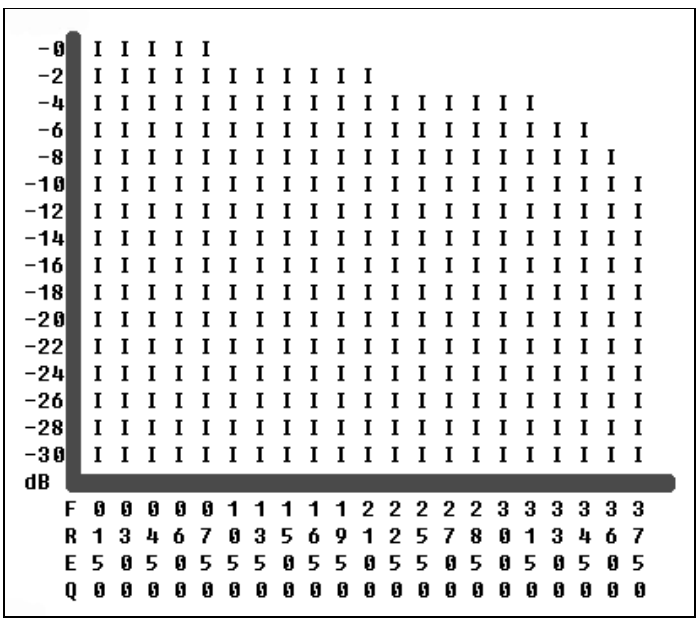


Рис. 14.33. АЧХ телефонного канала

Цифровые данные от модема или факса должны обязательно быть преобразованы так, чтобы "уложиться" в возможности телефонной линии. Поэтому для передачи всего, что не относится к категории телефонного сообщения, требуются значительные ухищрения разработчиков, чтобы соединить старые и новые технологии. Соответственно, в модеме используются самые изощренные технологии преобразования сигнала, чтобы через не приспособленную для цифровых данных линию передать без ошибок цифровые данные.

Устройство модема

Современный модем, несмотря на невзрачный внешний вид и кажущуюся простоту конструкции, представляет собой маленький компьютер, в котором работают два микропроцессора — обычный для общения с компьютером и управления функциями модема и цифровой сигнальный процессор (DSP — Digital Signal Processor, или Data Pump), преобразующий по сложному алгоритму двоичные данные в аналоговый сигнал и обратно. На рис. 14.34 показана примерная блок-схема современного модема (все блоки модема могут быть реализованы в одном чипе, но такой подход применяется только для самых простых модемов).

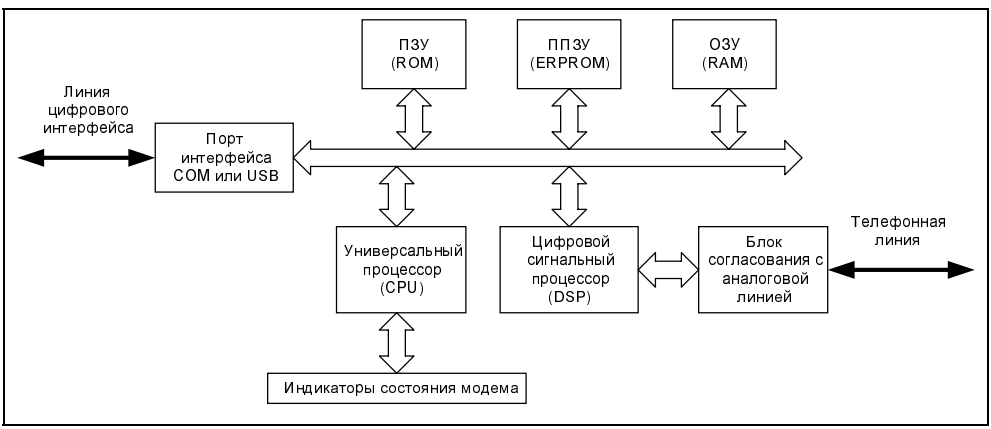


Рис. 14.34. Блок-схема современного модема

За связь с компьютером отвечает блок сопряжения с последовательным интерфейсом, который может быть реализован как COM- или USB-порт. Данные в виде битов, пришедшие по последовательному интерфейсу, поступают на внутреннюю шину данных размерностью, обычно, 8 битов. Внутренняя шина данных объединяет все внутренние логические блоки, выполняющие как служебные функции, так и обработку аналоговых и цифровых сигналов.

Как и в персональном компьютере, в модеме есть свой "центральный" процессор (его часто называют — *контроллер*), который обеспечивает работу всех узлов модема и обрабатывает AT-команды, с помощью которых пользователь и компьютер управляют модемом. Например, в старых модемах U.S.Robotics использовался микропроцессор 8085.

Для преобразования байтов в аналоговый сигнал и наоборот служит уже упомянутый специальный цифровой сигнальный процессор DSP, структура которого даже более сложна, чем у процессора Pentium.

Для хранения микропрограмм (иногда говорят "прошивки"), которые нужны для работы модема, используется ПЗУ. Сегодня почти всегда для ПЗУ применяется микросхема флэш-памяти (FlashROM), что позволяет сменить прошивку, например, для обеспечения поддержки нового протокола.

Оперативная память небольшого объема нужна в модеме для работы процессоров и хранения данных, которые были получены от удаленного модема, а также тех данных, которые ждут очереди для передачи.

Так как модем может сопрягаться с разными типами компьютеров, то он до начала использования должен быть настроен пользователем под конкретную задачу, т. е. требуется определить процедуру, в соответствии с которой модем должен общаться с компьютером. Пользователь также может записать в память модема наиболее часто используемые им номера телефонов модемных пулов или абонентов. Для хранения пользовательских настроек в модеме устанавливается микросхема флэш-памяти (NVRAM).

В качестве блока согласования с телефонной линией обычно применяется трансформатор, который обеспечивает гальваническую развязку между телефонной линией и модемом. Заметим, что в разных странах действуют свои стандарты на телефонную связь, поэтому блок согласования, особенно у большинства внешних модемов делается очень сложным. Правда, иногда используется упрощенная схемотехника, как принято для AMR- и CNR-модемов, предназначенных для использования в одной стране.

Если модем не имеет расширенных функций, например, автоответчика, то никаких кнопок и регуляторов в большинстве случаев у него нет.

Для индикации состояния модема используются от 2 до 8 светодиодов. Иногда изготовитель модема может оставить всего один универсальный индикатор, который и будет показывать, что модем "что-то делает". Профессиональные модемы дополнительно имеют индикаторы, которые показывают состояние линий COM-порта. Ниже приведены наиболее часто встречающиеся обозначения функций, которые можно проконтролировать по индикаторам модема:

- MR (Modem Ready) или PW (Power) — модем включен в сеть и готов к работе;
- TR (Terminal Ready) — модем получил от компьютера сигнал о готовности к работе;
- SD (Send Data) — модем посылает данные удаленному модему;
- RD (Receive Data) — модем принимает данные от удаленного модема;
- OH (Off Hook) — индикация того, что модем "снял трубку". Мигание индикатора показывает процесс набора номера;
- CD (Carrier Detect) — установлено соединение с удаленным модемом;

- AA (Auto Answer) — модем находится в режиме ожидания входящего звонка. В случае поступления вызова модем автоматически "поднимет трубку";
- HS (High Speed) — модем работает на максимальной скорости;
- SVD (Simultaneous Voice and Data) — модем находится в режиме одновременной передачи данных и голоса.

Конструкция модема

Конструктивно модем может быть выполнен в виде платы, которая вставляется в какой-либо слот компьютера. В этом случае модем называется *внутренним*. Если модем выполняется как самостоятельный блок, то он относится к *внешним* модемам. К этой же категории относятся и модемы с PCMCIA-интерфейсом, которые предназначены для подключения к ноутбукам.

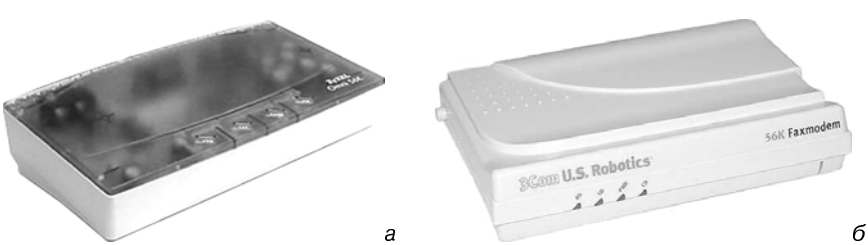
Примечание

Так как принцип работы модема и факса одинаков, то практически все современные модемы имеют функции для приема факсов, поэтому в их названии указывается — факс-модем.

Примечание

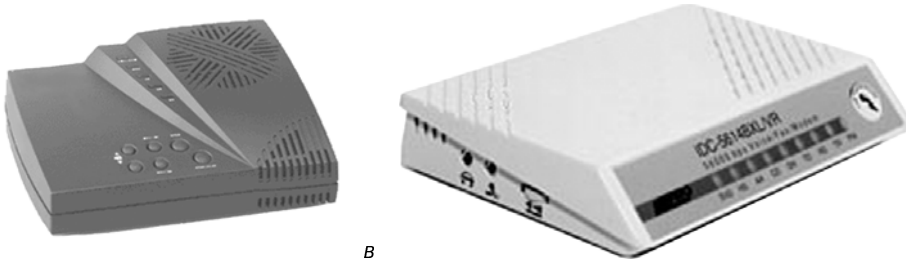
В названии модема может присутствовать префикс Voice, означающий, что модем поддерживает голосовые функции. В этом случае модем может обрабатывать входящие аналоговые сигналы, что позволяет использовать его в качестве АОН и автоответчика.

Внешний модем представляет собой самостоятельный прибор в виде небольшой коробочки (иногда весьма замысловатой формы), у которой на лицевой панели расположены от двух до восьми индикаторов, мигающих во время приема и передачи информации. На рис. 14.35 показаны несколько популярных внешних модемов.



а *б*

Рис. 14.35. Внешние модемы:
а — ZyXEL Omni 56K; *б* — 3Com U.S. Robotics 56K Faxmodem (модель 5630)

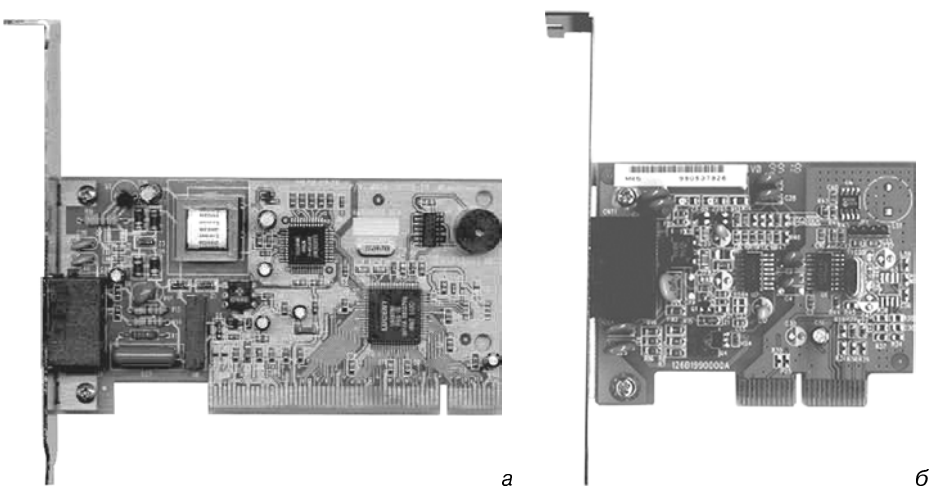


в *г*

Рис. 14.35. Внешние модемы:
в — U.S. Robotics 56K Professional Message (модель 24-5625); *г* — IDC 5614BXL/VR

Внешний модем, который предназначен для работы с COM-портом, почти всегда имеет свой блок питания, который представляет собой отдельное устройство и совмещен с сетевой вилкой. Модем получает от него по двум проводам напряжение питания 5 или 9 В. Внешние модемы, которые подключаются к USB-интерфейсу компьютера, могут получать питание непосредственно от компьютера по USB-кабелю, правда это относится только к тем моделям, которые не имеют другого интерфейса для связи с компьютером.

Внутренний модем отличается от внешнего тем, что у него нет своего блока питания, и выполнен он в виде платы, которая вставляется в слот ISA, PCI, AMR или CNR компьютера точно так же, как и все остальные вспомогательные платы — видеоадаптер или звуковая карта. На рис. 14.36, *а* показан внешний вид PCI-модема (ISA-модем отличается только краевым разъемом), а на рис. 14.36, *б* — AMR-модема (у CNR-модема ключ краевого разъема сдвинут вправо).



а *б*

Рис. 14.36. Внутренние модемы: *а* — PCI-модем; *б* — AMR-модем

Софт-модемы

Появление высокопроизводительных процессоров вызвало разработку модемов, в которых выполнение ряда аппаратных функций (см. рис. 14.34) было переложено на центральный процессор персонального компьютера. В прайс-листах такие внутренние модемы носят название WIN- или софт-модемы.

Количество функций, которые остаются в модеме, каждый производитель модемов определяет по-своему. Некоторые отказываются только от ПЗУ, загружая микропрограммы в модем во время старта операционной системы, другие оставляют на плате модема только блок согласования с телефонной линией.

Софт-модемы, в которых почти все аппаратные функции переложены на центральный процессор, мало подходят для российских условий. Во-первых, они излишне требовательны к качеству линий связи. Во-вторых, такие модемы могут хорошо работать только на современных компьютерах. Устанавливать их в компьютер с процессором 486 просто бессмысленно, ведь даже процессор 800 МГц загружается на 100%, когда подобный модем устанавливает связь. Хотя, минимальные требования, которые декларируют производители, — это Pentium 166—200 МГц и объем оперативной памяти не менее 32 Мбайт.

Примечание

Для всех софт-модемов требуется установка специальных драйверов, без которых они работать не будут. Для ряда софт-модемов имеются драйверы только для операционной системы Windows, поэтому их использование, например, в Linux, не всегда возможно.

К софт-модемам также относятся модемы, интегрированные с материнской платой. К сожалению, разработчики плат идут по пути удешевления производства, поэтому чаще всего такие модемы мало подходят для работы с нецифровыми АТС (к тому же, у этих модемов плохая защита от электрических перегрузок в линии). Часто схема такого модема делится на две части — на материнской плате остаются узлы обработки сигнала, а входная часть (узлы согласования с телефонной линией) выполняется в виде внешней платы (как внутренний модем). Увы, такие дополнительные платы редкая вещь, да и, к тому же, подходят только для конкретной материнской платы.

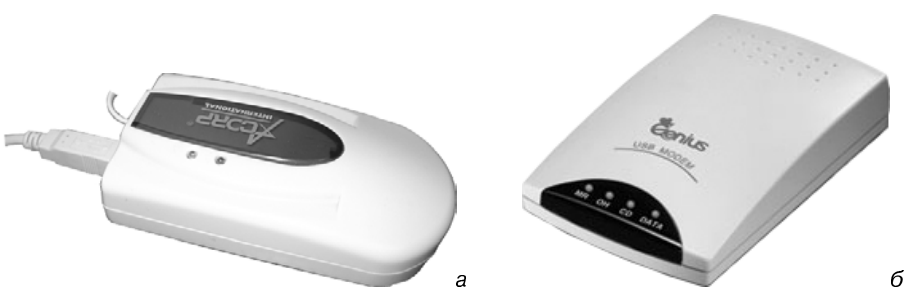
Вы можете встретить термин "HSP-модем", обозначающий софт-модем, у которого остались только блок гальванической развязки с телефонной линией и усилитель сигнала. Обо всем остальном должен побеспокоиться центральный процессор. Единственное достоинство такого модема — это мизерная цена. Иногда подобные устройства имеют настолько упрощенную схемотехнику, что электрическая перегрузка телефонной линии может вызывать выход из строя модема и материнской платы.

В последнее время на многих системных платах устанавливается AMR- или CNR-слот, который предназначен для модемов и аудиоустройств. Заметим, что все AMR- и CNR-модемы относятся к софт-модемам, т. к. для них используется технология AC'97, предложенная корпорацией Intel *(см. гл. 10)*. В этом случае для обработки аналогового сигнала используется контроллер, устанавливаемый на системной плате, а на маленькой плате (например, AMR-карте, называемой также райзер-картой), устанавливаемой в слот AMR, остаются только согласующие модем с телефонной линией устройства. Соответственно, использование таких модемов в России, если они предназначены для других стран, весьма проблематично.

Так как софт-модемы имеют привлекательную для многих пользователей цену — в два-три раза ниже, чем у аппаратного модема с аналогичными функциями, то они выпускаются практически всеми производителями модемов. Правда, при покупке софт-модема следует учитывать, что под этим термином скрывается огромное разнообразие конструкций со своими достоинствами и недостатками. Заметим, что в некоторых случаях использование софт-модема более оправдано, чем традиционного — аппаратного, а в других — только аппаратный модем может обеспечить надежную и устойчивую связь.

USB-модемы

Появление в компьютерах USB-шины для подключения внешних устройств не могло остаться незамеченным производителями модемов. Эта шина позволяет очень просто подключать к компьютеру самые разнообразные устройства. При этом не требуется ни вскрывать корпус компьютера, ни выключать его из сети — надо просто вставить штекер USB-кабеля в разъем на корпусе компьютера, и модем уже готов к работе (рис. 14.37).



а *б*

Рис. 14.37. USB-модемы:
а — Acorp HCF V.90 56K; *б* — Genius GM 56USB

Так как USB-шина может обеспечить питанием маломощные устройства, то USB-модемы используют эту возможность. Ток потребления USB-модема находится в пределах 100 мА.

Габаритные размеры USB-модемов в несколько раз меньше, чем у аппаратных модемов, поэтому их удобно располагать рядом с подставкой монитора, т. к. в этом случае удобнее наблюдать за индикаторами модема.

Следует отметить, что имеющиеся в продаже USB-модемы относятся к классу софт-модемов, соответственно, для них справедливо все то, что было сказано в *разд. "Софт-модемы"*. Но поскольку конструкция USB-шины не позволяет "избавить" модем от всех "лишних" блоков, то эти модемы часто не уступают ни в чем аппаратным моделям, а иногда даже превосходят их по ряду параметров.

Кроме того, что очень приятно, при подключении USB-модемов не возникает конфликтов ни с интегрированными COM-портами, ни с ранее подключенным внутренним или внешним модемом — его не надо отключать или удалять из системы. А ведь при использовании модемов, подключаемых через COM-порт, две-три перезагрузки при установке — рядовое явление, плюс неприятные проблемы с номерами используемых COM-портов.

Правда, удовольствие от использования USB-модема можно получить только в том случае, если правильно установлены USB-драйверы, а в BIOS включена поддержка USB. В противном случае USB-модем может просто не захотеть работать с удаленным модемом, или будут наблюдаться постоянные обрывы связи.

Но все же главное достоинство USB-модема в том, что он не пользуется низкоскоростным аппаратным COM-портом, который ограничивает скорость обмена между модемом и компьютером. Конечно, для согласования с другими программами, которые считают, что модем обязательно подключается к COM-порту, программное обеспечение USB-модема эмулирует стандартный COM-порт. Кстати, скорость такого COM-порта может быть 230 400 и 460 800 бит/с. А это позволяет полностью использовать возможности протоколов V.42bis и V.44, которые способны обеспечить 4- и 6-кратное сжатие информации. Поэтому USB-модемы показывают бóльшую скорость при загрузке Web-страниц, чем даже самые лучшие аппаратные модемы — конечно, если те не используют специальные драйверы для повышения скорости COM-порта. Например, USB-модем с протоколом V.90 обеспечивает примерно двукратное повышение скорости загрузки для HTML-файлов, но т. к. Web-страницы содержат еще и графические файлы, суммарная производительность улучшается не более чем на 20—30%.

Принимая решение купить такой модем, надо не забывать, что USB-модемы относятся к классу софт-модемов, поэтому тактовая частота процессора должна быть не ниже 166—200 МГц (рекомендуется не ниже 366 МГц).

Последнее, что следует сказать, — появляются модели аппаратных модемов, которые кроме COM-порта имеют USB-интерфейс. Увы, часто подобные конструкции, когда используется USB-интерфейс, а не COM-порт, работают не очень устойчиво.

Протоколы связи

Для того чтобы модемы различных производителей могли работать друг с другом, существуют протоколы связи (точнее, протоколы модуляции), которые являются правилами установления, поддержки и окончания сеанса связи между двумя модемами. Эти правила однозначно определяют метод преобразования цифрового сигнала в аналоговый (способ модуляции), скорость передачи данных, последовательность передачи служебных данных и полезной информации. Все этапы сеанса связи жестко регламентируются.

Для модемной связи через телефонные линии используются следующие протоколы.

- V.8. Все модемы применяют этот протокол на стадии установления связи с удаленным модемом, чтобы согласовать общий режим работы. Если в модеме данный протокол реализован с ошибками или не полностью, то такой модем не сможет правильно работать со всеми типами модемов.
- V.22bis. Это самый простой протокол из применяемых в Интернете. Обеспечивает скорость передачи данных до 2400 бит/с.
- V.32. Обеспечивает скорость до 9600 бит/с.
- V.32bis. Доработанный вариант V.32, предусматривающий скорость до 14 400 бит/с.
- V.34. Протокол принят в 1994 г. и оговаривает использование максимальной скорости до 28 800 бит/с. До его принятия разработчики модемов пользовались промежуточной рекомендацией V.Fast, которая также позволяла передавать данные со скоростью 28 800 бит/с. Кроме того, не дожидаясь утверждения V.34 в ITU, несколько фирм выпускали модемы на 28 800 бит/с со своим собственным стандартом V.FC (Fast Class), несовместимым с V.34.
- V.34bis. Протоколом V.34 была предусмотрена возможность передачи данных со скоростью 33 600 бит/с, но юридически она закреплена в виде поправки к стандарту в октябре 1996 г. Следует отметить, что скорость 33 600 бит/с является предельной для аналоговых телефонных линий.
- V.90. В основе стандарта лежит технология K56Flex фирмы Rockwell, несовместимая с x2 фирмы U.S.Robotics. Пропускная способность канала от провайдера к пользователю увеличена до уровня 56 Кбит/с, что превышает теоретический предел пропускной способности телефонной линии. Достижение такой скорости возможно только при работе через цифровую АТС, внутри которой есть скоростная магистраль, позволяющая с помощью специального оборудования передавать данные быстрее, чем обыч-

но. Кроме того, при передаче в направлении от пользователя к провайдеру скорость ограничена прежним пределом 33 600 бит/с.

- V.92. Этот протокол, появившийся в 2000 г., обязан своим рождением тайваньским производителям модемов. Он позволяет увеличить скорость передачи данных от пользователя к провайдеру до 48 Кбит/с за счет использования новой разновидности импульсно-кодовой модуляции. Для исправления ошибок и сжатия информации предусмотрено использование протокола V.44, который позволяет загружать Web-страницы со скоростью до 300 Кбит/с. Кроме того, протокол V.92 позволяет модему запомнить характеристики телефонной линии (так называемая *процедура начальной тренировки*), поэтому при последующем подключении время соединения с удаленным модемом уменьшается в два раза.
- V.80. Малоизвестный протокол, который поддерживают многие модемы, предназначен для проведения видеоконференций. Но следует помнить, что к Интернету данный протокол не имеет отношения, а предназначен для прямых соединений между компьютерами — через телефонную или выделенную линию.

Примечание

При использовании модема с протоколом V.92 пользователю становятся доступны коммерческие сервисы цифровых АТС, которые позволяют более эффективно пользоваться телефоном.

Услуга Call Waiting (ожидание входящего вызова, Modem-on-Hold) позволяет получить входящий звонок, когда вы говорите по телефону или работаете в Интернете. Новый вызов определяется по коротким высоким сигналам в динамике трубки, которые продолжаются в течение 5—7 секунд. В этом случае можно кратковременно соединиться с новым абонентом, чтобы решить — с кем продолжать разговор.

Служба переадресации вызовов, если ее поддерживает ваша АТС, позволяет принимать звонки в другом месте. Для ее использования в настройках модема следует указать определенный код активации.

Протоколы исправления ошибок

Телефонные линии связи отличаются высоким уровнем помех. Для коррекции ошибок используется ряд специальных протоколов, которые называются *протоколами коррекции ошибок*. Дополнительно на эти протоколы возлагается задача по сжатию передаваемой по линии связи информации.

Первым был разработан протокол MNP1, который мог осуществлять контроль ошибок (сегодня из-за низкой эффективности он не используется). В дальнейшем появились и остальные протоколы MNP, которые, кроме ис-

правления ошибок, брали на себя и другие функции. Современный модем на аппаратном уровне поддерживает все эти протоколы, с помощью которых можно достичь получения достоверной информации даже при использовании очень плохих, зашумленных линий связи. Перечень протоколов MNP приведен ниже.

- MNP1. Использует асинхронный полудуплексный метод передачи. Самый простой из протоколов MNP.
- MNP2. Использует асинхронный дуплексный метод передачи.
- MNP3. Использует синхронный дуплексный метод передачи.
- MNP4. Использует синхронный метод передачи. Изменяет величину блока передаваемых данных в зависимости от числа ошибок.
- MNP5. Дополнительно использует простой метод сжатия информации. Текстовые файлы (формата TXT) сжимаются примерно на 35%.
- MNP6. Модем автоматически переключается между дуплексным и полудуплексным режимами передачи.
- MNP7. Использует более эффективный метод сжатия информации.
- MNP9. Использует протокол V.32 для совместимости с низкоскоростными модемами.
- MNP10. Предназначен для использования на сильно зашумленных линиях связи, таких как сотовые линии связи и др.

Протоколы V.42 и V.42bis представляют собой дальнейшее развитие протоколов MNP. Кроме коррекции ошибок, в их функции входит обязанность осуществлять сжатие передаваемой информации по методу компрессии данных Лемпела—Зива.

Метод компрессии Лемпела—Зива заключается в том, что одинаковые символьные последовательности заменяются короткими кодовыми словами (*маркерами*, англ. *token*). Передающий модем во время передачи данных формирует таблицу сокращений (словарь кодовых слов), которой пользуется для сокращения объема передаваемых данных. Аналогичную таблицу кодовых слов составляет и принимающий модем, используя ее для расшифровки принимаемых данных. Для простых текстовых файлов формата TXT этот метод обеспечивается сжатие размера передаваемого файла почти на 50%.

Протокол сжатия V.44 используется совместно с протоколом V.92. Он позволяет более эффективно, чем V.42bis, сжимать данные за счет более эффективного алгоритма работы. Теоретически можно считать, что протокол V.42bis позволяет сжимать файлы в отношении 4:1, а V.44 — 6:1. Для сравнения в табл. 14.4 приведены коэффициенты сжатия для этих протоколов и программы PKZIP при работе с различными типами файлов.

Таблица. 14.4. *Коэффициенты сжатия программы PKZIP и протоколов V.42bis и V.44*

	Текст	exe-файл	Архив
Программа PKZIP	13.9	7.2	1
Протокол V.42bis	5.5	1.4	1
Протокол V.44	7.1	1.5	1

Скорость передачи данных

Скорость обмена информацией через телефонные линии зависит от ряда факторов — типа модемов, между которыми идет обмен информацией, уровня помех в линии, используемых в данный момент типа протокола связи, метода коррекции и сжатия данных, а также режима работы модемов.

Все вышеперечисленные факторы, кроме типов модемов, в течение сеанса связи могут меняться. Например, при изменении уровня помех в линии модемы автоматически переходят на другой протокол, который обеспечивает наилучшую производительность в конкретный период времени, а при передаче различных типов файлов меняется способ компрессии данных (к архивированным данным модем не должен применять какой-либо метод компрессии). Кроме того, в зависимости от возможности модемов, установивших связь, и условий на линии связи модемы могут использовать два режима работы — *асинхронный* и *синхронный*.

Асинхронный способ передачи данных в основном применяется при установлении связи между модемами, но может использоваться и при сильной зашумленности линии, когда модемы не могут перейти в синхронный режим передачи. При асинхронном режиме работы каждый передаваемый байт обрамляется служебными сигналами — стоповыми и стартовыми битами, которые нужны для правильного определения начала и конца передачи полезной информации *(см. гл. 8)*. Так как модемы не знают, когда начинается полезная информация, а когда "шумит" линия связи, то они ждут стартовый бит для начала приема и стоповый — для его окончания. В общем, выходит десять битов на один байт, плюс неизбежное время на перерывы между передачами — для проверки правильности полученной информации и определения, что передавать дальше.

Второй режим передачи — *синхронный*. При модемной связи принято передавать информацию пакетами, в которых объединяется сразу много байтов, например 64. В этом случае асинхронный метод используется только для определения начала пакета и его конца. Внутри пакета информация передается в синхронном режиме, т. е. не обрамляется служебными битами. Дополнитель-

но пакет снабжается контрольным числом для проверки достоверности информации. Получив такой пакет, принимающий модем проверяет контрольное число, и если оно правильное — делает запрос на передачу нового пакета данных. Если произошла ошибка, принимающий модем просит передающий модем повторить передачу пакета. При хорошей связи за счет пакетных передач в синхронном режиме можно достичь скорости приема/передачи выше, чем та скорость, которая указана в паспорте модема.

Для расчета максимальной скорости передачи данных используют формулу:

$$CPS = (\text{скорость_соединения} / 8) \times (62 / 63) \times \\ \times (\text{размер_кадра} / (\text{размер_кадра} + 6)).$$

Для протоколов V.34bis и V.90 пользуются эмпирической формулой, которая многократно проверена на практике:

$$CPS = (\text{скорость_соединения} / 8) \times (0{,}91—0{,}93).$$

В этой формуле коэффициент 0,91—0,93 учитывает, что модем работает в синхронном режиме с использованием протоколов MNP или V.42.

AT-команды модема

Для управления модемом используют *AT-команды*, которые представляют собой строки символов, начинающиеся с букв `AT` и завершающиеся символом возврата каретки. Впрочем, в строке инициализации модема закрывающий символ формируется автоматически. Символы команд могут быть прописными или строчными, между командами могут стоять или отсутствовать пробелы.

AT-команды, кроме выполнения прямых действий по переключению режима модема, управляют S-регистрами модема, в которых содержится служебная информация, нужная для работы. Например, в S-регистрах хранятся константы, определяющие время ожидания звонка, типы используемых протоколов, уровень выходного и входного сигналов, аналоговые сигналы и т. п.

Количество S-регистров определяется разработчиком модема и может составлять несколько сотен. Но принято, что за первыми 13-ю S-регистрами сохраняется назначение, введенное фирмой Hayes. Содержимое S-регистров пользователь может считывать и модифицировать по своему усмотрению, но следует помнить, что между значениями в различных S-регистрах имеется сложная взаимосвязь. Кроме того, произвольное изменение какого-либо S-регистра может привести к невозможности использования стандартных программ для работы в Интернете.

Список наиболее употребительных AT-команд (команд Hayes-модема) приведен в табл. 14.5.

Таблица 14.5. *Основные AT-команды*

Команда	Описание команды
L0	Минимальная громкость динамика
L1	Низкая громкость динамика
L2	Средняя громкость динамика
L3	Максимальная громкость динамика
In	Запрос данных из ПЗУ модема (n — номер I-команды)
M0	Динамик всегда выключен
M1	Динамик включен от момента "снятия трубки" до момента установления соединения
M2	Динамик всегда включен
M3	Динамик включается после набора последней цифры номера и выключается после установления соединения
P	Использование импульсного набора (PULSE)
T	Использование тонального набора (TONE)
S	Работа с S-регистрами модема: S0? — запрос содержимого регистра S0; S0=1 — присвоение регистру S0 значения 1
Z	Содержимое всех регистров устанавливается в начальное состояние
&F	Восстановление информации в регистрах модема из ПЗУ.
	Данные записываются изготовителем модема и не могут быть изменены пользователем
&W	Запись содержимого регистров в энергонезависимую память для сохранения пользовательских настроек

Предупреждение

Не рекомендуется в строке инициализации модема указывать AT-команду, которая проводит запись в энергонезависимую память модема, т. к. у флэш-микросхем ограниченное число циклов записи.

Проверка модема

В операционной системе Windows "добраться" до свойств модема можно несколькими способами. Наиболее полную информацию можно получить в окне **Свойства: Система** во вкладке **Устройства**. Здесь свойства модема могут быть доступны в двух категориях (рис. 14.38) — **Модем** и **Звуковые, видео и игровые устройства**.

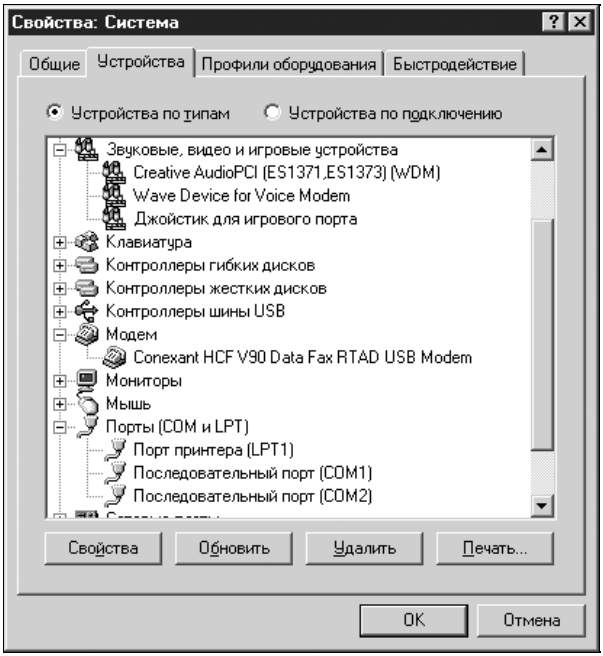


Рис. 14.38. Регистрация модема в операционной системе Windows

В категории **Модем** регистрируются все модемы, независимо от типа. Если щелкнуть правой кнопкой мыши на названии модема, то будет открыто окно **Свойства: <тип модема>**, в котором в зависимости от типа модема может быть от 3 до 9 вкладок (рис. 14.39).

Голосовые функции модема регистрируются в категории **Звуковые, видео и игровые устройства** (см. рис. 14.38). Если модем не поддерживает голосовые функции, то он будет зарегистрирован только в категории **Модем**.

Следует отметить, что настройка модема, когда он правильно зарегистрировался в операционной системе Windows, проводится в другом окне, которое можно открыть, если щелкнуть мышью в окне **Панель управления** на пиктограмме **Модемы**.

На рис. 14.40 показана вкладка **Диагностика** окна **Свойства: Модемы**, где указана информация о COM-портах и установленных в системе модемах. Обратите внимание, что приведен вариант, когда в системе установлено два USB-модема, которым отведено одно и то же прерывание — COM3.

Для проверки работоспособности модема щелкните мышью на кнопке **Дополнительно**. Это действие запустит процесс тестирования модема (операционная система использует серию AT-команд — ATIn). Результаты тестирования будут показаны в окне **Дополнительно...** (рис. 14.41).

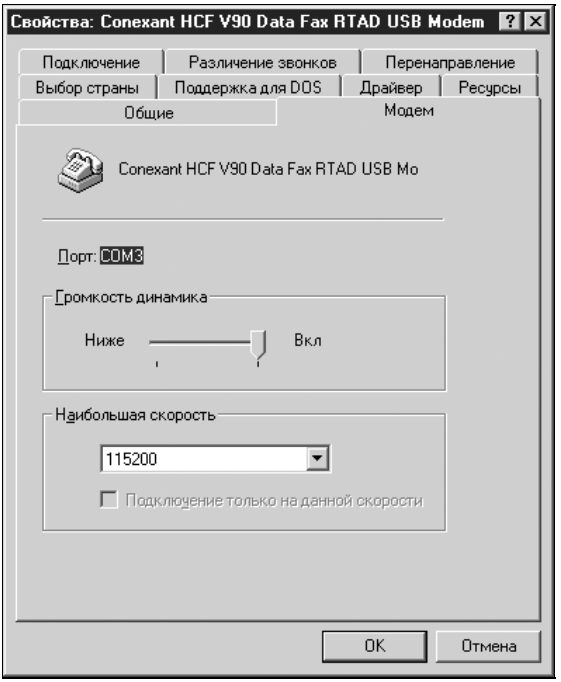


Рис. 14.39. Окно **Свойства: <тип модема>**

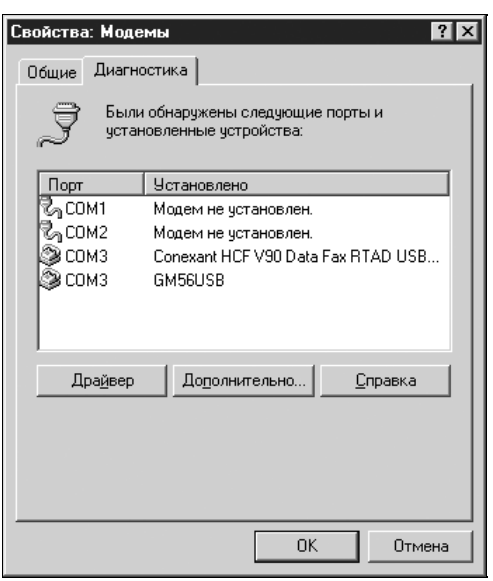


Рис. 14.40. Окно настройки и диагностики модема

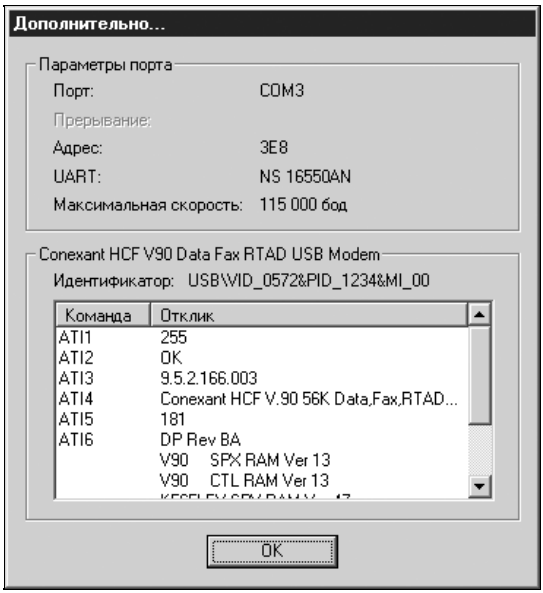


Рис. 14.41. Отклик модема

Настройка модема

Настройка модема — это частенько весьма кропотливая и сложная работа, т. к. большинство модемов продается с установленными по умолчанию параметрами, которые, скорее всего, не подходят для работы в России. Кроме того, различные параметры модема настраиваются в различных окнах, вызываемых из разных мест, что создает большие проблемы для тех, кто первый раз устанавливает модем.

На рис. 14.42 показано окно **Параметры набора номера**, где можно выбрать способ набора номера модемом — тоновый или импульсный. Заметим, что иногда это единственное место при использовании какой-либо версии операционной системы Windows, где можно сменить тип набора номера.

Следующая операция по настройке, которую приходится делать пользователям, — это указание кода страны. Вот с этого момента начинается серьезная разница между модемами различных производителей, т. к. они используют различную схемотехнику и наборы микросхем.

Примечание

Наиболее часто в модемах применяются чипсеты Rockwell и Lucent, на которых собирают модемы различные небольшие фирмы-сборщики. Несколько фирм реализуют собственные разработки, используя для выпуска модемов заказные или общего назначения микросхемы.

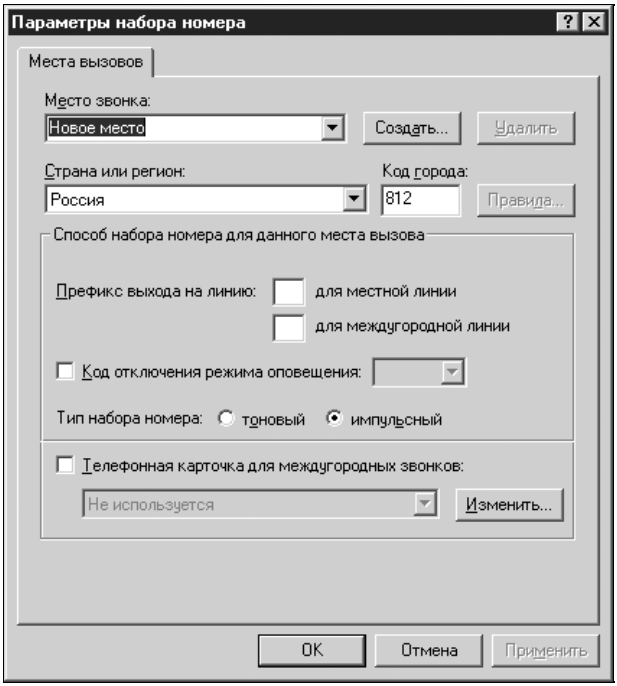


Рис. 14.42. Выбор типа набора номера

Так как разница между системами команд, которые используются в модемах различных производителей, велика, то ниже приводится очень краткая информация только для модемов, собранных на чипсетах Rockwell и Conexant. Количество фирм — сборщиков модемов на этих чипсетах превышает 50.

Для смены кода страны используется команда `AT*NCxx` (ряд кодов указан в табл. 14.6).

Таблица 14.6. *Коды стран для модемов, собранных на чипсетах Rockwell и Conexant*

Код	Страна	Код	Страна
000	США	006	Германия
001	Австрия	019	Чехия
002	Бельгия	020	Канада
003	Дания	022	США
004	Финляндия	025	Россия
005	Франция	038	Украина

Таблица 14.6 *(окончание)*

Код	Страна	Код	Страна
041	Китай	044	Южная Корея
043	Япония	046	Тайвань

Примечание

Многие фирмы, даже очень солидные, либо не устанавливают для России отдельного кода страны, либо предлагают вариант, предназначенный для слаборазвитых стран. В этом случае, если ваша АТС цифровая, то использование таких настроек приведет к падению производительности модема.

Подключение модема

Модемы подключаются к телефонной сети, используя провод с вилкой RJ11. Если у вас установлены старые телефонные розетки, то обязательно установите новую розетку для подключения модема (рис. 14.43). Попытка подключения на "проводках" или через переходники, в большинстве случаев, приводит к ухудшению связи и невозможности использования протоколов V.90 и V.92.

Рис. 14.43. Телефонная розетка

Смысл приведенной рекомендации в том, что скоростные модемы в начале сеанса связи тестируют электрические параметры линии и по результатам теста настраивают свою входную схему. Соответственно, плохие контакты в телефонной линии, помехи и наводки приводят к неустойчивой работе модема или к потере связи. Например, подъем трубки параллельного телефона может привести к разрыву соединения.

Примечание

Удалите в старых телефонных розетках конденсаторы, если они там есть. Конденсатор обычно имеет вид цилиндра диаметром около 1 см и длиной 3—5 см.

При использовании модема следует отключать параллельный телефон, в особенности АОН или факс, которые могут настолько ухудшить скоростные характеристики модема, что о качественной связи останется только мечтать.

Для надежного скачивания больших файлов из Интернета рекомендуется подводить телефонный провод от распределительного щитка на лестнице непосредственно к розетке, в которую включается модем. Параллельные телефоны и "развесистую" телефонную разводку в квартире следует при этом подключать через двухполюсный выключатель (рис. 14.44).

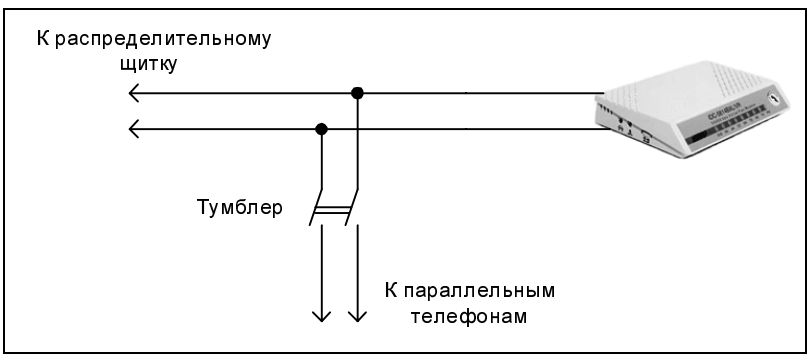


Рис. 14.44. Телефонная разводка для модема

Заключение

Вот и закончилась эта не очень толстая книга, которая, как надеется автор, помогла вам понять, что такое современный персональный компьютер PC. Вопрос, кстати, не такой уж и тривиальный, т. к. поколения компьютеров сегодня меняются чуть ли не каждые год-два.

Хочется сказать, что работа над книгой велась в течение полутора лет, а архив материалов, которые были подобраны для нее, занял 5 компакт-дисков. Соответственно, автор мог воочию наблюдать, как устаревает материал написанных глав. Но этот естественный процесс помог откорректировать все главы таким образом, что, как можно надеяться, все изложенное в книге будет актуальным достаточно длительное время. А читатель, который внимательно прочел книгу, сможет легко разобраться в новых технологиях, которые уже рвутся в свет из лабораторий и заводских цехов.

Во всяком случае, систематические знания никогда не пропадут зря. Ведь сейчас легко встретить хакера, который по наитию ломает защиту серьезных серверов, но практически не знает элементарных особенностей архитектуры компьютеров PC.

Если вам требуются более глубокие знания конструкции каких-либо узлов компьютера, то обратитесь к списку технической документации, который приведен в *приложении*. Все документы доступны в Интернете, только их надо найти на соответствующих серверах. Конечно, в приложении приведена лишь незначительная часть доступной документации, но этого вполне хватит для начала поиска.

Автор желает всем читателям успешной трудовой карьеры. Возможно, через какое-то время и ваши книги появятся на полках книжных магазинов.

С самыми наилучшими пожеланиями, Валентин Соломенчук.

Приложение

Техническая документация в PDF-формате

- 3Com Corporation (**http://www.3com.ru/**):
  - Сетевые платы 10/100 Мбит/с для настольных компьютеров;
  - Коммутаторы и концентраторы SuperStack 3 Baseline;
  - Коммутаторы и концентраторы OfficeConnect;
  - Коммутатор 3Com Switch 4005;
  - Dual Speed Hub 500 и серия PS Hub;
  - 10/100 L AN + 56K Global Modem CardBus PC Card;
  - Сетевой адаптер Fast Ethernet.
- ABIT Computer Corporation (**http://www.abit.com.tw/**):
  - AT7 Motherboard User's Manual;
  - IT7/IT7E Motherboard User's Manual;
  - SILURO GF3 Vio Graphics Accelerator;
  - SILURO MX200/MX400/T200/T400 Graphics Accelerator;
  - ABIT AC11 Communnication and Networking Riser;
  - ABIT AC10 CNR Card User's Manual;
  - ABIT Home Theater AU10;
  - ABIT Home Theater SP60 Speakers System User's Guide;
  - ABIT Home Theater SP60 Speakers System User's Guide;
  - ABIT UA10 USB Audio Interface User's Guide;
  - ABIT UA11 USB i/Optica Home Theater User's Guide.
- Advanced Micro Devices (**http://www.amd.com/**):
  - Programming AMD's CMOS EPROMs;
  - Removing Bootstrap ROMs for Recovery Code;
  - Connecting AMD Flash Memory to a System Address Bus;

- Data Management Software (DMS) for AMD Simultaneous Read/Write Flash Memory Devices;
- FBGA User's Guide;
- Am29DL400B 4 Megabit (512 K×8-Bit/256 K×16-Bit) CMOS 3.0 Volt-only, Simultaneous Operation Flash Memory;
- Am28F010 1 Megabit (128 K×8-Bit) CMOS 12.0 Volt, Bulk Erase Flash memory;
- Connecting AMD Flash Memory to a System Address Bus;
- Am29F010B 1 Megabit (128×8-bit) CMOS 5.0 Volt-only, Uniform Sector Flash Memory;
- Am27C020 2 Megabit (256 K×8-Bit) CMOS EPROM;
- AMD Flash Memory Quick Reference Guide;
- AMD Athlon XP Processor Model 6 Data Sheet;
- AMD Athlon Processor x86 Code Optimization Guide.

❒ American Megatrends Inc. (**http://www.megatrends.com/**):

- AMIBIOS Beep Codes;
- AMIBIOS POST Checkpoint Codes.

❒ APC Japan, Inc. (**http://www.apc.ru/**) — Back-UPS AVR 500 корпорации APC.

❒ Apple Computer, Inc. (**http://www.apple.com**/) — Specification Sheet iMac.

❒ Compaq Computer (**http://www.compaq.com**/) — руководство по начальной настройке и дальнейшей работе с ПК PRESARIO.

❒ Creative Technology Ltd (**http://www.creative.ru/**):

- Creative Sound Blaster Live! — руководство пользователя;
- Sound Blaster PCI 128 — руководство пользователя.

❒ Elpida Memory, Inc. (**http://www.elpida-memory.com/**):

- DDR Synchronous DRAM;
- How to Use DDR SDRAM;
- User's Manual Synchronous DRAM;
- How to Use SDRAM;
- 1-Gb/s/pin Multi-Gigabit DRAM Design with Low Impedance Hierarchical I/O Architecture;
- A 1-Gb/s/pin 512-Mb DDRII SDRAM using a digital DLL and a slew-rate-controlled output buffer;
- How to use SDRAM. User's Manual.

- EMC (**http://www.emc.tw.com**):
  - EM83702 All in One Mouse Controller;
  - EM84520 2-in-One Scrolling Mouse Controller;
  - EM84530 2-in-One Mouse Controller.
- Genius (**http://www.genius.ru/**) — Pressure-Sensitive Pen Device. User's Manual.
- Philips Electronics N.V (**http://www.pcstuff.philips.com**/):
  - 15" (14.0" VIS) XSD monitor;
  - 17" (16.0" VIS) Real Flat monitor;
  - Philips 105MB. Руководство пользователя.
- Hewlett-Packard Company (**http://www.hp.ru**/) — накопители HP CD/DVD Writer и стримеры HP Colorado. Технические характеристики.
- Hitachi, Ltd. (**http://www.hitachi-eu.com/**, **http://www.halsp.hitachi.com/**):
  - ATA Card 150;
  - FLASH ATA Card 800;
  - HN29W25611T-50H 256M AND type Flash Memory More than 16,057-sector.
- Hynix Semiconductor Inc. (**http://www.hynix.com/**) — 2M×16 bit Low Power 1T/1C Pseudo SRAM.
- IBM Corp. (**http:// www-3.ibm.com/, http://www.chips.ibm.com/**):
  - Personal Systems Reference IBM Monitors;
  - Extending Leadership in Storage Capacity and Performance;
  - IBM Deskstar 120GXP hard disk drives;
  - DDD for System Integrators;
  - Installation Guide DESKSTAR 14GXP&DESKSTAR 16GP;
  - IBM Feature Tool Usage Instructions;
  - Noise Reduction Using Dampening in Voice Coil Motors/Actuators of Hard Disk Drives.
- Iiyama Electric Company, Ltd. (**http://www.iiyama.com/**) — мониторы серии Vision Master. Руководство пользователя.
- Intel Corporation (**http://www.intel.ru/**):
  - Audio Codec'97;
  - SFX/SFX12V Power Supply Design Guide;
  - NLX Power Supply Recommendations;

- ATX / ATX12V Power Supply Design Guide;
- IA-32 Intel Architecture Software Developer's Manual;
- Intel Pentium 4 Processor with 512-KB L2 Cache on 0.13 Micron Process at 2 GHz;
- Intel Itanium Processor at 800 MHz and 733 MHz Datasheet;
- Intel Itanium Processor. Hardware Developer's Manual;
- Intel Itanium Architecture. Software Developer's Manual.

Примечание

На сервере корпорации Intel (**http://www.intel.com**, **http://www.intel.ru**) значительно больше документации, чем приведено в данном приложении.

- Maxtor Corporation (**http://www.maxtor.com/**) — Ultra ATA/133: Performance to Match the PCI BUS.
- Motorola (**https://e-www.motorola.com/**):
  - MPC7450 RISC Microprocessor Family User's Manual;
  - PowerPC G4 Architecture White Paper.
- Rambus Inc. (**http://www.rambus.com/**):
  - Direct Rambus Long Channel Design Guide 1.1;
  - 32 Bit RIMM Module;
  - Rambus RIMM Module (with 64/72Mb RDRAMs) Data Sheet.
- Roland Corporation (**http://www.rolandcorp.com/**) — FP-3 Digital Piano.
- SGS-THOMSON Microelectronics (**http://www.st.com/**) — 256K (32K×8, Chip Erase) Flash Memory.
- Silicon Wave, Inc. (**http://www.siliconwave.com/**):
  - SiW1502 Radio Modem IC;
  - SiW1750, SiW1760, and SiW1770 Baseband Ics;
  - Odyssey General FAQs;
  - Bluetooth and 802.11 Compared;
  - Second Generation Bluetooth Wireless Solutions.
- Soltek Computer Inc. (**http://www.soltek.com.tw/**):
  - User's Guide & Technical Reference SL-53A2/A5;
  - User's Guide & Technical Reference SL-63AV;
  - SL-56H5/H1 User Manual.

- Sony Corporation (**http://www.sony-cp.com, http://www.sel.sony.com/**):
  - CD-RW Drive ATAPI, User's Guide;
  - DVD-ROM Drive Unit, User's Guide;
  - CD-R/RW SCSI Drive Unit, User's Guide;
  - CD-RW Drive External USB, User's Guide;
  - Service Manual Multiscan 15sf;
  - Multiscan E230 17" Display.
- Soyo Computer Inc. (**http://www.soyo.ru/**) — SY-K7ADA V1.0 Motherboard. User's Manual.
- Surecom Technology Corp. (**http://www.surecom-net.com/**):
  - EP-4504AX 4-Port Internet Broadband Router;
  - EP-608 8-Port Ethernet Mini Hub;
  - 8-port Desktop Switch with Fiber Support;
  - EP-9001 11M Wireless USB Adapter;
  - EP-9500 11Mbps Wireless Access Point.
- Cirrus Logic (**http://www.cyrix.com/**):
  - Crystal Data Acquisition Products. Applications Reference Guide;
  - CrystalClear PCI Audio Interface;
  - CDB89712 Hardware and Software User's Manual;
  - CrystalClear AC'97 2 Channel Low Cost PCI Audio Reference Design.
- Teac (**http://www.teac.com/**):
  - Teac FD-235HF-A291 Micro Floppy Disk Drive;
  - Teac CD-W54E CD-RW Drive;
  - CD-рекордер CD-R58S — руководство к эксплуатации.
- Transcend Information, Inc. (**http://www.transcendusa.com/**):
  - Installation Instructions for 168-pin Long DIMM (Dual Inline Memory Module);
  - Installation Instructions for Rambus RIMM Memory Modules;
  - Installation Instructions for 184 pin DDR DIMM Memory Modules;
  - Installation Instructions for 144-pin SO DIMM (Small Outline DIMM);
  - Installation Instructions for 200-pin DDR SO DIMM (Small Outline DIMM);
  - Installation Instructions for 144-pin Micro-DIMM SDRAM;

- TS128MT3410 128MB 144-PIN PC100 CL2 SDRAM MICRO SO-DIMM With 8M?16 3.3VOLT;
- TS256MRM8QA 256MB 184 PIN PC800 RDRAM RIMM With 16M?16 2.5V;
- TS64MLD72V6F5 512MB 184 PIN PC266 Unbuffered DDR SDRAM DIMM With 32M×8 2.5VOLT;
- TS64MSD64V6F5 512MB 200 PIN PC266 DDR SODIMM With 32M?8 2.5VOLT.

❒ VIA Technologies, Inc. (**http://www.via.com.tw/**):

- VIA VT8501 Apollo MVP4;
- VIA VT83C572 PCI to USB Controller;
- VIA VT82C694X Apollo PRO133A;
- VIA VT8371 KX133 AMD Athlon North Bridge;
- VT86C100A PCI Fast Ethernet Controller Features.

❒ Western Digital Corporation. (**http://www.wdc.com/**):

- Ultra ATA/66 Extends Existing Technology;
- Ultra ATA/100 Extends Existing Technology.

❒ Yamaha Corporation (**http://www.yamaha.com/**) — Electronic Piano P80. Owners Manual.

Список литературы

1. Вебер Р. Конфигурирование ПК на процессорах Pentium, MMX, AMD. — М.: Мир, 1998.
2. Голенкова Ж. К. и др. Руководство по архитектуре IBM PC AT. — Мн.: ООО "Консул", 1992.
3. Гук М. Аппаратные средства IBM PC. Энциклопедия. 2-е изд. – СПб.: Питер, 2001.
4. Джордейн Р. Справочник программиста персональных компьютеров типа IBM PC, XT и AT. — М.: Финансы и статистика, 1991.
5. Колесниченко О. В., Шишигин И. В. Аппаратные средства PC. 4-е изд. — СПб.: БХВ — Санкт-Петербург, 2000.
6. Лагутенко О. И. Модемы. Справочник пользователя. — СПб.: Лань, 1997.
7. Соломенчук В. Интернет, краткий курс. 3-е изд. – СПб.: Питер, 2002.
8. Соломенчук В. Linux, краткий курс. – СПб.: Питер, 2001.
9. Чепурной В. Устройства хранения информации. — СПб.: BHV — Санкт-Петербург, 1998.
10. Jamsa Kris. PC Performance Tuning & Upgrading. — Osborne.

Предметный указатель

3

3D Sound 342
3DNow! 89

A

AA 469
AGP 144
AMD 87, 163
AMI 178
AMR 353
Apple 32, 99, 350, 433
AT 31
Athlon 90
ATX 31, 203, 241
AT-команды 467, 478
Audio Codec 353
Award 178

B

Back-UPS 216
Battery 145
BIOS 126, 135, 166, 177, 324, 334
BIOS Setup 178, 192
Boot 190
Boot Block 135
bps 283
Bulk Erase 135

C

Cable Select 318
Call Waiting 475
Caps Lock 229
CAV 365
CD 468
CD-ROM 18, 344
CISC 56
CLOCK 240
CLV 365
CMOS 170, 185, 194
CNR 353
Color temperature 423
COM-порт 283
Conventional Memory 183
CP1251 235
CP866 234
CPS 478
CRT 415
Cyrix 163

D

DATA 240
DB25 275
DB9 275
DDR SDRAM 130
Degaus 424
DIMM 105, 121
DIP-корпус 114
DirectRDRAM 130
Disc-At-Once 366
DOS 67
DRAM 126
Duron 92
DVD-формат 356, 380
DX 57

E

EDO 127, 166
EGA 431
EISA 146
Eject 372, 373
EPROM 132
Expanded Memory Specification 184

F

FC-PGA 79
FDD 304
FeRAM 110
FIFO 238
Flash Drive 107
Flash File 135
FM-синтезатор 348
FPM 127, 166
Frame 363

G

Geometry 423

H

Hard Disk Drive (HDD) 309
HGC 431
High Memory Area 183
hm 398
HMA 183
Horizontal size 426
HS 469
hse 398
hss 398
H-Sync 433
Hyper-Threading 73

I

IBM PC 38
IBM PC AT 39
IBM PC XT 38, 46
IDE 315
Intelligent Zoned Recording 323
IrDa 146
ISA 144, 470
ISO-образ 367
Itanium 80
Itanium 2 80

K

K56Flex 474
Keyboard 227
KOI-8 234

L

Landing Zone 312
LBA 324
LCD 415
Lempel-Ziv 476
Level 1 Cache 106
Level 2 Cache 106
Linux 318, 426

M

Main memory 105
Master 318
Master Boot Record 189, 326
MBR 189, 326
McKinley 80, 81
MDA 431
Merced 80
Micro DIMM 124
MIDI-интерфейс 348
MIDI-клавиатура 341
MMX 67
MNP 475
Modem-on-Hold 475
MR 468

N

Nokia Monitor Test 428
North Bridge 150
Num Lock 229

O

OH 468
On-the-fly 367

P

Packet Writing 368
Partition table 190
PCI 144, 470
PCMCIA 469
PenDrive 107
Pentium 61
Pentium Rating 88
Phoenix 178
Pilot 214
PKZIP 476
Plug&Play 431
PMPO 355
POST 184
Power 228
Power Good 205
PowerPC 98
PrtScr 230
PULSE 479

Q

QWERTY 231

R

RAID 166
RAM 105
Rambus 128
RD 468
RDRAM 128
Read-Only Memory 107
Register 83
Reset 178, 192, 240
RIMM 122
RISC 56
Rise 98
RMS 355
Rockwell 474, 482, 483
ROM 107

S

S.E.C.C.2 79
Scroll Lock 229
SD 468
Serial ATA 315
Session-At-Once 366
Shadow RAM BIOS 197
SIMM 105, 120, 166
SIP 119
Slave 318
Sleep 228
Small Outline DIMM 124
Smart-UPS 218
SMP 90
Socket 7 145
Socket 370 145
Socket 423 77
Socket 478 77
Sound Blaster 342
South Bridge 150
SpeedStep 75
SRAM 113, 116
SSE 89
Standby 433
SVD 469
SVGA 431
SX 49
S-регистры 478

T

TCO'95 419
TOC 364
TONE 479
TR 468
Track-At-Once 366
Tracking Mode 258
Turbo 171

U

Ultra DMA 329
Ultra ATA 315
UMA 184

Upper Memory Area 184
UPS 215
US Robotics 474
USB 146, 470, 472
USB-хаб 430
U-конвейер 63

V

V.8 474
V.22bis 474
V.32 474
V.32bis 474
V.34 474
V.34bis 474
V.42 476
V.42bis 473, 476
V.44 473, 475, 476
V.90 473, 474
V.92 475, 476
Vertical size 426
VESA 146
VGA 431
Video 433
VLB 146
vm 399
vse 399
vss 398
V-Sync 433
V-конвейер 63

W

WakeUp 228
Windows 95, 62, 67, 139, 426, 434
  Sound System 342
WIN-модем 471
WSS 342
WT-синтезатор 348

X

x2 474
Xeon 72
XMS 184

Z

Zip 306
ZOOM 426

А

Адресация памяти 124
АОН 485
АЦП 338

Б

Байт 233
Биты в секунду 283
Блок питания 18, 204, 470
Буфер:
  записи 367
  обмена 230

В

Ведомое устройство 318
Ведущее устройство 318
Вектор 180
Вентилятор 21
Видеоадаптер 16, 159
Видеосигнал 432
Винчестер 17, 29, 108, 194, 197, 309
Возврат каретки 478
Входной каталог 364
Выходной каталог 364

Г

Геометрия:
дискового пространства 321
винчестера 191, 198, 323
Гибкий диск 299

Д

Дата выпуска 115
Джампер 61, 113, 145, 168
Джойстик 341
Диагностические коды 187
Дигитайзер 254
Динамик 479
Динамическая память 117
Дисковод гибких дисков 28
Домашний театр 343

Е

E2K 98

З

Загрузка ОС 189
Звуковые коды 186
Зерно 418

И

Интерпретатор языка Basic 177
Интерфейс 27
AC-link 353
AT 228
ATA 331
ATAPI 374
I^2C 431
Panasonic 375
PCMCIA 137
PS/2 228
RS-232 256, 352
S/PDIF 341
ST-506/412 309
USB 139
с периферией 336
Интерфейсный кабель 431

К

Кабельная выборка 318
Кадр 363
Клавиатура 13, 227
Дворака 231
Код ASCII 338
Кодовые наименования 94
Компакт-диск 108
Конденсатор 485
Конфигурация компьютера 32
Корпус 33, 225
SOJ 114
TSOP 114
Коррекция ошибок 363
Коэффициент умножения 169
Кроватка 113
Кулер 219
Кэш 65, 106

Л

Лазер 371
Линия связи 477

М

Маркер 476
Маркировка микросхем 136
Материнская плата 141
Метка зоны 381
Микросхема:
HN29V102414T-50 138
HN29V51211T-50 138
памяти 21
Модем:
S-регистры 478
внешний 469
название 465
Модули памяти 119, 164
Монитор 13
Мультисессионные
компакт-диски 366

Н

НГМД 304
Низкоуровневое форматирование 201
Нулевая дорожка 302
Нулевой сектор 190

О

Образ BIOS 179
Объем видеопамяти 393
ОЗУ 21, 105
Операция финализации 377
Оптическое перо 254
Охлаждение 314

П

Пакет 477
Переадресация вызовов 475
Передача:
  асинхронная 477
  синхронная 477
ПЗУ 107, 131, 479
Пиковая мощность 355
Планшет 254
Позиционирование головок 301
Прерывание 156, 180, 237, 323
Программа:
  ASUS DVD 382
  FDISK 200, 325
  FORMAT 303, 326
  NERO 377
  POST 177
  WinOnCD 377
Производители микросхем памяти 115
Пропускная способность 124
Протокол:
  коррекции ошибок 475
  модуляции 474
  связи 474
Процессоры 19, 20
  4004 41
  8008 42
  8080 45
  80186 47
  80286 48

Р

Радиатор 21, 220
Развертка 418
Разгон 171
Размерность шины данных 125
Разрешение монитора 418
Райзер-карта 472
Раскладка клавиатуры 231
Регенерация памяти 118
Регулятор громкости 372
Режим:
  BIOS Setup 185
  UDMA 139
РПЗУ 132

С

Свопинг 328
Северный мост 151
"Серый клин" 422
Сжатие информации 475
Сигнал:
  CAS 125
  RAS 125
Синтезатор 347
Синхронизация 397
Системная плата 19, 141
Системные часы 335
Системный блок 13, 14
Системы счисления 53
Скан-код 236
Скорость:
  вращения 302, 311
  обмена данными 301
Слот 24, 470
  ACR 146
  AGP 27
  ISA 27
  PCI 27
СОЗУ 106
Сокет 20, 24, 162, 222

Сопроцессор 52
Софт-модем 472
Спецификация:
PCI 1.0 153
PCI 2.0 153
AC'97 352
Средняя синусоидальная мощность 355
Стандарт:
MPNII 419
TCO'95 419
TCO'99 419
CD-DA 359
CD-ROM 359
DVD 360, 380
ISO 9660 363
VESA DDC 431
VESA DPMS 433
Статическая память 113
Суперскалярная архитектура 63
Сэмпл 348

Т

Таблица:
разделов 190
символов 234
Таймер 334
Тактовая частота 143
Телефон параллельный 484
Термодиод 221
Тестовый прожиг 379
Технология 44
BURN-Proof 367
Триггер 109

У

Уровень шума 311

Ф

Факс 485
Флэш 107, 133
Флэш-технология 134
Форм-фактор 145, 174, 314
AT 172, 203
ATX 172

Ц

ЦАП 338
Цветовая температура 423

Ч

Частота:
дискретизации 340
шины 169
элементов 398
ядра 25
Чипсет 65, 151, 173

Ш

Шина:
AGP 157
PCI 149, 150
данных 42
Шлейф 317

Э, Ю, Я

ЭЛТ 415
Южный мост 150
Яркость монитора 419